



Interreg 
SLOVENIJA – AVSTRIJA
SLOWENIEN – ÖSTERREICH
Evropska unija | Evropski sklad za regionalni razvoj
Europäische Union | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



**ČEZMEJNI NAČRT ZA INOVATIVNO TRAJNOSTNO UPRAVLJANJE
MEJNE MURE IN IZBOLJŠANJE OBVLADOVANJA
POPLAVNE OGROŽENOSTI**

**GRENZÜBERSCHREITENDER MANAGEMENTPLAN ZUR INNOVATIVEN
NACHHALTIGEN BEWIRTSCHAFTUNG DER GRENZ-MUR UND ZUR
VERBESSERUNG DES HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENTS**

Dosežek T1.2

**UGOTOVLJENA SPREMENJENOST HIDROMORFOLOŠKIH ELEMENTOV,
SKUPNA OCENA STANJA MEJNE MURE IN BAZA PODATKOV
HIDROMORFOLOŠKIH ELEMENTOV**

Projekt goMURra (SIAT250) se v okviru Programa sodelovanja Interreg V-A Slovenija-Avstrija sofinancira s sredstvi Evropskega sklada za regionalni razvoj.

Izvleček

Hidromorfološka spremenjenost vodotoka predstavlja odstopanje hidroloških značilnosti in morfoloških lastnosti rečne struge, brega ter poplavne ravnice od naravnega stanja. Poznavanje spremenjenosti hidromorfoloških lastnosti vodotokov služi kot osnova za ugotavljanje pritiskov rabe vode in tal v delu porečja, kjer so v ospredju nasprotja med različnimi rabami, zlasti pa med rabami in varovanjem še ohranjenega naravnega okolja. Z boljšim poznavanjem stanja in ustreznim vrednotenjem že obstoječe in načrtovane rabe tal ter umeščanja objektov v obrečni prostor lahko znatno zmanjšamo pritiske in izboljšamo stanje vodnih ekosistemov in okolja. V sklopu doseganja ciljev projekta goMURra je bila na Agenciji Republike Slovenije za okolje izdelana tudi ocena hidromorfološkega stanja mejne Mure, vzpostavljena zbirke podatkov hidromorfoloških elementov in ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov. Podatkovna zbirka hidromorfoloških elementov in metodologija vrednotenja ekološkega stanja sta bili osnova za podrobno analizo parametrov hidromorfoloških elementov in pripravo končne ocene stanja hidromorfoloških elementov vodnega telesa mejne Mure. Indeks hidromorfološke spremenjenosti mejno Muro opredeli kot zmerno spremenjeno, indeks hidromorfološke kakovosti pa kaže dobro ali slabše stanje. Ocena spremenjenosti hidromorfoloških elementov kaže na močno spremenjenost kontinuitete toka in sedimentov ter zmerno spremenjenost morfoloških značilnosti vodnega telesa mejne Mure. Najmanjša spremenjenost vodnega telesa mejne Mure je zaznana pri hidrološkem režimu. Poleg prekinitev kontinuitete toka in sedimentov ter antropogene rabe tal na obrežnem ter pribrežnem pasu, k hidromorfološki spremenjenosti največ prispevata umetni material v strugi in utrjenost brežin ter s tem prekinitve naravno pričakovanih erozijskih in sedimentacijskih procesov. Ocena hidromorfološke spremenjenosti vodnega telesa mejne Mure podobno kot po slovenski metodologiji kaže na zmerno spremenjenost mejne Mure tudi po avstrijski metodologiji kot tudi po standardu SIST EN 15843:2010. V skladu s cilji Vodne direktive je za doseganje izboljšanja stanja površinskih voda potrebno smiselno, trajnostno in ekonomsko vzdržno urejanje porečij ter izvajanje ustreznih ukrepov. V študiji predlagani ukrepi so bili vključeni v načrt inovativnega in trajnostnega upravljanja ter izboljšanja hidromorfološkega stanja antropogeno spremenjene mejne Mure, ki je del vsebine izvedenega projekta goMURra.

Baza podatkov hidromorfoloških elementov vključuje razpoložljive prostorske podatke, podatke podatkovnih zbirk ter podatke terenskega popisa na posameznih popisnih odsekih mejne Mure. Zbrani podatki so bili ustrezno obdelani in integrirani v bazo podatkov hidromorfoloških elementov in služijo kot vhodni podatki za optimizirano ocenjevanje stopnje hidromorfološke spremenjenosti popisnih odsekov vodnega telesa ali vodnega telesa kot celote in je izhodišče za ugotavljanje in spremljanje ekološkega stanja vodnega telesa v skladu z Vodno direktivo.

Kurzfassung

Die hydromorphologischen Veränderungen von Fließgewässern sind Abweichungen hydrologischer Merkmale und morphologischer Eigenschaften des Flussbetts, der Ufer oder der Überschwemmungsebenen vom natürlichen Zustand. Die Kenntnis der Veränderung der hydromorphologischen Eigenschaften von Fließgewässern bildet die Grundlage der Feststellung eines Zustands, in dem Wasser- und Bodennutzung im Flussgebiet unter Druck geraten, wenn

gegensätzliche Nutzungsarten im Mittelpunkt stehen, insbesondere wenn die Nutzung und der Schutz einer noch erhaltenen natürlichen Umgebung einander entgegenstehen. Mit einer besseren Kenntnis des Zustands und einer entsprechenden Bewertung der schon bestehenden und geplanten Bodennutzung und der Verortung von Objekten im flussnahen Raum kann der Druck wesentlich gemindert und der Zustand der Ökosysteme und der Umwelt verbessert werden. Im Rahmen der Arbeiten zur Erreichung der Projektziele von goMURra wurden bei der Umweltbehörde der Republik Slowenien eine Bewertung des hydromorphologischen Zustands der Grenzmur ausgearbeitet, eine Bestandsaufnahme der hydromorphologischen Elemente durchgeführt und die Veränderung der hydromorphologischen Elemente festgestellt. Die Datenbank der hydromorphologischen Elemente und die Bewertungsmethode des ökologischen Zustands waren die Grundlage für eine detaillierte Analyse der Parameter der hydromorphologischen Elemente und die Ausarbeitung der endgültigen Zustandsbewertung der hydromorphologischen Elemente des Wasserkörpers der Grenzmur. Der Index der hydromorphologischen Veränderungen zeigt, dass die Grenzmur mäßig verändert ist, während der Index der hydromorphologischen Qualität einen guten oder schlechteren Zustand zeigt. Die Bewertung der Veränderungen der hydromorphologischen Elemente zeigt eine starke Veränderung der Laufkontinuität und der Sedimentkontinuität sowie eine mäßige Veränderung der morphologischen Merkmale des Wasserkörpers der Grenzmur. Die geringste Veränderung des Wasserkörpers der Grenzmur betrifft das hydrologische Regime. Neben der Unterbrechung der Laufkontinuität und der Sedimentkontinuität sowie der anthropogenen Bodennutzung im ufernahen Raum und im daran angrenzenden Raum, tragen das künstliche Material im Gerinne und die Uferbefestigungen und damit die Unterbrechung der natürlichen und zu erwartenden Erosions- und Sedimentationsprozesse am meisten dazu bei. Bei der Bewertung der hydromorphologischen Veränderungen des Wasserkörpers der Grenzmur zeigt die österreichische Methode ähnlich wie die slowenische Methode eine mäßige Veränderung der Grenzmur und auch der Standard SIST EN 15743:2010 weist in diese Richtung. In Übereinstimmung mit den Zielen der Wasserrahmenrichtlinie sind für die Erreichung einer Verbesserung des Zustands der Oberflächengewässer eine durchdachte, nachhaltige und wirtschaftliche Gestaltung der Flussgebiete sowie die Ausführung entsprechender Maßnahmen notwendig. Die in der Studie vorgeschlagenen Maßnahmen fanden Eingang in den einen konstitutiven Bestandteil des Projekts goMURra bildenden Managementplan zur innovativen und nachhaltigen Bewirtschaftung und Verbesserung des hydromorphologischen Zustands der anthropogen veränderten Grenzmur.

Die Datenbank der hydromorphologischen Elemente umfasst verfügbare räumliche Daten, Datenbankdaten sowie Daten der Landesaufnahmen nach einzelnen Vermessungsabschnitten der Grenzmur. Die gesammelten Daten wurden entsprechend bearbeitet und in die Datenbank der hydromorphologischen Elemente integriert und stellen die Eingangsdaten für eine optimierte Bewertung des Grades der hydromorphologischen Veränderungen einzelner Vermessungsabschnitte des Wasserkörpers oder des Wasserkörpers als Ganzes dar und sind der Ausgangspunkt zur Ermittlung und Beobachtung des ökologischen Zustands des Wasserkörpers laut der Wasserrahmenrichtlinie.

Abstract

The hydromorphological changes of rivers are deviations of hydrological characteristics and morphological properties of the river bed, the banks or the flood plains from the natural state. Knowledge of changes in the hydromorphological properties of rivers forms the basis for establishing a situation in which water and land use in the river basin come under pressure when the focus is on opposing types of use, in particular when the use and protection of a preserved natural environment conflict with one another. With a better knowledge of the condition and a corresponding assessment of the existing and planned land use and the location of objects in the river basin, the pressure can be significantly reduced and the condition of the ecosystems and the environment can be improved. As part of the work to achieve the project objectives of goMURra, an assessment of the hydromorphological status of the Border Mura was prepared at the Slovenian Environment Agency, an inventory of the hydromorphological elements was carried out and changes in the hydromorphological elements were determined. The database of hydromorphological elements and the method of assessing the ecological status were the basis for a detailed analysis of the parameters of the hydromorphological elements and the elaboration of the final status assessment of the hydromorphological elements of the water body of the Border Mura. The index of hydromorphological changes shows that the Border Mura is moderately changed, while the index of hydromorphological quality shows a good or poor status. The assessment of the changes in the hydromorphological elements shows a strong change in the flow continuity and the sediment continuity as well as a moderate change in the morphological characteristics of the water body of the Border Mura. The slightest change in the water body of the Border Mura concerns the hydrological regime. In addition to the interruption of the river continuity and the sediment continuity as well as the anthropogenic land use in the area near the bank and in the floodplain area, the artificial material in the channel and the bank reinforcements and thus the interruption of the natural and expected erosion and sedimentation processes make the greatest contribution to this. When assessing the hydromorphological changes in the water body of the Border Mura, the Austrian method shows, similar to the Slovenian method, a moderate change in the Border Mura and the SIST EN 15743: 2010 standard also points in this direction. In accordance with the objectives of the Water Framework Directive, a well thought-out, sustainable and economical design of the river basins and the implementation of appropriate measures are necessary to achieve an improvement in the status of surface waters. The measures proposed in the study were incorporated into the management plan, which is a constitutive component of the goMURra project, for innovative and sustainable management and improvement of the hydromorphological status of the anthropogenically modified Border Mura.

The database of hydromorphological elements includes available spatial data, database data and data from land surveys according to individual survey sections of the Border Mura. The collected data were processed accordingly and integrated into the database of hydromorphological elements and represent the input data for an optimized assessment of the degree of hydromorphological changes in individual survey sections of the water body or the water body as a whole and are the starting point for determining and monitoring the ecological status of the water body according to the Water Framework Directive.

Informacije o dokumentu

Datum oddaje 13. 9. 2021

Pristojni partner za dosežek

Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO)



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Vojkova 1b, 1000 Ljubljana, Slovenija

Drugi udeleženi partnerji

DRSV, A14

Raven diseminacije

Javno

X

Omejeno na skupino določeno s strani projektnega konzorcija

Interni dokument za rabo znotraj projektnega konzorcija

Avtorji:

mag. Florjana Ulaga ARSO

Maja Ristić ARSO

Magda Grobelšek ARSO

dr. Mira Kobold ARSO

Sodelavci:

Miha Šupek, Denis Kosec, Matej Cunder ARSO

Prevod

Lydia Frece

Lektura: Vito Suša

Amidas d.o.o.

Strokovni pregled

Gašper Zupančič

DRSV

Verzije

Verzija 1.0

Prva različica dosežkov delovnega paketa T1.2 pred končnimi popravki

Verzija 2.0

Končna različica dosežkov T1.2.1 in T1.2.2

Objava dokumenta

<https://www.gomurra.eu/sl/gomurra-programa-interreg-v-a-slovenija-avstrija/>

Dosežek T 1.2.1

**I. UGOTOVLJENA SPREMNENOST HIDROMORFOLOŠKIH ELEMENTOV
IN SKUPNA OCENA STANJA MEJNE MURE**

Dosežek T 1.2.2

II. BAZA PODATKOV HIDROMORFOLOŠKIH ELEMENTOV

**Priloga 1. MERILA ZA OCENJEVANJE SPREMNENOSTI PARAMETROV
HIDROMORFOLOŠKIH ELEMENTOV**

Priloga 2. SHEMA PODATKOVNE BAZE

KAZALO VSEBINE

I. UGOTOVLJENA SPREMNENJENOST HIDROMORFOLOŠKIH ELEMENTOV IN SKUPNA OCENA STANJA MEJNE MURE.....	12
1. UVOD.....	12
2. PREGLED ZAKONSKIH IN STROKOVNIH PODLAG TER PROJEKTNIH VSEBIN.....	13
3. HIDROMORFOLOŠKI ELEMENTI ZA UGOTAVLJANJE HIDROMORFOLOŠKE SPREMNENJENOSTI MEJNE MURE.....	14
4. PRIDOBIVANJE IN OBDELAVA PODATKOV ZA UGOTAVLJANJE HIDROMORFOLOŠKE SPREMNENJENOSTI.....	17
5. HIDROLOŠKE ZNAČILNOSTI MEJNE MURE	17
5.1. Spremembe pretoka vode v obdobju	21
5.2. Spremembe nihanja vodne gladine	23
5.3. Vpliv vodne infrastrukture na značilnosti vodnega toka	24
5.4. Odvzemi vode iz vodotoka	25
6. KONTINUITETA TOKA IN SEDIMENTOV MEJNE MURE.....	26
6.1. Prehodnost za ribe	27
6.2. Sprememba kontinuitete sedimentov	28
6.3. Prečna povezanost	34
7. MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI MEJNE MURE	35
7.1. Substrat struge	35
7.2. Tlorisni potek mejne Mure.....	36
7.3. Preoblikovanost struge	37
7.4. Sprememba brega	47
7.5. Značilnosti brega	47
7.6. Erozijske in sedimentacijske značilnosti.....	48
7.7. Vegetacija v rečnem koritu	49
7.8. Sprememba priobalnega zemljišča	50
8. SKUPNA OCENA HIDROMORFOLOŠKEGA STANJA MEJNE MURE	52
9. ZAKLJUČEK.....	61

II. BAZA PODATKOV HIDROMORFOLOŠKIH ELEMENTOV	63
1. UVOD	63
2. PREGLED ZBRANIH PODATKOV ZA OCENO SPREMENJENOSTI HIDROMORFOLOŠKIH ELEMENTOV	63
3. OBDELAVA ZBRANIH PODATKOV	66
3.1. Obdelava statističnih podatkov.....	66
3.2. Obdelava prostorskih podatkov	66
4. SHEMA TOKA PODATKOV IN PODATKOVNE BAZE	75
4.1. Shema ORACLE	75
4.2. Shema HIMO	78
5. ZAKLJUČEK.....	82
VIRI IN LITERATURA.....	83
Priloga 1. MERILA ZA OCENJEVANJE SPREMENJENOSTI PARAMETROV HIDROMORFOLOŠKIH ELEMENTOV	87
Priloga 2. SHEMA PODATKOVNE BAZE.....	96

SEZNAM SLIK

Slika I.1 Območje vodnega telesa mejne Mure VT Mura Ceršak - Petanjci.	14
Slika I.2: Terenski popis hidromorfoloških elementov, Mele 2019 (foto: F. Ulaga).....	17
Slika I.3: Kartografski prikaz lokacije vodomerne postaje Gornja Radgona I (levo) (vir: Atlas okolja, 2020); Vodomerna postaja Gornja Radgona I po obnovi protipoplavnega zidu (desno) (vir: Arhiv ARSO, 2020).	18
Slika I.4: Meritve pretoka Mure z mostu med Gornjo Radgono in avstrijsko Radgono (vir: Arhiv ARSO).	19
Slika I.5: Povpečne vrednosti pretoka 30-letnega obdobja in zadnjega 5-letnega obdobja po mesecih.	20
Slika I.6: Povpečne vrednosti pretoka 30-letnega referenčnega in 5-letnega obdobja po letnih časih.	20
Slika I.7: Število dni, ko je pretok opazovanega obdobja (2014-2018) različen od dolgoletnega povprečja po letnih časih.	22
Slika I.8: Skupno število dni, ko je pretok opazovanega obdobja različen od dolgoletnega povprečja.....	22
Slika I.9: Nihanja vodne gladine Mure v Gornji Radgoni v letu 2018 v cm na uro.....	24
Slika I.10: Prikaz vodne infrastrukture na mejni Muri.....	25
Slika I.11: Prikaz lokacij nepovratnih odvzemov vode in vplivnega območja povratnega odvzema na vodnem telesu mejne Mure.	26
Slika I.12: Ovirana prehodnost za ribe - jez Ceršak (vir: F. Ulaga).....	28

Slika I.13: Transport suspendiranih snovi in pretok Mure v Gornji Radgoni v obdobju 1981–2019.....	29
Slika I.14: Prečni profil in hitrost vodnega toka Mure (vir: ARSO).....	30
Slika I.15: Vsebnost suspendiranih snovi profilne meritve Mure, 20. 8. 2020.	30
Slika I.16: Izvajanje profilne meritve suspendiranih snovi (vir: Arhiv ARSO).....	31
Slika I.17: Korelacija med motnostjo in suspendiranimi snovmi Mure.....	32
Slika I.18: Pretok ter dnevne in skupno letno transportirane suspendirane snovi v Muri v Gornji Radgoni.....	32
Slika I.19: Protipoplavni ukrepi na območju Gornje Radgone in avstrijske Radgone.....	35
Slika I.20: Primerjava tlorisnega poteka mejne Mure 2018 z letom 1824.....	37
Slika I.21: Vzдолžni profil mejne Mure med Ceršakom in Cmurkom (zgoraj) in med Cmurkom in Gornjo Radgono (spodaj) leta 2019.	39
Slika I.22: Primer prečnega profila, kjer se meritve izvajajo od leta 1974 do 2012 (profil 110950).....	40
Slika I.23: Primer poglobljenega prečnega profila (profil 114840).....	41
Slika I.24: Primer nasutega prečnega profila (profil 109740).....	42
Slika I.25: Lokacije meritev prečnih profilov mejne Mure.	42
Slika I.26: Spreminjanje globine mejne Mure od leta 1974 dalje.	43
Slika I.27: Sprememba povprečne globine Mure v Gornji Radgoni v obdobju 2004–2019.....	44
Slika I.28: Spreminjanje globine glede na širino struge med letoma 2003 in 2006 ter 2009 in 2012.....	45
Slika I.29: Sprememba globine struge pri posameznih merjenih profilih na območju širitev Gosdorf.....	46
Slika I.30: Togo obrežno zavarovanje na območju Gornje Radgone (levo) in avstrijske Radgone (desno).....	48
Slika I.31: Primer popisnega odseka z erozijskimi in sedimentacijskimi strukturami.....	49
Slika I.32: Mura pri naselju Trate - na obeh bregovih je ohranjena vegetacija, zarast je sklenjena (foto: M. Ristić).....	50
Slika I.33: Antropogena raba tal pri naselju Vratji Vrh.....	51
Slika I.34: Popisni odseki vodnega telesa mejne Mure.....	58
Slika I.35: Popisni odseki mejne Mure z najslabšo oceno hidromorfološke spremenjenosti..	59
Slika II.1: Neskladanje poteka poligonov vrste rabe tal »Vodne površine« in popisnih odsekov.....	69
Slika II.2: Napačna ocena deleža antropogene rabe tal.....	69
Slika II.3: Prikaz podatkov za oceno spremembe značilnega substrata in erozijskih in sedimentacijskih značilnosti.....	71
Slika II.4: Prisotnost obrežne in lesne vegetacije v strugi mejne Mure.....	72
Slika II.5: Jez Ceršak na PO_ZAP_ST = 185; digitalni model rečnega korita (levo zgoraj); DOF (desno zgoraj); posnetek sferične fotografije 1192 (spodaj).....	73
Slika II.6: Pomol na levem bregu mejne Mure in območje gladkega profila ob vtoku vode v stranski kanal na desnem bregu (PO_ZAP_ST = 175).....	74
Slika II.7: Delni prag na PO_ZAP_ST = 182; digitalni model rečnega korita (levo zgoraj); DOF (desno zgoraj); posnetek sferične fotografije 1386 (spodaj).....	75
Slika II.8: Shema toka podatkov podatkovne baze hidromorfoloških elementov.....	79

Slika II.9: Del preglednice ocen hidromorfološke spremenjenosti mejne Mure (HIMO_PO).. 80
Slika II.10: Primer procedure podatkovne baze hidromorfoloških elementov..... 81

SEZNAM PREGLEDNIC

Preglednica I.1: Stopnja hidromorfološke spremenjenosti (Metodologija, 2020). 16
Preglednica I.2: Srednji mesečni pretoki 30-letnega referenčnega obdobja in 5-letnega obdobja. 19
Preglednica I.3: Povprečne vrednosti pretokov 30-letnega referenčnega in 5-letnega obdobja po letnih časih. 20
Preglednica I.4: Ocenjevanje spremembe pretokov glede na letni čas (Standard, 2010)..... 21
Preglednica I.5: Ocenjena spremembe pretokov mejne Mure po letnih časih. 23
Preglednica I.6: Tipi površinskih voda – Ocena prehodnosti sedimentov. 33
Preglednica I.7: Stopnja hidromorfološke spremenjenosti vodnega telesa mejne Mure. 52
Preglednica I.8: Ocena hidromorfoloških elementov vodnega telesa mejne Mure..... 52
Preglednica I.9: Ocena parametrov hidromorfoloških elementov po popisnih odsekih vodnega telesa mejne Mure. (Razlaga oznak hidromorfoloških parametrov v preglednici je podana v Prilogi 1 tega dokumenta.) 54
Preglednica I.10: Primerjava ocen hidromorfološke spremenjenosti popisnih odsekov ter vodnega telesa mejne Mure po različnih metodologijah. 60
Preglednica I.11: Predlog ukrepov za izboljšanje hidromorfološkega stanja. 62
Preglednica II.1: Seznam zbranih podatkov za oceno hidromorfološke spremenjenosti mejne Mure..... 64

SEZNAM OKRAJŠAV

ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje / Umweltagentur der Republik Slowenien
A14	Urad štajerske deželne vlade, Oddelek A14 – Upravljanje voda, viri in trajnost / Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 14 – Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit
COPERNICUS	Spletna stran programa EU za opazovanje Zemlje / Internetseite des Europäischen Erdbeobachtungsprogramms
DRSV	Direkcija Republike Slovenije za vode / Wasserdirektion der Republik Slowenien
FD	Poplavna direktiva (2007/60/EC) / Hochwasserrichtlinie (2007/60/EC)
goMURra	Čezmejni načrt za inovativno trajnostno upravljanje mejne Mure in izboljšanje obvladovanja poplavne ogroženosti / Grenzüberschreitender Managementplan zur innovativen nachhaltigen Bewirtschaftung der Grenzmuur und zur Verbesserung des Hochwasserrisikomanagements
GURS	Geodetska uprava Republike Slovenije / Geodätisches Amt der Republik Slowenien
KVON	Kataster vodnogospodarskih objektov in naprav / Kataster von Wasserwirtschaftsobjekten und -anlagen
MOP	Ministrstvo za okolje in prostor / Ministerium für Umwelt und Raumordnung
NVZMM	Načelne vodnogospodarske zasnove za mejno Muro / Wasserwirtschaftliches Grundsatzkonzept für die Grenzmuur
RBMP	Načrt upravljanja voda / Gewässerbewirtschaftungsplan
WFD	Vodna direktiva (2000/60/EC) / Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EC)
ZZRS	Zavod za ribištvo Republike Slovenije / Institut für Fischerei Sloweniens

I. UGOTOVLJENA SPREMENJENOST HIDROMORFOLOŠKIH ELEMENTOV IN SKUPNA OCENA STANJA MEJNE MURE

1. UVOD

Hidromorfološka spremenjenost vodotoka predstavlja odstopanje hidroloških značilnosti in morfoloških lastnosti rečne struge, brega ter poplavne ravnice od naravnega stanja. S povečevanjem človekovih posegov v vodni ekosistem se povečuje spremenjenost hidromorfoloških elementov celotnega vodotoka ali posameznega rečnega odseka, zmanjšujejo se zmogljivosti samočiščenja, kar se posledično kaže na slabši kakovosti. Poznavanje spremenjenosti hidromorfoloških lastnosti vodotokov služi kot osnova za ugotavljanje pritiskov rabe vode in tal v delu porečja, kjer so v ospredju nasprotja med različnimi rabami, zlasti pa med rabami in varovanjem še ohranjenega naravnega okolja. Z boljšim poznavanjem stanja in ustreznim vrednotenjem že obstoječe in načrtovane rabe tal ter umeščanja objektov v obrečni prostor lahko znatno zmanjšamo pritiske in izboljšamo stanje vodnih ekosistemov in okolja. Spremenjene hidromorfološke razmere vodotokov vplivajo na fizikalno-kemijske in biološke lastnosti vodnega telesa in s tem na življejske pogoje. Zato je z vidika ocenjevanja ekološkega stanja vodotokov pomembno tudi določanje njihovih hidromorfoloških lastnosti. Med ukrepi Načrta upravljanja voda za obdobje 2016–2021 (Ministrstvo, 2021) so med temeljnimi ukrepi za doseganje dobre kakovosti površinskih in podzemnih voda tudi ukrepi, ki se nanašajo na področje hidromorfoloških obremenitev. Usmerjeni so v doseganje okoljskega cilja preprečevanja slabšanja stanja voda zaradi novih posegov v vodno okolje. Izboljšanje hidromorfološkega stanja pa je tudi med temeljnimi ukrepi na področju urejanja voda. Največjo obremenitev za slovenske površinske vode so v preteklosti predstavljale hidromorfološke spremembe oziroma splošna degradiranost, ki zajemajo zaježitve vodotokov zaradi hidroelektrarn, spremenjenost strug zaradi človekovih posegov, odvzeme vode itd. (Stanič Racman s sodelavci, 2014). Tudi v zadnjih letih, pred pripravo tega dokumenta, se stanje površinskih voda ni opazno izboljšalo.

Glavne značilnosti hidromorfoloških elementov mejne Mure, skupaj z oceno bioloških in splošnih fizikalno-kemijskih elementov v skladu z Vodno direktivo (Vodna direktiva, 2000), predstavljajo vrednotenje ekološkega stanja površinskih voda. Dobro poznavanje hidromorfološkega in ekološkega stanja voda služi kot osnova za trajnostno upravljanje voda. Sprememba režima rečnega sedimenta zaradi pomanjkanja sedimenta iz zgornjega toka spreminja hidromorfološko stanje, ki v skladu z Vodno Direktivo (Vodna direktiva, 2000) predstavlja osnovni gradnik kakovosti voda in vodnega okolja.

Skupni izziv, ob upoštevanju Vodne direktive in Poplavne direktive (Poplavna direktiva, 2007), predstavlja izboljšanje hidromorfološkega stanja mejne Mure v smeri dobrega ekološkega

stanja, optimizacija upravljanja poplavne ogroženosti in povečanje ozaveščenosti prebivalstva o poplavni ogroženosti.

Med cilji projekta goMURra je tudi Priprava čezmejnega načrta za inovativno trajnostno upravljanje – »Mejna Mura 2030«. V sklopu doseganja tega cilja je bila poleg drugih vsebin pripravljena tudi vsebina Spremenjenost hidromorfoloških elementov in skupna ocena stanja mejne Mure, ki jo sestavljajo:

- skupna ocena hidromorfološkega stanja mejne Mure,
- baza podatkov hidromorfoloških elementov,
- ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov.

Izhodišča za ustrezno ocenjevanje spremenjenosti hidromorfoloških elementov mejne Mure so sledeča:

- a. Poznavanje hidromorfoloških razmer je ena od bistvenih sestavin ugotavljanja stopnje ekološkega stanja rečnega odseka in vodnih teles.
- b. Identifikacija spremenjenosti vodnih teles skozi hidromorfološke elemente je nujna za določanje ukrepov za revitalizacijo vodotokov.
- c. Sodobno upravljanje reke predvideva ohranjanje naravnega stanja vodotoka ali vsaj zmanjšanje antropogeno spremenjenega hidromorfološkega stanja rečnega odseka.
- d. Ocenjevanje hidromorfološke spremenjenosti rek naj se izvaja v skladu z veljavnimi metodologijami za določanje ekološkega stanja voda.

2. PREGLED ZAKONSKIH IN STROKOVNIH PODLAG TER PROJEKTHIH VSEBIN

Metodologija vrednotenja ekološkega stanja vodotokov na podlagi hidromorfoloških elementov kakovosti je sestavni del Pravilnika o monitoringu stanja površinskih voda (Pravilnik, 2016). Ta določa način in obseg izvajanja monitoringa, pogoje za izvajalce monitoringa stanja površinskih voda ter način in obliko poročanja o monitoringu stanja površinskih voda v skladu z direktivo Evropskega parlamenta in Sveta Evropske unije (Vodna direktiva, 2000). Monitoring hidromorfoloških elementov je podlaga za oceno hidromorfološke spremenjenosti vodnih teles (Pravilnik, 2018) in izdelavo predloga ukrepov za izboljšanje njihovega stanja. Metodologijo vrednotenja ekološkega stanja vodotokov na podlagi hidromorfoloških elementov kakovosti (Metodologija, 2020) – v nadaljevanju Metodologija, smo pripravili na ARSO, skladno s slovenskimi in mednarodnimi standardi kakovosti vode, in sicer z Navodili za ocenjevanje hidromorfoloških značilnosti vodotokov SIST EN 14614:2005 in Smernim standardom za določanje stopnje spreminjanja hidromorfoloških značilnosti vodotokov SIST EN 15843:2010. Metodologija, ki bo del ocene ekološkega stanja površinskih voda, je v pripravi (Ministrstvo, 2021).

Za doseg zastavljenega projektne cilja – ugotoviti spremenjenost hidromorfoloških elementov mejne Mure, smo uporabili vse razpoložljive vire, obstoječe podatke, študije in zbirke prostorskih podatkov, del informacij pa smo pridobili s terenskim popisom in

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

rezultatom naloge delovnega paketa T1.1 – Digitalni model rečnega korita, ki je del projekta goMURra.

Po zbiranju in kritičnem presojanju razpoložljivih virov smo vzpostavili ustrezno podatkovno zbirko hidromorfoloških elementov, ki je kot dosežek delovnega paketa projekta goMURra T1.2.2 Baza podatkov hidromorfoloških elementov predstavljen v drugem delu tega dokumenta.

Na podlagi vzpostavljene podatkovne zbirke hidromorfoloških elementov in metodologije vrednotenja ekološkega stanja je bila izvedena podrobna analiza parametrov hidromorfoloških elementov na posameznih rečnih odsekih. Ta nam je služila za pripravo končne ocene stanja hidromorfoloških elementov vodnega telesa mejne Mure: VT Mura Ceršak – Petanjci (slika I.1).



Slika I.1 Območje vodnega telesa mejne Mure VT Mura Ceršak - Petanjci.

3. HIDROMORFOLOŠKI ELEMENTI ZA UGOTAVLJANJE HIDROMORFOLOŠKE SPREMENJENOSTI MEJNE MURE

Za ocenjevanje hidromorfološke spremenjenosti mejne Mure smo uporabili Metodologijo vrednotenja ekološkega stanja vodotokov na podlagi hidromorfoloških elementov kakovosti (Metodologija, 2020).

Ocena hidromorfološkega stanja reke je bila pridobljena z upoštevanjem ključnih hidromorfoloških elementov in zajema:

- hidrološki režim, ki se ugotavlja na podlagi parametrov količine in dinamike vodnega toka in povezave s telesi podzemne vode,
- kontinuiteta vodnega toka in sedimentov, ki se ugotavlja z evidentiranjem vseh objektov, ki kontinuiteto preprečujejo,
- morfološke razmere v strugi, bregu, obrežnem in pribrežnem pasu, ki se ugotavljajo na podlagi parametrov spreminjanja globine in širine vodotoka, strukture in substrata rečne struge in strukture obrežnega pasu.

Hidromorfološke značilnosti vodotokov ugotavljamo s pomočjo analize podatkov z geografskim informacijskim sistemom (GIS), pridobljenih iz vseh razpoložljivih, javno dostopnih podatkovnih zbirk ter podatkov, ki so bili zbrani s terenskimi popisi na posameznih popisnih odsekih vodotoka, s katerimi preverimo že zbrane podatke in zagotovimo bolj zanesljive ocene hidromorfološke spremenjenosti vodotoka. Osnovna enota za ocenjevanje hidromorfoloških elementov je 500-metrski popisni odsek vodotoka, ki se ga določi iz kartografskih zbirk.

Ekološko stanje površinskih voda se v skladu s predpisi, ki urejajo stanje površinskih voda, ugotavlja na podlagi bioloških, splošnih fizikalno-kemijskih in hidromorfoloških elementov kakovosti, ter posebnih onesnaževal. Hidromorfološki elementi kakovosti odražajo zelo dobro stanje, kadar povsem ali skoraj povsem odgovarjajo razmeram brez motenj zaradi človekovih dejavnosti in ustrezajo vrednostim bioloških elementov kakovosti pri zelo dobrem stanju. Upoštevani hidromorfološki elementi so torej povsem ali skoraj povsem nespremenjeni glede na naravno stanje in ne odstopajo od referenčnih razmer. Referenčne razmere predstavljajo razmere, ko je bil vodotok v prvotnem, naravnem stanju, brez človekovih vplivov ali pa so bili ti vplivi zelo majhni in primerljivi z razmerami brez motenj. Obdobje zabeleženega naravnega stanja se imenuje referenčno obdobje. To je za posamezne hidromorfološke elemente lahko različno, odvisno je od razpoložljivih podatkov. Vrednotenje ekološkega stanja vodotokov s hidromorfološkimi elementi kakovosti se tako ugotavlja glede na spremenjenost strukture in funkcije ekosistema v primerjavi z naravnimi razmerami.

Stopnja hidromorfološke spremenjenosti vodotoka se določa na podlagi vrednotenja spremenjenosti hidromorfoloških elementov na vseh popisnih odsekih vodotoka. Število popisnih odsekov je odvisno od dolžine vodotoka. Hidromorfološka spremenjenost se določa na osnovi indeksa hidromorfološke spremenjenosti (IHMS), ki lahko ima vrednost med 0 (nespremenjene ali neznatno spremenjene razmere) in 1 (izrazita spremenjenost). Indeks hidromorfološke spremenjenosti popisnega odseka (IHMS PO) se izračuna tako, da se seštejejo ocene spremenjenosti vseh elementov, vsota pa se nato deli z vsoto največjih možnih vrednosti ocen spremenjenosti. Indeks hidromorfološke spremenjenosti vodnega telesa (IHMS VT) je izračunan kot povprečna vrednost indeksov hidromorfološke spremenjenosti popisnih odsekov (IHMS PO). Stopnja hidromorfološke spremenjenosti vodotoka v popisnih odsekih ali na območju celotnega vodnega telesa je glede na izračunan indeks hidromorfološke spremenjenosti podana z opisnimi ocenami v preglednici I.1.

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

Preglednica I.1: Stopnja hidromorfološke spremenjenosti (Metodologija, 2020).

Indeks hidromorfološke spremenjenosti (IHMS)	Opisna ocena hidromorfološke spremenjenosti
$0 < IHMS \leq 0,15$	naravno stanje
$0,15 < IHMS \leq 0,30$	malo spremenjeno
$0,30 < IHMS \leq 0,50$	zmerno spremenjeno
$0,50 < IHMS \leq 0,70$	močno spremenjeno
$0,70 < IHMS \leq 1$	izrazito spremenjeno

Skupna ocena hidromorfološke kakovosti vodnega telesa se ugotavlja na podlagi indeksa hidromorfološke kakovosti (IHMK). IHMK je pokazatelj ekološkega stanja vodotokov, ugotovljenega na podlagi hidromorfoloških elementov. Vrednost IHMK med 0,85 in 1 odraža zelo dobro ekološko stanje, vrednost IHMK pod 0,85 pa dobro ali slabše ekološko stanje vodotoka glede na hidromorfološke elemente kakovosti. Na podlagi področnih predpisov je razlikovanje ekološkega stanja na podlagi hidromorfoloških elementov kakovosti mogoče le med razredi zelo dobro in dobro ali slabše ekološko stanje. Skupna ocena ekološkega stanja vodotoka je zelo dobra le v primeru, da tudi hidromorfološki elementi izkazujejo naravne ali neznatno spremenjene razmere.

Hidromorfološke elemente kakovosti smo ocenjevali za območje mejne Mure, pri tem pa uporabili vse razpoložljive prostorske in podatkovne zbirke. V primeru, da na podlagi razpoložljivih podatkov posameznih parametrov hidromorfoloških elementov ni bilo mogoče oceniti, smo stanje preverili s terenskim delom, ki je bilo opravljeno aprila 2019. Pri terenskem popisovanju hidromorfoloških elementov pomembno vlogo igra strokovna presoja ocenjevalca, ki opazovane lastnosti ocenjuje v skladu z navodili, metodologijo in področno zakonodajo (slika I.2).



Slika I.2: Terenski popis hidromorfoloških elementov, Mele 2019 (foto: F. Ulaga).

4. PRIDOBIVANJE IN OBDELAVA PODATKOV ZA UGOTAVLJANJE HIDROMORFOLOŠKE SPREMENJENOSTI

Za ugotavljanje spremenjenosti hidromorfoloških elementov je bila vzpostavljena baza hidromorfoloških elementov, ki je predstavljena v drugem delu tega dokumenta, kjer je:

- pregled zbranih podatkov relevantnih za oceno hidromorfološke spremenjenosti,
- opis virov in načina pridobitve podatkov,
- podrobna predstavitev uporabljenih podatkov,
- struktura baze.

5. HIDROLOŠKE ZNAČILNOSTI MEJNE MURE

Stanje hidroloških značilnosti vodotoka določamo v skladu z Vodno Direktivo (Vodna direktiva, 2000) s hidromorfološkim elementom kakovosti – hidrološki režim. Hidrološki režim so spremembe stanja in lastnosti vodnega telesa, ki se redno ponavljajo v času in prostoru in potekajo v fazah, npr. sezonsko (Mikoš et al., 2002). Hidrološki režim se ugotavlja na podlagi količine in dinamike vodnega toka ter povezave s telesi podzemne vode.

Povezanost med vodnimi telesi površinskih in podzemnih voda je ključna za ekosistem in rabo vode. Ta je lahko prekinjena zaradi umetnega materiala v strugi in bregu, zaradi zamuljevanja struge in objektov vodne infrastrukture ter protipoplavne zaščite. Pri ocenjevanju hidromorfološke spremenjenosti mejne Mure smo povezavo med površinskim odtokom in podzemno vodo ugotavljali posredno s parametri hidrološkega režima, kontinuitete toka in morfoloških značilnosti vodnega telesa.

Analizo hidrološkega režima smo izvedli v skladu z metodologijo s štirimi hidrološkimi parametri: odvzemi vode iz vodotoka, vpliv vodne infrastrukture na značilnosti vodnega toka, spremembe vodnega toka v obdobju in spremembe vodne gladine. Za analizo smo uporabili podatke DRSV o podeljenih vodnih pravicah in koncesijah za rabo vode in vodni infrastrukturi ter podatke podatkovne zbirke državnega hidrološkega monitoringa, ki ga izvaja ARSO. Uporabili smo podatke reprezentativne vodomerne postaje Gornja Radgona I, ki se nahaja na desnem bregu Mure dolvodno od cestnega mostu Gornja Radgona – avstrijska Radgona (slika I.3).



Slika I.3: Kartografski prikaz lokacije vodomerne postaje Gornja Radgona I (levo) (vir: Atlas okolja, 2020); Vodomerne postaje Gornja Radgona I po obnovi protipoplavnega zidu (desno) (vir: Arhiv ARSO, 2020).

Vodomerne postaje Gornja Radgona je pričela z delovanjem 1. januarja 1930. Leta 1973 je bil nameščen limnigraf ter žična premostitev za lažje izvajanje meritev ob visokih vodah. V okviru projekta BOBER »Nadgradnja sistema za spremljanje in analiziranje stanja vodnega okolja v Sloveniji«, je bila leta 2015 posodobljena merilna oprema postaje s samodejnim merilnim sistemom za spremljanje hidroloških parametrov in prenosom podatkov. Na postaji se danes izvajajo meritve količine padavin, vodostaja, temperature vode, motnosti vode in vsebnosti suspendiranih snovi. Meritve vodostaja se izvajajo s tlačno sondo in radarskim merilnikom. Za določitev pretoka vode se izvajajo terenske meritve hitrosti vode in geometrije prečnega prereza z akustičnim Doplerjevim merilnikom (ADCP) (slika I.4).



Slika I.4: Meritve pretoka Mure z mostu med Gornjo Radgono in avstrijsko Radgono (vir: Arhiv ARSO).

Podatki o pretoku so na profilu vodomerne postaje Gornja Radgona na voljo za obdobje med letoma 1930 in 1940, ter od 1946 do danes. Podatkovna vrzel se pojavi v času druge svetovne vojne (Arhiv ARSO, 2020). Podatki samodejnih hidroloških postaj so javno dostopni na spletni strani ARSO <http://www.arso.gov.si/vode/podatki/>.

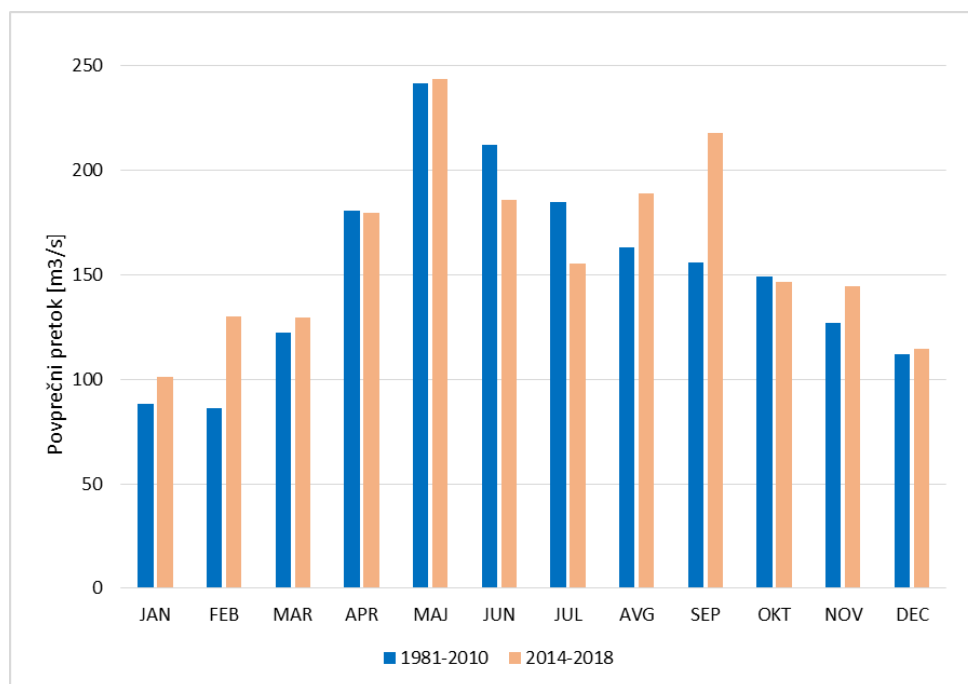
Pri analizi pretočnega režima in spremembe pretokov je za referenčno obdobje po priporočilih Svetovne meteorološke organizacije (WMO) upoštevano 30-letno obdobje 1981–2010. Naravni pretok reke se spreminja glede na časovno skalo (ure, dni, letne čase, leta in dlje). Običajno so potrebna večletna opazovanja za opis značilnega vzorca količine, časovnega razpona in spremenljivosti pretoka (Poff et al., 1997).

V preglednici I.2 in na sliki I.5 so prikazane izračunane povprečne vrednosti pretokov 30-letnega referenčnega in zadnjega 5-letnega obdobja (v času izvajanja projekta goMURra). Podatki hidrološkega leta so izračunani od decembra predhodnjega leta do novembra izbranega leta.

Preglednica I.2: Srednji mesečni pretoki 30-letnega referenčnega obdobja in 5-letnega obdobja.

Mesec	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC
1981-2010	88,4	85,9	122,1	180,6	241,7	212,1	184,6	163,2	155,8	149,1	126,9	112,2
2014-2018	101,1	130,2	129,3	179,6	243,7	185,8	155,4	188,7	217,7	146,3	144,7	114,4

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov



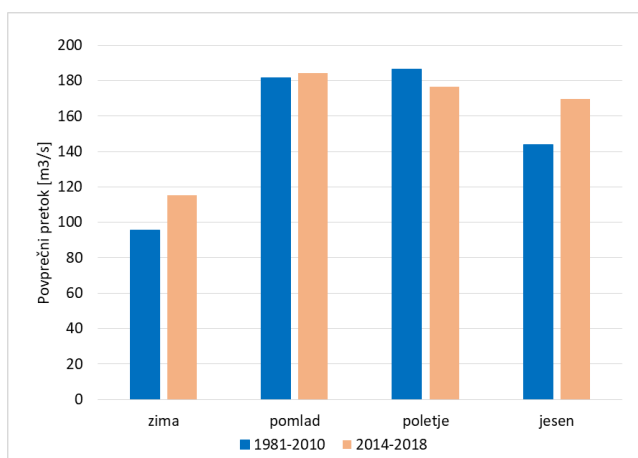
Slika 1.5: Povprečne vrednosti pretoka 30-letnega obdobja in zadnjega 5-letnega obdobja po mesecih.

Reka Mura ima v 30-letnem referenčnem obdobju jasno izražen alpski snežno-dežni pretočni režim z viškom maja in junija, ki je posledica taljenja snega v zaledju, ter z najmanj vode januarja in februarja. Pretočni režim zadnjega 5-letnega obdobja odstopa od dolgoletnega obdobja z izrazitimi viški februarja, avgusta in septembra, ki so posledica izdatnejših padavin v teh mesecih (Arhiv ARSO, 2020). Nižje vrednosti pretokov junija in julija v zadnjem 5-letnem obdobju kažejo na sušna obdobja, ki so lahko posledica milejših zim in manjše količine snega zaradi podnebnih sprememb.

Do podobnih ugotovitev pridemo s primerjavo povprečnih pretokov po letnih časih. Iz preglednice I.3 in slike I.6 je razvidno povečanje povprečnih pretokov jeseni in pozimi ter zmanjšanje pretokov poleti.

Preglednica I.3: Povprečne vrednosti pretokov 30-letnega referenčnega in 5-letnega obdobja po letnih časih.

Letni časi	1981-2010	2014-2018
zima	95,5	115,2
pomlad	181,5	184,2
poletje	186,6	176,7
jesen	143,9	169,6



Slika I.6: Povprečne vrednosti pretoka 30-letnega referenčnega in 5-letnega obdobja po letnih časih.

5.1. Spremembe pretoka vode v obdobju

Pretok reke je glavni dejavnik procesov za oblikovanje habitatov in biotske sestave. Zato ima nihanje pretoka glavno vlogo v preživetju in reprodukcijskem potencialu vodnih organizmov. Vodni organizmi so prilagojeni naravnim spremembam pretočnega režima, vendar ne spremembam, ki so posledica človekovih dejavnosti (Greimel et al., 2018). Nihanje pretoka ima lahko kratkoročne in dolgoročne vplive na vodne organizme: prisilna selitev ob povečanju pretoka na mogoče manj primeren živlenski prostor, negativni vplivi na rast, stopnjo preživetja, razmnoževanje, zmanjšanje biomase, številčnosti in biotske celovitosti tudi zaradi nihanja temperature vode.

Sprememba pretoka vode mejne Mure je ocenjena v skladu z metodologijo. Izvedli smo primerjavo srednjih dnevni pretokov 5-letnega obdobja (2014–2018) s srednjimi pretoki 30-letnega referenčnega obdobja (1981–2010). V skladu s preglednico I.4 smo izvedli točkovanje števila dni, ko pretok 5-letnega obdobja odstopa od 30-letnega referenčnega obdobja po letnih časih. Točkovanje odstopanja je pet stopenjsko, pri čemer ocena 0 predstavlja naraven pretok in najvišja ocena 5 predstavlja znatno spremenjen pretok. Kriteriji za ocenjevanje so navedeni v Prilogi 1 tega dokumenta.

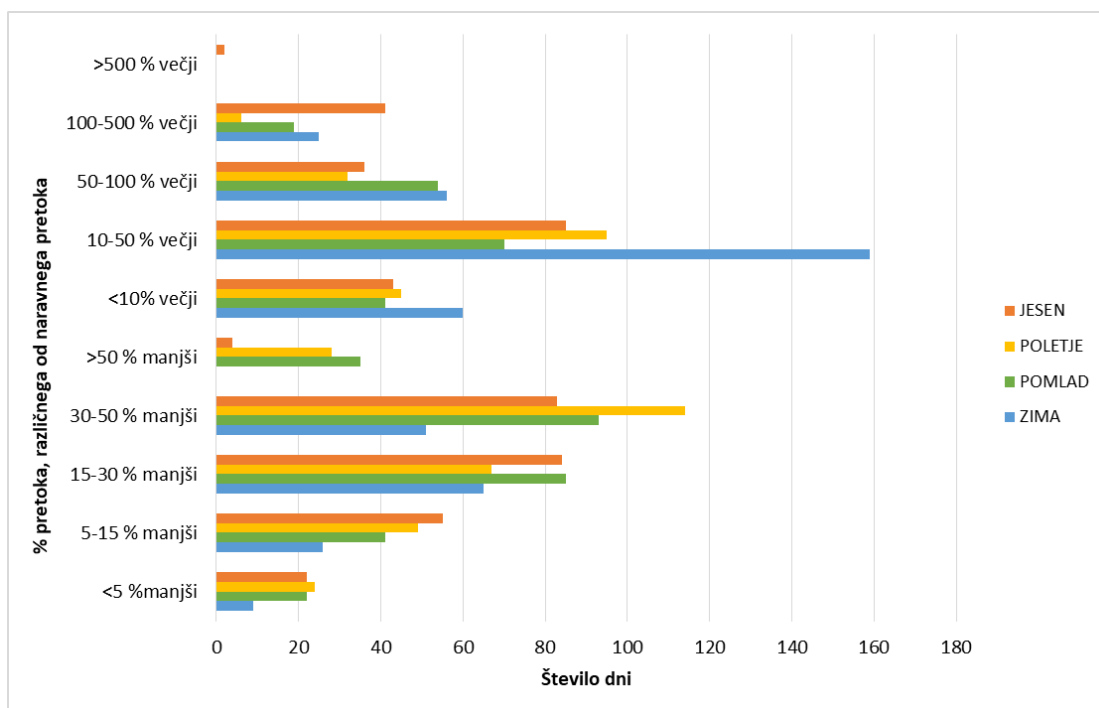
Ocena parametra je določena po metodi najslabši določa v skladu s Standardom SIST EN 15843:2010 (preglednica I.4).

Preglednica I.4: Ocenjevanje spremembe pretokov glede na letni čas (Standard, 2010).

% dni s pretokom, ki je različen od naravnega glede na letni čas	< 20	20 - 40	40 - 60	60 – 80	≥80
< 5 % manjši ali < 10 % večji	0	0	0	2	2
5 – 15 % manjši ali 10 – 50 % večji	0	2	2	3	3
15 – 30 % manjši ali 50 – 100 % večji	0	2	3	3	4
30 – 50 % manjši ali 100 – 500 % večji	0	2	3	4	5
> 50 % manjši ali > 500 % večji	2	3	4	5	5

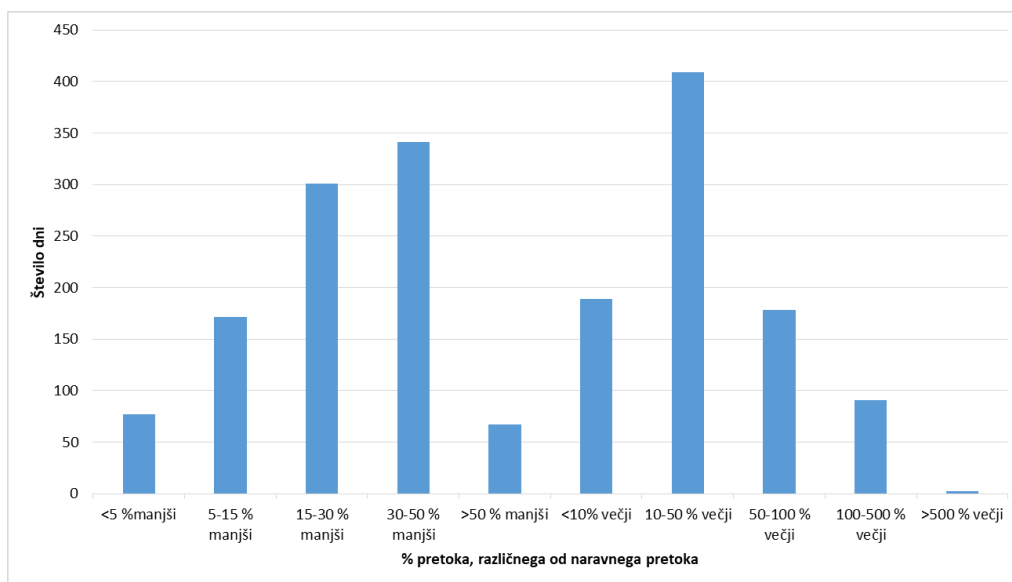
Rezultati analize spremembe pretokov v obdobju glede na letni čas so prikazani na sliki I.7. Največ dni (159) je bil pretok v zimskih mesecih zadnjega 5-letnega obdobja večji od 30-letnega obdobjnega povprečja za 10-50 %, v poletnih mesecih (114 dni) pa manjši za 30-50 %. Analiza je pokazala večje število dni, ko so pretoki manjši za več kot 50 % le spomladi in poleti. Ugotovljamo, da so pretoki zadnjega 5-letnega obdobja v primerjavi s 30-letnim referenčnim obdobjem večji pozimi ter manjši spomladi in poleti, kar potrjujejo tudi ugotovitve analize pretočnega režima mejne Mure.

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov



Slika I.7: Število dni, ko je pretok opazovanega obdobja (2014-2018) različen od dolgoletnega povprečja po letnih časih.

V zadnjem 5-letnem obdobju je največ dni (409), ko so pretoki večji za 10-50 % od 30-letnega obdobjnega povprečja, kar pomeni, da so prisotne spremembe pretokov do največ 50 % časa (slika I.8).



Slika I.8: Skupno število dni, ko je pretok opazovanega obdobja različen od dolgoletnega povprečja.

Spremembe pretoka mejne Mure po letnih časih imajo oceno 2, kar pomeni, da je pretok zadnjega 5-letnega obdobja v primerjavi s 30-letnim referenčnim obdobjem delno spremenjen, vendar iz ocene ne moremo sklepati o vzrokih teh sprememb (preglednica I.5).

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

Preglednica I.5: Ocenjena spremembe pretokov mejne Mure po letnih časih.

Pretek različen od naravnega - Ocena glede na število dni					
zima	< 90	90 - 180	180 - 271	271 - 361	≥ 361
<5 % manjši ali <10% večji	0				
5-15 % manjši ali 10-50 % večji			2		
15-30 % manjši ali 50-100 % večji		2			
30-50 % manjši ali 100-500 % večji	0				
>50 % manjši ali >500 % večji	2				
pomlad	< 92	92 - 184	184 - 276	276 - 368	≥ 368
<5 % manjši ali <10% večji	0				
5-15 % manjši ali 10-50 % večji		2			
15-30 % manjši ali 50-100 % večji		2			
30-50 % manjši ali 100-500 % večji		2			
>50 % manjši ali >500 % večji	2				
poletje	< 92	92 - 184	184 - 276	276 - 368	≥ 368
<5 % manjši ali <10% večji	0				
5-15 % manjši ali 10-50 % večji		2			
15-30 % manjši ali 50-100 % večji		2			
30-50 % manjši ali 100-500 % večji		2			
>50 % manjši ali >500 % večji	2				
jesen	< 91	91 - 182	182 - 273	273 - 364	≥ 364
<5 % manjši ali <10% večji	0				
5-15 % manjši ali 10-50 % večji		2			
15-30 % manjši ali 50-100 % večji		2			
30-50 % manjši ali 100-500 % večji		2			
>50 % manjši ali >500 % večji	2				

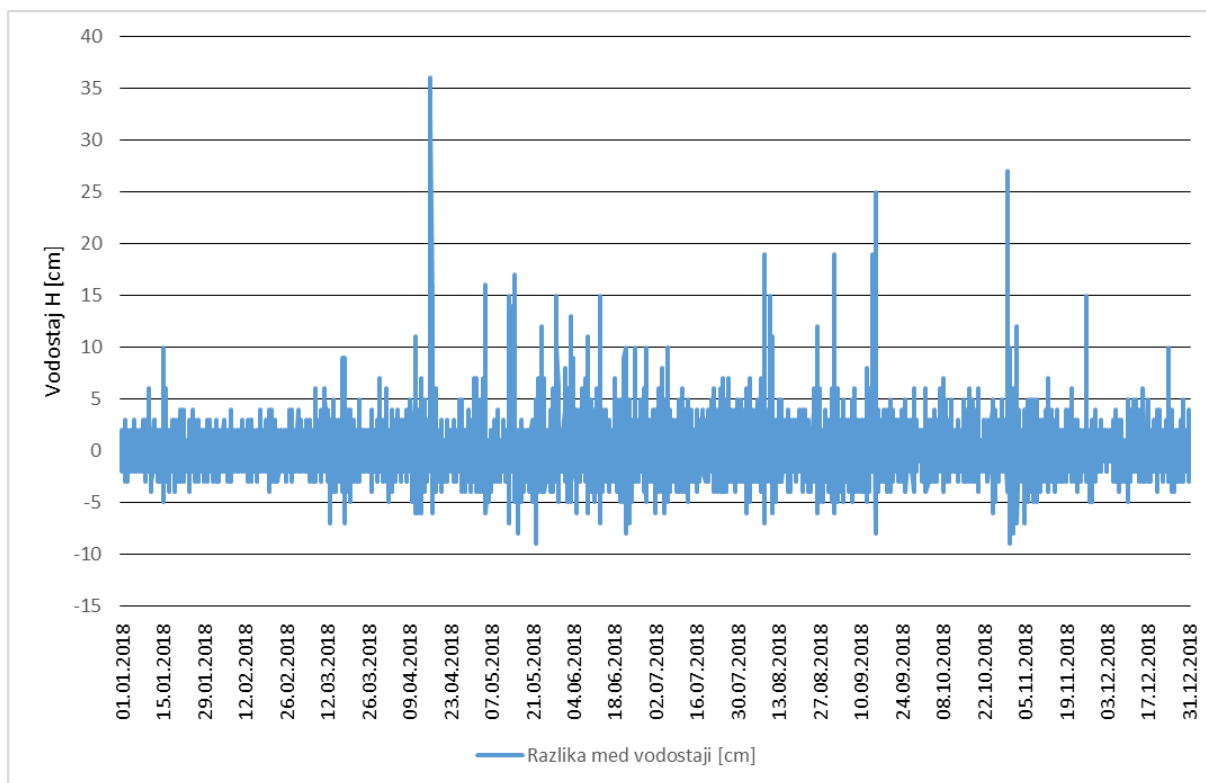
5.2. Spremembe nihanja vodne gladine

Človek s svojimi aktivnostimi lahko povzroči umetne spremembe pretoka s škodljivimi vplivi na vodni ekosistem. Pogostost, periodičnost in čas trajanja nihanja vodne gladine so ključni parametri vpliva na vodne organizme, saj se aktivnost slednjih skozi dan spreminja (Schmutz in Sendzimir, 2018). Na spremembe nihanja vodne gladine močno vpliva obratovanje hidroelektrarn. Spreminjanje pretoka vode in s tem nihanja gladine se lahko razlikuje na urni ali dnevni skali, v odvisnosti od potreb po električni energiji (Fogg et al., 1998). Za izkoristek vodnega potenciala reke Mure je bilo v preteklosti do odseka mejne Mure zgrajenih 34 hidroelektrarn, od katerih jih obratuje 31, od tega 30 v Avstriji in 1 v Sloveniji (Ceršak) (Kovačič et al., 2004).

Hitra in pogosta nihanja pretoka zaradi delovanja hidroelektrarn »hydro-peaking« se odražajo kot nihanje gladine vode za več kot 5 cm/h (Standard, 2010). Nihanja gladine vode opazujemo kot spremembo vodostaja, ki predstavlja višino vodne gladine nad vodomerno koto (Mikoš et al., 2002). V skladu z metodologijo smo prisotnost izrednih sprememb gladine vode ocenili s tri stopenjsko lestvico, pri čemer ocena 0 predstavlja, da ni izrednih sprememb vodostajev oziroma so te prisotne do vključno 5 % časa in najvišja ocena 5 predstavlja, da so izredne spremembe vodostajev prisotne v več kot 20 % časa. Kriteriji za ocenjevanje so navedeni v Prilogi 1 tega dokumenta.

Za izračun smo uporabili podatke 10 minutnih vrednosti in povprečnih urnih vrednosti vodostajev vodomerne postaje Gornja Radgona I za leto 2018. V okviru analize izrednih sprememb vodostajev smo določili delež dni v letu 2018, ko so bile razlike med vrednostmi vodostajev večje od 5 cm. Za končni izračun smo uporabili povprečne urne vrednosti, saj so te zanesljiv pokazatelj realnega nihanja vodne gladine.

Rezultati analize so pokazali, da na mejni Muri ni izrednih sprememb vodostajev oziroma so te na popisnem odseku lokacije vodomerne postaje Gornja Radgona I prisotne le 2,5 % časa v letu 2018 (slika I.9).



Slika I.9: Nihanja vodne gladine Mure v Gornji Radgoni v letu 2018 v cm na uro.

5.3. Vpliv vodne infrastrukture na značilnosti vodnega toka

Objekti vodne infrastrukture s svojo prisotnostjo vplivajo na značilnost vodnega toka ter posledično na življenske pogoje vodnih organizmov zaradi spremembe fizikalno-kemijskih lastnosti vode. Močan vpliv na vodotoke imajo tako veliki objekti (jezovi) kot tudi manjši in začasni objekti. Obseg in vpliv jezov sta odvisna od namena objekta in njegove velikosti glede na vodotok (Fogg et al., 1998). Jezovi povzročajo spremembe pretoka, katerih učinki se opazijo v dolvodnih odsekih vodotoka, vplivajo na vodne organizme, na njihovo bivanje, migracijo, na kvaliteto vode ter kontinuiteto sedimenta in organskega materiala (Fogg et al., 1998).

Podatki o lokaciji objektov vodne infrastrukture na mejni Muri so pridobljeni iz katastra obeh držav. Ocena vpliva objektov vodne infrastrukture na značilnosti vodnega toka je določena glede na tip objekta na popisnem odseku vodnega telesa (drča, prag, jez, zapornica, pregrada). Točkovanje vpliva objektov je tri stopenjsko, pri čemer ocena 0 pomeni, da je značilnost vodnega toka nespremenjena oziroma neznatno spremenjena, najvišja ocena 5 pa pomeni, da

je značilnost vodnega toka znatno spremenjena zaradi prisotnosti jezov, zapornice in/ali pregrade na popisnem odseku vodnega telesa. Kriteriji za ocenjevanje so navedeni v Prilogi 1 tega dokumenta.

Na podlagi razpoložljivih podatkov in v skladu z metodologijo smo ocenili vpliv objektov vodne infrastrukture na popisnih odsekih vodnega telesa mejne Mure. Popisni odseki, kjer so prisotni pragovi in/ali drče, so ocenjeni z oceno 3. Le popisni odsek, kjer se nahaja jez Ceršak, ima oceno 5 (slika I.10). Povprečna ocena vpliva objektov vodne infrastrukture vodnega telesa mejne Mure je 0,29.



Slika I.10: Prikaz vodne infrastrukture na mejni Muri.

5.4. Odvzemi vode iz vodotoka

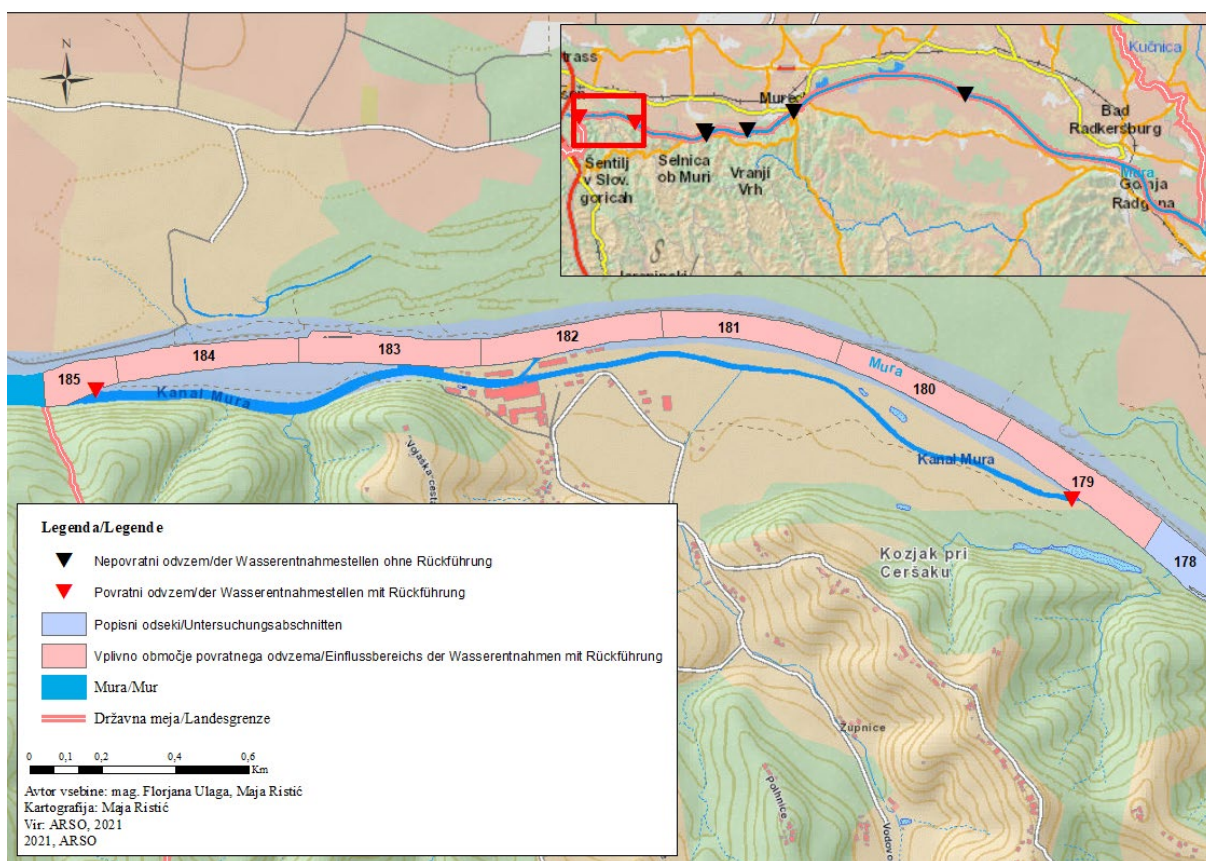
Vpliv odvzema vode iz vodotoka se določa glede na vrednost srednjega obdobjnega pretoka na posameznem popisnem odseku in glede na vrsto odvzema vode (povratni/nepovratni). Srednji obdobjni pretok je povprečni pretok izbranega 30-letnega referenčnega obdobja. Točkovanje vpliva odvzemov vode iz vodotoka je tri stopenjsko, pri čemer ocena 0 pomeni, da odvzemov vode ni ali pa vsota odvzemov ne presega 5 % srednjega obdobjnega pretoka, in najvišja ocena 5 pomeni, da je odvzem vode prevelik, saj je vsota odvzemov večja od 50 % srednjega obdobjnega pretoka. Pri ocenjevanju vplivov odvzemov vode je potrebno upoštevati vplivno območje povratnega odvzema, to je območje popisnih odsekov med lokacijo odvzema in lokacijo izpusta vode. Kriteriji za ocenjevanje so navedeni v Prilogi 1 tega dokumenta.

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

Na podlagi razpoložljivih podatkov o vodnih pravicah in dodeljenih koncesijah za rabo vode na slovenski in avstrijski strani mejne Mure smo ob upoštevanju kriterijev metodologije evidentirali 5 nepovratnih (3 na slovenski in 2 na avstrijski strani) in 1 povratni odvzem vode iz mejne Mure. Količine odvzemov vode smo primerjali z vrednostima 5 % in 50 % srednjega obdobjnega pretoka mejne Mure, ki za obdobje 1981–2010) znaša 152 m³/s.

Vsota vseh evidentiranih nepovratnih odvzemov na območju mejne Mure ne presega 5 % srednjega obdobjnega pretoka, to je 7,6 m³/s. Povratni odvzem vode iz vodotoka je evidentiran na lokaciji hidroelektrarne Ceršak in je s 45 m³/s klasificiran kot zmerni odvzem, saj predstavlja med 5 % in 50 % srednjega obdobjnega pretoka. Glede na količino odvzema vode iz vodotoka in velikost vplivnega območja povratnega odvzema so popisni odseki od hidroelektrarne Ceršak do lokacije izpusta ocenjeni z oceno 3 (slika I.11).

Povprečna ocena vpliva odvzemov vode iz vodotoka na območju vodnega telesa mejne Mure je 0,30.



Slika I.11: Prikaz lokacij nepovratnih odvzemov vode in vplivnega območja povratnega odvzema na vodnem telesu mejne Mure.

6. KONTINUITETA TOKA IN SEDIMENTOV MEJNE MURE

Skladno z metodologijo je element Kontinuiteta toka sestavljen iz treh parametrov: Prehodnost za ribe, Kontinuiteta sedimentov in Prečna povezanost.

6.1. Prehodnost za ribe

Rečno okolje predstavlja življenjski prostor za številne vodne organizme, med katerimi so ribe najbolj opazne (Kamula, 2001). Migracije rib, ki jih definiramo kot gibanje rib med dvema ali več različnimi življenjskimi prostori, ribam omogočajo dostop do drstišč, zavetij in vzrejnih habitatov ter izmenjavo genskega materiala, ki je pomembna za razvoj in ohranjanje vrst (Thorncraf in Haris, 2000). Trajne in neprehodne ovire, ki segajo čez celotno širino vodotoka, kot so pregrade, jezovi, hidroelektrarne in podobno, onemogočajo migracije rib ter tako povzročajo spremembe v ribji populaciji, kar se odraža na celotni strukturi favne v rečnem prostoru. Gorvodno od ovire, ki je neprehodna za v določenem okolju naravno prisotne ribje vrste, lahko pride do lokalnega izumrtja te vrste, dolvodno pa do drastičnega zmanjšanja populacije (Thorncraf in Haris, 2000; Müehlmann, 2013). Negativen vpliv objektov vodne infrastrukture, ki predstavljajo neprehodne ovire za migracijske vrste rib, je mogoče omiliti z izgradnjo pravilno načrtovanih in umeščenih objektov, katerih namen je omogočanje migracije navzgor in navzdol po toku (Kamula, 2001). Žal tovrstni objekti ne pripomorejo k možnosti migracije drugih vodnih organizmov (Müehlmann, 2013).

Prehodnost ovir v strugi je odvisna od njihove velikosti in vrste rib, ki naseljujejo rečno okolje. Predpogoj, da je oviro mogoče preplavati, je stalen in vsaj 20 cm visok curek vode čeznjo. Ciprinidne vrste rib, ki imajo slabše plavalne sposobnosti v primerjavi s salmonidnimi, lahko preplavajo le do 30 centimetrov visoke ovire. Salmonidne vrste rib imajo, za razliko od ciprinidnih, poleg boljših plavalnih sposobnosti tudi zmožnost premagovanja ovir s skoki. V optimalnih razmerah lahko npr. postrvi preskočijo do enega metra visoke ovire, pri čemer ni potreben stalen in zadosten curek vode čez oviro. Ovire, ki so višje od enega metra, veljajo za neprehodne za vse vrste rib (Müehlmann, 2013).

Skladno z metodologijo, ocenjevanje prehodnosti za ribe poteka glede na vrste rib, ki so naravno prisotne v vodnem telesu, migracijsko razdaljo posamezne vrste rib (približno 10 km za salmonidne vrste in 50 km za ciprinidne vrste rib), prisotnost in višino objektov vodne infrastrukture ter glede na prisotnost objektov, ki omogočajo migracijo rib. Za salmonidne vrste rib se za prehodne smatrajo objekti visoki do enega metra, za ciprinidne vrste rib pa objekti visoki do 30 centimetrov. Točkovanje parametra je tri stopenjsko, pri čemer ocena 0 pomeni, da je prehodnost za vse vrste rib omogočena, ker objektov vodne infrastrukture na popisnem odseku ni ali pa so ti prehodni (nižji od 0,3 metra), in najvišja ocena 7 pomeni, da prehodnost ni omogočena, ker so na popisnem odseku objekti vodne infrastrukture, ki so neprehodni za vse vrste rib (več kot 1 meter) in hkrati ni objektov, ki omogočajo prehod. V primeru, da je prehodnost omogočena za salmonidne vrste rib (višina objektov vodne infrastrukture 0,3 - 1 metra) ali z objekti, ki omogočajo prehod za ciprinidne vrste rib, se popisnemu odseku določi ocena 5. Kriteriji za ocenjevanje so navedeni v Prilogi 1 tega dokumenta.

V zgornjem delu vodnega telesa mejne Mure, približno 60 metrov dolvodno od točke, kjer Mura postane mejna reka med Republiko Slovenijo in Republiko Avstrijo, se pri naselju Ceršak nahaja približno 1,6 metra visok jez, ki je zaradi svoje višine neprehoden za vse v Muri živeče vrste rib (slika I.12). Jez pri Ceršaku je zadnja neprehodna ovira vse do izliva Mure v Dravo.

Gorvodno je na odseku med Ceršakom in Grazom v Avstriji niz hidroelektrarn, ki predstavljajo neprehodne ovire za vse v Muri živeče vrste rib (Zauner, 2019).

Biodiverziteteta je v delu Mure dolvodno od Ceršaka bistveno večja kot gorvodno, kar se kaže kot razlika v količini biomase v rečnem okolju Mure. Količina biomase na kilometer je dolvodno od Ceršaka približno trikrat večja od količine biomase gorvodno od Ceršaka (Zauner, 2019).



Slika I.12: Ovirana prehodnost za ribe - jez Ceršak (vir: F. Ulaga).

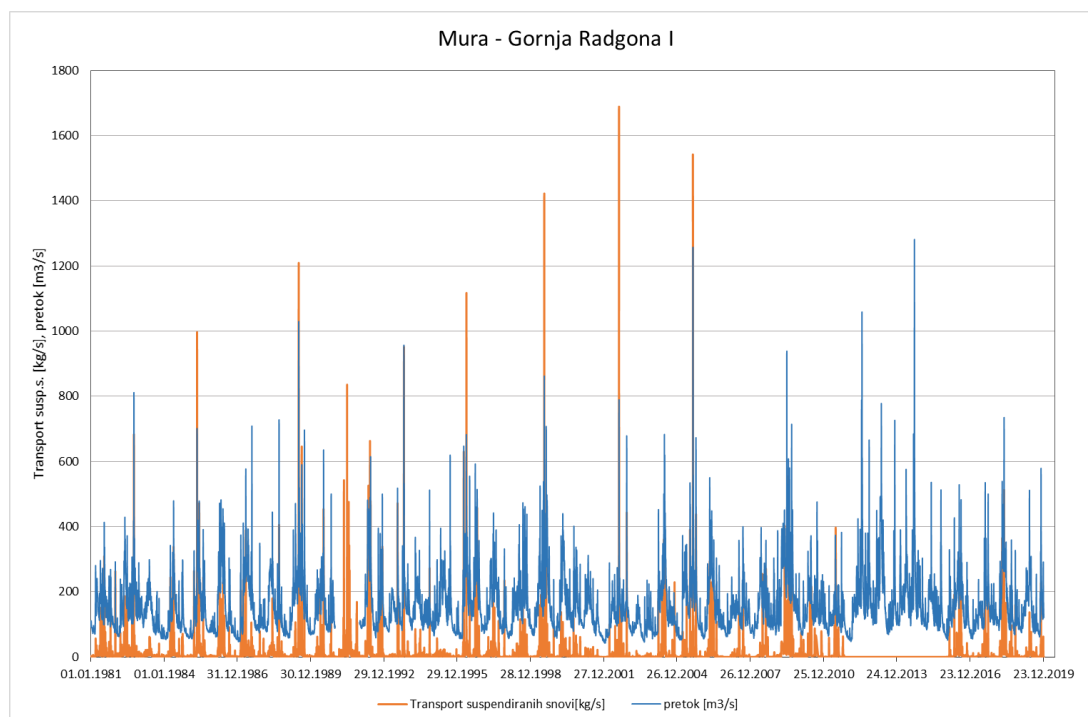
V vodnem telesu mejne Mure so naravno prisotne tako ciprinidne kot salmonidne vrste rib. Edina, za obe vrsti neprehodna ovira je jez Ceršak. Ob oviri ni ribje steze ali kakšnega drugega objekta, ki bi omogočal migracijo rib, zato smo popisni odsek, kjer se nahaja ovira, ocenili z oceno 7 – prehodnost je onemogočena. Ob upoštevanju migracijske razdalje vrste s slabšimi plavalnimi sposobnostmi (ciprinidne vrste) smo oceno 7 pripisali 50-tim dolvodnim popisnim odsekom. Tako je povprečna ocena prehodnosti za ribe vodnega telesa mejna Mura 5,17. Kljub temu, da prisotnost neprehodnih ovir ni edini dejavnik, ki vpliva na biodiverziteteto in količino biomase, je njegov vpliv v primeru mejne Mure jasno viden.

6.2. Sprememba kontinuitete sedimentov

Plavine so trdni mineralni delci, ki se transportirajo od erozijskih žarišč kot rinjene in lebdeče plavine. Skupen transport sedimenta v strugi lahko razdelimo na transport suspendiranih snovi in transport sedimenta po strugi vodotoka.

6.2.1. TRANSPORT SUSPENDIRANIH SNOVI

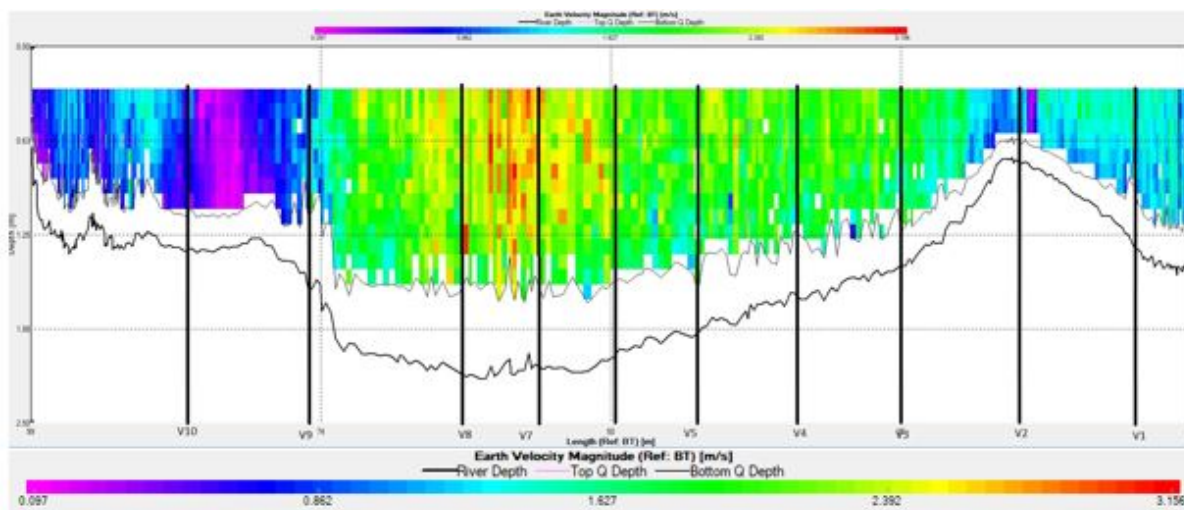
Na Muri v Sloveniji poteka spremljanje vsebnosti suspendiranih snovi na vodomerni postaji v Gornji Radgoni. Na podlagi dnevni podatkov v obdobju 1981–2011 ni opaziti značilne spremembe transporta suspendiranih snovi v Muri. Med letoma 2012 in 2015 se meritve zaradi nadgradnje vodomerne postaje niso izvajale. V obdobju 2016–2019 se vsebnost suspendiranih snovi v Muri ugotavlja s pomočjo pretvorbe podatkov motnosti samodejnega merilnika motnosti na vodomerni postaji in odvzetih kontrolnih vzorcev vode ter v njih izmerjene vsebnosti suspendiranih snovi. Tudi v tem obdobju ni zaznani večjih sprememb transporta suspendiranih snovi v Muri, so pa vrednosti manjše kot v predhodnih desetletjih (slika I.13). Na podlagi analiz podatkov ugotovljamo, da sprememba načina meritev ne vpliva na rezultate meritev suspendiranih snovi.



Slika I.13: Transport suspendiranih snovi in pretok Mure v Gornji Radgoni v obdobju 1981–2019.

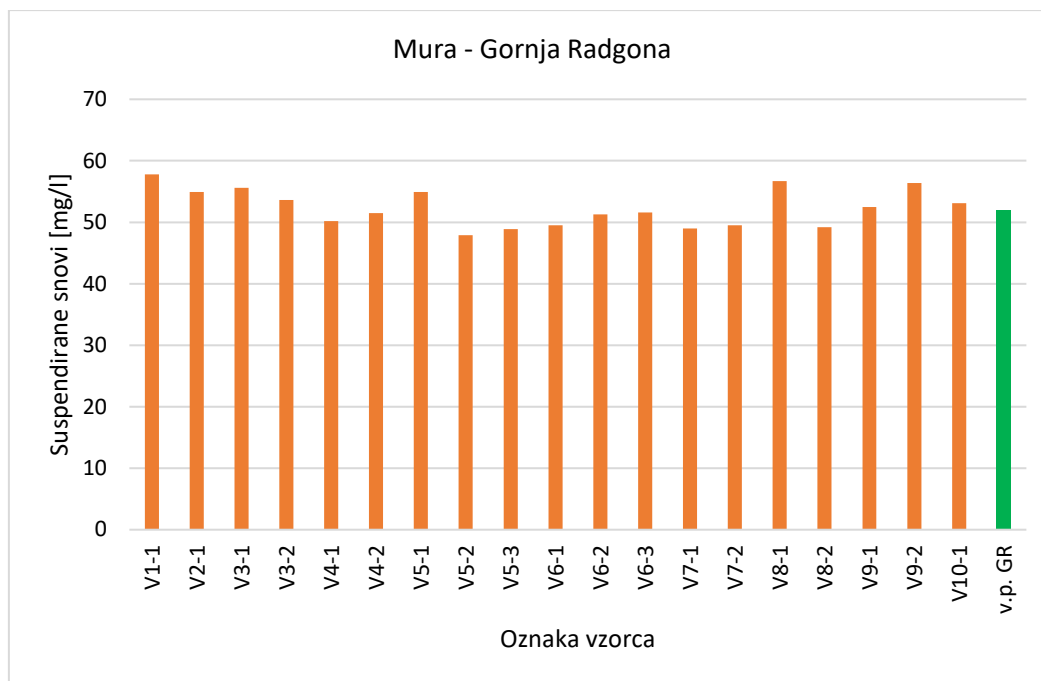
Avgusta 2020 smo izvedli tudi profilno meritev vsebnosti suspendiranih snovi in podatke primerjali s podatki samodejnega merilnika. Ob izvajanju profilne meritve smo hkrati izmerili pretok vode in obliko profila z merilnikom ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) (sliki I.4 in I.14). Na podlagi meritve smo merski profil razdelili na 10 vertikal, v katerih smo odvzeli vzorce vode.

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov



Slika I.14: Prečni profil in hitrost vodnega toka Mure (vir: ARSO).

Vzorci vode smo odvzeli v globinah 0,5 m in 1 m, na vertikalah V5 in V6 pa še v globini 1,5 m. Vsebnost suspendiranih snovi se v rečnem profilu Mure v Gornji Radgoni ob običajnih pretočnih razmerah, kot so bile ob izvajanju profilne meritve (211 m³/s), razlikuje glede na odmaknjenost od brega in globino vode, saj je količina transporta odvisna od hitrosti vodnega toka, ki se prav tako spreminja v samem prečnem profilu. Glede na globino vode se vsebnost spreminja v odvisnosti od hitrosti vodnega toka, hrapavosti dna, granulacijske sestave tal, večjih odloženih prodnikov ali skal ter umetnega materiala v strugi. V merskem profilu Mure je bila vsebnost suspendiranih snovi v odvzetih vzorcih odvisna od hitrosti toka (slika I.15). Ob izvedbi profilne meritve je bil odvzet kontrolni vzorec na lokaciji vodomerne postaje Gornja Radgona I (slika I.16).



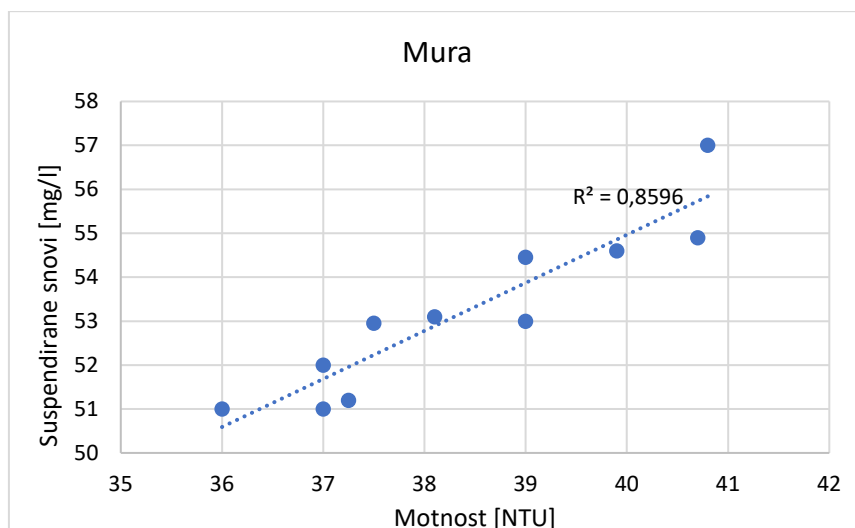
Slika I.155: Vsebnost suspendiranih snovi profilne meritve Mure, 20. 8. 2020.



Slika I.166: Izvajanje profilne meritve suspendiranih snovi (vir: Arhiv ARSO).

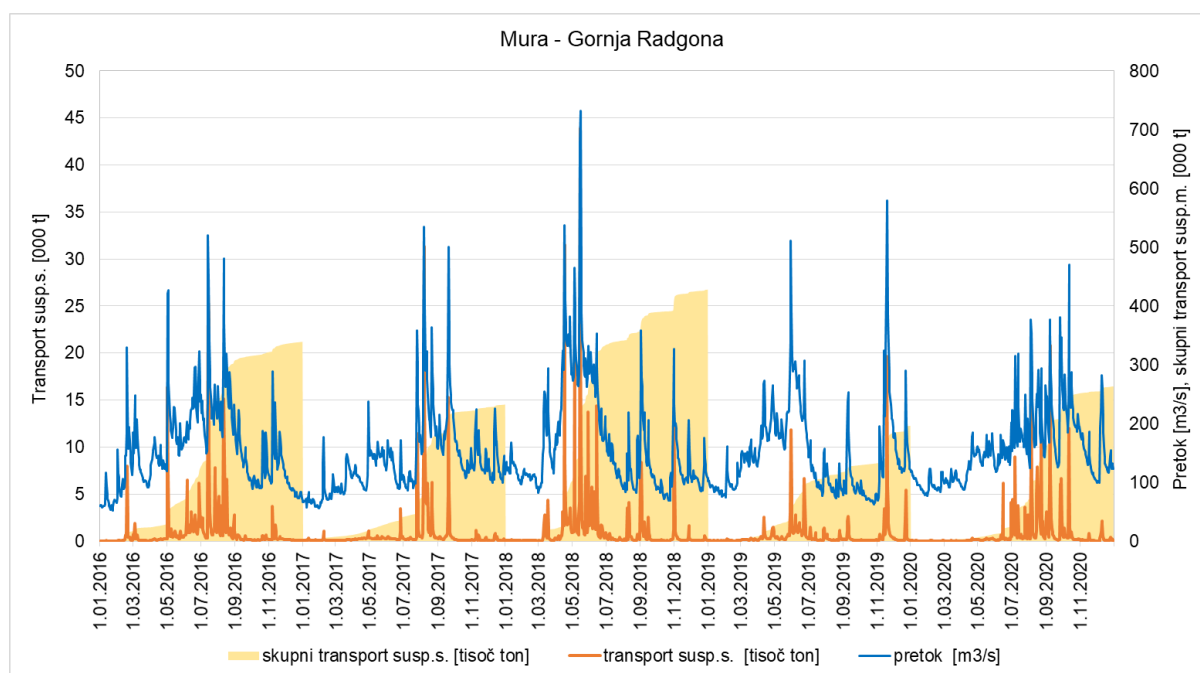
Primerjava rezultatov profilne meritve suspendiranih snovi z meritvami motnosti na vodomerni postaji kaže na dobro ujemanje (slika I.17). Merilnik motnosti na vodomerni postaji v Gornji Radgoni dobro odraža vsebnost suspendiranih snovi v Muri. Na podlagi izmerjenih podatkov v obdobju 2016–2019 ugotavljamo, da se po Muri letno transportira manj suspendiranih snovi kot v predhodnem 30-letnem obdobju.

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov



Slika I.17: Korelacija med motnostjo in suspendiranimi snovmi Mure.

Bistveni delež suspendiranih snovi se v reki premešča ob visokih vodah (Ulaga, 2019). Na letno količino transportiranih suspendiranih snovi vplivajo pretočni režim, intenzivnost padavin v zaledju, stopnja erozije v porečju in na rečnem bregu ter antropogeni vpliv posegov v rečni in obrečni prostor. Dnevne količine transportiranih suspendiranih snovi in letne vsote so za Muro v obdobju 2016–2020 prikazane na sliki I.18.



Slika I.18: Pretok ter dnevne in skupno letno transportirane suspendirane snovi v Muri v Gornji Radgoni.

6.2.2. KONTINUITETA PLAVIN

Kontinuiteta plavin se v skladu z metodologijo ocenjuje na podlagi števila objektov vodne infrastrukture (jez, zapornica, pregrada, prag) na popisnem odseku v odvisnosti od tipa vodotoka (preglednica I.6). Tipi vodotokov so določeni na podlagi hidroekoregije, velikosti

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

prispevne površine in večinske geološke podlage zaledja. Končna ocena vodnega telesa je enaka najvišji oceni popisnih odsekov.

Točkovanje parametra je tri stopenjsko, pri čemer ocena 0 predstavlja nespremenjenost ali neznatno spremembo v kontinuiteti plavin in najvišja ocena 7 predstavlja močno spremembo v kontinuiteti plavin zaradi zastajanja materiala za ovirami. Kriteriji za ocenjevanje so navedeni v Prilogi 1 tega dokumenta.

Preglednica I.6: Tipi površinskih voda – Ocena prehodnosti sedimentov.

ŠIFRA TIPA	OCENA PREHODNOSTI SEDIMENTOV
3SA	0 - št. objektov = 0 5 - št. objektov ≤ 5 7 - št. objektov > 5
4MS 4SMA 4SMS 4SA 4SS 4SVA	0 - št. objektov = 0 5 - št. objektov = 1 7 - št. objektov > 1
5MF 5SMF 5SMA 5SMS 5SF 5SA 5SS 5SVA	0 - št. objektov = 0 5 - št. objektov ≤ 5 7 - št. objektov > 5
11SMS 11SA 11SS 11SVA 11SVS 11VA 11VS	0 - št. Objektov = 0 5 - št. Objektov ≤ 3 7 - št. Objektov > 3

V skladu z metodologijo je vodno telo mejne Mure uvrščeno v hidroekoregijo Panonske nižine srednje velike prispevne površine (1000 do 10 000 km²) s silikatno geološko podlago zaledja (11SVS). Na vodnem telesu mejne Mure se nahaja skupno 6 prečnih objektov vodne infrastrukture, vendar na posameznem popisnem odseku ni več kot 1 prečni objekt vodne infrastrukture, kar pomeni, da je sprememba v kontinuiteti plavin prisotna zaradi delnega prestrezanja materiala (glej slika I.10). Ocena spremembe kontinuitete plavin vodnega telesa mejne Mure je 5.

Del vsebine o kontinuiteti plavin je predstavljen v dosežku projektne paketa T1.3 Predlog ukrepov za izboljšanje hidromorfološkega stanja.

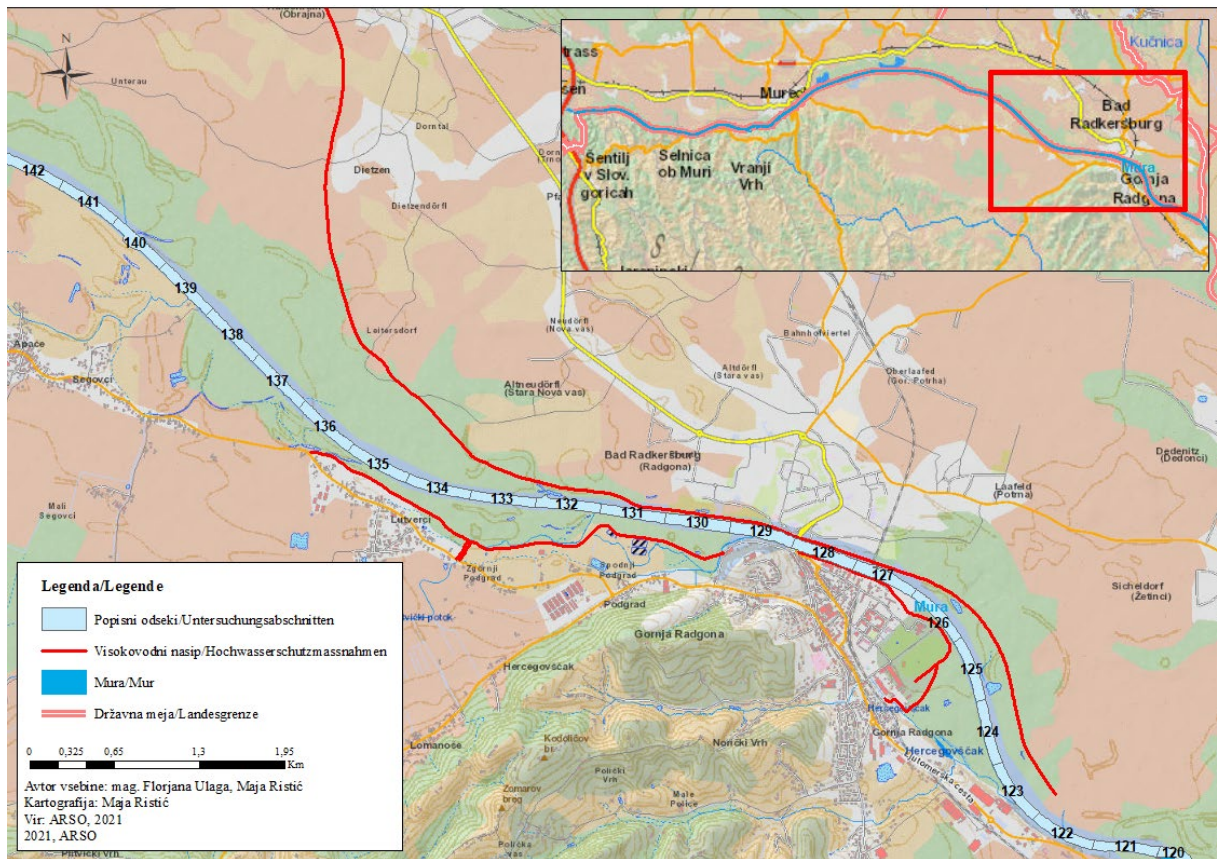
6.3. Prečna povezanost

Poplavna ravnica je občasno poplavljen površina ob vodotokih, jezerih in morju. V primeru visokih voda predstavlja dodaten prostor za razlivanje vode, hkrati pa deluje kot naravni zadrževalnik poplavnih voda (Cierna et al., 2004). Predstavlja tudi pomemben habitat za številne rastlinske in živalske vrste, med njimi tudi za redke in ogrožene, hkrati pa so sestoji, ki jih poraščajo med najpestrejšimi življenjskimi prostori pri nas. Pogoj za ohranjanje teh habitatov je občasna ali stalna poplavljenost poplavnih ravnin. Poplavne vode namreč s seboj prinašajo različne organizme in genski material, s čimer se bogati biodiveziteteta, ter odlagajo sedimente, kar izboljšuje rodovitnost tal (Cierna et al., 2004). Zelo pomembna učinka poplavljanja poplavnih ravnin sta tudi čiščenje vode in bogatenje podzemne vode, ki je glavni vir pitne vode. Ko voda nanjo priteče, se tok vode upočasni in začne se pronicanje v podtalje, pri čemer se očisti organskih in anorganskih snovi (Cierna et al., 2004).

Povezanost struge mejne Mure s poplavno ravnico smo skladno z metodologijo določili na podlagi prisotnosti protipoplavnih ukrepov ter njihove oddaljenosti od struge. Ocena posameznega popisnega odseka je odvisna od tega, kolikšen delež dolžine popisnega odseka je pod vplivom protipoplavnih ukrepov, ki so od struge oddaljeni manj kot 50 metrov. V primeru, da protipoplavnih ukrepov ni ali pa so od struge oddaljeni več kot 50 metrov, povezava s poplavno ravnico ni prekinjena. Točkovanje prečne povezanosti je pet stopenjsko, pri čemer ocena 0 pomeni, da je omogočen stik s poplavno ravnico oziroma so gradbeni protipoplavni ukrepi prisotni do 5 % dolžine popisnega odseka. Najvišja ocena 5 pomeni, da je stik s poplavno ravnico onemogočen, ker je več kot 75 % dolžine popisnega odseka pod vplivom protipoplavnih ukrepov ali so ti na obrežnem pasu (5 m od struge). Kriteriji za ocenjevanje so navedeni v Prilogi 1 tega dokumenta.

Podatki o lokaciji protipoplavnih ukrepov so pridobljeni iz katastra o objektih vodne infrastrukture obeh držav. Večina protipoplavnih ukrepov se nahaja na gosto poseljenem območju mest Gornja Radgona in avstrijska Radgona (slika I.19). Vsako izmed mest ima okoli 3000 prebivalcev (SURs, 2020 in Stadtgemeinde Bad Radkerburg, 2020) in potreba po zaščiti obeh naselij pred poplavami je nesporna. Pod vplivom protipoplavnih zidov oziroma nasipov, ki ščitijo obe mesti, je samo 6 od 68 popisnih odsekov. Zaradi omenjenih protipoplavnih ukrepov stik mejne Mure s poplavno ravnico ni bistveno zmanjšan. Povprečna ocena prečne povezanosti mejne Mure je 0,33.

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov



Slika I.19: Protipoplavni ukrepi na območju Gornje Radgone in avstrijske Radgone.

7. MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI MEJNE MURE

Morfološke lastnosti struge in brega vodotoka ocenjujemo s tlorisnim potekom struge, preoblikovanostjo prečnega profila, s prisotnostjo umetnega materiala v strugi ter spremembo značilnega substrata struge, spremenjenostjo rečnega brega, erozijskimi in sedimentacijskimi lastnostmi kot tudi z lastnostmi rastja ter rabe tal na obrežnem zemljišču in na pribrežnem pasu. Merila za ocenjevanje v skladu z metodologijo so predstavljena v Prilogi 1.

7.1. Substrat struge

Substrat struge je pomemben dejavnik erozijskih in sedimentacijskih procesov vodotoka. V skladu z metodologijo smo ocenili spremembo značilnega substrata ter prisotnost umetnega materiala v strugi.

Podlaga za oceno spremembe substrata je navedena v metodologiji in je izhodišče za določitev odstopanja substrata struge od tipa značilnega substrata vodnega telesa oziroma izhodišče za določitev deleža tipa značilnega substrata na popisnem odseku vodnega telesa. V spremembo substrata je potrebno upoštevati antropogene spremembe ter očitne spremembe v sestavi kot so zamuljevanje, antropogeno blato, zamašitve itd. V oceno substrata mejne Mure smo vključili podatke o spremembi substrata struge posredovane s strani A14, kjer so podani odseki različne stopnje spremenjenosti substrata: naraven, blizu naravnega in spremenjen.

Ocenili smo, da je substrat struge mejne Mure značilen v pretežnem delu vodnega telesa (povprečna ocena je 0,26) kljub temu, da je na posameznih popisnih odsekih značilen le do 50 % dolžine popisnega odseka.

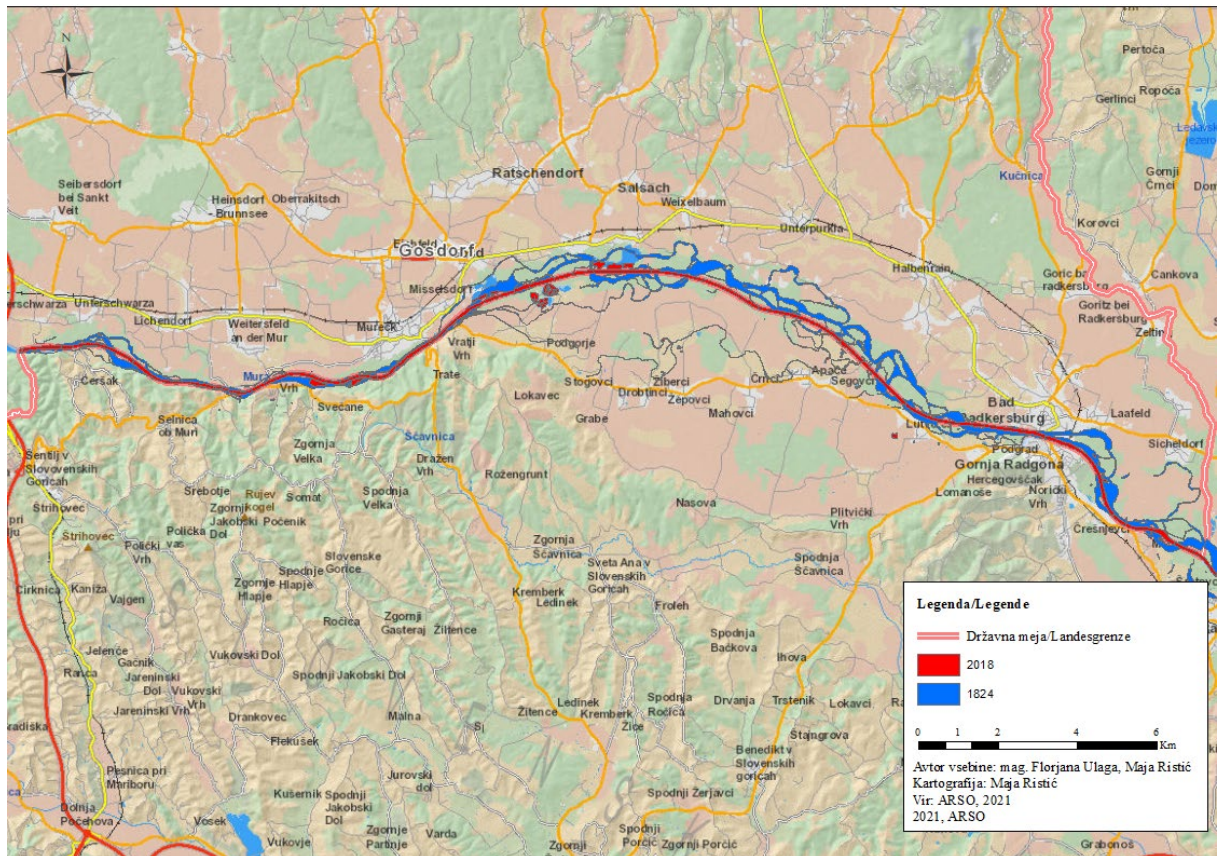
Prisotnost umetnega materiala v strugi smo ocenili kot delež dolžine objektov vodne infrastrukture v strugi mejne Mure, kamor smo uvrstili naslednje objekte vodne infrastrukture: jez, zapornica, pregrada, drča, prag ter zavarovanje v dnu struge. Na območju vodnega telesa mejne Mure smo ugotovili, da je delež umetnega materiala v strugi do vključno 1 % dolžine vodnega telesa (povprečna ocena je 0,26) kljub temu, da je v posameznih popisnih odsekih vodnega telesa umetni material prisoten do vključno 30 % dolžine popisnega odseka.

7.2. Tlorisni potek mejne Mure

Mura je v preteklosti ob ponavljajočih se visokih vodah uničevala kulturno krajino, naselja ter infrastrukturo ob njenih bregovih. Že od 15. stoletja dalje so na mejni Muri izvajali ukrepe za preprečevanje škode visokih voda, ki so zaradi nesistematičnosti in zelo omejenih tehnoloških možnosti znova bili uničeni (Novak et al., 2004). Trajnejše in sistematične ukrepe so začeli izvajati v drugi polovici 19. stoletja, katerih cilj je bil preprečiti spreminjanje toka in zagotoviti možnost splavarjenja. Delno sistematično regulacijo so izvedli na odseku med izlivom pritoka Sulm in naseljem Veržej med letoma 1860 in 1874. Zgradili so obrežna zavarovanja, vodilne zgradbe, jezovice ter zapirali stranske kanale. Ker so bili objekti vedno znova porušeni, se je med letoma 1874 in 1891 začelo izvajanje sistematične regulacije mejne Mure, v okviru katere je bila določena enotna širina struge 76 m. Z regulacijo so pridobili nove kmetijske površine, izboljšali plovne poti in lokalno povečali poplavno varnost nekaterih naselij. Regulacija je prinesla tudi negativne učinke. Po letu 1891 so se izvajala le nujna vzdrževalna dela na regulaciji. V letih pred začetkom prve svetovne vojne in po njej pa so zastala tudi ta (Brilly et al., 2012). Mura je zaradi številnih porušitev objektov in poškodb na njih na nekaterih odsekih ponovno dosegla širino do 200 m. Leta 1926 sta Republika Avstrija in Kraljevina Srbov, Hrvatov in Slovencev (kasneje Jugoslavija) sklenili dogovor o obnovi in vzdrževanju regulacije. Leta 1938 so bila dela na obeh straneh zaključena, struga pa ponovno stabilizirana. Med drugo svetovno vojno je bilo sodelovanje sosednjih držav glede upravljanja mejne Mure ponovno prekinjeno. Leta 1954 so s podpisom pogodbe med Republiko Avstrijo in Federativno ljudsko republiko Jugoslavijo znova vzpostavili sodelovanje na področju upravljanja mejne Mure in vzdrževanja regulacije (Hengl et al., 2001). Danes sodelovanje poteka preko Stalne slovensko-avstrijske komisije za Muro. V Načrtu upravljanja voda na vodnem območju Donave za obdobje 2016–2021, ki je bil izdan leta 2016, so podane smernice za bolj sonaravno upravljanje mejne Mure. V njem je bila predvidena gradnja obrežnih zavarovanj in obnova obstoječih samo v primerih neposredne ogroženosti objektov in infrastrukture. Sicer naj bi se znova dopustila bočna erozija, ogrožena zemljišča pa naj bi Republika Slovenija odkupila ali zamenjala za druga zemljišča, ki jih ima v lasti. Kjer bi do gradnje ali obnove obrežnih zavarovanj prišlo, naj bi ta bila gibka in narejena na sonaraven način iz lokalnega materiala (Drescher, 2016).

Pri ugotavljanju spremembe tlorisnega poteka mejne Mure smo primerjali velikost naravnih vodnih površin referenčnega stanja iz leta 1824 in trenutnega stanja iz leta 2018 ter

spremenbo ocenili glede na referenčno stanje. Referenčno stanje tlorisnega poteka mejne Mure smo določili na podlagi slikovnih prikazov Franciscejskega katastra (Franciscejski kataster, 1824), ki je bil izdelan pred sistematično regulacijo mejne Mure, zato je stanje, prikazano v njem blizu naravnega. V skladu s kriteriji ocenjevanja, ki so v Prilogi 1 tega dokumenta, smo ocenili, da aktualni tloris mejne Mure predstavlja le približno 40 % tlorisa referenčnega stanja (slika I.20).



Slika I.1: Primerjava tlorisnega poteka mejne Mure 2018 z letom 1824.

7.3. Preoblikovanost struge

Rečno strugo Mure je pred regulacijo tvoril široko razvejan sistem korit s številnimi stranskimi rokavi in veliko strukturno raznolikostjo, ki se je raztezal do 1,2 km široko. Reka je v tem času neprestano spreminjala tok (Novak et al., 2004).

Za razvejane reke so značilna številna prodišča, v času srednjih in nizkih voda se tok mnogokrat razdeli in znova združi, tloris se stalno spreminja. Pojav je običajen za reke, ki tečejo po lastni naplavinu (Hengl et al., 2001). Ključni za razvoj take struge so izmenjavanje erozije in odlaganja sedimenta ter erozija brežin. Na območju, kjer se padec zmanjša, se tudi hitrost toka zmanjša, kar povzroči odlaganje sedimentov in tvorbo prodišč in s tem delitev toka. Divergentni tok povzroča bočno erozijo, zaradi česar prihaja do širjenja struge in dodatne količine sedimentov, ki tvorijo prodišča (Best in Bristow, 1993). Ob visokih vodah se prodišča zaradi povečane erozije dna močno zmanjšajo ali pa povsem izginejo, kanali pa se poglabijo. V času srednjih in nizkih vod ponovno prevladujejo procesi sedimentacije ter tako ponovnega tvorjenja prodišč (Repnik, 2006).

V drugi polovici 19. stoletja je bila izvedena sistematična regulacija mejne Mure, med katero so zaprli prej številne stranske rokave (poglavje 7.2). Ukrepi, ki so bili izvedeni, so glavni povzročitelji poglobljana dna mejne Mure. Voda ima namreč zaradi zoženja struge in skrajšanja trase večjo transportno moč.

Kasneje je dodatno poglobljanje povzročila izgradnja verige hidroelektrarn pred mejnim odsekom. V obdobju med letoma 1895 in 2005 je bilo na avstrijskem delu Mure zgrajenih 30 hidroelektrarn. 16 izmed njih je pretočnih, 12 je kanalskih, dve pa sta akumulacijski (Balažič et al., 2004). Naprave starejšega tipa skoraj v celoti preprečujejo vnos proda v reko (Novak et al., 2004). Ker reka ne nosi proda, je hitrost toka večja, erozija je izrazitejša in, ker hkrati ni dotoka proda iz višje ležečih delov, se poglobljanje struge pospešuje.

Poglobljanje struge ima številne negativne učinke na prostor:

- nižanje gladine,
- nižanje gladine podzemne vode na obeh straneh mejne Mure,
- osušitev vtokov vode v mlinščice in posledično neprehodnost za vodne organizme,
- otežena je oskrba s pitno vodo,
- zmanjševanje retenzijskih površin in s tem življenjskega prostora za ekološko pomembne vrste,
- v sušnem obdobju pomanjkanje vode za kmetijstvo in ostale gospodarske dejavnosti (Gorišek et al., 2016).

Leta 2016 je Inštitut za vode Republike Slovenije po naročilu podjetja Dravske elektrarne Maribor izdelal nalogo z naslovom Analiza stanja struge mejne Mure z namenom ugotavljanja, ali se trend slabšanja hidromorfološkega stanja mejne Mure in nižanja gladine podzemne vode Apaškega polja nadaljuje. Ugotovljeno je bilo, da se poglobljanje dna mejne Mure nadaljuje, ampak s spreminjajočo se dinamiko (Gorišek et al., 2016).

V Načelni vodnogospodarski zasnovi za mejno Muro (Načelna, 2001) je navedeno, da samo dodajanje proda ne zadošča za stabilizacijo dna. Letno bi bilo potrebno vnesti okoli 13.000 m³ proda, kar je iz ekonomskega in logističnega vidika težko izvedljivo. Najnovejše raziskave izvedene v projektu goMURra nakazujejo, da je ob ohranjanju obstoječega poteka struge potreba po neposrednem vnosu proda še večja. Več informacij je na voljo v poročilu dosežka projekta delovnega paketa T1.3 Predlog ukrepov za izboljšanje hidromorfološkega stanja. Glede na modelne izračune bi stabilizacijo najugodneje dosegli z bočno erozijo. Na ta način bi nadomestili primanjkljaj proda, ki je nastal zaradi zastajanja v akumulacijah hidroelektrarn gorvodno ter zmanjšali transportno moč vode zaradi povečanja širine struge. Predlagana je bila podvojitvev trenutne širine mejne Mure oziroma utrditev dna, kjer širitev zaradi poseljenosti prostora ni mogoča (Načelna, 2001). V okviru analize preoblikovanosti struge smo analizirali podatke o spremembi padca vzdolžnega profila in spremenjenosti izmerjenih prečnih profilov mejne Mure.

7.3.1. SPREMENJENOST VZDOLŽNEGA PROFILA

V Načelni vodnogospodarski zasnovi za mejno Muro (Načelna, 2001) je navedeno, da je bil padec vzdolžnega profila mejne Mure med letoma 1813–1817, torej pred sistematično regulacijo, na območju med Špiljami in mostom pri Cmurku 1,2 ‰, na območju med Cmurkom

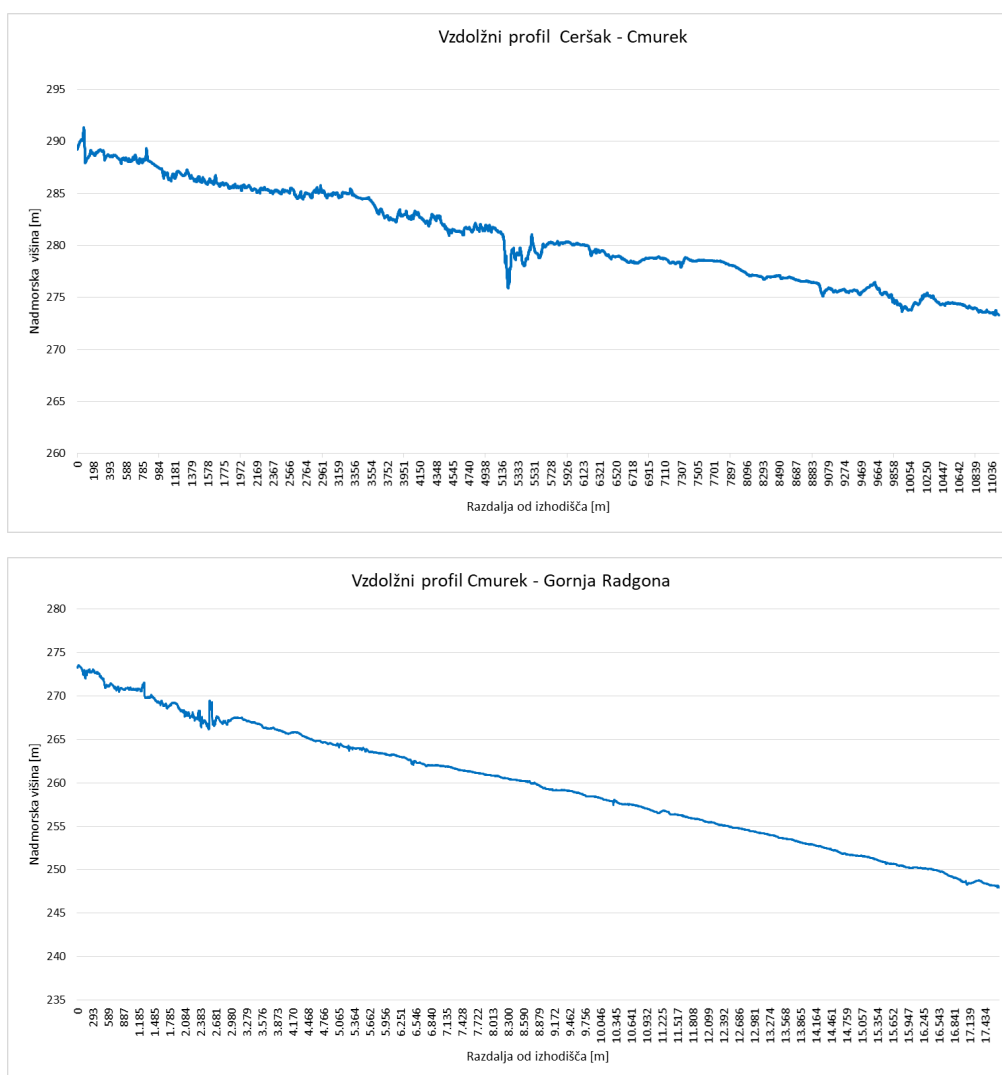
D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

in Gornjo Radgono pa 1,4 ‰. Slednje vrednosti so v analizo spremembe vzdolžnega profila bile vključene kot referenčne vrednosti.

Trenutni potek vzdolžnega profila mejne Mure smo izdelali na podlagi prostorskega sloja hidrografije (DRSV, 2015) in rezultata projektnega paketa projekta goMURra T1.1 Digitalni model reliefa.

Z analizo poteka vzdolžnega profila mejne Mure smo ugotovili, da na območju med Ceršakom in mostom v Cmurku¹ znaša padec vzdolžnega profila v povprečju 1,45 ‰, na območju med Cmurkom in Gornjo Radgono pa v povprečju 1,43 ‰ (sliki I.21).

Na območju med Ceršakom in Cmurkom je naravna struga mejne Mure manj ohranjena kot na odseku med Cmurkom in Gornjo Radgono. Na območju med Ceršakom in Cmurkom je prišlo do povečanja padca v primerjavi z obdobjem pred sistematično regulacijo.



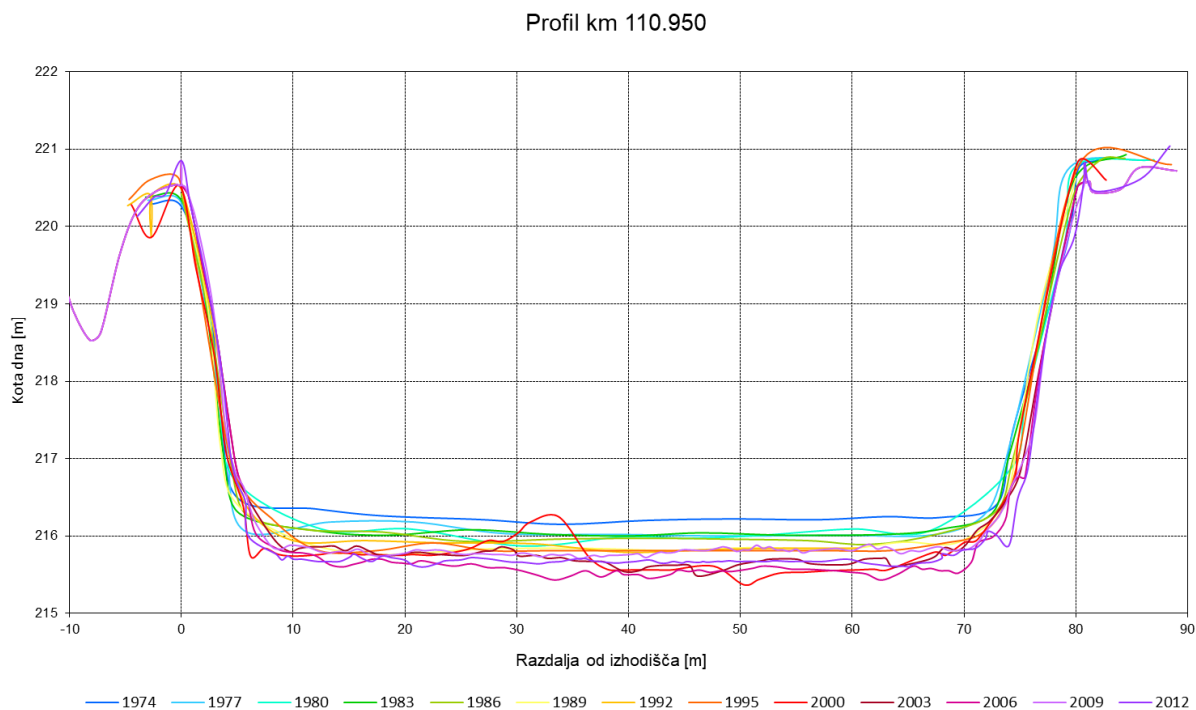
Slika I.2: Vzdolžni profil mejne Mure med Ceršakom in Cmurkom (zgoraj) in med Cmurkom in Gornjo Radgono (spodaj) leta 2019.

¹ Navedena vrednost velja za območje med Ceršakom in Cmurkom in ne med Špiljami in Cmurkom zaradi nedostopnosti podatkov.

7.3.2. SPREMENJENOST PREČNEGA PROFILA

Pri ugotavljanju spremenjenosti prečnih profilov mejne Mure smo uporabili podatke zbrane v elaboratu Grenzmur Profilaufnahmen Mur - km 95,0 130,7 iz leta 2012 (Grenzmur, 2012), ki je bil narejen po naročilu Štajerske deželne vlade, oddelka 14. Meritve 14-ih prečnih profilov vzdolž mejne Mure se po naročilu Stalne slovensko-avstrijske komisije za mejno Muro izvajajo od leta 1974. Do leta 1983 so se meritve izvajale vsako leto, kasneje pa načeloma vsako tretje leto. Izjema je obdobje med letoma 1995 in 2000, ko ni bilo izvedene nobene meritve. Leta 1992 so bili dodani 3 prečni profili, leta 2003 pa še 24. Skupno je bilo na ta način izmerjenih 41 prečnih profilov. Povprečna razdalja med merjenima profiloma znaša 867 m. Prečni profili so označeni s števkami, ki predstavljajo oddaljenost točke gorvodno od izliva Mure v Dravo. Meritev prečnega profila zajema meritev kote dna v posamezni vertikali prečnega profila. Meritve dveh dodatnih prečnih profilov (ob mostu in vodomerni postaji v Gornji Radgoni) od leta 2004 dalje večkrat letno izvaja tudi ARSO.

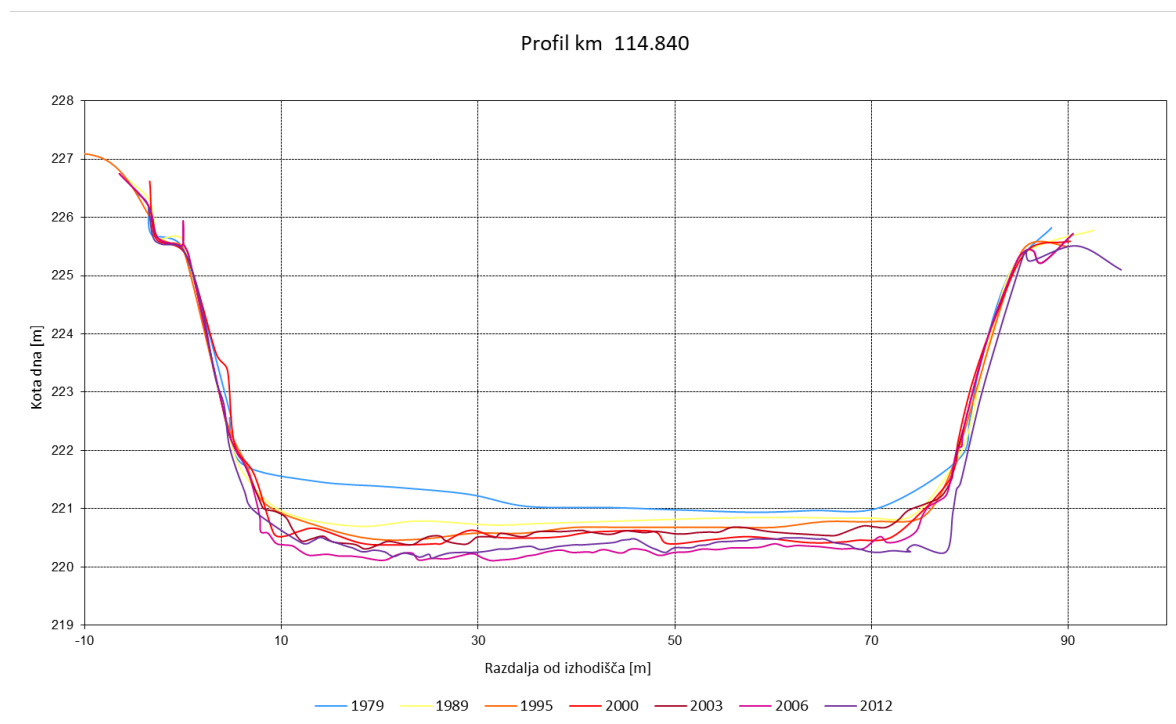
Za analizo spremenjenosti prečnih profilov struge mejne Mure, smo vsakemu izmerjenemu profilu definirali dno tako, da smo predpostavili, da se površje med sosednjima vertikalama linearno spreminja. Na podlagi oddaljenosti od izhodišča prečnega profila (vrha brega) in kote dna posamezne vertikale smo izračunali naklon za vsak interval meritve. Lokacijo, kjer se je naklon zmanjšal pod 10° , smo označili za prehod med bregom in dnom. Kjer se je naklon močno povečal, smo določili prehod med bregom in pribrežjem. Na podlagi točk, ki tvorijo dno, smo izračunali povprečno koto dna za vsak izmerjen prečni profil. Iz povprečnih kot dna smo izračunali spremembo globine struge med dvema meritvama (slika I.22).



Slika I.3: Primer prečnega profila, kjer se meritve izvajajo od leta 1974 do 2012 (profil 110950).

Struga mejne Mure se od začetka izvajanja profilnih meritev pretežno pogloblja. Leta 2012 je bilo dno pri vseh merjenih profilih nižje kot leta 1974, v povprečju za 39 cm. Odstopa profil

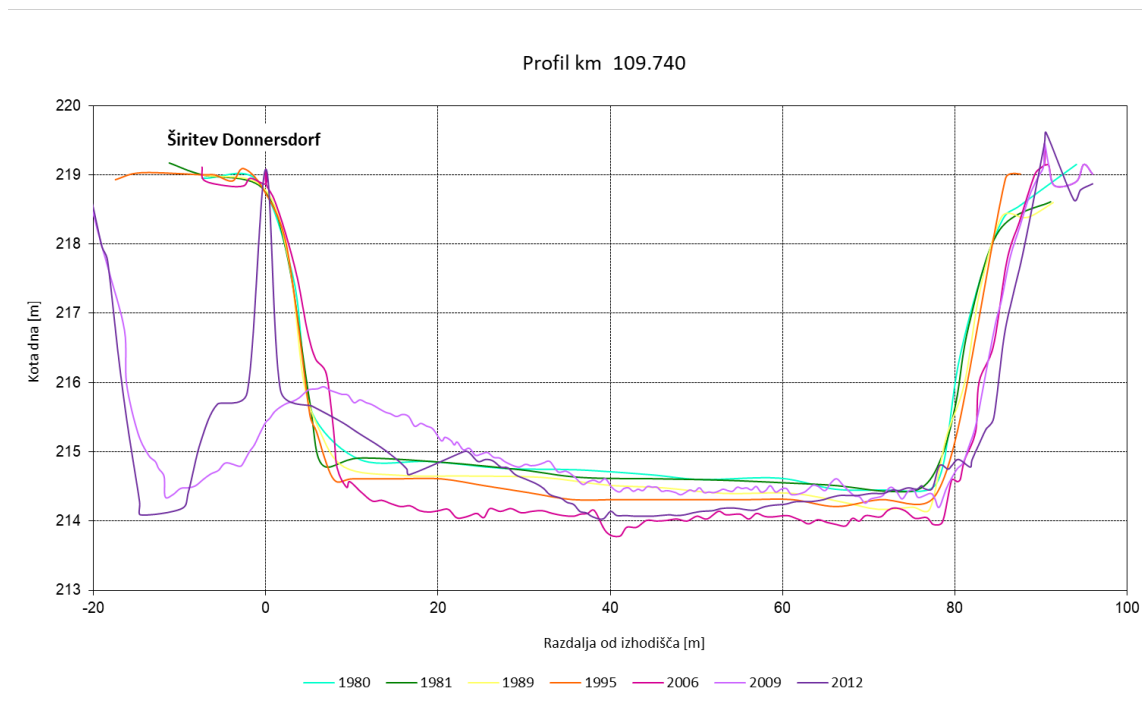
114840, ki se je poglobil bistveno bolj kot ostali (slika I.23). Funkcijska povezanost med letnico izvajanja meritev in poglobitvijo dna je zmerna do zelo močna – Pearsonov koeficient korelacije znaša med 0,42 in 0,98.



Slika I.4: Primer poglobljenega prečnega profila (profil 114840).

V času med meritvami leta 2006 in leta 2009 je bilo na mejni Muri in njenih pritokih izvedenih več razširitev struge in dodajanj proda. Dno se je v tem obdobju na območju skoraj vseh profilov dvignilo. Najizrazitejša sprememba je bila pri profilu 109740, pri katerem je prišlo do nasutja 73 cm materiala, vendar pa to ni posledica zgolj naravne dinamike vodotoka, pač pa tudi gradbenih del pri izvajanju razširitve struge pri naselju Gosdorf (slika I.24).

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov



Slika I.5: Primer nasutega prečnega profila (profil 109740).

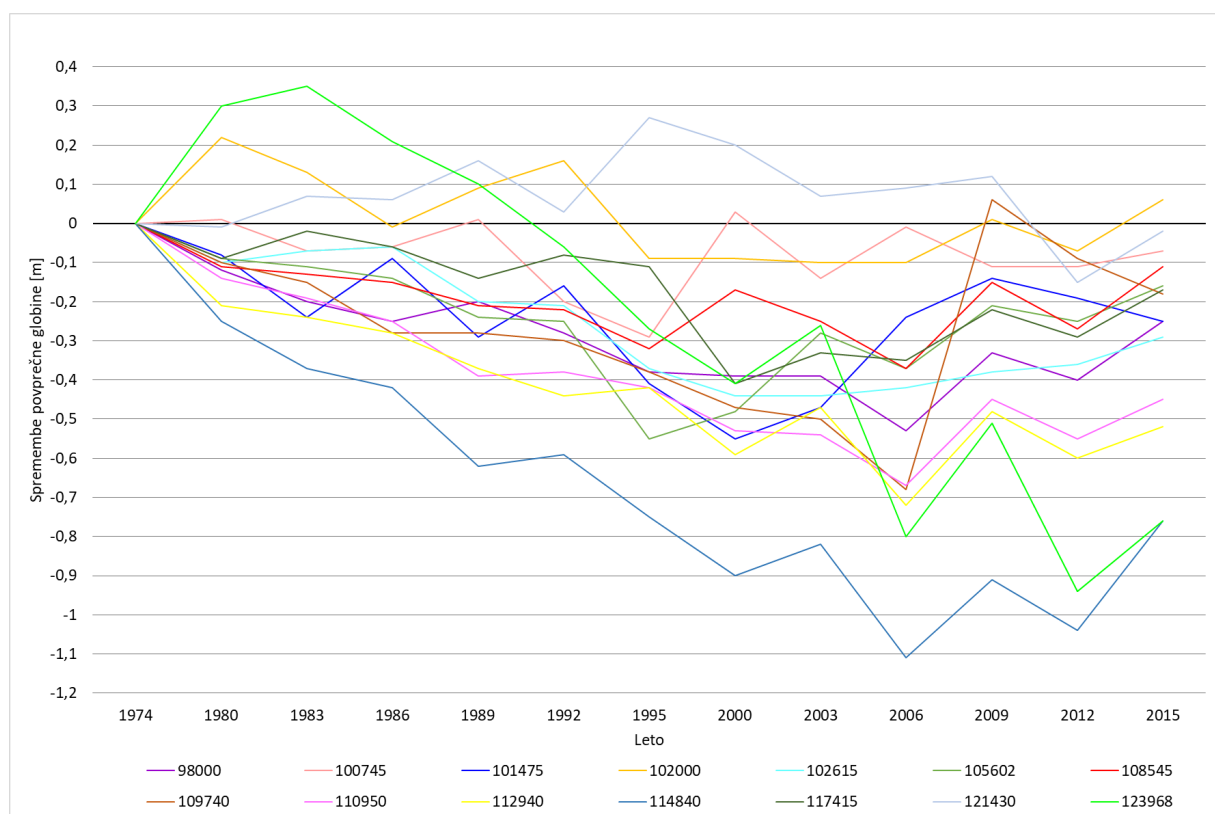


Slika I.6: Lokacije meritev prečnih profilov mejne Mure.

Slika I.26 prikazuje spreminjanje globine dna v točkah, kjer se ciklične meritve prečnih profilov izvajajo od leta 1974 dalje. Stanje leta 1974 je vzeto kot izhodiščno, čeprav je verjetno, da se

je dno poglabljalo že prej, saj so bili dejavniki, ki so povzročili poglabljanje dna prisotni že pred letom 1974.

Med letoma 2003 in 2006 se je dno poglobilo pri skoraj vseh profilih. Med letoma 2006 in 2009, ko je bilo izvedenih več posegov v strugo, je bil pri večini profilov material nasut. Med letoma 2009 in 2012 se je pri večini profilov dno znova poglobilo, kar je verjetno posledica tega, da so se ukrepi dodajanja proda na avstrijski strani končali. Rezultati meritev prečnih profilov kažejo, da so posegi izvedeni med letoma 2006 in 2009 imeli željene učinke na praktično celoten odsek mejne Mure – dno se je nehalo poglabljati in se je celo nekoliko zvišalo. Vendar so bili posegi časovno omejeni, zato se proces poglabljanja nadaljuje.

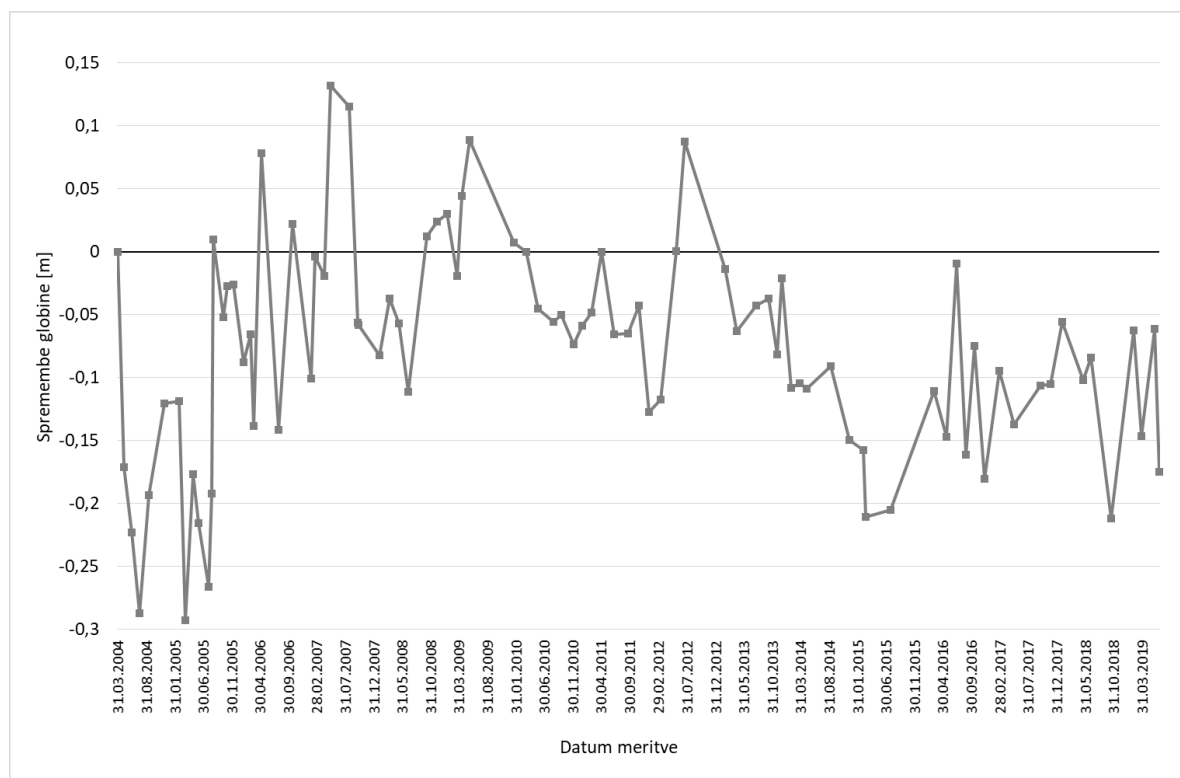


Slika I.7: Spreminjanje globine mejne Mure od leta 1974 dalje.

Analizirali smo tudi rezultate meritev prečnega profila, ki jih od leta 2004 v Gornji Radgoni izvaja ARSO. Rezultati so podobni kot pri meritvah, ki se izvajajo po naročilu Stalne slovensko-avstrijske komisije za mejno Muro.

V obdobju med 31. 3. 2004 in 15. 5. 2007 se je material pretežno odlagal. Pearsonov koeficient korelacije med povprečno spremembo globine dna in številom dni od začetka izvajanja meritev znaša 0,58, kar pomeni zmerno povezanost med spremenljivkama. Dno se je v tem času v povprečju dvignilo za 13 cm (slika I.27). Od 15. 5. 2007 je sledilo poglabljanje dna, v 12 letih za 13 cm. Od začetka izvajanja meritev 31. 3. 2004 do 31. 3. 2019 se je dno poglobilo za 17 cm. Pearsonov koeficient korelacije med povprečno spremembo dna in številom dni od začetka izvajanja meritev znaša -0,58, kar pomeni zmerno povezanost med spremenljivkama.

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov



Slika I.8: Sprememba povprečne globine Mure v Gornji Radgoni v obdobju 2004–2019.

Meritve profilov, ki se merijo od leta 1974 dalje, kažejo na trend poglobljanja struge mejne Mure. V povprečju se je struga v tem času poglobila za 39 cm. Meritve profilov leta 2009 (tako tistih, ki se merijo od leta 1974 in tistih, ki se merijo do leta 2003), kažejo dvig dna mejne Mure, kar je verjetno posledica izvedenih ukrepov proti poglobljanju (dodajanje proda, gradbena dela ob širitvi struge), vendar že meritve leta 2012 zopet kažejo poglobitev večine profilov.

7.3.3. POVEZAVA MED ŠIRINO STRUGE IN SPREMINJANJEM GLOBINE

Širina struge mejne Mure nekoliko variira. Razen v primeru večjih antropogenih posegov v strugo (nenadna razširitev za več metrov, nenaden nastanek prodnih otokov) je to posledica bočne erozije in odlaganja sedimentov ob robovih struge. Za analiziranje sprememb širine struge smo uporabili istih 41 prečnih profilov, kot je bilo uporabljenih za ugotavljanje spremembe globine mejne Mure (slika I.25).

Ocenili smo, kje se je reka poglobila pod nivo obrežnih zavarovanj in kje jih spodjeda, kar vodi v renaturacijo v preteklosti povsem spremenjene struge mejne Mure. Skladno z vizijo Načelno vodnogospodarske zasnove (Načelna, 2001), se obrežna zavarovanja obnavlja le za varovanje pred poplavami ali delovanje ključne infrastrukture, sicer pa ne.

Za vsak izmerjen profil smo primerjali širino struge in spremembo globine dna med dvema zaporednima meritvama v obdobju med 2003 in 2012. Izkazalo se je, da v obdobjih med letoma 2003 in 2006 in med letoma 2009 in 2012 obstaja zmerna povezanost med širino struge in spremembo globine (vrednosti Pearsonovega koeficienta sta 0,45 in 0,58). Širša struga pomeni manj izrazito poglobljanje oziroma izrazitejše nasipavanje materiala. V obdobju med letoma 2006 in 2009 je povezanost med širino struge in spremembo globine dna neznatna.

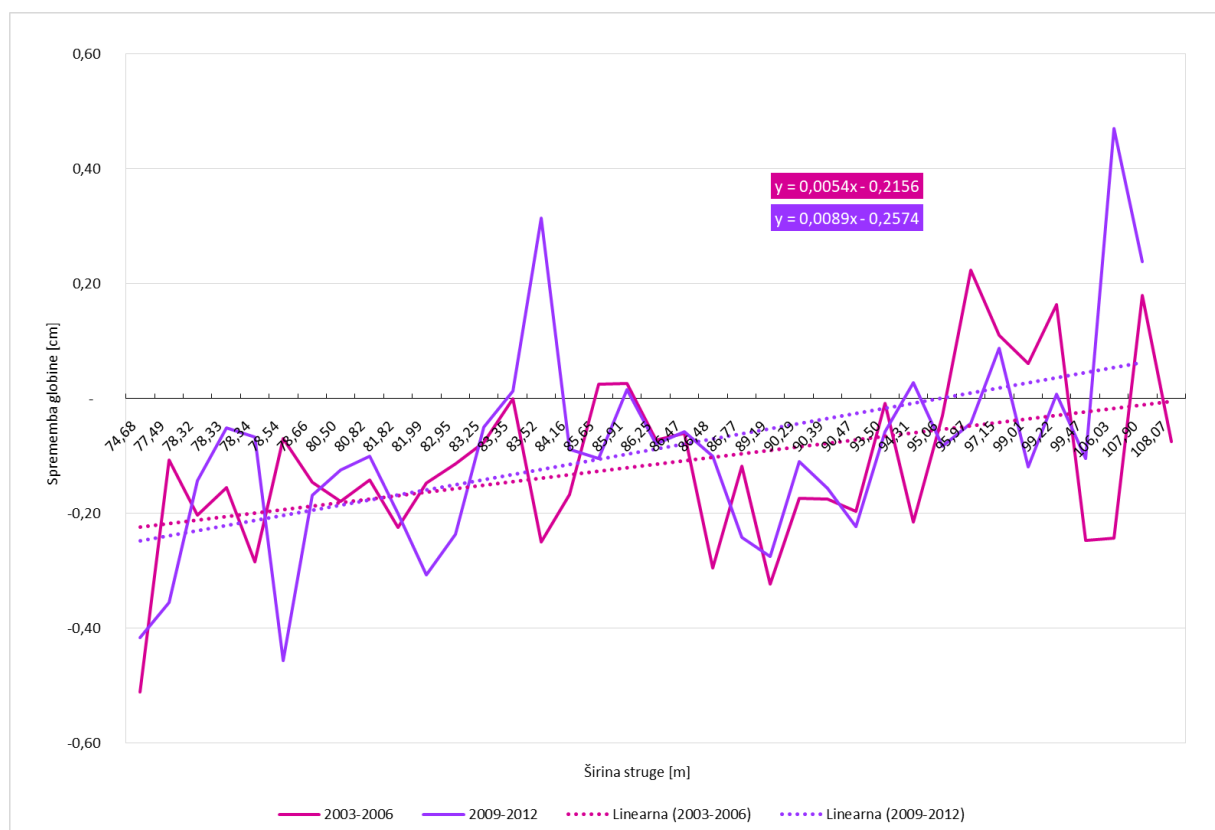
D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

Mogoč razlog za to je zabrisanost naravne dinamike dna zaradi gradbenih del in umetnega dodajanje proda v strugo v tem obdobju. Meritve, izvedene pred letom 2003, so bile bistveno manj natančne, zaradi česar nismo izvedli primerjave med širino struge in spremembo globine dna.

Podrobno smo analizirali vpliv širitev struge na spreminjanje globine dna. Ugotovili smo, da širitev če je dovolj obsežna praviloma povzroči dvig dna na območju razširitve in še nekoliko dolvodno. V primeru, da je razširjeni odsek prekratek, pride do dviga dna na samem območju razširitve, dolvodno pa je poglobljanje še izrazitejše kot bi bilo sicer, kar je verjetno posledica tega, da odlaganje materiala v razširjenem odseku povzroči večjo energijo vodnega toka dolvodno.

Širina struge mejne Mure nekoliko variira od lokacije merjenja enega do lokacije merjenja drugega profila. Analizirali smo vpliv širine struge na izrazitost poglobljanja oziroma dvigovanja dna struge. V obdobju med letoma 2003 in 2006 ter 2009 in 2012 smo ugotovili zmerno povezanost med spremenljivkama (slika I.28).

Poskusili smo tudi analizirati naravno spreminjanje širine mejne Mure, vendar so razlike večinoma tako majhne, da so razpoložljivi podatki, še posebej tisti merjeni pred letom 2000, premalo natančni za tako analizo.



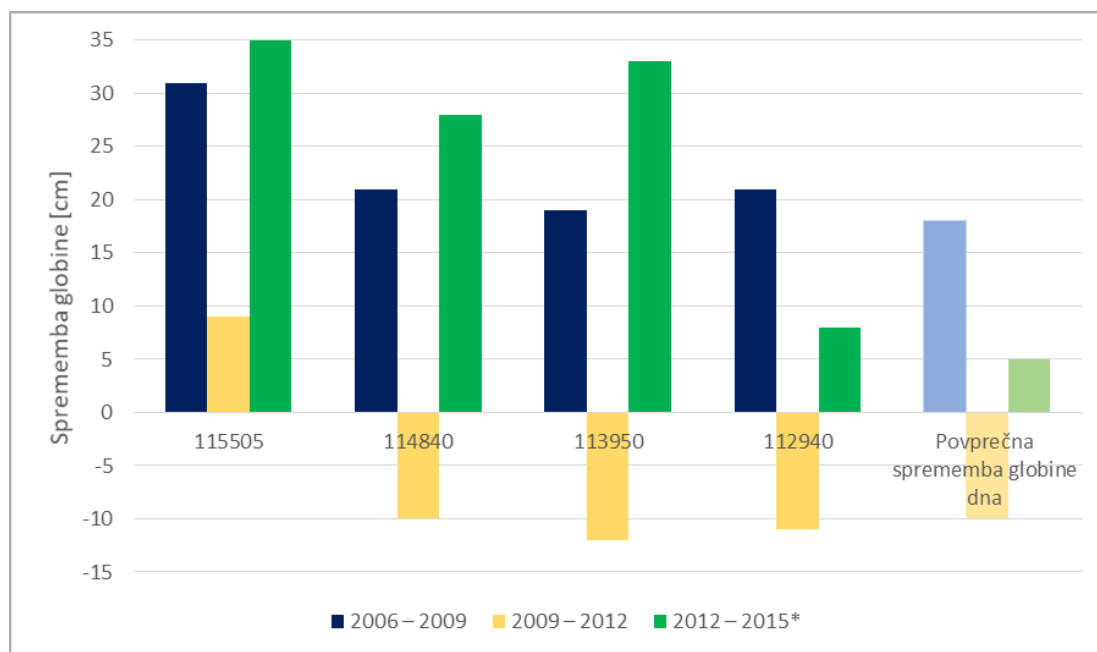
Slika I.9: Spreminjanje globine glede na širino struge med letoma 2003 in 2006 ter 2009 in 2012.

7.3.3.1. Ukrepi za stabilizacijo dna

Z namenom omilitve poglobljanja rečnega dna so v obdobju med letoma 2004 in 2011 dodajali prod v strugo mejne Mure. V Načelni vodnogospodarski zasnovi za mejno Muro, tematsko področje 1.6 – Model transporta proda iz leta 2001 je navedeno, da samo dodajanje proda ne zadošča za stabilizacijo dna. Poleg izzivanja bočne erozije je predlagano tudi povečanje širine struge, zaradi česar bi se zmanjšala transportna moč vode. Na podlagi teh predlogov je bila po letu 2001 struga mejne Mure razširjena na 8 odsekih. Razširitev pri naselju Gamlitz se ne nahaja na mejnem delu Mure, pač pa na avstrijskem, vendar le približno 2400 m gorvodno in bi lahko vplivala tudi na mejni del.

Analizirali smo vplive razširitve in nasutja materiala na območju merjenja profilov mejne Mure. Ugotovili smo, da omenjene razširitve in dodajanje materiala nimajo dolgoročnih opaznih vplivov na spremembo globine dolvodnih profilov.

Edina izjema sta obsežni razširitvi struge v skupni dolžini 1060 m, v letih 2006–2007 in 2013 pri naselju Gosdorf. V okviru izvajanja ukrepa so odstranili obrežno zavarovanje in izkopali bočni zaledni rokav. Pri kopanju rokava so v strugo Mure nasuli približno 150.000 m³ materiala, iz katerega se je ustvarilo veliko prodišče, ki je bilo kasneje ob visokih vodah postopoma erodirano, material pa je bil nasut v strugi dolvodno. Meritve po izvedenem ukrepu so pokazale, da se je hitrost vodnega toka na območju razširitve zmanjšala (Gorišek et al., 2016). Učinki so najbolj vidni pri profilu 115505, ki je od profila 115685 prvi dolvodno merjen profil in leži ob koncu razširjenega dela (slika I.29). Ugodnejše stanje, od povprečja celotnega mejnega odseka Mure, se pri tem profilu kaže tako pri rezultatih meritev iz leta 2009, ki so bile prve po zaključku gradbenih del, kot tudi pri rezultatih meritev iz let 2012 in 2015. Učinki razširitve se dolvodno postopoma zmanjšujejo. Pri profilu 112940 so vrednosti sprememb globine zelo podobne povprečnim, ki so bile izračunane na podlagi meritev vseh profilov mejne Mure.



Slika I.10: Sprememba globine struge pri posameznih merjenih profilih na območju širitev Gosdorf.

V kolikšni meri so odstopanja od povprečja odvisna od razširitve struge in v kolikšni meri od nasutja materiala pogosto ni mogoče ugotoviti. Analiza ciklično merjenih prečnih profilov mejne Mure je pokazala na trend poglobljanja struge. Dodajanje proda v strugo (dovažanje in nasipavanje ob kopanju stranskih rokavov) kot ukrep proti temu trendu je učinkovit le v kratkem časovnem obdobju po izvedbi. Širitve struge so lokalno učinkovite, če so razširjeni odseki dovolj dolgi, sicer pride dolvodno od razširitve do nasprotnega učinka kot ga želimo. Med širino struge in poglobljanjem dna obstaja zmerna povezanost, kar priča o tem, da so širitve struge eden izmed možnih ukrepov proti poglobljanju struge.

7.4. Sprememba brega

Reko Muro uvrščamo v tip meandrirajoče pramenaste reke, ki poleg glavnega korita s preusmerjanjem toka ustvarja stranske rokave in zavoje (meandre). Z napredujočo erozijo brežin se t.i. vrat zavoja oži, dokler ga reka ne prekine s prebojem. Tako dobimo rečne rokave. S procesi sedimentacije se rečni rokavi zapolnjujejo do končne prekinitve stika z vodo, ko rečni rokav postane mrtvica. Prehajanje morfoloških oblik je izredno pomembno, saj zagotavlja raznolikost habitatov in stabilnost struge. Z utrjevanje brežin na reki Muri v okviru regulacijskih del sta močno omejena procesa erozije in sedimentacije, kar je pripeljalo do bistvenega zmanjšanja števila geomorfoloških oblik (Hribar, 2012).

Spremembe brega se v skladu z metodologijo ugotavljajo na podlagi deleža obrežnih zavarovanj in sicer z dvema hidromorfološkima parametroma: značilnosti brega ter erozijske in sedimentacijske značilnosti.

7.5. Značilnosti brega

V skladu z metodologijo smo značilnosti brega ocenili na podlagi zaznamovanosti brega z obrežnimi zavarovanji. Ta delimo na dva tipa: gibko in togo obrežno zavarovanje. Tipe obrežnega zavarovanja določa Pravilnik o določitvi vodne infrastrukture (UL RS 46/05), kjer so med gibko obrežno zavarovanje uvrščene: kamnite zložbe, kamnometi, kašte, palvis mreže, gabioni, tonjače, popleti in zidovi iz lesenih pilotov, med togo obrežno zavarovanje pa kamniti in betonski zidovi. Za oceno zaznamovanosti brega z obrežnimi zavarovanji smo določili delež določenega tipa obrežnega zavarovanja na popisnem odseku ter ga razvrstili v ustrezen razred točkovanja. Točkovanje je pet stopenjsko, pri čemer ocena 0 predstavlja naraven breg ali zaznamovanost brega z obrežnimi zavarovanji, kjer je delež gibkega obrežnega zavarovanja do vključno 10 % oziroma delež togega obrežnega zavarovanja do vključno 5 % dolžine popisnega odseka. Najvišja ocena 5 pomeni, da je delež togega obrežnega zavarovanja večji od 75 % dolžine popisnega odseka. Kriteriji za ocenjevanje so navedeni v Prilogi 1 tega dokumenta.

Na podlagi razpoložljivih katastrskih podatkov o objektih vodne infrastrukture, ugotovitvah dosežka projektnega paketa T1.1 Digitalni model rečnega korita ter z upoštevanjem ugotovitve terenskega dela smo ocenili, da je 75 % popisnih odsekov vodnega telesa mejne Mure zaznamovano z obrežnimi zavarovanji, kjer je delež gibkega obrežnega zavarovanja od 50 do 100 % oziroma je delež togega obrežnega zavarovanja od 15 do vključno 35 % dolžine popisnega odseka (slika I.30). Približno 9 % popisnih odsekov vodnega telesa mejne Mure je zaznamovano s togim obrežnim zavarovanjem, ki je prisotno od 35 % do vključno 75 % dolžine

popisnega odseka. Na vodnem telesu mejne Mure ni popisnih odsekov, ki so močno zaznamovani z obrežnim zavarovanjem. Povprečna ocena zaznamovanosti brega z obrežnimi zavarovanji na vodnem telesu mejne Mure je 2,91.



Slika I.11: Togo obrežno zavarovanje na območju Gornje Radgone (levo) in avstrijske Radgone (desno).

7.6. Erozijske in sedimentacijske značilnosti

Erozijske in sedimentacijske značilnosti se določajo na vodotokih, kjer je erozija naravno prisotna na podlagi prisotnosti erozijskih ali sedimentacijskih struktur. Erozija brega je prisotna na območju naravnega brega.

Delež naravnega brega in posredno prisotnost erozije smo v skladu s kriteriji metodologije ugotavljali na podlagi deleža zaznamovanosti bregov z obrežnimi zavarovanji ne glede na tip obrežnega zavarovanja, pri čemer smo upoštevali razpoložljive katastrske podatke o objektih vodne infrastrukture, ugotovitve dosežka projektne paketa T1.1 Digitalni model rečnega korita ter ugotovitve terenskega dela. Prisotnost sedimentacijskih struktur smo določili na podlagi analize digitalnega ortofoto posnetka iz leta 2019, ugotovitev dosežka projektne paketa T1.1 Digitalni model rečnega korita ter ugotovitev terenskega dela. Točkovanje parametra Erozijske in sedimentacijske značilnosti je tri stopenjsko, pri čemer ocena 0 pomeni, da je erozija prisotna v številnih točkah vodotoka na nad 50 % območja popisnega odseka, najvišja ocena 5 pa pomeni, da erozija ali sedimentacija ni prisotna ali je prisotna le do 10 % območja popisnega odseka.

Na vodnem telesu mejne Mure smo ocenili, da je na 59 % popisnih odsekov erozija prisotna do 10 % dolžine popisnega odseka in na slednjih ni zaznanih sedimentacijskih struktur. Na le 16 % popisnih odsekov smo ocenili, da je erozija prisotna, saj smo na njih ocenili prisotnost naravnega brega nad 50 % dolžine popisnega odseka (slika I.31). Povprečna ocena prisotnosti

erozije in sedimentacijskih struktur na vodnem telesu mejne Mure je 3,71. Slabe erozijske in sedimentacijske značilnosti vodnega telesa mejne Mure so posledica visokega deleža regulacije rečnih brežin.



Slika I.12: Primer popisnega odseka z erozijskimi in sedimentacijskimi strukturami.

7.7. Vegetacija v rečnem koritu

V oceno hidromorfološke spremenjenosti mejne Mure smo vključili tudi lastnosti vegetacije v rečnem koritu. Odstranjenost vegetacije neposredno ob vodotoku povečuje erozijo bregov in spreminja sestavo sedimentov. Spremenijo se tudi fizikalno kemijske lastnosti vode.

Upoštevali smo:

- odstranjenost vegetacije v rečnem koritu,
- prisotnost ostankov lesne vegetacije v strugi,
- sklenjenost lesne vegetacije.

Pri vseh parametrih smo v primeru majhne spremembe zaraščenosti popisnemu odseku pripisali oceno 0, v primeru večjih posegov pa oceno 3. Podrobneje so merila za ocenjevanja navedena v Prilogi 1 tega dokumenta.

Oceno parametrov smo izvedli na podlagi podatkov o pokrovnosti tal CORINE v letu 2018, terenskega popisa in na osnovi informacij upravljavcev na območju mejne Mure. V primeru, da se rabe grmičast gozd, listnati gozd, mešani gozd, iglasti gozd, barja in resave, barja ali pretežno kmetijske površine z večjimi območji vegetacije stikajo z vodno površino, smo smatrali, da je lesna vegetacija sklenjena, sicer ne (slika I.32). Na podlagi vseh virov smo

ocenili, da je vegetacija v rečnem koritu pričakovano prisotna, sklenjenost lesne vegetacije na bregu pa je na posameznih popisnih odsekih delno prekinjena, najboljšeje na območju Ceršaka, Trat in Gornje Radgone.



Slika I.13: Mura pri naselju Trate - na obeh bregovih je ohranjena vegetacija, zarast je sklenjena (foto: M. Ristić).

7.8. Sprememba priobalnega zemljišča

Metodologija vrednotenja ekološkega stanja vodotokov na podlagi hidromorfoloških elementov vključuje tudi morfološke parametre, ki se nanašajo na spremenjenost priobalnega zemljišča, znotraj tega zlasti na rabo tal v 5-metrskem in 50-metrskem pasu od vrha brega.

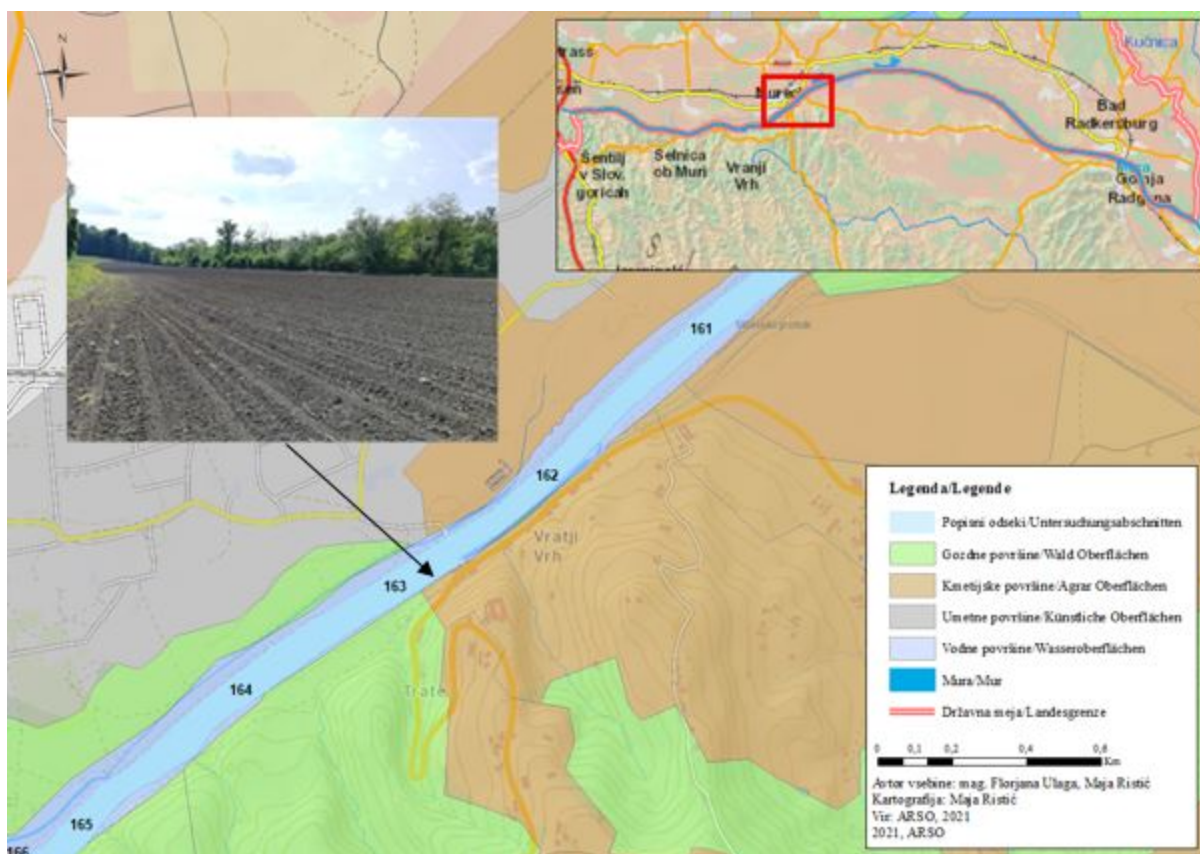
Številne študije so pokazale, da je prisotnost gozda na velikem deležu porečja običajno povezana z dobrim ekološkim stanjem. Hkrati so bili ugotovljeni negativni vplivi kmetijske rabe in pozidanih površin na stanje vodotoka (Allan, 2004). V primeru kmetijske rabe pride do povečanega razpršenega vnosa pesticidov in ostalih toksičnih snovi ter hranil v obrečni in posledično, zaradi izpiranja, tudi rečni prostor. Pesticidi in ostale toksične snovi neposredno ovirajo ali onemogočajo razvoj vodnih organizmov, povečana koncentracija hranila pa vodi do pomanjkanja v vodi raztopljenega kisika (Schmutz in Sendzimir, 2018).

V nepozidana tla lahko pronicajo velike količine padavinske vode (količina je odvisna od geološke sestave), kar znatno podaljša čas, v katerem padavine dosežejo vodotoke, s čimer se zmanjšajo veliki pretoki in s tem možnost poplav. Voda, ki pronica v tla in se tam shranjuje, ima velik pomen za okoliško rastje in manjša nevarnost suš. S pozidavo se močno omeji ali

onemogoči možnost pronicanja padavin v tla, kar negativno vpliva na ekosisteme, povezane z vodo (Smernice, 2012).

Z odstranjevanjem vegetacije ob rečni strugi se zmanjša osenčenost vodne površine. Voda se bolj segreje kot bi se sicer, s čimer se zmanjša njena zmožnost raztapljanja kisika (Repnik, 2007).

Za oceno spremenjenosti rabe tal v obrežnem pasu (5 m od struge) in na pribrežnem zemljišču (50 m od struge) smo uporabili podatke o pokrovnosti tal CORINE v letu 2018, ki je usklajen med vsemi državami Evropske unije. Za oceno smo v sloju o pokrovnosti tal po CORINE ločili kmetijske in umetne površine od ostalih. Glede na učinke, ki jih imajo posamezne rabe tal na naravne procese v okolici smatramo kmetijske in pozidane površine kot antropogene, ostalo pa kot naravne. Naravna raba tal je ohranjena na vsaj 95 % površine 5-metrskega pasu ob strugi v 53 od 68 popisnih odsekov. V 50-metrskem pasu ob strugi je takih popisnih odsekov 40. Umetna raba tal se pretežno pojavlja na območju mest Gornja Radgona in avstrijska Radgona, na območju podjetja Paloma higienski papirji d.d., na območju hidroelektrarne Ceršak ter na območjih kmetijskih površin, večinoma v okolici naselja Trate in Cmurek (slika I.33). Parametre rabe tal smo ocenili z oceno skoraj naravno stanje. Podrobneje so kriteriji za ocenjevanje navedeni v Prilogi 1 tega dokumenta.



Slika I.14: Antropogena raba tal pri naselju Vratji Vrh.

8. SKUPNA OCENA HIDROMORFOLOŠKEGA STANJA MEJNE MURE

Ocene hidromorfološke spremenjenosti vodotoka ali posameznih delov vodotoka so zrcalo odstopanja hidroloških in morfoloških razmer od prvotnega stanja, ko antropogena raba ni imela opaznega vpliva na vodotok. Skupaj z oceno bioloških in fizikalno-kemijskih lastnosti vode dobimo vpogled v današnje stanje vodnega ekosistema in okolja.

Hidromorfološko stanje vodnega telesa mejne Mure smo ocenili s pomočjo razpoložljivih podatkovnih zbirk in s terenskim popisom v skladu z metodologijo. Izračunan indeks hidromorfološke spremenjenosti vodnega telesa mejno Muro opredeli kot zmerno spremenjeno. Indeks hidromorfološke kakovosti kaže dobro ali slabše stanje (preglednica I.7). Za doseganje ciljev Vodne direktive (Vodna direktiva, 2000) je smiselna priprava čezmejnega načrta za inovativno trajnostno upravljanje »Mejna Mura 2030«, ki je del projekta goMURra.

Ocena stopnje spremenjenosti hidromorfoloških elementov kaže na močno spremenjenost kontinuitete toka in sedimentov ter zmerno spremenjenost morfoloških značilnosti vodnega telesa mejne Mure. Najmanjša spremenjenost vodnega telesa mejne Mure je zaznana pri hidrološkem režimu (preglednica I.8).

Preglednica I.1: Stopnja hidromorfološke spremenjenosti vodnega telesa mejne Mure.

Indeks hidromorfološke spremenjenosti IHMS VT	Hidromorfološka spremenjenost	Indeks hidromorfološke kakovosti IHMK	Razred kakovosti ekološkega stanja
0,36	zmerno spremenjeno	0,64	dobro ali slabše

Preglednica I.2: Ocena hidromorfoloških elementov vodnega telesa mejne Mure.

Hidromorfološki element	Indeks hidromorfološke spremenjenosti IHMS VT	Hidromorfološka spremenjenost
Hidrološki režim	0,17	malo spremenjeno
Kontinuiteta toka in sedimentov	0,55	močno spremenjeno
Morfološke značilnosti	0,35	zmerno spremenjeno

Močna hidromorfološka spremenjenost kontinuitete toka in sedimentov je najbolj opazna pri prehodnosti za ribe (povprečna ocena 5,17) ter kontinuiteti plavin (povprečna ocena 5). Na ta dva parametra najbolj vplivajo prečni objekti vodne infrastrukture. Prehodnost za ribe je v vodnem telesu mejne Mure onemogočena z jezom Ceršak - PO_ZAP_ST = 185; ocena 7 (preglednica I.9 in slika I.34). Ta vpliva na prekinitev prehodnosti za v Muri živečih ribjih vrst na okoli 70 % vodnega telesa mejne Mure. Tudi na kontinuiteto plavin v vodnem telesu mejne Mure ima največji vpliv jez Ceršak, njegov vpliv pa preprečuje pričakovano premeščanje sedimentov skozi celotno območje vodnega telesa mejne Mure (preglednica I.9). Pri ocenjevanju spremenjenosti kontinuitete je treba upoštevati tudi spremenjenost gorvodnega vodnega telesa. V primeru mejne Mure je ta v avstrijskem delu porečja Mure spremenjena zaradi številnih prečnih pregrad.

Zmerna spremenjenost morfoloških značilnosti mejne Mure se najbolj odraža na močni oziroma zmerni spremenjenosti tlorisnega poteka struge (povprečna ocena 6), erozijskih in sedimentacijskih značilnosti (povprečna ocena 3,71) ter spremenjenosti značilnosti brega (povprečna ocena 2,91). Močno spremenjenost tlorisnega poteka struge je zaznati v enaki stopnji na celotnem območju vodnega telesa mejne Mure. Na okoli 60 % popisnih odsekov vodnega telesa mejne Mure smo zaznali močno spremenjenost erozijskih in sedimentacijskih značilnosti (ocena 5) ter na 76 % popisnih odsekov zmerno spremenjenost značilnosti brega zaradi obrežnih zavarovanj (ocena 3) (preglednica I.9).

Hidrološki režim ima med tremi hidromorfološkimi elementi najmanjšo stopnjo spremenjenosti. Ta se najbolj odraža pri spremembi pretoka vode v obdobju (povprečna ocena 2) na celotnem območju vodnega telesa mejne Mure (preglednica I.9). Sprememba vodnih količin v strugi Mure ima vpliv tudi na zmanjšano napajanje podzemnih voda.

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

Preglednica I.3: Ocena parametrov hidromorfoloških elementov po popisnih odsekih vodnega telesa mejne Mure. (Razlaga oznak hidromorfoloških parametrov v preglednici je podana v Prilogi 1 tega dokumenta.)

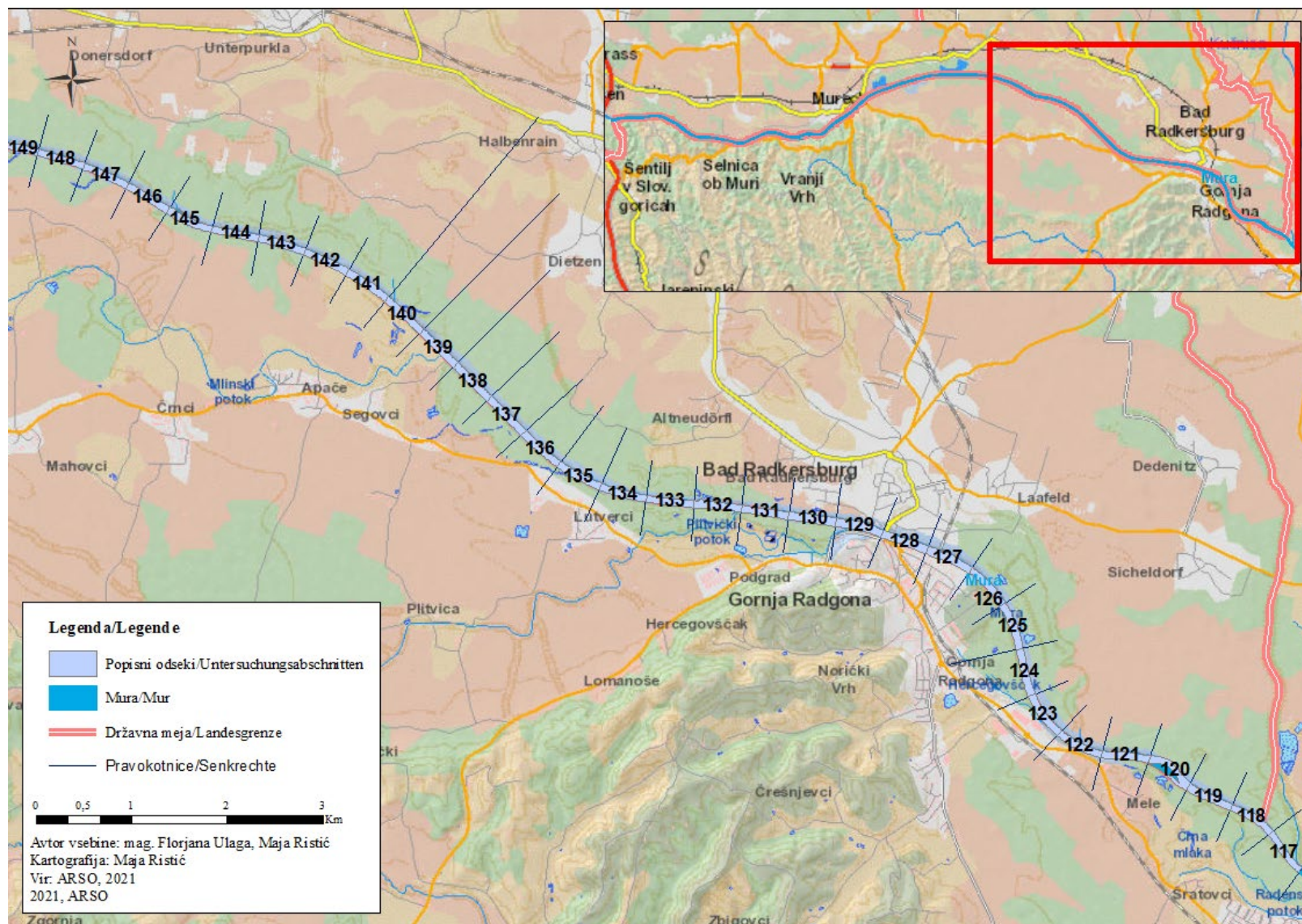
Hidromorfološki parametri VT Mura Ceršak Petanjci	HIDROLOŠKI REŽIM				KONTINUITETA TOKA			MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI												Stot(PO)	Smax(PO)	IHMS			
	H1	H2	H3	H4	C5	C6	C7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19			IHMs(PO)	HIDROLOŠKI REŽIM	KONTINUITETA TOKA	MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI
Povprečje ocen	0,30	0,29	2,00	0,00	5,17	5,00	0,33	6,00	2,10	0,26	0,22	2,91	3,71	0,00	0,00	0,00	0,65	1,88	1,93						
PO_ZAP_ST	OCENA																								
117	0	0	2	/	0	5	0	6	/	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	15	85	0,18	0,13	0,26	0,16
118	0	0	2	/	0	5	0	6	/	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	21	85	0,25	0,13	0,26	0,27
119	0	3	2	/	0	5	0	6	/	2	0	3	3	0	0	0	0	0	0	24	85	0,28	0,33	0,26	0,27
120	0	0	2	/	0	5	0	6	/	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	15	85	0,18	0,13	0,26	0,16
121	0	0	2	/	0	5	0	6	/	0	0	3	5	0	0	0	0	3	3	27	85	0,32	0,13	0,26	0,39
122	0	0	2	/	0	5	0	6	3	0	0	3	5	0	0	0	0	5	5	34	90	0,38	0,13	0,26	0,48
123	0	0	2	/	0	5	0	6	/	0	0	3	5	0	0	0	2	3	3	29	85	0,34	0,13	0,26	0,43
124	0	0	2	/	0	5	0	6	/	0	0	3	5	0	0	0	2	0	0	23	85	0,27	0,13	0,26	0,31
125	0	0	2	/	0	5	0	6	/	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	21	85	0,25	0,13	0,26	0,27
126	0	0	2	/	0	5	3	6	2	0	0	3	5	0	0	0	2	4	4	36	90	0,40	0,13	0,42	0,46
127	0	0	2	0	0	5	4	6	0	0	0	3	3	0	0	0	2	5	5	35	95	0,37	0,10	0,47	0,43
128	0	0	2	/	0	5	5	6	2	0	0	4	5	0	0	0	2	5	5	41	90	0,46	0,13	0,53	0,52
129	0	0	2	/	0	5	4	6	/	0	0	3	5	0	0	0	0	4	5	34	85	0,40	0,13	0,47	0,45
130	0	0	2	/	0	5	4	6	/	0	0	3	5	0	0	0	2	4	4	35	85	0,41	0,13	0,47	0,47
131	0	0	2	/	0	5	3	6	2	0	0	3	5	0	0	0	0	3	3	32	90	0,36	0,13	0,42	0,39
132	0	0	2	/	0	5	0	6	3	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	22	90	0,24	0,13	0,26	0,27
133	0	0	2	/	0	5	0	6	2	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	23	90	0,26	0,13	0,26	0,29
134	0	0	2	/	0	5	0	6	2	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	23	90	0,26	0,13	0,26	0,29
135	0	0	2	/	7	5	0	6	3	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	31	90	0,34	0,13	0,63	0,30
136	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	26	85	0,31	0,13	0,63	0,24
137	0	0	2	/	7	5	0	6	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	24	90	0,27	0,13	0,63	0,18

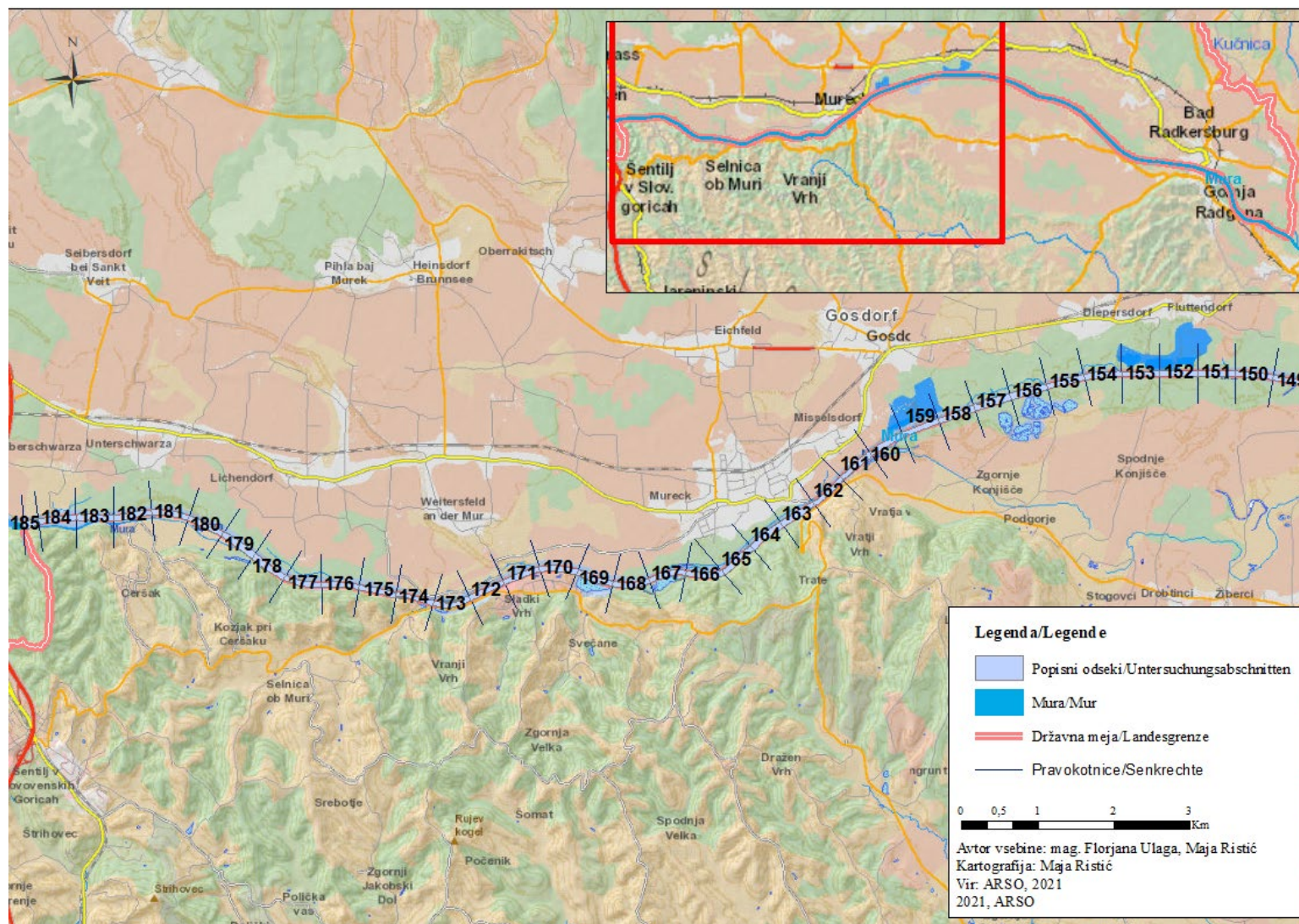
D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

Hidromorfološki parametri VT Mura Ceršak Petanjci	HIDROLOŠKI REŽIM				KONTINUITETA TOKA			MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI												Stot(PO)	Smax(PO)	IHMS				
	H1	H2	H3	H4	C5	C6	C7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19			IHMS(PO)	HIDROLOŠKI REŽIM	KONTINUITETA TOKA	MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI	
Povprečje ocen	0,30	0,29	2,00	0,00	5,17	5,00	0,33	6,00	2,10	0,26	0,22	2,91	3,71	0,00	0,00	0,00	0,65	1,88	1,93							
PO_ZAP_ST	OCENA																									
138	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	26	85	0,31	0,13	0,63	0,24
139	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	0	0	0	0	0	0	4	4	31	85	0,36	0,13	0,63	0,33
140	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	3	0	0	0	0	4	4	34	85	0,40	0,13	0,63	0,39	
141	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	5	0	0	0	0	4	4	36	85	0,42	0,13	0,63	0,43	
142	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	5	0	0	0	0	4	4	36	85	0,42	0,13	0,63	0,43	
143	0	0	2	/	7	5	0	6	2	0	3	3	5	0	0	0	0	0	0	0	33	90	0,37	0,13	0,63	0,34
144	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	28	85	0,33	0,13	0,63	0,27
145	0	0	2	/	7	5	0	6	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	26	90	0,29	0,13	0,63	0,21
146	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	5	0	0	0	0	3	3	34	85	0,40	0,13	0,63	0,39	
147	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	5	0	0	0	0	2	2	32	85	0,38	0,13	0,63	0,35	
148	0	0	2	/	7	5	0	6	2	0	3	3	5	0	0	0	0	0	0	0	33	90	0,37	0,13	0,63	0,34
149	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	3	3	5	0	0	0	0	0	0	0	31	85	0,36	0,13	0,63	0,33
150	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	3	3	5	0	0	0	0	0	0	0	31	85	0,36	0,13	0,63	0,33
151	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	28	85	0,33	0,13	0,63	0,27
152	0	0	2	/	7	5	0	6	3	0	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	32	90	0,36	0,13	0,63	0,32
153	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	29	85	0,34	0,13	0,63	0,29
154	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	3	0	0	0	2	0	0	0	28	85	0,33	0,13	0,63	0,27
155	0	0	2	/	7	5	0	6	3	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	31	90	0,34	0,13	0,63	0,30
156	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	24	85	0,28	0,13	0,63	0,20
157	0	3	2	/	7	5	0	6	/	3	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	30	85	0,35	0,33	0,63	0,25
158	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	28	85	0,33	0,13	0,63	0,27
159	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	29	85	0,34	0,13	0,63	0,29
160	0	3	2	/	7	5	0	6	/	3	0	3	5	0	0	0	0	2	4	0	40	85	0,47	0,33	0,63	0,45
161	0	0	2	/	7	5	0	6	2	0	0	3	5	0	0	0	2	5	5	0	42	90	0,47	0,13	0,63	0,50

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

Hidromorfološki parametri VT Mura Ceršak Petanjci	HIDROLOŠKI REŽIM				KONTINUITETA TOKA			MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI												Stot(PO)	Smax(PO)	IHMS			
	H1	H2	H3	H4	C5	C6	C7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19			IHMS(PO)	HIDROLOŠKI REŽIM	KONTINUITETA TOKA	MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI
Povprečje ocen	0,30	0,29	2,00	0,00	5,17	5,00	0,33	6,00	2,10	0,26	0,22	2,91	3,71	0,00	0,00	0,00	0,65	1,88	1,93						
PO_ZAP_ST	OCENA																								
162	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	4	5	0	0	0	3	5	5	42	85	0,49	0,13	0,63	0,55
163	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	5	0	0	0	0	3	3	34	85	0,40	0,13	0,63	0,39
164	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	26	85	0,31	0,13	0,63	0,24
165	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	22	85	0,26	0,13	0,63	0,16
166	0	0	2	/	7	5	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	90	0,24	0,13	0,63	0,14
167	0	0	2	/	7	5	0	6	2	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	28	90	0,31	0,13	0,63	0,25
168	0	0	2	/	7	5	0	6	2	0	0	3	3	0	0	0	2	2	2	34	90	0,38	0,13	0,63	0,36
169	0	0	2	/	7	5	0	6	2	0	0	3	5	0	0	0	0	4	5	39	90	0,43	0,13	0,63	0,45
170	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	5	0	0	0	0	5	5	38	85	0,45	0,13	0,63	0,47
171	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	3	3	5	0	0	0	2	5	5	43	85	0,51	0,13	0,63	0,57
172	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	4	5	0	0	0	2	5	5	41	85	0,48	0,13	0,63	0,53
173	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	3	0	0	0	0	4	4	34	85	0,40	0,13	0,63	0,39
174	0	0	2	/	7	5	0	6	3	0	0	3	3	0	0	0	0	5	5	39	90	0,43	0,13	0,63	0,45
175	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	2	0	0	0	0	0	3	2	27	85	0,32	0,13	0,63	0,25
176	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	26	85	0,31	0,13	0,63	0,24
177	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	22	85	0,26	0,13	0,63	0,16
178	0	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	24	85	0,28	0,13	0,63	0,20
179	3	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	3	0	0	0	2	3	3	37	85	0,44	0,33	0,63	0,39
180	3	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	5	0	0	0	2	4	4	41	85	0,48	0,33	0,63	0,47
181	3	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	5	0	0	0	2	4	4	41	85	0,48	0,33	0,63	0,47
182	3	3	2	/	7	5	0	6	/	2	0	3	5	0	0	0	2	4	4	46	85	0,54	0,53	0,63	0,51
183	3	3	2	/	7	5	0	6	/	4	0	3	3	0	0	0	2	2	2	42	85	0,49	0,53	0,63	0,43
184	3	0	2	/	7	5	0	6	/	0	0	3	5	0	0	0	2	4	4	41	85	0,48	0,33	0,63	0,47
185	3	5	2	/	7	5	0	6	/	4	0	3	3	0	0	0	2	4	4	48	85	0,56	0,67	0,63	0,51

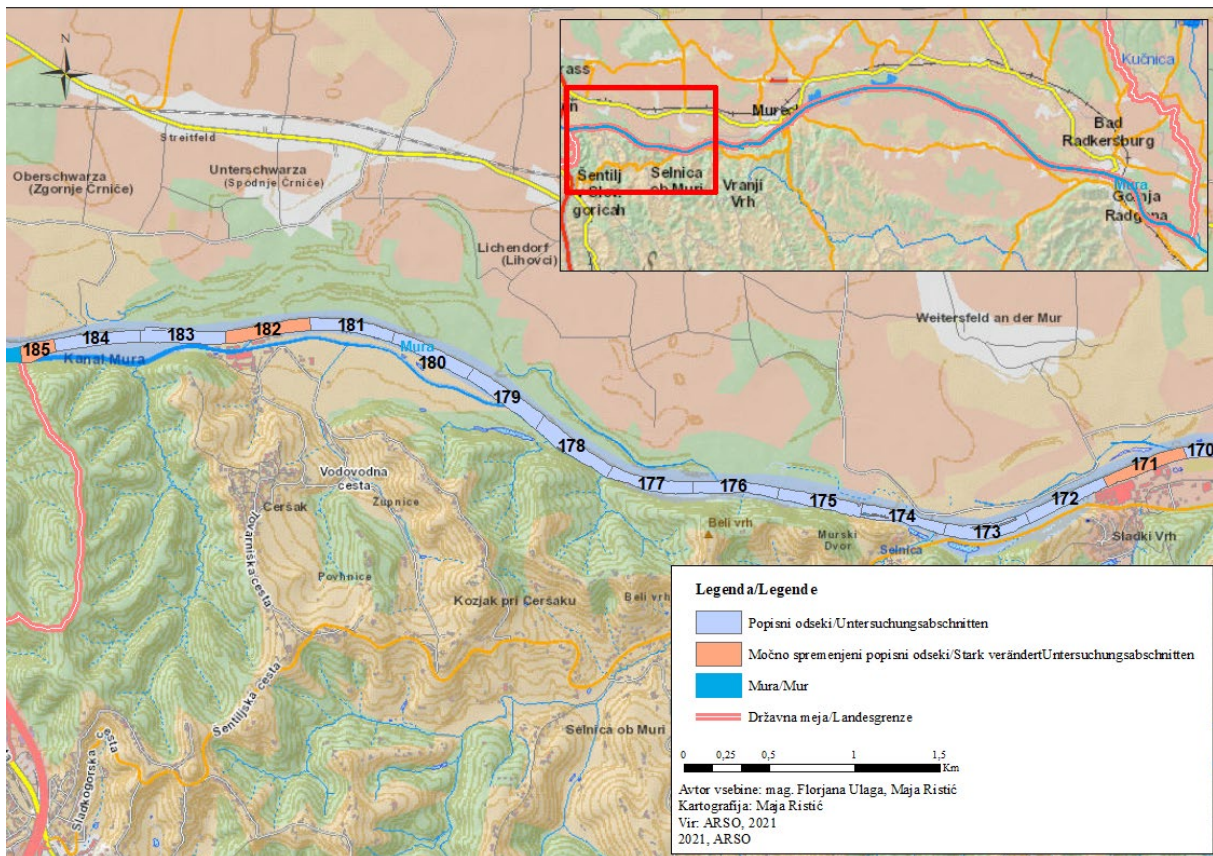




Slika I.1: Popisni odseki vodnega telesa mejne Mure.

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

Na podlagi ocen posameznih parametrov hidromorfoloških elementov vodnega telesa mejne Mure smo prepoznali tri popisne odseke, na katerih je hidromorfološka spremenjenost (IHMS PO) izrazita. To so popisni odseki na območju Ceršaka, podjetja Paloma higienski papirji d.d. in naselja Sladki Vrh (PO_ZAP_ST = 171, 182 in 185) (preglednica I.9 in slika I.35). Poleg prekinitve kontinuitete toka in sedimentov ter antropogene rabe tal na obrežnem ter pribrežnem pasu, k hidromorfološki spremenjenosti največ prispevata umetni material v strugi in utrjenost brega ter s tem prekinitev naravno pričakovanih erozijskih in sedimentacijskih procesov.



Slika I.2: Popisni odseki mejne Mure z najslabšo oceno hidromorfološke spremenjenosti.

Ob ocenjevanju hidromorfološke spremenjenosti mejne Mure v skladu z metodologijo smo oceno vsakega popisnega odseka in skupno oceno vodnega telesa mejne Mure primerjali z oceno, ki bi jo pridobili z upoštevanjem hidromorfoloških parametrov vključenih v Standard SIST EN 15843:2010, kot tudi z oceno na podlagi parametrov avstrijske metodologije (Müehlmann, 2013). Ocena hidromorfološke spremenjenosti vodnega telesa mejne Mure je v vseh treh načinih ocenjevanja enaka in kaže na zmerno spremenjenost mejne Mure (preglednica I.10). Ocene popisnih odsekov se po različnih metodologijah nekoliko razlikujejo, vendar pa posamezni odseki v vseh primerih odražajo močno spremenjenost. To sta že omenjeni območji pri podjetju Paloma higienski papirji d.d. in Sladkem Vrhu. V skladu z avstrijsko metodologijo, ki vključuje le parametre morfoloških značilnosti, imajo zelo slabo

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

oceno še popisni odseki na območju Gornje Radgone, Apaškega polja, Vratjega vrha ter na avstrijski strani na območju naselja Donnersdorf.

Preglednica I.4: Primerjava ocen hidromorfološke spremenjenosti popisnih odsekov ter vodnega telesa mejne Mure po različnih metodologijah.

PO_ZAP_ST	IHMS		MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI	
	SI	Standard	SI	AT
117	0,18	0,17	0,16	0,21
118	0,25	0,26	0,27	0,43
119	0,22	0,23	0,24	0,43
120	0,18	0,17	0,16	0,21
121	0,32	0,35	0,39	0,43
122	0,38	0,42	0,48	0,43
123	0,34	0,35	0,43	0,50
124	0,27	0,26	0,31	0,50
125	0,25	0,26	0,27	0,43
126	0,40	0,42	0,46	0,50
127	0,37	0,38	0,43	0,43
128	0,46	0,49	0,52	0,54
129	0,40	0,45	0,45	0,36
130	0,41	0,44	0,47	0,50
131	0,36	0,39	0,39	0,43
132	0,24	0,25	0,27	0,36
133	0,26	0,27	0,29	0,43
134	0,26	0,27	0,29	0,43
135	0,34	0,35	0,30	0,43
136	0,31	0,30	0,24	0,36
137	0,27	0,25	0,18	0,36
138	0,31	0,30	0,24	0,36
139	0,36	0,38	0,33	0,25
140	0,40	0,42	0,39	0,43
141	0,42	0,45	0,43	0,36
142	0,42	0,45	0,43	0,43
143	0,37	0,38	0,34	0,54
144	0,33	0,33	0,27	0,43
145	0,29	0,28	0,21	0,36
146	0,40	0,42	0,39	0,43
147	0,38	0,39	0,35	0,43
148	0,37	0,38	0,34	0,54
149	0,36	0,38	0,33	0,54
150	0,36	0,38	0,33	0,54
151	0,33	0,33	0,27	0,43
152	0,36	0,37	0,32	0,46
153	0,34	0,35	0,29	0,46
154	0,33	0,30	0,27	0,43
155	0,34	0,35	0,30	0,43
156	0,28	0,24	0,20	0,29
157	0,35	0,33	0,25	0,36
158	0,33	0,33	0,27	0,43
159	0,34	0,35	0,29	0,46
160	0,47	0,52	0,45	0,50

PO_ZAP_ST	IHMS		MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI	
	SI	Standard	SI	AT
161	0,47	0,48	0,50	0,50
162	0,49	0,50	0,55	0,61
163	0,46	0,42	0,43	0,43
164	0,31	0,30	0,24	0,36
165	0,26	0,24	0,16	0,21
166	0,24	0,23	0,14	0,14
167	0,31	0,31	0,25	0,36
168	0,38	0,37	0,36	0,43
169	0,43	0,46	0,45	0,43
170	0,45	0,48	0,47	0,43
171	0,51	0,53	0,57	0,54
172	0,48	0,50	0,53	0,57
173	0,40	0,42	0,39	0,36
174	0,43	0,46	0,45	0,43
175	0,32	0,32	0,25	0,21
176	0,31	0,30	0,24	0,36
177	0,26	0,24	0,16	0,21
178	0,28	0,24	0,20	0,29
179	0,44	0,39	0,39	0,43
180	0,48	0,45	0,47	0,50
181	0,48	0,45	0,47	0,50
182	0,54	0,53	0,51	0,57
183	0,49	0,47	0,43	0,50
184	0,48	0,45	0,47	0,50
185	0,56	0,56	0,51	0,50
IHMS(VT)	0,36	0,37	0,35	0,42

9. ZAKLJUČEK

Med cilji projekta goMURra je tudi Priprava čezmejnega načrta za inovativno trajnostno upravljanje – »Mejna Mura 2030«. V sklopu doseganja tega cilja je ugotavljanje spremenjenosti hidromorfoloških elementov mejne Mure. V skladu z metodologijo (Metodologija, 2020) smo ocenili parametre hidromorfoloških elementov na vseh 500-metrskih popisnih odsekih vodnega telesa, podali pa smo tudi končno oceno hidromorfološke spremenjenosti vodnega telesa mejne Mure ter jo primerjali z avstrijsko metodologijo (Muehlmann, 2013) ter s standardom SIST EN 15843:2010.

Na podlagi vseh razpoložljivih virov podatkov smo ocenili, da je vodno telo mejne Mure zmerno hidromorfološko spremenjeno, ter ga na ta način uvrščamo v razred ekološkega stanja dobro ali slabše. Najbolj spremenjena je kontinuiteta toka in sedimentov, zmerno spremenjeni pa so tudi morfološki parametri, zlasti zaradi regulacije struge spremenjen tlorisni potek reke, umetni material v strugi in utrjenost brega, kar povzroča prekinitve naravno pričakovanih erozijskih in sedimentacijskih procesov. Zmanjševanje vodnih količin v strugi Mure, utrjenost

bregov in antropogena raba tal ob vodotoku vplivajo tudi na zmanjševanje napajanja podzemnih voda.

V skladu s cilji Vodne direktive (Vodna direktiva, 2000) je za doseganje izboljšanja stanja površinskih voda potrebno smiselno, trajnostno in ekonomsko vzdržno urejanje porečij ter izvajanje ustreznih ukrepov. Predlagani ukrepi za izboljšanje hidromorfološkega stanja se nanašajo na popisne odseke ali območja z najslabšo oceno hidromorfoloških elementov (preglednica I.11). Z ustreznim izvajanjem ukrepov bo lažje doseženo dolgoročno izboljšanje ekološkega stanja mejne Mure ter stanja obvodnih habitatov, doseženi pa bodo tudi cilji projekta goMURra.

Preglednica I.1: Predlog ukrepov za izboljšanje hidromorfološkega stanja.

Hidromorfološki element	Predlagani ukrepi
Hidrološki režim	Povrniti reki prvotno razvejanost struge in s tem omogočiti izdatnejše napajanje podzemne vode.
Kontinuiteta vodnega toka in sedimentov	Kontinuiteta plavin in prehodnost za ribe kažeta izrazito stopnjo hidromorfološke spremenjenosti zaradi prečnih objektov vodne infrastrukture. Izboljšanje stopnje hidromorfološke spremenjenosti je mogoče z izgradnjo ribjih prehodov ob/na objektih ter s premeščanjem plavin preko prečnih pregrad v vodotoku.
Morfološke značilnosti	Za izboljšanje morfološkega stanja je potrebno omejiti antropogeno rabo tal na obrežnih in pribrežnih zemljiščih, omogočiti naravno rastje, stremeti k trajnostnemu vzdrževanju vodotoka z izvedbo sonaravnih regulacij in namesto togih gibka obrežna zavarovanja. Priporočena je odstranitev obrežnih zavarovanj na območjih zunaj naselij za izboljšanje tlorisnega poteka vodotoka.

II. BAZA PODATKOV HIDROMORFOLOŠKIH ELEMENTOV

1. UVOD

Temelj trajnostnega upravljanja voda je dobro poznavanje ekološkega stanja, ki se v skladu z Vodno direktivo (Vodna direktiva, 2000) ugotavlja na podlagi bioloških, fizikalno-kemijskih in hidromorfoloških elementov. Spremenjenost hidromorfoloških elementov predstavlja odstopanje hidromorfoloških lastnosti vodotoka ali posameznega popisnega odseka vodotoka od naravnih lastnosti zaradi človekovih posegov v vodni ekosistem. Ocena hidromorfološkega stanja zajema oceno spremenjenosti 19-tih parametrov hidromorfoloških elementov, s katerimi ocenjujemo spremenjenost hidrološkega režima, kontinuitete vodnega toka in sedimentov ter morfoloških razmer v strugi, bregu, obrežnem in pribrežnem pasu.

V okviru načrta inovativnega in trajnostnega upravljanja ter izboljšanja hidromorfološkega stanja antropogeno spremenjene mejne Mure smo pripravili skupno oceno stanja mejne Mure na podlagi stopnje spremenjenosti parametrov hidromorfoloških elementov v skladu s kriteriji ocenjevanja po Metodologiji vrednotenja ekološkega stanja vodotokov na podlagi hidromorfoloških elementov kakovosti (Metodologija, 2020) (v nadaljevanju metodologija).

Stopnjo spremenjenosti posameznega hidromorfološkega parametra smo določili na podlagi razpoložljivih prostorskih podatkov in podatkovnih zbirk ter zbranih podatkov terenskega popisa na posameznih popisnih odsekih mejne Mure. Zbrane ter obdelane podatke smo integrirali v podatkovno bazo hidromorfoloških elementov kot vhodne komponente.

Analize parametrov hidromorfoloških elementov, kriterije ocenjevanja ter interpretacijo rezultatov smo predstavili v dosežku delovnega paketa projekta goMURra "T1.2.1 Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov kakovosti in skupna ocena stanja Mejne Mure" v prvem delu tega dokumenta.

2. PREGLED ZBRANIH PODATKOV ZA OCENO SPREMNENOSTI HIDROMORFOLOŠKIH ELEMENTOV

Izhodišče za zbiranje in pregled razpoložljivih podatkov so bili kriteriji metodologije za oceno stopnje spremenjenosti posameznega parametra (Metodologija, 2020). Seznam potrebnih podatkov smo sestavili neodvisno od podatkovnega tipa, kar je omogočilo zajem in uporabo vseh razpoložljivih podatkov (preglednica II.1).

Podatek je posamezna tabela zbirke podatkov, terenskega popisa ali atributivna tabela prostorskih podatkov (v nadaljevanju prostorski sloj). Zbrane podatke smo razvrstili v 13 kategorij glede na vrsto informacije posameznega podatka ter evidentirali tip in vir podatka posamezne kategorije (preglednica II.1).

Kartografske podlage smo uporabili v izvorni obliki kot pomoč in dopolnitev pri obdelavi podatkov. Zbrane podatke smo dopolnili s podatki rezultata delovnega paketa projekta goMURra T1.1 Digitalni model rečnega korita (poglavje II.3.2.9), s strokovno presojo ter s

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

podatki terenskega popisa. Arhivski podatki, vodnogospodarska zasnova (Načelna, 2001) in druge razpoložljive študije, publikacije in poročila kot pomožni viri zbrane podatke dopolnjujejo in nadgrajujejo.

Preglednica II.1: Seznam zbranih podatkov za oceno hidromorfološke spremenjenosti mejne Mure.

VRSTA PODATKA	PODATEK	TIP PODATKA	VIR PODATKA
Hidrologija	<ul style="list-style-type: none"> - povprečni pretok 30-letnega referenčnega obdobja (1981–2010) - povprečne vrednosti pretokov zadnjega 5-letnega obdobja po letnih časih (2014–2018) - povprečne vrednosti pretokov 30-letnega referenčnega obdobja po letnih časih (1981–2010) - lokacija pritoka - povprečne urne vrednosti vodostajev opazovanega leta (2018) 	PZ	ARSO
Prečni profili	<ul style="list-style-type: none"> - kota dna v posamezni vertikali meritve prvega razpoložljivega izmerjenega prečnega profila - kota dna v posamezni vertikali meritve prvega razpoložljivega izmerjenega prečnega profila v zadnjem 5-letnem obdobju glede na leto opazovanja/ocenjevanja 	PZ	ARSO, A14
Raba tal CORINE	<ul style="list-style-type: none"> - dolžina lesne vegetacije v 5 m obrežnem pasu na popisnem odseku - površina antropogene rabe tal v 5 m obrežnem pasu na popisnem odseku - površina antropogene rabe tal v 50 m pribrežnem pasu na popisnem odseku 	GIS, TEREN	COPERNIC US - CORINE
Raba vode	<ul style="list-style-type: none"> - lokacije odvzemnih mest - tip odvzema (povraten ali nepovraten odvzem) - količine odvzemov glede na tip odvzema na popisnem odseku ali koncesija za odvzem naplavin 	GIS	DRSV, A14
Ribji odseki	<ul style="list-style-type: none"> - tip ribjega odseka na območju popisnega odseka 	GIS	ZZRS
Tloris	<ul style="list-style-type: none"> - tlorisni potek referenčnega stanja vodnega telesa (Franciscejski kataster, 1824) 	ARHIV	ARHIV RS

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

VRSTA PODATKA	PODATEK	TIP PODATKA	VIR PODATKA
Vodna infrastruktura	<ul style="list-style-type: none"> - tip objektov vodne infrastrukture na popisnem odseku - število objektov vodne infrastrukture glede na tip objekta na popisnem odseku - višina objektov vodne infrastrukture na popisnem odseku - število objektov vodne infrastrukture na vodnem telesu - lokacija protipoplavnih ukrepov (določitev oddaljenosti od vodotoka) - dolžina protipoplavnega ukrepa na popisnem odseku - dolžina objekta vodne infrastrukture v strugi na popisnem odseku - dolžina togega obrežnega zavarovanja na popisnem odseku - dolžina gibkega obrežnega zavarovanja na popisnem odseku - dolžina naravnega brega na popisnem odseku - tlorisni potek trenutnega stanja vodnega telesa 	GIS, ARHIV, TEREN	DRSV (KVON), A14
Vodna telesa	<ul style="list-style-type: none"> - tip vodnega telesa na podlagi klasifikacije o tipih površinskih voda - prispevno območje vodnega telesa 	GIS	MOP
Vrsta materiala rečnega korita	<ul style="list-style-type: none"> - tip substrata popisnega odseka vodnega telesa v skladu s preglednico M11.1 Prevladujoči substrat in odstopanje (Metodologija, 2020) - dolžina spremembe substrata na popisnem odseku - lokacije sedimentacijskih struktur na popisnem odseku 	ARHIV, GIS, TEREN	ARSO, A14
Vzdrževanje vodotoka	<ul style="list-style-type: none"> - znaki antropogenega odvzema naplavin na popisnem odseku - dolžina odstranjevanja vegetacije/prisotnost naravno pričakovane vegetacije v rečnem koritu na popisnem odseku - prisotnost lesne vegetacije v strugi in na bregovih na popisnem odseku 	ARHIV, TEREN	DRSV, A14, ARSO
Terenski popis	<ul style="list-style-type: none"> - popis hidromorfoloških značilnosti vodotoka 	TEREN	ARSO
Kartografske podlage	<ul style="list-style-type: none"> - DMV, DOF, DTK 	GIS	GURS
Dosežek T1.1 – Digitalni model rečnega korita	<ul style="list-style-type: none"> - digitalni model struge mejne Mure - sferični posnetki mejne Mure 	GIS	A14
NVZMM		ARHIV	DRSV

ARHIV – katastri, študije, publikacije, poročila; ARHIV RS – Arhiv Republike Slovenije; GIS – prostorski podatki; PZ – podatkovna zbirka; TEREN – podatki terenskega popisa; DMV – digitalni model višin; DOF – digitalni ortofoto posnetek; DTK – državna topografska karta.

3. OBDELAVA ZBRANIH PODATKOV

Procesi obdelave zbranih podatkov temeljijo na kriterijih metodologije (Metodologija, 2020). Produkti obdelave podatkov so tabele v podatkovni bazi, strukturirane kot vhodna ali podpora informacija poizvedb (vhodni podatki in podporni sloji).

Podatki, ki v izvorni obliki niso bili uporabni za poizvedbe zaradi slabe kvalitete, neustreznega podatkovnega tipa ali pomanjkanja atributov, so bili obdelani. V ta namen smo najprej izvedli pregled kakovosti in doslednosti atributov, čemur je sledila selekcija na podlagi strokovne presoje o uporabnosti posameznega podatka. Sledila je podrobnejša obdelava glede na tip podatka po kriterijih metodologije ter enotno atributiranje in preimenovanje. To je bilo potrebno zaradi lažje integracije v podatkovno bazo in učinkovite uporabe v poizvedbah.

3.1. Obdelava statističnih podatkov

Za oceno spremenjenosti hidrološkega režima smo uporabili podatke državnega hidrološkega monitoringa površinskih voda, katere skrbnik je ARSO (preglednica II.1). V analizo smo vključili podatke povprečnih vrednosti pretokov 30-letnega referenčnega obdobja (1981–2010), povprečnih vrednosti pretokov zadnjega 5-letnega obdobja (2014–2018) ter povprečne urne vrednosti vodostajev za leto 2018. V okviru obdelave hidroloških podatkov smo izvedli le združevanje podatkov hidroloških meritev iz različnih časovnih obdobj.

V analizo sprememb prečnih profilov smo vključili podatke izmerjenih prečnih profilov mejne Mure posredovane s strani A14 ter podatke izmerjenih prečnih profilov na območju vodomerne postaje Gornja Radgona I, ki jih izvaja ARSO. Izvirna oblika podatkov A14 je preglednica sprememb absolutne višine dna in stacionaž lokacij izmerjenih prečnih profilov v obdobju 1974-2012. Obdelavo in analizo podatkov o spremembi prečnih profilov smo predstavili v prvem delu tega dokumenta (poglavje I.7.3.2).

Podatke za oceno spremenjenosti prečnega profila na območju vodomerne postaje Gornja Radgona I smo integrirali v podatkovno bazo kot vhodno komponento procedure, kjer smo v skladu s kriteriji metodologije primerjali kote dna prečnega profila izmerjenega v zadnjem 5-letnem obdobju (2014–2018) ter prvega razpoložljivega izmerjenega profila (1974).

3.2. Obdelava prostorskih podatkov

Obdelavo prostorskih podatkov smo izvedli v programskem okolju aplikacije ArcMap, v katero smo vključili le podatke prostorskih slojev, ki so na prispevnem območju vodnega telesa mejne Mure (VT Mura Ceršak – Petanjci). V prvem koraku obdelave smo prostorskim podatkom določili koordinatni sistem MGI 1901 Slovenian National Grid. Nato smo izvedli obdelavo za izboljšanje kakovosti podatkov: odpravljanje slovničnih nedoslednosti zapisov ter poenotenje oblik zapisov (npr. opombe, merske enote, poimenovanja pojmov), ki predstavljajo ključne informacije za poizvedbe po kriterijih metodologije. S procesi obdelave smo zagotovili sledljivost virov podatkov.

V naslednjih korakih obdelave smo na podlagi strokovne presoje prostorske sloje razvrstili v dve skupini: podporni sloji in vhodni podatki (poglavje II.4).

Podporni podatkovni sloji služijo kot podpora nadaljnji obdelavi podatkov in procesiranju podatkov preko poizvedb podatkovne baze. Linijski sloj vodnih teles in poligonski sloj njihovih prispevnih območij smo uporabili kot osnovo za izdelavo izhodiščnega sloja popisnih odsekov ter za določitev vplivnega območja človekovih dejavnosti na hidromorfološko spremenjenost struge in obrežnih zemljišč mejne Mure. Prostorske sloje vodne infrastrukture in rabe vode za slovensko in avstrijsko stran mejne Mure smo združili v enoten prostorski sloj strukturiran za integracijo v podatkovno bazo kot vhodni podatek poizvedbe (poglavje II.3.2.6). Za natančnejšo obdelavo in interpretacijo zbranih podatkov ter pravilnejšo oceno hidromorfološke spremenjenosti smo izdelali podporne sloje obrežnega pasu v širini 5 in 50 m od struge vodotoka. Ti omogočajo natančnejšo določitev dolžine in površine obrežnega pasu glede na grafične lastnosti izhodiščnega sloja popisnih odsekov in so sestavni del poizvedb podatkovne baze.

3.2.1. POPISNI ODSEKI

V skladu z metodologijo je osnovna enota za oceno hidromorfološke spremenjenosti posameznega parametra popisni odsek (v nadaljevanju PO), dolg 500 m. Vsak PO ima svojo zaporedno identifikacijsko številko (PO_ZAP_ST). Številčenje PO se začne na točki izliva vodotoka oz. državni meji in se nadaljuje gorvodno (Metodologija, 2020).

Z uporabo različnih orodij aplikacije ArcMap ter razvojem lastnega orodja smo izdelali poligonski sloj popisnih odsekov Mure, ki je temeljni sloj za oceno stopnje hidromorfološke spremenjenosti mejne Mure. Atributivno in grafično izhodšče za izdelavo slednjega sta bila linijski prostorski sloj vodnih teles in poligonski sloj hidrografije. Poligonski sloj hidrografije smo s pomočjo pravokotnic izrezali na poligone dolge okoli 500 m (slika I.34). Odstopanja v dolžini PO (do 10 % predvidene dolžine PO) so posledica razširitev struge in/ali stranskih kanalov vodotoka, ki so znotraj tlorisa vodne površine vodotoka.

Reka Mura ima od državne meje z Republiko Hrvaško do državne meje z Republiko Avstrijo 185 popisnih odsekov dolgih okoli 500 m (slika I.34). Zadnji popisni odsek (PO_ZAP_ST = 185) je krajši, dolg le okoli 200 m.

Tloris struge mejne Mure smo posodobili na podlagi podatkov rezultata delovnega paketa projekta goMURra T1.1 Digitalni model rečnega korita.

3.2.2. RABA VODE

Podatke o vodnih dovoljenjih in koncesijah za rabo vode na slovenski strani (podatki DRSV) smo združili s podatki o rabi vode na avstrijski strani (podatki A14) (preglednica II.1). Po pregledu in odpravi slovničnih napak ter nedoslednosti v poimenovanju in atributih zapisov smo podatke o rabi vode integrirali v podatkovno bazo. Nato smo jih s proceduro selektirali na podlagi dodatnih kontrolnih kriterijev (P_H1_OBDELAVA) v skladu z metodologijo. Izbrane podatke smo shranili kot tabelo podatkovne baze (H1_ODVZEMI_VODE). Ti so po svoji strukturi in vsebini kot vhodni podatek primerni za integracijo v proceduro za oceno parametra

H1 »Odvzemi vode iz vodotoka«. V oceno vplivov odvzemov vode iz vodotoka smo vključili le odvzeme vode iz vodotoka z veljavno odločbo ne glede na vrste odvzema (povratni/nepovratni).

3.2.3. RABA TAL CORINE

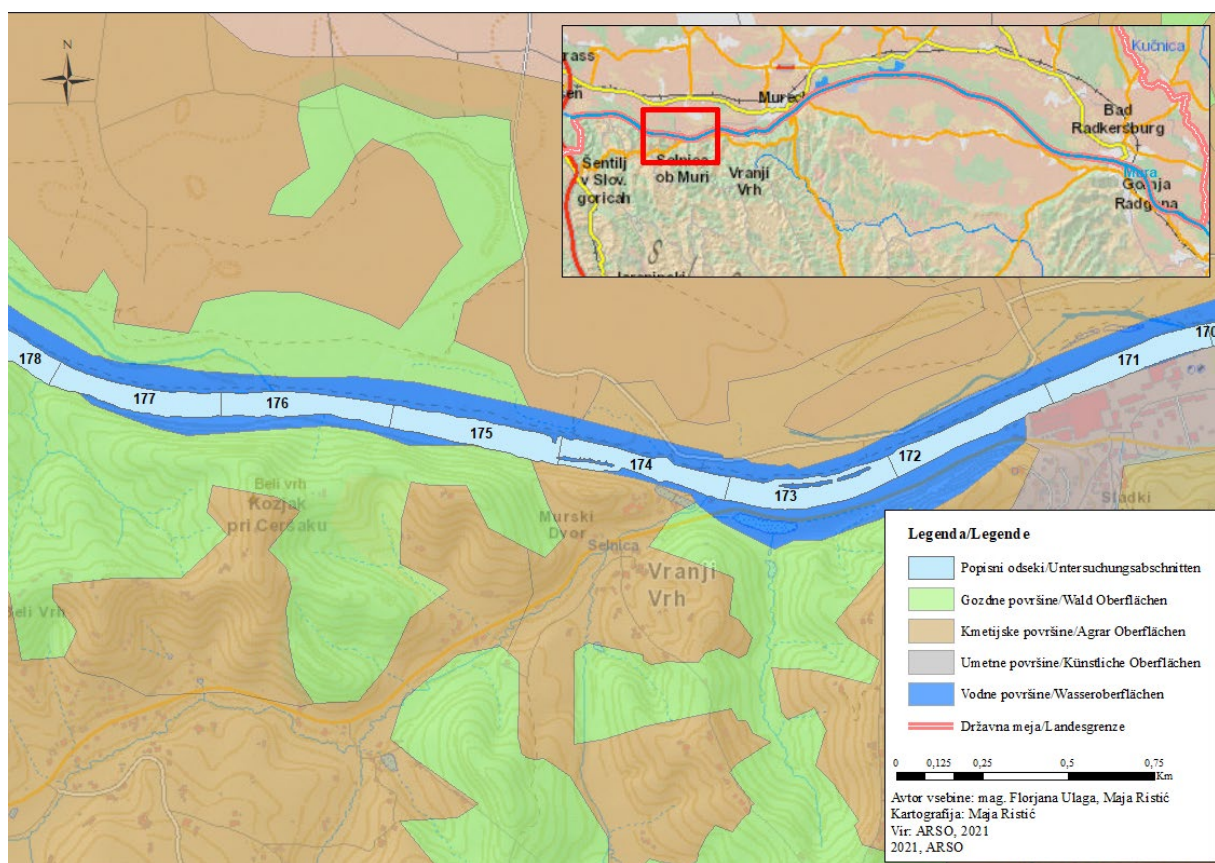
Zaradi enotnosti in doslednosti pri oceni parametrov o vplivu rabe tal na obeh bregovih mejne Mure smo uporabili prostorski sloj pokrovnosti tal CORINE evropskega programa za opazovanje Zemlje iz leta 2018.

Prostorski sloj pokrovnosti tal CORINE smo pred integracijo v podatkovno bazo pregledali in odpravili neskladnosti v zapisih. Za oceno vpliva rabe tal na stopnjo hidromorfološke spremenjenosti popisnih odsekov smo v okviru poizvedbe procedure določili delež antropogene rabe tal na obrežnem in pribrežnem pasu (pas 5 in 50 m od struge vodotoka). Osnovni sloj za določitev širine obrežnega oziroma pribrežnega pasu je sloj popisnih odsekov. V skladu s klasifikacijo prostorskega sloja CORINE smo kot antropogeno rabo tal upoštevali kmetijske površine in umetne površine (tabela vhodnih podatkov RABATAL_CORINE - stolpec OPIS1).

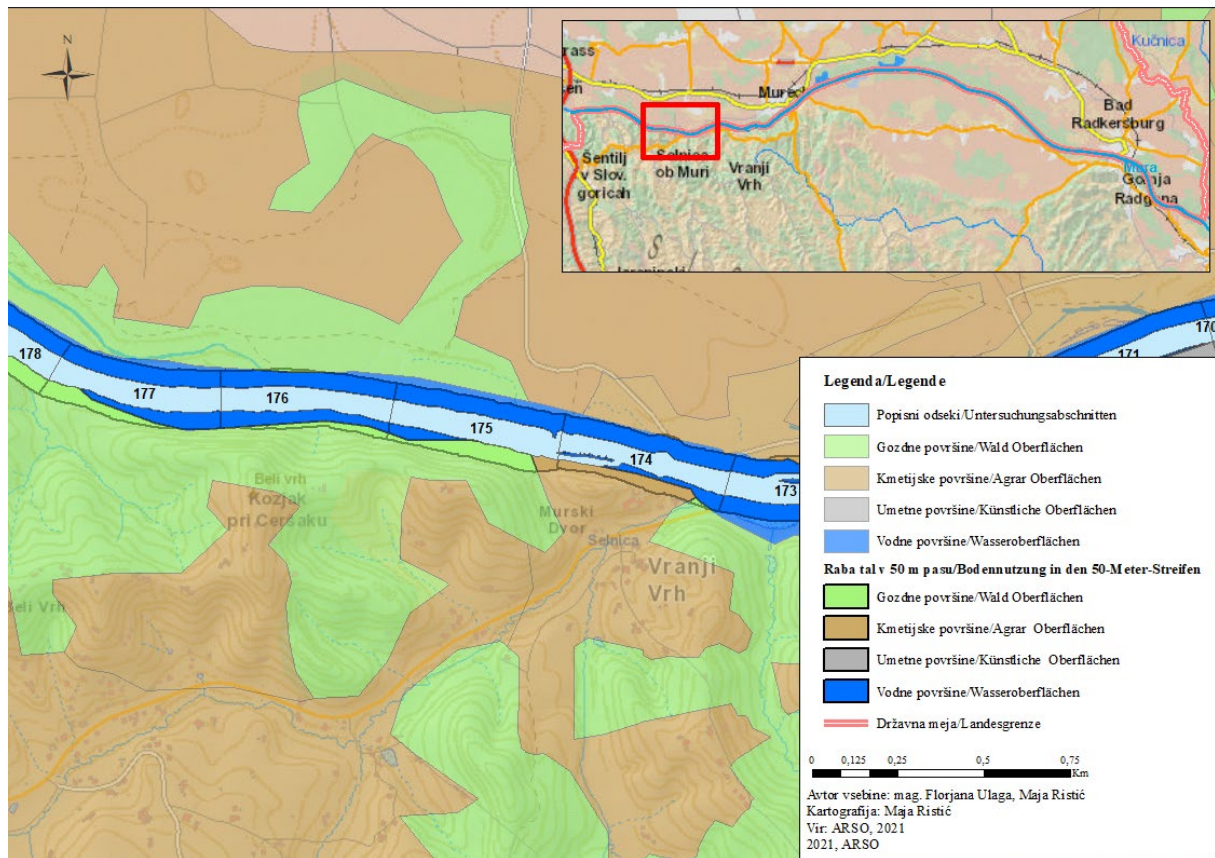
Zaradi neskladanja v obliki poligonov vodnih površin prostorskega sloja pokrovnosti tal CORINE in poligonov popisnih odsekov (večje območje vodnih površin v sloju pokrovnosti tal CORINE) (slika II.1), je prišlo do napačne ocene deleža antropogene rabe tal (slika II.2). Iz slike II.2 je na primeru izbranih popisnih odsekov razvidno, da je bila kot večji del rabe tal v 5 in 50 m pasu od struge vodotoka določena vrsta rabe »Vodne površine« namesto realne rabe. Neskladnost smo odpravili s strokovno presojo.

Na sliki II.2 je prikazan primer popisnega odseka PO_ZAP_ST = 176, kjer na levem bregu mejne Mure ni bila zaznana vrsta pokrovnosti tal »Gozdne in deloma ohranjene naravne površine«, na desnem bregu pa je bil zaznan le majhen delež gozdnih in deloma ohranjenih naravnih površin. V skladu s strokovno presojo smo na območjih neskladnosti upoštevali vrsto pokrovnosti tal, ki meji s poligonom vodnih površin prostorskega sloja CORINE. Tako smo na popisnem odseku PO_ZAP_ST = 176 določili 100 % delež gozdnih in deloma ohranjenih naravnih površin.

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov



Slika II.1: Neskladanje poteka poligonov vrste rabe tal »Vodne površine« in popisnih odsekov.



Slika II.2: Napačna ocena deleža antropogene rabe tal.

3.2.4. RIBJI ODSEKI

Podatek o tipu ribjih odsekov so leta 2017 izdelali na Zavodu za ribištvo Republike Slovenije. V okviru obdelave slednjega smo izvedli kategorizacijo ribjih odsekov v 4 tipe na podlagi obstoječih atributov: salmonidni, ciprinidni, kombiniran ter prazen ribji odsek.

3.2.5. TLORISNI POTEK

Za podatek o referenčnem stanju tlorisnega poteka mejne Mure smo uporabili slikovno gradivo Franciscejskega katastra iz arhiva Republike Slovenije, ki ponuja informacijo referenčnega stanja o rabi vode, ribjih prehodih, tlorisnem poteku, vodni infrastrukturi ter prisotnosti sedimentacijskih struktur. Referenčno stanje je stanje leta 1824, pred regulacijo mejne Mure.

Slikovne izreze katastrskih občin Franciscejskega katastra na območju mejne Mure smo georeferencirali ter ročno obdelali v poligonski sloj vodnih površin, ki odraža referenčne razmere poteka struge (slika I.20).

Za odraz trenutnega stanja tlorisnega poteka struge mejne Mure smo uporabili poligonski sloj hidrografije iz zbirke podatkov DRSV, ki smo ga obrezali na velikost prispevnega območja mejne Mure (slika I.20). Na podlagi prostorskih slojev referenčnega in trenutnega stanja tlorisnega poteka struge smo določili vodni površini, iz katerih smo pridobili oceno stopnje spremenjenosti tlorisnega poteka struge vodnega telesa mejne Mure.

3.2.6. VODNA INFRASTRUKTURA

V oceno hidromorfoloških parametrov, kateri upoštevajo objekte vodne infrastrukture, smo vključili podatke katastra vodnogospodarskih objektov (KVON) iz leta 1987 (skrbnik katastra je DRSV) ter podatke posredovane s strani A14. Obdelava podatkov o objektih vodne infrastrukture je potekala ločeno glede na vir in tip podatkov - točkovni ali linijski objekti vodne infrastrukture. Za zagotovitev enotnosti poimenovanja objektov smo jih po strokovni presoji razvrstili ter poimenovali v skladu s Pravilnikom o določitvi vodne infrastrukture (UL RS 46/05).

Podatki iz KVON so bili podani s koordinatami posameznega objekta (točkovni objekti) oziroma lokacijami začetka in konca objekta (linijski objekti). Vse objekte vodne infrastrukture smo digitalizirali ter atributirali (tip objekta, dolžina, višina, število objektov, vir podatka, opomba). Katastrske zapise linijskih objektov vodne infrastrukture smo dopolnili s podatki vodne infrastrukture levega avstrijskega brega. Vse podatke smo pregledali in dopolnili s terenskim popisom in rezultatom projektnega paketa projekta goMURra T1.1 Digitalni model rečnega korita in s tem potrdili natančnost katastra in nespremenjenost stanja objektov vodne infrastrukture.

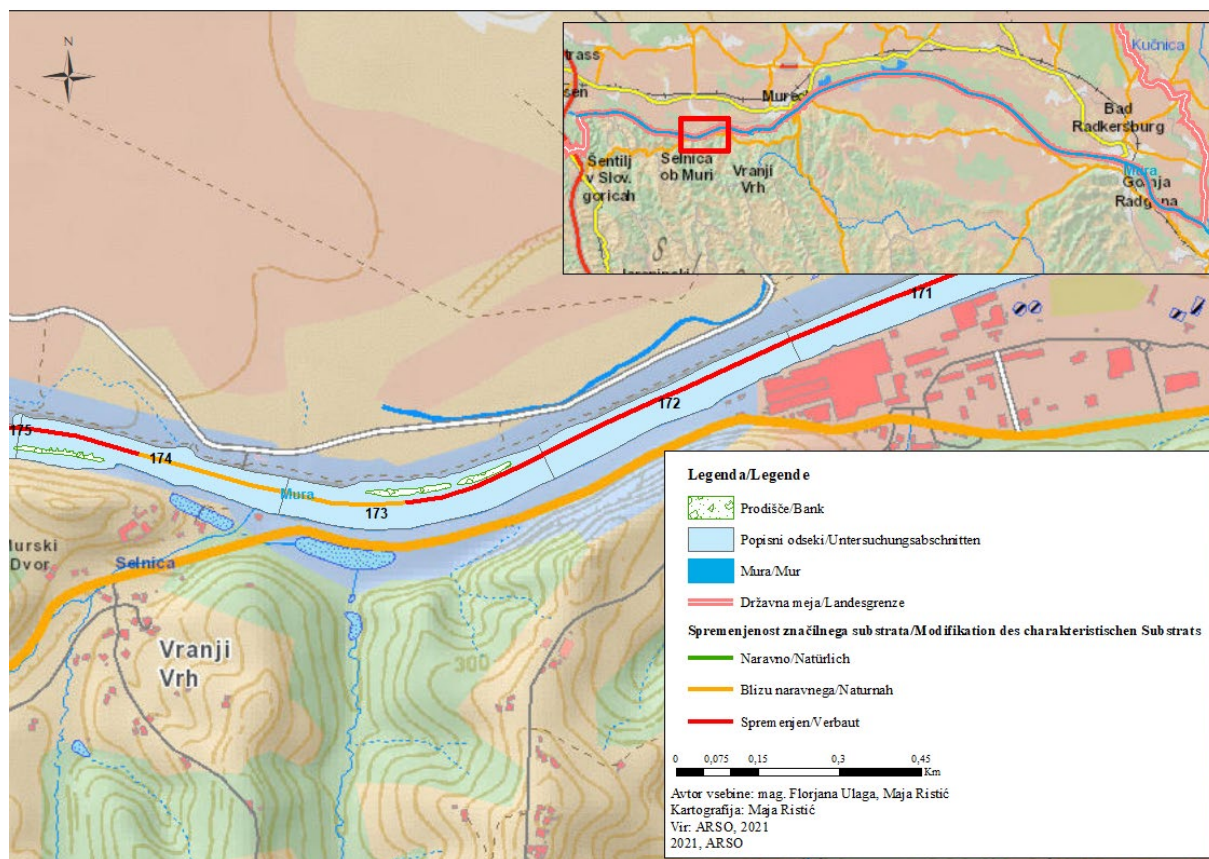
V končni fazi obdelave podatkov o objektih vodne infrastrukture smo podatke različnih virov združili glede na tip podatka: točkovni in linijski prostorski sloj objektov vodne infrastrukture. Te smo integrirali kot vhodni podatek v podatkovno bazo hidromorfoloških elementov.

3.2.7. VRSTA MATERIALA REČNEGA KORITA

V podatek »Vrsta materiala rečnega korita« uvrščamo podatke o substratu struge in prisotnosti sedimentacijskih procesov v strugi.

Podlaga za določitev značilnega substrata struge mejne Mure je bila preglednica M11.1 Prevladujoči substrat in odstopanje (Metodologija, 2020). Podatki so bili dopolnjeni s terenskim popisom in s strani A14 posredovanimi podatki o spremembah značilnega substrata na mejni Muri (slika II.3).

Podlaga za popis sedimentacijskih struktur je bil poligonski sloj hidrografije in digitalni ortofoto posnetek GURS iz leta 2019 (v nadaljevanju DOF), na podlagi katerih smo izdelali poligonski sloj sedimentacijskih struktur (prodišča) na območju vodnega telesa mejne Mure. Podatke smo preverili in dopolnili s terenskim popisom in podatki rezultata delovnega paketa projekta goMURra T1.1 Digitalni model rečnega korita (slika II.3). Prisotnost sedimentacijskih struktur smo v skladu z metodologijo uporabili za oceno stopnje spremenjenosti erozijskih in sedimentacijskih značilnosti popisnih odsekov vodnega telesa mejne Mure.



Slika II.3: Prikaz podatkov za oceno spremembe značilnega substrata in erozijskih in sedimentacijskih značilnosti.

3.2.8. VZDRŽEVANJE VODOTOKA

Podatek, da na mejni Muri ni podeljenih koncesij za odvzem naplavin, smo pridobili v podatkovni zbirki katastra o koncesijah za odvzem naplavin iz vodotokov, katerega skrbnik je DRSV. Da se na območju vodnega telesa mejne Mure ne izvajajo redna vzdrževalna dela, v okviru katerih je predvideno odstranjevanje obrežne in lesne vegetacije iz struge vodotoka, je

bilo ugotovljeno s terenskim ogledom posameznih popisnih odsekov vodnega telesa mejne Mure (slika II.4). Točnost zbranih informacij sta nam ustno potrdila upravljalca mejne Mure, DRSV in A14.

Zbrane podatke smo neposredno integrirali v proceduri podatkovne baze za oceno odstranjenosti plavin, naplavin, usedlin ter odstranjenosti vegetacije iz rečnega korita in lesne vegetacije iz struge, kar je del ocene hidromorfološke spremenjenosti popisnih odsekov (P_M14 in P_M15_M16).

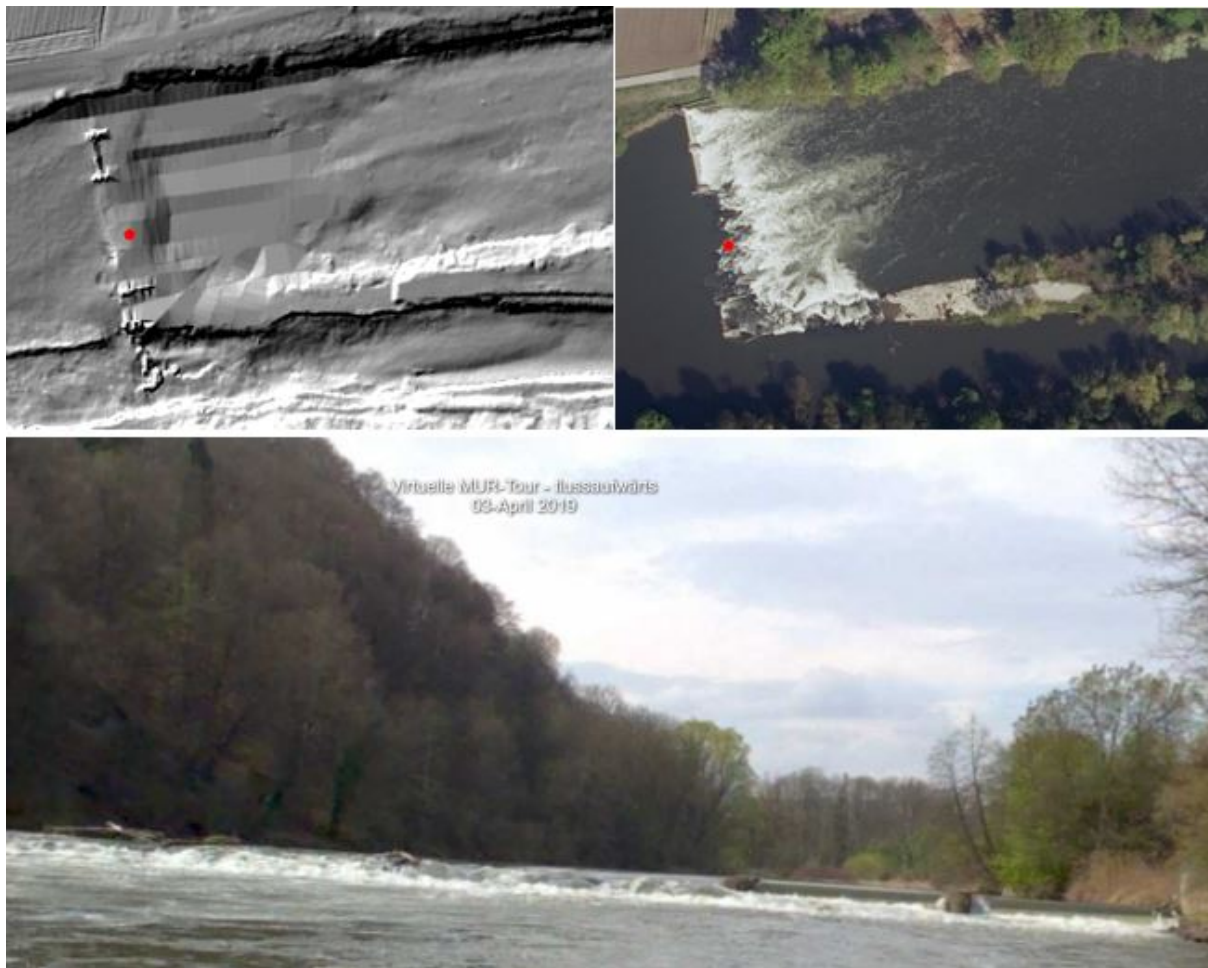


Slika II.4: Prisotnost obrežne in lesne vegetacije v strugi mejne Mure.

3.2.9. DIGITALNI MODEL REČNEGA KORITA

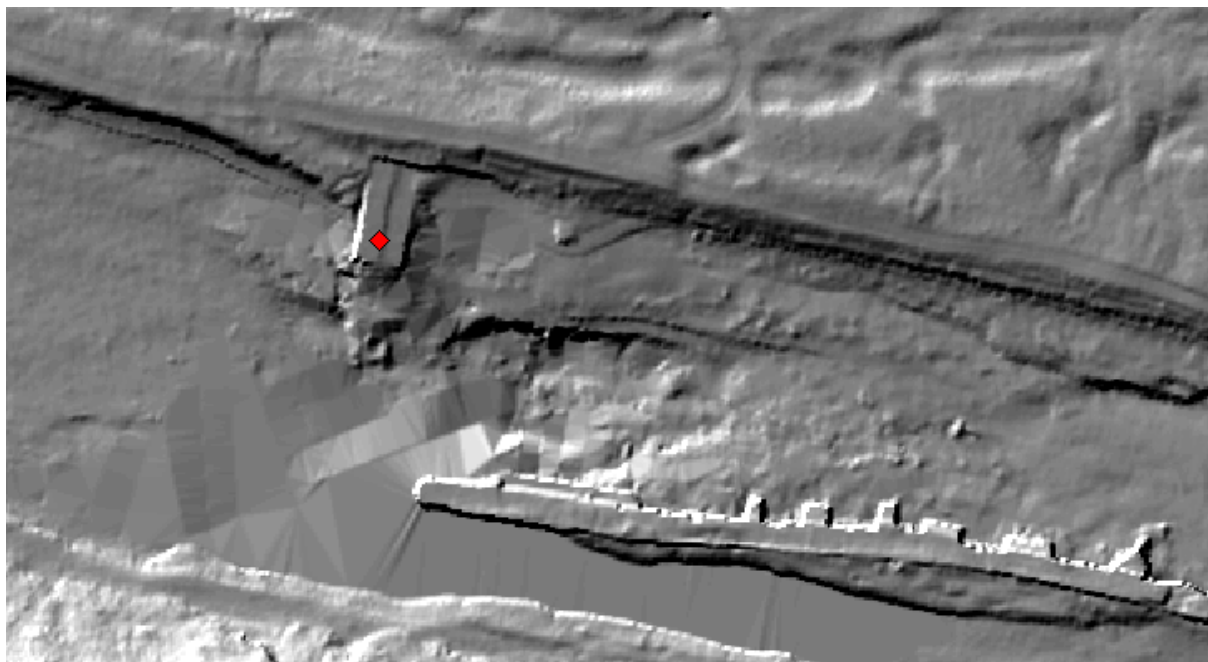
Na digitalnem modelu rečnega korita iz leta 2019 (v nadaljevanju digitalni model) smo objekte vodne infrastrukture locirali z vizualno interpretacijo oblik ter z njimi dopolnili zbirko podatkov objektov vodne infrastrukture. Primerjali smo podatke KVON, DOF, digitalni model ter sferične posnetke izdelane v okviru dosežka T1.1. Digitalni model rečnega korita (Supej et al., 2020). Sferični posnetki odražajo stanje srednjega obdobjnega pretoka ($151 \text{ m}^3/\text{s}$). V primerih, ko je bil objekt vodne infrastrukture viden na vseh prostorskih slojih, smo ga zavedli in ustrezno klasificirali (slika II.5). Ko objekt vodne infrastrukture iz katastrskih zapisov ni bil viden na digitalnem modelu in/ali sferičnih posnetkih (npr. zaradi zaraščenosti brega), vendar smo lahko na podlagi oblike brega sklepali, da breg ni naraven (npr. ni viden substrat brega), kar pomeni, da je umetno spremenjen, smo objekt vodne infrastrukture iz katastrskega zapisa

upoštevali v izračunu hidromorfološke spremenjenosti. V primerih, ko je bilo na digitalnem modelu in/ali sferičnih posnetkih vidno obrežno zavarovanje, ki v katastru objektov vodne infrastrukture ni bilo zavedeno, smo obrežno zavarovanje upoštevali in ustrezno klasificirali.



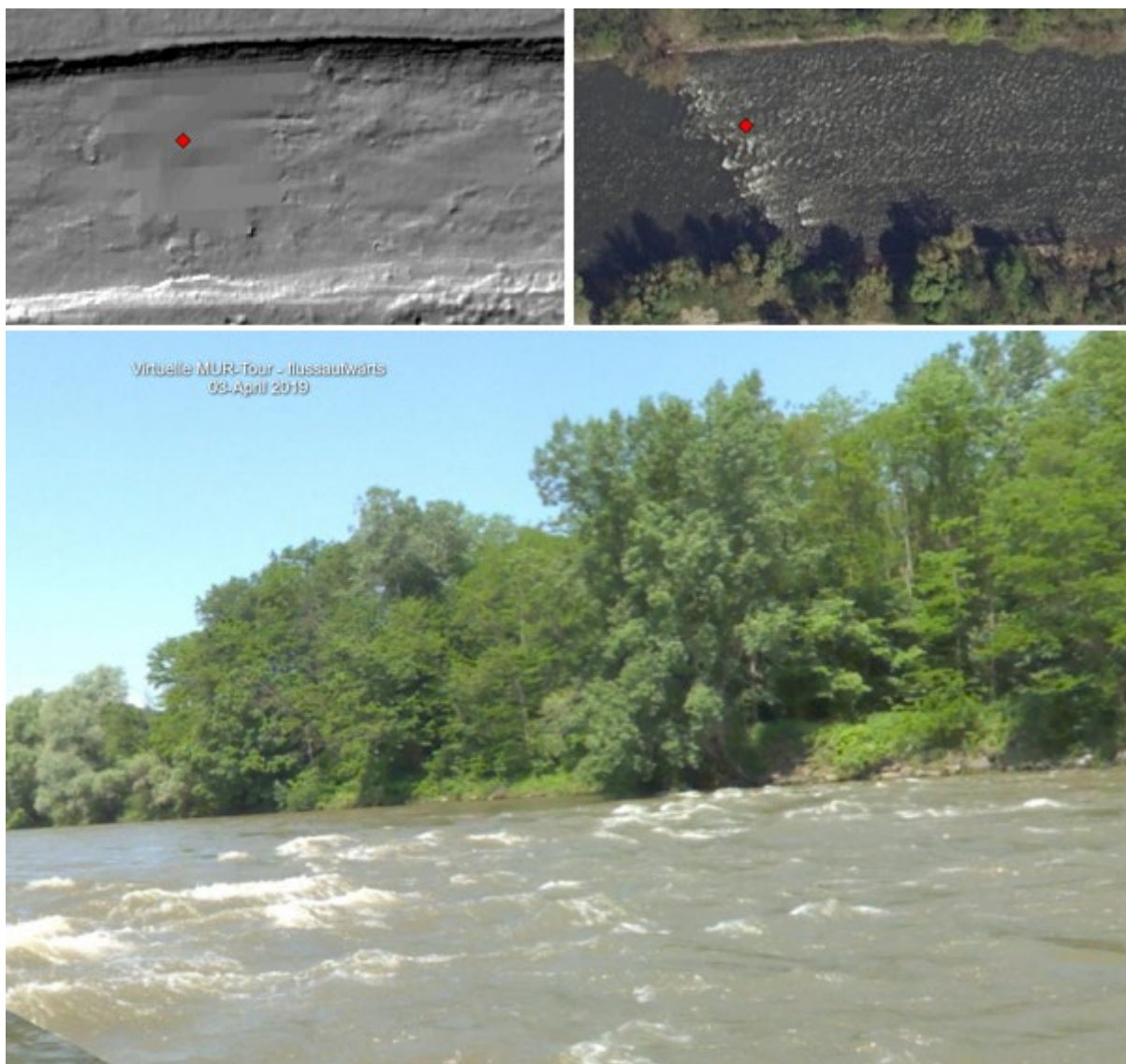
Slika 11.5: Jez Ceršak na PO_ZAP_ST = 185; digitalni model rečnega korita (levo zgoraj); DOF (desno zgoraj); posnetek sferične fotografije 1192 (spodaj).

Oblike objektov na digitalnem modelu so bile večinoma jasno vidne (primer pomol), razen na območjih relativno gladkega profila, ki je posledica turbulentnega toka. Ker niso vsa območja turbulentnega toka neposredno vezana na prisotnost prečnih objektov vodne infrastrukture, smo na teh območjih izvedli strokovno presojo prisotnosti objektov vodne infrastrukture (slika 11.6) (Supej et al., 2020).



Slika II.6: Pomol na levem bregu mejne Mure in območje gladkega profila ob vtoku vode v stranski kanal na desnem bregu (PO_ZAP_ST = 175).

V nekaterih primerih je bila ločljivost digitalnega modela zelo slaba, na DOF in sferičnih posnetkih je bil viden le turbulentni tok vode. V takšnih primerih smo objekt upoštevali le, če je bil naveden tudi v katastru vodne infrastrukture (slika II.7). V primeru, ko prečni objekt ne prekriva celotne širine struge, smo upoštevali, da njegova prisotnost ne predstavlja ovir za ribe (slika II.7).



Slika 11.7: Delni prag na PO_ZAP_ST = 182; digitalni model rečnega korita (levo zgoraj); DOF (desno zgoraj); posnetek sferične fotografije 1386 (spodaj).

4. SHEMA TOKA PODATKOV IN PODATKOVNE BAZE

Shema podatkovne baze predstavlja temelj delovnih procesov oblikovanja baze, procesiranja podatkov in predstavitve rezultatov. Za oceno hidromorfološke spremenjenosti vodotokov smo uporabili sistem Oracle podatkovne baze, do katere dostopamo preko odjemalskega programa SQL Developer.

4.1. Shema ORACLE

Oracle podatkovna baza združuje povezane vrste informacij v logične strukture, imenovane shema podatkovne baze (Leyderman, 2008).

Do Oracle podatkovne baze dostopamo preko grafičnega uporabniškega vmesnika SQL Developer, ki omogoča poizvedovanje po podatkih z uporabo SQL (Structured Query

Language) in PL/SQL (Procedural Language) računalniških jezikov. SQL je strukturiran jezik poizvedb, ki omogoča poizvedovanje po tabelah, prikaz podatkov, ustvarjanje in spreminjanje tabel in izvajanje številnih operacij. Na ta način je mogoča obdelava statističnih in prostorskih podatkov neodvisno od podatkovne baze (poglavje II.3). PL/SQL je nadgradnja SQL jezika, ki omogoča izvajanje iteracij in proceduralnih postopkov ter deklariranje konstant in spremenljivk (Leyderman, 2008).

Poizvedovanje je operacija, ki se izvaja s *SELECT* ukazom in s katero pridobimo podatke iz ene ali več tabel podatkovne baze. *SELECT* ukaz, znotraj katerega se nahaja drugi ugnezdjeni *SELECT* ukaz, imenujemo podpoizvedba (ang. *Subquery*) (Leyderman, 2008).

Shema Oracle podatkovne baze sestavljajo številni objekti kot so: tabele, materializirani pogledi, procedure, funkcije, paketi, prožilci itd. (Leyderman, 2008).

Tabele so osnovne enote shranjevanja podatkov, sestavljene iz vrstic – zapisov ter stolpcev – polja zapisa. Vsakemu stolpcu je potrebno določiti ime, podatkovni tip (varchar2, number, date, char, timestamp...) in velikost polja glede na podatkovni tip (dolžina slovničnega zapisa, natančnost podatkovnega tipa number, decimalna mesta) (Leyderman, 2008).

Procedure so podprogrami, ki predstavljajo imenovane in shranjene programske kode, s katerimi se izvede določena aktivnost in jih je mogoče večkrat izvesti. Osnovni deli procedure so: specifikacijski del, deklaracijski del, izvršni del in del obravnavanja izjem (slika II.10). V specifikacijskem delu se določi ime podprograma in seznam parametrov. V deklaracijskem delu se napovedujejo spremenljivke (lokalne spremenljivke, kazalci, konstante, izjeme) in definira njihov podatkovni tip. Poizvedovanje in manipulacija podatkov poteka v izvršnem delu s *SELECT* ukazi in kontrolnimi stavki (if, loop, case) (slika II.10). Napake, ki so rezultat izvršnega dela, se obravnavajo s programsko kodo kot izjeme (Leyderman, 2008).

Rezultat poizvedbe je neimenovano delovno področje, ki predstavlja nabor podatkov. Rezultat poizvedbe lahko shranimo kot fizični objekt podatkovne baze ali materializiran pogled (ang. *Materialized View*), s katerim izboljšamo učinkovitost poizvedbe. Materializiran pogled se ustvari in shrani vnaprej, zato ga je potrebno osvežiti po posodobitvah podatkovnih tabel, na katere se sklicuje (Potineni, 2017).

Deklarirano (poimenovano) delovno področje, ki je povezano s poizvedbo, ki vrne več vrstic, imenujemo kazalec (ang. *Cursor*). Kazalec je tip spremenljivke, ki omogoča poizvedovanje preko več vrstic, dostop do informacij ali obdelavo posameznih vrstic delovnega področja. Obstajata dve vrsti kazalcev: implicitni in eksplicitni (Moore, 2014). Implicitni kazalec se lahko uporabi brez izrecne kode za obdelavo samega kazalca (delovnega področja), kar pomeni, da nad kazalcem ni programskega nadzora. Pri eksplicitnem kazalcu je programski nadzor, kar omogoča natančen nadzor nad zapisi delovnega področja (Leyderman, 2008). Eksplicitni kazalec v prvem koraku odpremo (ukaz OPEN), poiščemo zapis ali zapise iz nabora podatkov

delovnega področja (ukaz FETCH) ter zapremo kazalec (ukaz CLOSE). Po zaprtju kazalca ni več mogoče pridobiti podatkov iz nabora podatkov (Moore, 2014).

LOOP je iteracijska struktura ali zanka, ki večkrat izvaja zaporedje ukazov in na ta način omogoča poizvedovanje ali manipulacijo s podatki kazalcev. Eksplicitni kazalec je treba odpreti znotraj zanke s strukturo LOOP ... EXIT WHEN (Leyderman, 2008):

```
DECLARE
  CURSOR cursor_name type IS query_definition;
OPEN cursor_name
  LOOP
    FETCH record;
    EXIT WHEN cursor_name%NOTFOUND;
    ...; -- process fetched row
  END LOOP;
CLOSE cursor_name;
```

Manipulacijo nabora podatkov in njihovo obdelavo lahko izvajamo s pogojno izbiro podatkov, zaporednimi stavki in iteracijsko kontrolo podatkov (kontrolni stavki znotraj zank). Za pogojno izbiro podatkov lahko uporabimo strukturi: IF ... THEN ... ELSE in CASE. Ti dve določata vrednost izbire, ki je lahko TRUE ali FALSE. Strukutra CASE izbere pogoje in izvede ustrezen ukaz. Splošna oblika ukaza je (Leyderman, 2008):

```
CASE condition
WHEN value_1 THEN expression_1;
WHEN value_2 THEN expression_2;
...
ELSE expression_default;
END CASE;
```

4.1.1. PROSTORSKI ORACLE

Shranjevanje in analiziranje prostorskih podatkov v podatkovni bazi Oracle omogoča integriran nabor funkcij in procedur, imenovan Prostorski Oracle (ang. *Oracle Spatial*). Ta omogoča tudi iskanje, posodobitev in poizvedovanje po zbirkah prostorskih podatkov in povezovanje z drugimi podatki shranjenimi v podatkovni bazi.

Geometrija prostorskih podatkov se shranjuje v stolpcu tabele (SHAPE), ki je podatkovnega tipa SDO_GEOMETRY (geometrijski zapis). Ta podaja informacijo o tipu geometrije podatka, identificira koordinatni sistem, podaja koordinate točkovnega objekta, omogoča interpretacijo ordinat in podaja koordinate mej prostorskega objekta (Murray, 2009).

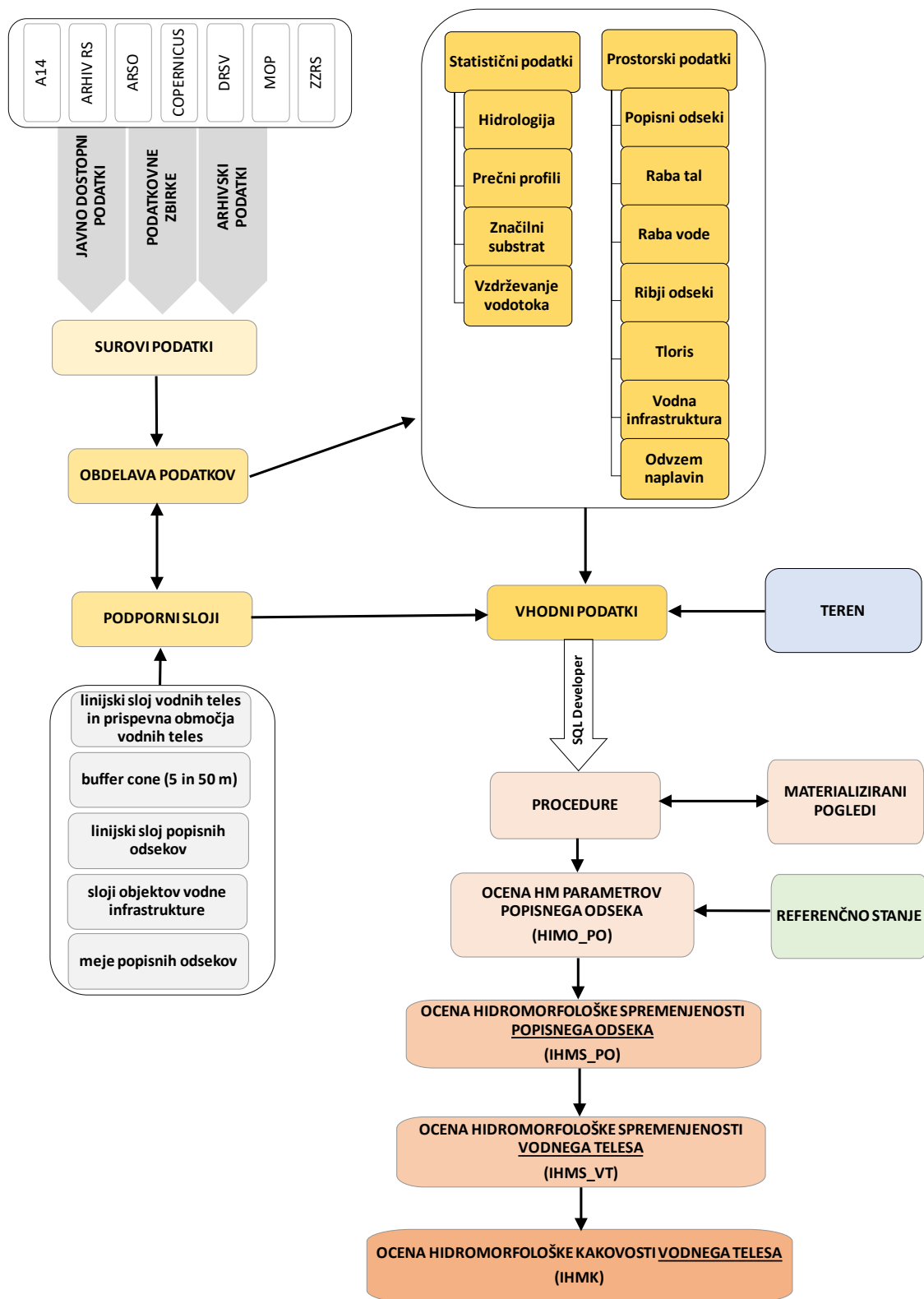
Geometrijski zapis omogoča procesiranje prostorskih podatkov z uporabo prostorskih funkcij in procedur, s katerimi je mogoče oceniti relacijske in interakcijske odnose med prostorskimi podatki. Pri procesiranju prostorskih podatkov je treba določiti število natančnosti procesiranja – toleranco. Toleranca odraža razdaljo, do katere se dve točki upoštevata kot isti podatek. Toleranca za geodetske podatke je podana v metrih, vrednost naj ne bi bila manjša od 0,05 m (Murray, 2009).

4.2. Shema HIMO

Za oceno hidromorfološke spremenjenosti vodnega telesa mejne Mure smo oblikovali shemo Oracle podatkovne baze – baza hidromorfoloških elementov. Zbrane podatke za oceno hidromorfološke spremenjenosti (preglednica II.1), imenovane surovi podatki, smo po obdelavi shranili kot vhodne podatke ter jih integrirali v Oracle podatkovno bazo. Vhodne podatke smo shranili glede na vrsto podatka. Integracijo vhodnih podatkov in podpornih slojev smo izvedli preko SQL Developer vmesnika.

Shema podatkovne baze za oceno hidromorfološke spremenjenosti mejne Mure sestavljajo tabele vhodnih podatkov, podpornih slojev, materializiranih pogledov ter tabele ocen hidromorfološke spremenjenosti mejne Mure (slika II.8). Polja tabel podatkovne baze hidromorfoloških elementov so podatkovnega tipa varchar2, number, timestamp ali sdo_geometry. Relacije med posameznimi objekti podatkovne baze so prikazane v Prilogi 1.

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov



Slika II.8: Shema toka podatkov podatkovne baze hidromorfoloških elementov.

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

Tabela ocen hidromorfološke spremenjenosti popisnih odsekov (HIMO_PO) je rezultat poizvedbenih procesov procedur za oceno parametrov hidromorfološke spremenjenosti, v kateri so ocene podali po hidromorfoloških parametrih za vsak popisni odsek vodnega telesa (slika II.9). Ta je izhodišče proceduri za izračun indeksa hidromorfološke spremenjenosti za posamezen popisni odsek (IHMS_PO) in vodno telo (IHMS_VT). Končno oceno stanja smo preko procedure izrazili z indeksom hidromorfološke kakovosti, ki odraža ekološko stanje vodnega telesa (IHMK_VT).

VTPV_ID	VTPV_IME	PO_ZAP_ST	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	
SI43VT10	VT Mura Ceršak - Petanjci	Mura	117	0	0	2	0	0	0	0	6	N/A	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0
SI43VT10	VT Mura Ceršak - Petanjci	Mura	118	0	0	2	0	0	0	0	6	N/A	0	0	3	5	0	0	0	3	0	0
SI43VT10	VT Mura Ceršak - Petanjci	Mura	119	0	3	2	0	0	5	0	6	N/A	2	0	3	3	0	0	0	3	0	0
SI43VT10	VT Mura Ceršak - Petanjci	Mura	120	0	0	2	0	0	0	0	6	N/A	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
SI43VT10	VT Mura Ceršak - Petanjci	Mura	121	0	0	2	0	0	0	0	6	N/A	0	0	3	5	0	0	0	3	0	3
SI43VT10	VT Mura Ceršak - Petanjci	Mura	122	0	0	2	0	0	0	0	6	3	0	0	3	5	0	0	0	3	0	4
SI43VT10	VT Mura Ceršak - Petanjci	Mura	123	0	0	2	0	0	0	0	6	N/A	0	0	3	5	0	0	0	2	0	3
SI43VT10	VT Mura Ceršak - Petanjci	Mura	124	0	0	2	0	0	0	0	6	N/A	0	0	3	5	0	0	0	2	0	0
SI43VT10	VT Mura Ceršak - Petanjci	Mura	125	0	0	2	0	0	0	0	6	N/A	0	0	3	5	0	0	0	3	0	0
SI43VT10	VT Mura Ceršak - Petanjci	Mura	126	0	0	2	0	0	0	3	6	N/A	0	0	3	5	0	0	0	3	2	4

Slika II.9: Del preglednice ocen hidromorfološke spremenjenosti mejne Mure (HIMO_PO).

Ocenjevanje hidromorfološke spremenjenosti popisnih odsekov mejne Mure smo izvedli s procedurami (pr. P_C7), s katerimi smo izvedli posodobitev preglednice ocen hidromorfoloških elementov (HIMO_PO) z iteracijo po naboru podatkov kazalca posameznega parametra (pr. cursor_c7) (slika II.10). V okviru kazalcev (pr. cursor_c7) smo z vgnezdjenimi poizvedbami procesirali in združevali attribute vhodnih podatkov in podpornih slojev na podlagi prostorskega odnosa ali statistične obdelave. Zaradi kompleksnosti prostorskih odnosov med posameznimi spremenljivkami procedur smo posamezne poizvedbe shranili kot materializiran pogled in na ta način zagotovili kontrolo rezultata poizvedbe v ArcMap okolju. Rezultat vgnezdenih poizvedb kazalca je nabor atributov ali vrednosti, katere smo s pogojnim ukazom CASE razvrstili v ustrezen razred ocene stopnje hidromorfološke spremenjenosti posameznega parametra (pr. c7_ocena_po). Končni rezultat kazalca procedure je tabela ocen popisnih odsekov vodnih teles (pr. cursor_c7). Procedura v zanki prebere vrednosti zapisov kazalca (ocene popisnih odsekov) (pr. cursor_c7) ter posodobi zapise preglednice ocen (HIMO_PO) (slika II.10).

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

<pre>create or replace PROCEDURE P_C7 IS</pre>	<p>SPECIFIKACIJSKI DEL/SPEZIFIKATION TEIL</p>
<pre>cursor cursor_c7 is select c7vn.vtpv_ime, c7vn.povrsinska, c7vn.po_zap_st, case when (c7vn.delez_vndolz_50 > 0 and c7vn.delez_vndolz_50 <= 5) or (c7vn.delez_vndolz_50 is null and (c7vn.vtpv_ime = any (select p.vtpv_ime from vp_popisni_odseki p, vodinf_objlin o where sdo_within_distance (p.shape, o.shape, 'distance = 50') = 'TRUE' and o.tip_ccsi = 'visokovodni nasip')))) then 0 when (c7vn.delez_vndolz_50 > 5 and c7vn.delez_vndolz_50 <= 15) then 2 when (c7vn.delez_vndolz_50 > 15 and c7vn.delez_vndolz_50 <= 35) then 3 when (c7vn.delez_vndolz_50 > 35 and c7vn.delez_vndolz_50 <= 75) then 4 when (c7vn.delez_vndolz_50 >= 75 or c7vn.vndolz_5 > 0) then 5 else null end as c7_ocena_po. . .) c7vn order by c7vn.povrsinska, c7vn.po_zap_st; c_vtpv_ime vp_popisni_odseki.vtpv_ime%type; c_povrsinska vp_popisni_odseki.povrsinska% type; c_po_zap_st vp_popisni_odseki.po_zap_st% type; c_c7 number;</pre>	<p>DEKLARACIJSKI DEL/ERKLÄRUNG TEIL</p>
<pre>BEGIN open cursor_c7; fetch cursor_c7 into c_vtpv_ime, c_povrsinska, c_po_zap_st, c_c7; while cursor_c7%found loop begin update himo_po set himo_po.c7 = c_c7 where himo_po.vtpv_ime = c_vtpv_ime and himo_po.povrsinska = c_povrsinska and himo_po.po_zap_st = c_po_zap_st; end; fetch cursor_c7 into c_vtpv_ime, c_povrsinska, c_po_zap_st, c_c7; exit when cursor_c7%notfound; end loop; close cursor_c7; END P_C7;</pre>	<p>IZVRŠNI DEL/EXECUTIVE TEIL</p>

Slika II.10: Primer procedure podatkovne baze hidromorfoloških elementov.

5. ZAKLJUČEK

Podatkovna baza hidromorfoloških elementov je shema podatkov in objektov Oracle podatkovne baze. Z njeno uporabo ocenjujemo spremenjenost parametrov hidromorfoloških elementov na podlagi razpoložljivih podatkov ter podatkov terenskega popisa. Zbrane podatke za ocenjevanje hidromorfološke spremenjenosti smo na podlagi metodologije (Metodologija, 2020) obdelali ter v skladu s strokovno presojo ocenili njihovo aplikativnost za oceno hidromorfološke spremenjenosti vodnega telesa mejne Mure. Rezultat obdelave in strokovne presoje so prostorski in statistični podatki, ki so vhodna komponenta procedur za oceno spremenjenosti hidromorfološkega parametra na popisnem odseku vodnega telesa.

Prvi korak ocenjevanja spremenjenosti hidromorfoloških parametrov je integracija vhodnih podatkov in podpornih slojev v shemo podatkovne baze. Sledi izvajanje procedur posameznega parametra, v okviru katerih poteka poizvedovanje po atributih ali statistična obdelava vhodnih podatkov in podpornih slojev v skladu z metodologijo. Na podlagi rezultatov se posodobijo tabele ocen. Najprej se posodobi tabela ocen popisnih odsekov hidromorfoloških parametrov, na podlagi te pa se izvede posodobitev ocene hidromorfološke spremenjenosti popisnih odsekov (IHMS_PO) in vodnega telesa (IHMS_VT) ter posodobitev ocene hidromorfološke kakovosti vodnega telesa (IHMK_VT). Programske kode procedur je potrebno aktivirati na ukaz po potrebi ali ob posodobitvi tabel vhodnih komponent procedure.

Baza hidromorfoloških elementov omogoča optimizirano ocenjevanje stopnje hidromorfološke spremenjenosti popisnih odsekov vodnega telesa ali vodnega telesa kot celote in je izhodišče za ugotavljanje ekološkega stanja vodnega telesa v skladu z Vodno direktivo (Vodna direktiva, 2000).

VIRI IN LITERATURA

- Allan, J., D. 2004. Landscapes and riverspaces: The influence of land use on stream ecosystems. School of Natural Resources and Environment, University of Michigan. Michigan.
- Arhiv ARSO. 2020. Arhiv hidroloških podatkov. Državni hidrološki monitoring. Agencija Republike Slovenije za okolje.
- Atlas okolja. 2020. Medmrežje: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso
- Balažič, S., Kamnik, R., Kovačič, B., 2004. Študija hidroelektrarn na reki Muri. Aktualni projekti s področja urejanja voda; Mišičev vaderski dan 2004.
- Best J. L., Bristow C. S. 1993. Braided Rivers. Geological Society Special Publication no. 75. ix + 419 pp. London, Bath: The Geological Society.
- Brilly, M., Šrej, M., Vidmar, A., Horvat, A., Koprivšek, M. 2012. Hidrološka študija reke Mure. Poročilo. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. Univerza v Ljubljani. Ljubljana.
- Cierna, M., Jones, T., Rojo Galabert, E., Schneidergruber, M., Tavares, F. 2004. Living with floods: Achieving ecologically sustainable flood management in Europe. WWF European Policy office. Bruselj.
- Drescher, A., 2016: Revitalisierung von Alpenflüssen – Beispiele aus Ost- und Süd-Österreich. Institut für Pflanzenwissenschaften der Universität Graz. Graz.
- Fogg, J., Wells, G., Davidek, J., Bernard, J., Tuttle, R. 1998. Stream Corridor Restoration: Principles, Processes and Practices. ZDA.
- Franciscejski kataster. 1824. Medmrežje: <https://podatki.gov.si/dataset/digitalizirano-arhivsko-gradivo-starih-katastrov-si-as-176-si-as-177-si-as-178-si-as-179-si-as-180-s>
- Gorišek, M., Starec, M., Aubrecht, A., 2016. Analiza stanja struge mejnega odseka reke Mure, Inštitut za vode Republike Slovenije. Ljubljana.
- Greimel, F., Schulting, L., Graf, W. et al. 2018. Riverine Ecosystem Management, Hydropeaking Impact and Mitigation. Springer.
- Grenzmur profilaufnahmen Mur – km 95,0 – 130,7. 2012. Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit, Abteilung 14, Ständige Österreichisch – Slowenische Kommission für die Mur.
- Hengl, M., Habersack, H., Hunziger, R., Nachtnebel, H. P., Mikoš, M., Schneider, J., 2001. Model transporta proda. Načelna vodnogospodarska zasnova za mejno Muro. Stalna slovensko - avstrijska komisija za mejno Muro. Ljubljana. Dunaj.

- Hribar, A. 2012. Analiza sprememb geomorfoloških oblik na reki Muri od 1824 do 2006. Varstvo narave, vol 26, 27-42.
- Kamula, R. 2001. Flow over weirs with application to fish passage facilities. Faculty of Technology, University of Oulu. Oulu.
- Kovačič, B., Balažič, S., Kamnik, R. 2004. Študija hidroelektrarn na reki Muri. V: 15. Mišičev vodarski dan. Aktualni projekti s področja urejanja voda. Maribor, str. 273-279.
- Leyderman R. 2008. Oracle Database 2 Day Developer's Guide, 11g Release 1 (11.1). Oracle.
- Metodologija vrednotenja ekološkega stanja vodotokov na podlagi hidromorfoloških elementov kakovosti. 2020. Agencija Republike Slovenije za okolje.
- Mikoš M., Krajnc A., Matičič B., Müller J., Rakovec J., Roš M. et al. 2002. Hidrološko izrazje 2002, Acta Hydrotechnica 20/32.
- Ministrstvo za okolje in prostor. 2021. Ekološko stanje površinskih voda. Medmrežje: [//http_mop.arhiv-spletisc.gov.si/?url=http%3A%2F%2Fmop.arhiv-spletisc.gov.si%2Fsi%2Fdelovna_podrocja%2Fvoda%2Fekolosko_stanje_povrsinskih_voda%2F](http://http_mop.arhiv-spletisc.gov.si/?url=http%3A%2F%2Fmop.arhiv-spletisc.gov.si%2Fsi%2Fdelovna_podrocja%2Fvoda%2Fekolosko_stanje_povrsinskih_voda%2F)
- Moore, S. 2014. Oracle Database 2 Day Developer's Guide, 11g Release 2 (11.2). Oracle.
- Muehlmann, H., 2013. Leitfaden zur Zustandserhebung in Fließgewässern Hydromorphologie. Nationale und internationale Wasserwirtschaft. Vienna.
- Murray, C. 2009. Oracle Spatial Developer's Guide, 11g Release 1 (11.1). Oracle.
- Mühlmann, H. 2013. Leitfaden zur hydromorphologischen Zustandserhebung Von fließgewässern: Hydromorphologie. Wien.
- Načelna vodnogospodarska zasnova za mejno Muro. 2001. I. faza, 1998 – 2000, Stalna slovensko - avstrijska komisija za Muro, Ljubljana – Wien.
- Novak, J., Hornich, R., Baumann, N. 2004. Načelna vodnogospodarska zasnova za Muro na mejnem odseku z Avstrijo, oziroma kaj narediti z njo? Mišičev vodarski dan. Maribor.
- Poff, N. LeRoy, Allan, J. David, Bain, Mark B., Karr, James R., Prestegard, Karen L., Richter, Brian D., Sparks, Richard E. and Stromberg, Julie C. 1997. The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. Bioscience, vol 47, no. 11, p. 769-784.

- Poplavna direktiva. 2007. Direktiva 2007/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2007 o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti.
- Potineni, P. 2017. Oracle Database Data Warehousing Guide, 12c Release 1 (12.1). Oracle.
- Pravilnik o določitvi vodne infrastrukture. 2005. Uradni list RS, št. 46/05.
- Pravilnik o evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. 2010. Uradni list RS, št. 122/08, 4/10 in 110/10.
- Pravilnik o monitoringu stanja površinskih voda. 2016. Uradni list RS, št. 10/9, 81/11, 73/16.
- Pravilnik o določitvi in razvrstitvi vodnih teles površinskih voda. 2018. Uradni list RS, št. 63/05, 26/06, 32/11 in 8/18.
- Repnik, P. 2006. Prispevek k hidromorfološki tipizaciji slovenskih vodotokov : diplomska naloga. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. Univerza v Ljubljani. Ljubljana.
- Repnik, P. 2007. Poročilo o delu inštituta za vode Republike Slovenije za leto 2007, Programski sklop: I. skupina EU politika do voda. Projekt: I/1/2 Razvoj procesa načrtovanja – podporne vsebine. Inštitut za vode Republike Slovenije. Ljubljana.
- Schmutz, S., Sendzimir, J. 2018. Riverine Ecosystem Management: Science for Governing Towards a Sustainable Future. V: Aquatic Ecology Series, volume 8. Vienna, str. 571.
- Schmutz, S., Senzimir, J. 2018. Riverine Ecosystem Management, Science for Governing Towards Sustainable Future. Springer.
- Smernice o najboljši praksi za omejevanje, blažitev ali nadomestitev pozidave tal. 2012. Delovni dokument služb komisije Evropska komisija. Bruselj.
- Stadtgemeinde Bad Radkersburg. 2020. Medmrežje: <https://www.bad-radkersburg.gv.at/die-stadt/begrueessung/>
- Standard Water Quality. 2005. Water Quality - Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers. SIST EN 14614:2005.
- Standard. 2010. Water quality – Guidance standard on determining the degree of modification of river hydromorphology. SIST EN 15843 : 2010.
- Stanič Racman, D., Mohorko, T., Urbanič, G., Petelin, Š., Đurovič, B., Dobnikar Tehovnik, M., Uhan, J., Cvitanich, I., Rotar, B. 2014. Priprava načrta upravljanja voda za

vodni območji Donave in Jadranskega morja 2015–2021. 25. Mišičev vodarski dan. Ljubljana.

- SURS. 2020. Statistični urad Republike Slovenije. Podatkovna baza Sstat. Demografsko in socialno področje. Medmrežje: https://pxweb.stat.si/SiStatDb/pxweb/sl/10_Dem_soc/10_Dem_soc_05_prebivalstvo_10_stevilo_preb_25_05C50_prebivalstvo_naselja/05C5004S.px/
- Supej, B., Kidrič, M., König, C. 2020. Izdelava homogenega digitalnega modela struge mejne Mure. Tehnično poročilo InterregV-ASI-AT2014-2020 / goMURra SIAT 250.
- Thorncraft, G., Harris, J. H. 2000. Fish Passage and Fishways in New South Wales: A Status Report. Cooperative Research Centre for Freshwater Ecology. Sydney.
- Ulaga F., 2019. Motnost slovenskih rek leta 2018. Ujma 33, 112-118.
- Vodna direktiva. 2000. Direktiva 2000/60/ES Evropskega parlamenta in sveta z dne 23. oktobra 2000, ki določa okvir za delovanje Skupnosti na področju vodne politike.
- Zakon o sladkovodnem ribištvu. 2006. Uradni list RS, št. 61/06.
- Zakon o vodah. 2012. Uradni list RS, št. 67/02, 110/02-ZGO-1, 2/04-ZZdri-A, 10/04 Odl.US, 41/04-ZVO-1, 57/08 in 57/12.
- Zauner. G., 2019. Spregovorimo o prihodnosti Mejne Mure. Bilateralna konferenca projekta goMURra. Radenci.

Priloga 1. MERILA ZA OCENJEVANJE SPREMENJENOSTI PARAMETROV HIDROMORFOLOŠKIH ELEMENTOV

Oznaka parametra	Parameter	Opis parametra	Ocena na PO / VT
H1	ODVZEM VODE IZ VODOTOKA	<p>Evidentira se odvzem vode iz vodotoka. V primeru odvzema vode je pri vsaki oceni potrebno upoštevati mesto odvzema in mesto izpusta. Vsem popisnim odsekom (PO) znotraj območja pod vplivom odvzema (tudi če območje seže v dolvodno VT) se pripiše ista ocena kot PO z odvzemom.</p> <p>0 - odvzema vode ni ali pa vsota odvzemov ne presega 5 % srednjega obdobjnega pretoka</p> <p>3 - odvzem vode je zmeren; je povraten ali nepovraten, vendar je vsota odvzemov med 5 in vključno 50 % srednjega obdobjnega pretoka</p> <p>5 - odvzem vode je prevelik; je povraten ali nepovraten, vsota odvzemov presega razpoložljive količine vode (odvzem je večji od 50 % srednjega obdobjnega pretoka)</p> <p>V primeru povratnega odvzema se ista ocena kot PO z odvzemom pripiše vsem dolvodnim PO do izpusta, tudi v primeru, če je izpust v dolvodnem VT. To pomeni, da je v primeru povratnega odvzema, ki presega 5 % srednjega obdobjnega pretoka, pod vplivom celoten dolvodni del vodotoka do povratka, ne glede na meje vodnih teles.</p> <p>V primeru nepovratnega odvzema se ista ocena kot PO z odvzemom pripiše vsem dolvodnim PO do PO, kjer evidentirano odvzem predstavlja le še 5 % ali manj srednjega obdobjnega pretoka za oceno 0, oziroma med 5 in 50 % srednjega obdobjnega pretoka za oceno 3. Če evidentiran odvzem ne pade pod omenjene vrednosti do izliva vodotoka, se ista ocena, kot PO z odvzemom, pripiše vsem dolvodnim PO vse do izliva.</p> <p>Ocena tega parametra se pripravi po metodi »slabši določa«.</p>	PO

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

Oznaka parametra	Parameter	Opis parametra	Ocena na PO / VT
H2	VPLIV VODNE INFRASTRUKTURE NA ZNAČILNOSTI VODNEGA TOKA	<p>Vodne objekte določata <i>Pravilnik o določitvi vodne infrastrukture</i> (UL RS 46/05) in <i>Zakon o vodah – 44. člen</i> (UL RS 67/02, 110/02-ZGO-1, 2/04-ZZdrI-A, 10/04 Odl.US, 41/04-ZVO-1, 57/08 in 57/12). Pri oceni parametra so upoštevani objekti vodne infrastrukture: drča, prag, jez, zapornica, pregrada.</p> <p>Ocena vključuje objekte, določene s pravilnikom, ki povzročajo upočasnitev vodnega toka in posledično spremembo fizikalno-kemijskih lastnosti vode (npr. temperature in vsebnosti kisika), kar lahko vpliva na primernost okolja za vodne organizme. Naravne pregrade na oceno parametra ne vplivajo.</p> <p>Če vodnih objektov ni ali so prisotne le naravne pregrade, značilnost vodnega toka ni spremenjena. Veliki vodni objekti znatno zaznamujejo značilnosti vodnega toka.</p> <p>0 - značilnost vodnega toka je nespremenjena ali neznatno spremenjena glede na tip objekta vodne infrastrukture</p> <p>3 - značilnost vodnega toka je delno spremenjena glede na tip objekta vodne infrastrukture – drča, prag</p> <p>5 - značilnost vodnega toka je zaradi tipa objekta vodne infrastrukture znatno spremenjena – jez, zapornica, pregrada.</p>	PO
H3	SPREMEMBA PRETOKA VODE V OBDOBJU	<p>Sprememba pretoka vode v zadnjem 5-letnem obdobju v primerjavi s 30-letnim referenčnim obdobjem v skladu s preglednico H3.1. Sprememba pretoka vode v primerjavi z obdobjem je lahko tudi odraz podnebnih sprememb. Parameter se ocenjuje na podlagi podatkov reprezentativne vodomerne postaje VT. Ocena se pripiše vsem gorvodnim in dolvodnim PO vse do morebitnega pritoka, katerega srednji obdobjni pretok presega 5 % srednjega obdobjnega pretoka vodomerne postaje.</p> <p>0 - pretok je naraven</p> <p>2 - pretok je delno spremenjen</p> <p>3 - pretok je spremenjen</p> <p>4 - pretok je močno spremenjen</p> <p>5 - pretok je znatno spremenjen</p>	VT*

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

Oznaka parametra	Parameter	Opis parametra	Ocena na PO / VT
H4	NIHANJE GLADINE VODE (Hydro-peaking)	<p>Ugotavljanje nihanja gladine vode v enem letu kot posledice zadrževanja vode za akumulacijami in izpusta iz njih, dviga zapornic in podobno. Nihanje gladine vode vpliva na ekološko oceno, ko je amplituda večja od 5 centimetrov na uro (izredna sprememba pretoka).</p> <p>0 - ni izrednih sprememb vodostajev oz. so te prisotne do vključno 5 % opazovanega časa</p> <p>3 - izredne spremembe vodostajev so prisotne od 5 % do vključno 20 % opazovanega časa</p> <p>5 - izredne spremembe vodostajev so prisotne v več kot 20 % opazovanega časa</p>	PO
C5	PREHODNOST ZA RIBE	<p>Prehod za ribe je možen prek ribje steze, ribjega dvigala, odtočnega kanala oz. je prehod naraven.</p> <p>Vodne objekte določata <i>Pravilnik o določitvi vodne infrastrukture (UL RS 46/05) in Zakon o vodah – 44. člen (UL RS 67/02, 110/02-ZGO-1, 2/04-ZZdrI-A, 10/04 Odl.US, 41/04-ZVO-1, 57/08 in 57/12)</i>. Pri oceni parametra so upoštevani naslednji objekti vodne infrastrukture: jez, zapornica, pregrada, prag.</p> <p>Prehodnost vodnih objektov in pregrad se nanaša na oceno prehodnosti za ribje vrste. Ocena prehodnosti je mogoča na osnovi ocene višine objektov.</p> <p><i>Zakon o sladkovodnem ribištvu – 19. člen (UL RS 61/06)</i>. Zaradi prehajanja rib čez grajene objekte v vodah mora investitor zagotoviti ustrezen prehod za ribe. Prehodnost je možna ob prisotnosti ribje steze, ribjega dvigala, obtočnega kanala ali je omogočen naravni prehod. Ustreznost prehoda za ribe je odvisna tudi od plavalnih sposobnosti ribjih vrst na območju. Krapovske (ciprinidne) vrste rib imajo slabše plavalne sposobnosti, zato mora biti prehod zanje položnejši oz. nižji kot za postrvje (salmonidne) vrste rib. Ribji odseki so predstavljeni v preglednici C5.1</p> <p>Pogosto morajo ribe oviro premagati s skokom. Postrvje vrste lahko v optimalnih pogojih premagajo do 1 m visoke pregrade, ostale ribe pa do 30 cm visoke pregrade. Vsaka prekinitve vodnega toka/curka (popoln slap), ki ga ribe ne morejo preplavati ali preskočiti ne glede na višino pomeni, da ni prehoda za ribe.</p> <p>Pregrade, visoke do 1 metra se smatrajo za prehodne, če v PO živijo samo salmonidne vrste rib. Če v PO živijo krapovske</p>	PO

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

Oznaka parametra	Parameter	Opis parametra	Ocena na PO / VT
		<p>vrste ali salmonidne in krapovske vrste ali pa ni znano katere, se za prehodne štejejo pregrade, visoke do 30 centimetrov.</p> <p>0 - prehodnost je omogočena; vodnih objektov ni ali pa s svojo velikostjo ne ovirajo prehoda rib (objekti do 30 centimetrov višine);</p> <p>5 - prehodnost je omogočena za postrvje vrste rib ali z objekti za krapovske vrste rib</p> <p>7 - prehodnost ni omogočena zaradi višine vodnih objektov (več kot 1 meter v vodotokih, kjer živijo postrvje vrste rib ali več kot 30 centimetrov v vodotokih, kjer živijo krapovske vrste rib) in hkrati ni objektov, ki omogočajo prehod. V primeru, da prehodnost ni omogočena za vse vrste rib, se ocena 5 pripiše še 10 gorvodnim in 10 dolvodnim PO za območja postrvjih vrst oz. 50 gorvodnim in 50 dolvodnim PO za območja krapovskih vrst. Ocena 7 se v slednjem primeru pripiše tudi PO gor oz. dolvodnega VT.</p>	
C6	KONTINUITETA PLAVIN	<p>Prehod plavin mora biti omogočen po celotnem vodotoku.</p> <p>Vodne objekte določata <i>Pravilnik o določitvi vodne infrastrukture</i> (UL RS 46/05) in <i>Zakon o vodah – 44. člen</i> (UL RS 67/02, 110/02-ZGO-1, 2/04-ZZdrI-A, 10/04 Odl.US, 41/04-ZVO-1, 57/08 in 57/12). Pri oceni parametra je upoštevano število naslednjih objektov vodne infrastrukture: jez, zapornica, pregrada, prag. Kriteriji so za tip površinskih voda določeni v preglednicah C5.1 in C6.1.</p> <p>0 - nespremenjenost ali neznatna sprememba v kontinuiteti plavin; ni ovir ali prestrezanja plavin, omogočen je prost prehod materiala</p> <p>5 - sprememba v kontinuiteti plavin, delno prestrezanje materiala</p> <p>7 - močna sprememba v kontinuiteti plavin, material zastaja za ovirami (npr. večji jezovi, visoke pregrade, veliko število objektov vodne infrastrukture)</p> <p>Pri vsaki oceni je potrebno upoštevati tudi oceno gorvodnega VT. V primeru, da je ocena spremembe kontinuitete plavin gorvodnega VT zaradi prisotnosti objektov večja od 0, ocena ocenjevanega VT ne more biti enaka 0.</p> <p><i>Zakon o vodah – 7. člen</i> (UL RS, št. 67/02, 110/02-ZGO-1, 2/04-ZZdrI-A, 10/04 Odl.US, 41/04-ZVO-1, 57/08 in 57/12). PLAVINE so trdni mineralni delci, vode jih plavijo od izvora (njihov izvor so erozijska žarišča) kot rinjene plavine po dnu strug (usedline, prod) in kot lebdeče (s tokom). NAPLAVINE</p>	VT*

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

Oznaka parametra	Parameter	Opis parametra	Ocena na PO / VT
		so trajne ali začasno odložene plavine (mivka, pesek, prod) na vodnem ali priobalnem zemljišču. PLAVJE so organski in drugi plavajoči predmeti: debla, vejevje, listje, odpadki.	
C7	PREČNA POVEZANOST	<p>Povezanost vodotoka s poplavno ravnico na obeh bregovih. Protipoplavni ukrepi lahko povzročajo spremembo prečne povezanosti, če so umeščeni na obrežnem ali pribrežnem pasu (do vključno 50 metrov od brega).</p> <p>0 - stik s poplavno ravnico je omogočen, do vključno 5 % PO je pod vplivom protipoplavnih ukrepov</p> <p>2 - 5 % do vključno 15 % PO je pod vplivom protipoplavnih ukrepov</p> <p>3 - 15 % do vključno 35 % PO je pod vplivom protipoplavnih ukrepov</p> <p>4 - 35 % do vključno 75 % PO je pod vplivom protipoplavnih ukrepov</p> <p>5 - stik s poplavno ravnico ni omogočen, več kot 75 % PO je pod vplivom protipoplavnih ukrepov. Prečna povezanost je onemogočena, če je protipoplavni ukrep na obrežnem pasu, popisnemu odseku se v tem primeru pripiše ocena 5.</p> <p>V primeru, da reka naravno nima poplavne ravnice, se parametru pripiše vrednost 0.</p>	PO
M8	Tlorisni POTEK STRUGE	<p>Ocena naravnega poteka/oblike struge</p> <p>0 - sprememba vodne površine do vključno 5 %</p> <p>3 - sprememba vodne površine od 5 % do vključno 15 %</p> <p>5 - sprememba vodne površine od 15 % do vključno 35 %</p> <p>6 - sprememba vodne površine od 35 % do vključno 75 %</p> <p>7 - sprememba vodne površine večja od 75 %</p> <p>Tlorisni potek struge se oceni kot sprememba vodne površine glede na referenčno stanje. Na ta način se zajame sprememba vijugavosti (sinusoidnosti) in razvejanosti (anastomoznosti) v primerih rek, za katere je to značilno.</p>	VT*

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

Oznaka parametra	Parameter	Opis parametra	Ocena na PO / VT
M9	PREOBLIKOVANOST STRUGE	<p>Spremenjenost prečnega profila, izmerjenega v zadnjem 5-letnem obdobju v primerjavi s prvim razpoložljivim izmerjenim profilom. Sprememba globine profila se izračuna kot razlika nadmorske višine točke stika struge s poplavno ravnico in najnižje točke profila.</p> <p>0 - sprememba globine profila do vključno 5 % 2 - sprememba globine profila od 5 % do vključno 15 % 3 - sprememba globine profila od 15 % do vključno 35 % 4 - sprememba globine profila od 35 % do vključno 75 % 5 - sprememba globine profila večja od 75 %</p>	PO
M10	UMETNI MATERIAL V STRUGI	<p>Substrat v strugi je naraven: živa skala, veliki kamni, gramoz, pesek, mulj, glina, šota ali umeten (npr. beton, večje skale v vodotokih, kjer to ni značilno)</p> <p>0 - delež umetnega materiala v strugi je do vključno 1 % dolžine PO 2 - delež umetnega materiala v strugi je od 1 % do vključno 5 % dolžine PO 3 - delež umetnega materiala v strugi je od 5 % do vključno 15 % dolžine PO 4 - delež umetnega materiala v strugi je od 15 % do vključno 30 % dolžine PO 5 - delež umetnega materiala v strugi je nad 30 % dolžine PO</p>	PO
M11	SUBSTRAT STRUGE	<p>Glede na vrsto vodnega telesa je naravni sestav substrata zelo različen. Za ocenjevanje antropogenih sprememb v sestavi substrata se sprejme sklicevanje na ustrezen tip substrata v VT. Potrebno je upoštevati tudi očitne spremembe v sestavi substrata, zlasti zamuljevanje, antropogeno blato, zamašitve. Značilen substrat za VT je predstavljen v preglednici M11.1.</p> <p>0 - substrat je značilen v pretežnem delu PO 3 - substrat je značilen na 25 do 50 % PO 5 - substrat je značilen na do vključno 25 % PO</p> <p>Parameter se ne ocenjuje za globoke reke, kjer rečno dno ni vidno.</p>	PO

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

Oznaka parametra	Parameter	Opis parametra	Ocena na PO / VT
M12	ZNAČILNOSTI BREGA	<p>Zaznamovanost brega z gibkimi in togimi ureditvami oz. umetnimi materiali na obeh bregovih. V primeru prisotnosti gibkega in togega zavarovanja se ocena določi glede na delež togega zavarovanja.</p> <p>0 - breg je naraven ali je delež gibkega obrežnega zavarovanja do vključno 10 % oz. je delež togega obrežnega zavarovanja do vključno 5 % PO</p> <p>2 - delež gibkega obrežnega zavarovanja je od 10 % do vključno 50 % oz. je delež togega obrežnega zavarovanja od 5 % do vključno 15 % PO</p> <p>3 - delež gibkega obrežnega zavarovanja je od 50 % do 100 % oz. je delež togega obrežnega zavarovanja od 15 % do vključno 35 % PO</p> <p>4 - delež togega obrežnega zavarovanja je od 35 % do vključno 75 % PO</p> <p>5 - delež togega obrežnega zavarovanja je večji od 75 % PO</p>	PO
M13	EROZIJSKE IN SEDIMENTACIJSKE ZNAČILNOSTI	<p>Erozijske in sedimentacijske značilnosti reke. Če je rečno korito iz megalitov ali makrolitov, erozija naravno ni prisotna.</p> <p>0 - erozijo je opaziti v številnih pričakovanih točkah vzdolž vodotoka, erozija je prisotna na zunanjem bregu rečnih zavojev ali pred zavojem; odlaganje plavin, prodni otoki, plitvine so opazne na nad 50 % pričakovanega območja PO</p> <p>3 - erozijo/sedimentacijo je opaziti lokalno in na omejeni dolžini od 10 % do vključno 50 % pričakovanega območja PO</p> <p>5 - erozije/sedimentacije ni ali je prisotna zelo lokalno na do 10 % pričakovanega območja PO</p>	PO
M14	ODSTRANJENOST PLAVIN, NAPLAVIN, USEDLIN	<p>Plavine, naplavine in usedline so del naravnih značilnosti vodotokov, ki sooblikujejo morfološke lastnosti vodotoka (prodne otoke, plitvine, zajezbe). Antropogeni vpliv lahko povzroča velike spremembe v morfologiji in ekosistemi.</p> <p>0 - odvzema plavin, naplavin in usedlin ni</p> <p>3 - odvzema plavin, naplavin in usedlin ni zadnjih 20 let</p> <p>5 - odvzem plavin, naplavin in usedlin je prisoten oziroma določen s koncesijo</p>	PO

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

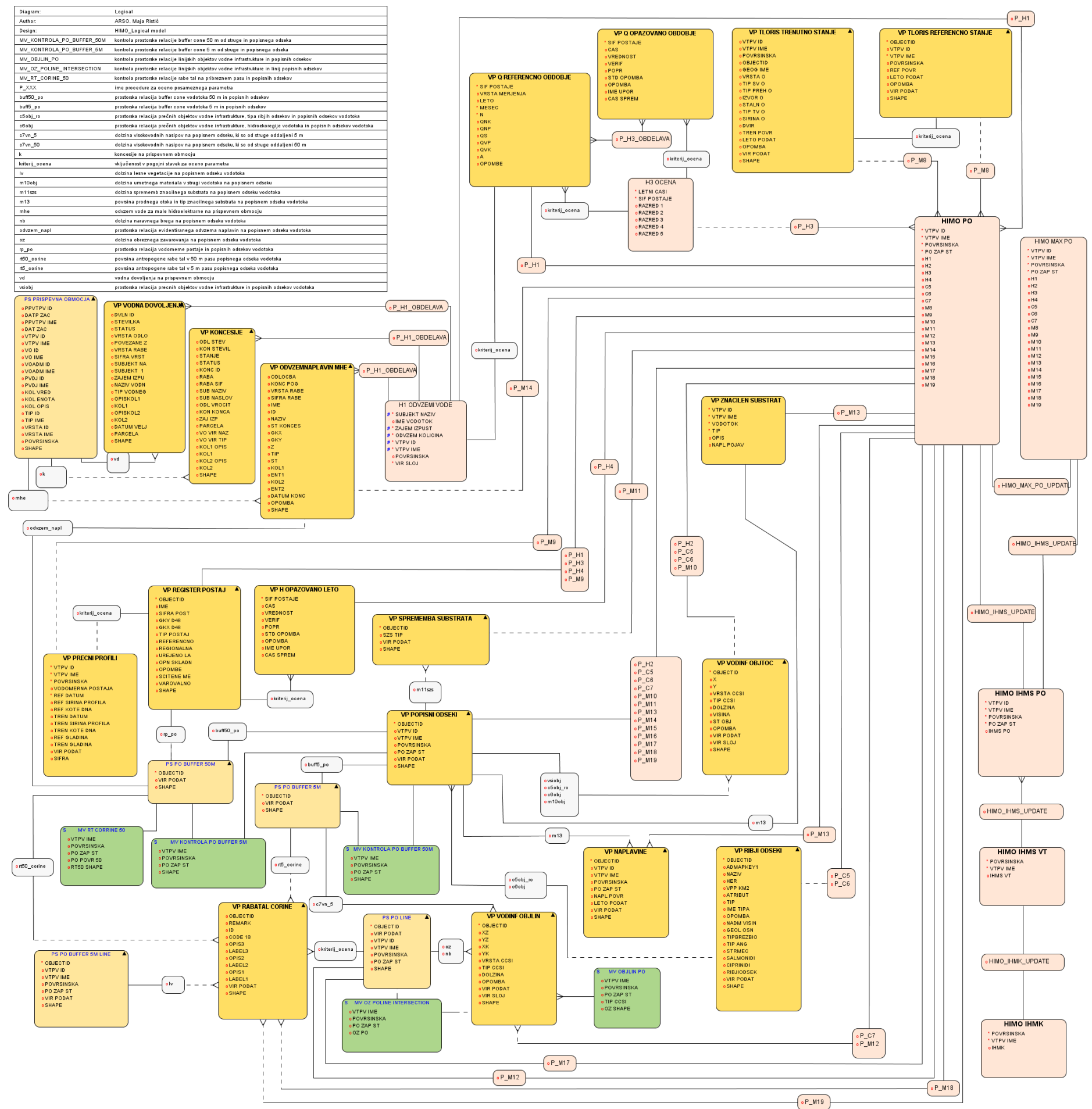
Oznaka parametra	Parameter	Opis parametra	Ocena na PO / VT
M15	ODSTRANJENOST VEGETACIJE V REČNEM KORITU	<p>Odstranjevanje vegetacije iz rečnega korita</p> <p>0 - v koritu je prisotna vegetacija, čiščenje le na do vključno 10 % dolžine PO</p> <p>2 - občasno odstranjevanje, čiščenje vegetacije, npr. na dve leti; na 10 % do vključno 50 % dolžine PO</p> <p>3 - vegetacija ni prisotna, letno čiščenje na več kot 50 % dolžine PO</p>	PO
M16	PRISOTNOST OSTANKOV LESNE VEGETACIJE V STRUGI	<p>Lesna vegetacija v strugi in na bregovih je del naravnih procesov v območju z lesno maso zaraščenega zaledja vodotoka.</p> <p>0 - ostanki lesne vegetacije se v strugi zadržujejo povsod, kjer je pričakovano, aktivnega odstranjevanja ni</p> <p>2 - ostankov lesne vegetacije je v strugi manj kot pričakovano, opazna je odstranitev le-te</p> <p>3 - količina in velikost pričakovanih ostankov lesne vegetacije v strugi odraža odstranjevanje le-te</p>	PO
M17	SKLENJENOST LESNE VEGETACIJE	<p>Na rečnem bregu so prisotna posamezna drevesa, sklenjena poraščenost, nad vodo viseče veje, velike korenine, podvodne korenine, padla drevesa na obeh bregovih.</p> <p>0 - je prisotna na nad 50 % dolžine PO</p> <p>2 - je prisotna na od 15 % do vključno 50 % dolžine PO, le na posameznih odsekih ali je prisotno nizko grmovno rastje</p> <p>3 - ni prisotna ali so prisotna le posamezna drevesa (do vključno 15 % dolžine PO)</p>	PO
M18	ANTROPOGENA RABA TAL NA OBREŽNIH ZEMLJIŠČIH	<p>Raba tal v 5-metrskem pasu od rečne struge. Ocenjuje se delež površin antropogene rabe tal v skladu s preglednico M18.1. Šifrant rabe tal določa <i>Pravilnik o evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (Uradni list RS, št. 122/08, 4/10 in 110/10)</i>.</p> <p>0 - delež antropogene rabe tal je do vključno 5 % površine</p> <p>2 - delež antropogene rabe tal je od 5 % do vključno 15 % površine</p> <p>3 - delež antropogene rabe tal je od 15 % do vključno 35 % površine</p> <p>4 - delež antropogene rabe tal je od 35 % do vključno 75 % površine</p>	PO

D. T1.2 - Ugotovljena spremenjenost hidromorfoloških elementov, skupna ocena stanja mejne Mure in baza podatkov hidromorfoloških elementov

Oznaka parametra	Parameter	Opis parametra	Ocena na PO / VT
		5 - delež antropogene rabe tal je večji od 75 % površine	
M19	ANTROPOGENA RABA TAL NA PRIBREŽNEM PASU	<p>Raba zemljišč v 50 metrskem pasu od rečne struge. Ocenjuje se delež antropogene rabe tal v skladu s preglednico M18.1. Šifrant rabe tal določa <i>Pravilnik o evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (Uradni list RS, št. 122/08, 4/10 in 110/10)</i>.</p> <p>0 - delež antropogene rabe tal je do vključno 5 % površine</p> <p>2 - delež antropogene rabe tal je od 5 % do vključno 15 % površine</p> <p>3 - delež antropogene rabe tal je od 15 % do vključno 35 % površine</p> <p>4 - delež antropogene rabe tal je od 35 % do vključno 75 % površine</p> <p>5 - delež antropogene rabe tal je večji od 75 % površine</p>	PO
Vsota ocen parametrov PO (StotPO)		Vsota največjih možnih ocen parametrov PO (SmaxPO)	
Indeks hidromorfološke spremenjenosti PO (IHMSPO)		Indeks hidromorfološke spremenjenosti VT (IHMSVT)	

PO – popisni odsek; VT – vodno telo; VT* - značilnosti parametra so enake na vseh PO, vsem PO pripišemo isto oceno; PO_ZAP_ST - zaporedna številka popisnega odseka.

Priloga 2. SHEMA PODATKOVNE BAZE



--- neobvezno razmerje tabel; — obvezno razmerje tabel.

www.gomurra.eu



Interreg 
SLOVENIJA - AVSTRIJA
SLOWENIEN - ÖSTERREICH
Evropska unija | Evropski sklad za regionalni razvoj
Europäische Union | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Projektni partnerji:



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
DIREKCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA VODE



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE



Das Land
Steiermark

→ Wasserwirtschaft

 Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus



Das Land
Steiermark

→ Katastrophenschutz
und Landesverteidigung



OBČINA
GORNJA RADGONA

Stadtgemeinde
Bad Radkersburg



Projekt goMURra (SIAT250) se v okviru Programa sodelovanja Interreg V-A Slovenja-Avstrija sofinancira s sredstvi Evropskega sklada za regionalni razvoj.