



**Hungary-Croatia**  
Cross-border Co-operation Programme

***A cross-border region where rivers  
connect, not divide***

# ForMURA

HUHR/1901/3.1.1/0001

**Mura árvízi riasztó és előrejelző modell  
aktualizálása és továbbfejlesztése**

**Nadogradnja i razvoj sustava upozoravanja i  
prognostičkog modela Mure**

**Upgrade and development of flood alarm and  
forecast model of MURA**



**Interreg**

European Regional Development Fund



EUROPEAN UNION

HU



## FŐBB PROJEKTADATOK

**Program:** Interreg Magyarország - Horvátország Határon Átnyúló Együttműködési Program  
**Projekt acronym:** ForMURA  
**Projekt címe:** Mura árvízi riasztó és előrejelző modell aktualizálása és továbbfejlesztése

**Projektazonosító:** HUHR/1901/3.1.1/0001  
**Projekt futamideje:** 2021.01.01 – 2022.08.31  
**Projekt költségvetése:** 297 891,00 EUR  
**ERFA támogatás:** 253 207,35 EUR

**Vezető kedvezményezett (LB):** Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság  
9700 Szombathely, Vörösmarty u. 2.  
vezetes@nyuduvizig.hu  
www.nyuduvizig.hu

**Kedvezményezett (B):** Hrvatske vode  
Vodnogospodarski odjel za Muru i gornju Dravu  
Međimurska 26b  
42000 Varaždin  
www.voda.hr

Fotók, illusztrációk: 12., 18., 19., 20., 21., 22., 23., 24., 28., 29., 30., 31. © Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság

1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 13., 14., 15., 16., 17., 25., 26., 27., 32., 33., 34., 35., 36. © Horvát Vizek

*Ez a brosúra az Európai Unió pénzügyi támogatásával készült. A brosúra tartalma a Horvát Vizek kizárólagos felelőssége, és semmilyen körülmények között nem tekinthető az Európai Unió és/vagy az Irányító Hatóság álláspontját tükrözőnek.*

## ELŐZMÉNYEK

A Mura folyó magyar-horvát közösérdekű 48 km-es szakaszán az árvizek okozta hatások és veszélyeztetések mindkét területet egyaránt érintik és szükségessé teszik az árvízvédekezési tevékenységben való szoros együttműködést.

A Mura teljes vízgyűjtőterületére vonatkozó nemzetközi árvízi riasztó és előrejelző rendszert, mely 6 napos vízállás és vízhozam előrejelzést szolgáltat, 2011-ben Ausztria, Szlovénia, Horvátország és Magyarország fejlesztette ki.

Jelen projektben ezt a rendszert újítottuk fel a magyar-horvát közösérdekű szakaszon úgy, hogy az 1D előrejelző modellt a legújabb adatokkal aktualizáltuk, és a kor műszaki színvonalának megfelelően továbbfejlesztettük. Szervesen illeszkedik a 2011-ben elkészült rendszerhez, és a külföldön folyó fejlesztési munkálatokhoz. A projektpartnerek közösen végezték és koordinálták a munkálatokat.

A Mura folyón a 2014 évi árhullám (úgy horvát, mint magyar területen) meghaladta a valaha mért legnagyobb vízállást, így Goričan (Horvátország) vízrajzi állomásnál +548 cm-el, Letenye (Magyarország) vízrajzi állomásnál pedig +554 cm-el tetőzött 1410 m<sup>3</sup>/s-os vízhozammal (1., 3., 4., 5., 6. kép).

A nagyterjedésű árvíz rámutatott az országon belüli és kívüli illetékes szolgálatok közötti jó együttműködés szükségességére. Mivel a folyó nem csak egy országon halad át, hanem a forrástól a torkolatig több országot is érint, nagyon fontos tudni, hogy mi történik a teljes folyószakaszon, főleg a felvízi hidrológiai viszonyokat, melyek hatással vannak az alvízi szakaszokra. A nemzetközi együttműködés szintén kivételesen fontos, főként az időbeni információcsere, mely gyors beavatkozást eredményez.



## A PROJEKTBEN ELÉRT EREDMÉNYEK

### Összehangolt, magasabb szakmai szintű magyar-horvát árvízi együttműködés a Mura árvizek levonulása során

Az illetékes magyar és horvát intézmények közös, határon átnyúló együttműködése révén az árvízből származó kockázatok lényegesen jobban megítélhetők, mivel a határon átnyúló árvízi előrejelző modell a releváns információk gyors hozzáférhetőségét teszi lehetővé a teljes Mura szakaszon.

A projekt keretében fejlesztett előrejelző modell segítségével az árvízvédelemért felelős szervezetek számára lehetőség nyílik, hogy árvízi esemény bekövetkezése esetén a védekező személyzetet hatékonyan koordinálják, és a védelmi intézkedéseket megfelelően összehangolják.

Az árvízvédelmi intézkedések hatékonyabb koordinációja érdekében a Horvát Vizek számítógépekkel és multimédiás felszereléssel szerelt fel az Árvízvédelmi Központot (7., 8., 9., 10., 11. kép).

A felszerelés célja az árvízi védekezés során a vízállásokat és vízhozamokat bemutató weboldalak könnyebb nyomon követése. Beszerzésre került 2 db számítógép, valamint egy fotogrammetriai készlet (pilóta nélküli repülő-drón szoftverrel), mely fel tudja mérni az árvíz kiterjedését, valamint a nagyvizek okozta károkat az objektumokban és partokon. A partokban és vízállásokban keletkezett károk nyilvántartására kézi GPS-készülék lett beszerelve. A videóanyagok és fényképek a Központban történő bemutatásához TV készülék és vetítőlámpával ellátott projektor került beszerzésre. A térképek és egyéb, az árvízvédekezéshez szükséges anyagok nyomtatásához színes lézernyomtató került beszerzésre. A projektből származó eszközöknek köszönhetően a Horvát Vizeknek sikerült korszerűsíteniük és fejleszteniük az Árvízvédelmi Központot, ezzel magasabb szintre emelve a passzív és az aktív árvízvédelmet.



### Pontosabb árvízi előrejelzések a jelenlegi modell fejlesztésével és az újonnan telepített vízállás mérők alkalmazásával

A Mura árvízi riasztó és előrejelző rendszert 2011-ben fejlesztette ki az érintett négy ország. Az azóta működő rendszer fenntartásában minden érintett ország részt vesz a saját valós idejű adatainak biztosításával, illetve a teljes rendszer folyamatos felügyeletével, kiértékelésével.

Jelen projektben ezt a rendszert újítottuk fel, illetve fejlesztettük tovább úgy, hogy a magyar-horvát közös érdekeltsgű Mura szakaszon az 1D előrejelző modellt a legfrissebb geodéziai adatokkal aktualizáltuk, és kiegészítettük a meteorológiai ensemble számításokon alapuló előrejelzésekkel, ill. az új, hullámtérre telepített ultrahangos vízszintregisztrálók adatainak adatasszimilációjával. Az így továbbfejlesztett modellt beintegráltuk egy modern előrejelzési keretrendszerbe, továbbá több új hullámtéri ponton biztosítjuk a távmért vízállás adatokat, az előrejelző modell eredményének pontosítása érdekében. Megtörtént az 1D modell frissítése, amelynek érdekében beszerzésre került a MIKE HYDRO River szoftver (12. kép), illetve egy új, modern többfunkciós előrejelző keretrendszer is kifejlesztésre került a megvásárolt MIKE OPERATIONS szoftver segítségével. Az adatok biztonságos tárolása, valamint megfelelő áramlása miatt szükség volt egy új pengeszerverre. Ezzel az új hardverrel sikerül kiszolgálni a továbbfejlesztett előrejelző rendszer kapacitás igényeit.



A Mura folyó mentén 7 új ultrahangos vízszintmérő lett telepítve, mely elsősorban az előrejelző modell működésének fejlesztését fogja szolgálni. A vízmércékről az adatok a nagyközönség számára az előrejelző modell weboldalán lesznek elérhetőek.

A vízszintmérő berendezések horvát területen a Mura folyó jobb partján kerültek elhelyezésre (17. kép): Sveti Martin na Muri hídján (13. kép), Podturennél (15. kép), Domašinecnél (16. kép), Goričannál a Trnavan átvéelő Fekete hídon (14. kép), Kotoribától felvízi irányban, a kotoribai vasúti hídon illetve a Dráva torkolat közelében (Veliki Pažut).



13



14



15



16



17

### Háromnyelvű weboldalon a modell eredményeinek megjelenítése többszintű elérési jogosultsággal

A modell által előállított eredményeket egy többszintű elérési jogosultságokkal rendelkező magyar, horvát és angol nyelvű weboldalon publikáljuk (<https://formura.vizugy.hu/front/#/>) (18. kép). A weboldal eléréséhez, a funkciók megismerésére egy oktatás keretében került sor. Az oktatáson a projektpartnerek árvízi előrejelzési és védekezési valamint informatikai szakértői kaptak üzemeltetési és felhasználói ismereteket az előrejelző keretrendszeréről. Megismerhették az adatáramlás menetét, az előrejelző modell tulajdonságait és funkcióit valamint a weblap funkcióit és működését. Az oktatás vizsgával zárult, ahol a vizsgázók számot adtak az oktatáson elsajátított üzemeltetési és hibafeltérési ismereteikről.



18

### Közös előrejelzési szimulációs gyakorlat a felújított modellel

Annak érdekében, hogy a fejlesztett modellt hosszú távon, fenntartható módon használjuk, egy magyar-horvát közös előrejelzési szimulációs gyakorlatot tűztünk ki, melynek keretében közösen begyakoroltuk és elmélyítettük a fejlesztett modell által nyújtott ismereteket.

Az egynapos gyakorlatra 2022.06.02-án került sor. Az előrejelzési gyakorlat első részében a projekt célcsoportjaként az árvízi előrejelzésben leginkább érintett szervezetek kaptak betekintést a továbbfejlesztett Mura árvízi előrejelző modell valamint az árvízi előrejelzési keretrendszer működésébe is. Ezt követően a projektpartnerek bemutatták, hogy az előrejelző weboldalt hogyan tudják használni árvízi események esetén.

Az előrejelzési gyakorlat második részében a partnerek egy előre beállított árhullám segítségével tesztelték az előrejelző keretrendszer működését, közösen megvizsgálták a modell különböző beállításával lefuttatott szimulációkat, valamint az ensemble tagok segítségével előállított szimulációs változatokat (19., 24. kép).



19

A szimulációs gyakorlat lezárásaként a partnerek közös dokumentumban kiértékelték az előrejelző keretrendszer működését, összefoglalták a tapasztalatokat, és javaslatokat fogalmaztak meg az előrejelző keretrendszer későbbi továbbfejlesztésével kapcsolatban.

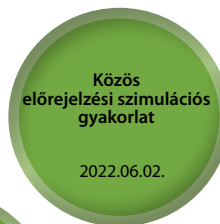
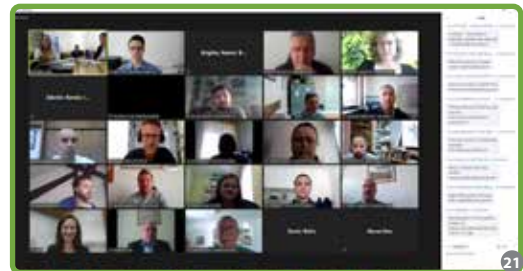
# KOMMUNIKÁCIÓ, TUDATFORMÁLÁS

A hatékony projektmegvalósítás és a projekt előrehaladásának folyamatos egyeztetése érdekében a projektpartnerek rendszeresen tartottak **projekttalálkozókat és szakértői megbeszéléseket**. A találkozók személyes és online formában zajlottak, érintve a projektben esedékes legfontosabb feladatokat.

A partnertalálkozók mellett **több terepi bejárás** is történt, melyek során a műszaki témákban érintett magyar és horvát kollégák egyeztettek a felmerülő problémákról, alkalmazkodva a projekt időbeli ütemtervéhez.

A nemzetközi Mura modell közös működtetéséhez a modell folyamatos karbantartása szükséges. Az egyedi fejlesztések során szoros szakmai együttműködés folyik Ausztria, Szlovénia, Horvátország és Magyarország között, ezért online formában megrendezésre került egy **négyszemélyes Mura szakértői találkozó**. A találkozón többek között egyeztetés folyt a 4 ország közötti jövőbeli együttműködés lehetőségeinek meghatározásáról az összehangolt folyamatok kialakítása érdekében. A találkozón részt vettek a nemzetközi Mura árvíz-előrejelző modell keretében modellezéssel és árvíz-előrejelzéssel foglalkozó vízügyi szakértők.

**A projekt tartalmának, valamint eredményeinek célcsoportok felé történő kommunikálása** a határ mindkét oldalán az alábbi tevékenységekkel történt:



Tájékoztató anyagok formájában:

- Kétnyelvű szórólap



- Újságcikkek



- Háromnyelvű brosúra  
Ezt olvassa éppen! 😊

- Projektpartnerek weboldalai, Facebook bejegyzések, tévériport

A projektet az elkészített promóciós anyagokkal népszerűsítettük, melyeket a nyitó- és zárókonferencia alkalmával eljuttattunk a résztvevőkhöz.







HR



## GLAVNI PODACI PROJEKTA

<b>Program:</b>	Interreg Program prekogranične suradnje Mađarska-Hrvatska
<b>Akronim projekta:</b>	ForMURA
<b>Naslov projekta:</b>	Nadogradnja i razvoj sustava upozoravanja i prognostičkog modela Mure
<b>Oznaka projekta:</b>	HUHR/1901/3.1.1/0001
<b>Trajanje projekt:</b>	01.01.2021.– 31.08.2022.
<b>Budžet projekta:</b>	297 891,00 EUR
<b>EFRR potpora:</b>	253 207,35 EUR
<b>Glavni korisnik (LB):</b>	Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság 9700 Szombathely, Vörösmarty u. 2. vezetes@nyuduvizig.hu www.nyuduvizig.hu
<b>Korisnik (B):</b>	Hrvatske vode Vodnogospodarski odjel za Muru i gornju Dravu Međimurska 26b 42000 Varaždin www.voda.hr

Fotografije, ilustracije: 12., 18., 19., 20., 21., 22., 23., 24., 28., 29., 30., 31. © Direkcija voda zapadnog prekodunavlja;

1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 13., 14., 15., 16., 17., 25., 26., 27., 32., 33., 34., 35., 36. © Hrvatske vode

*Ova brošura izrađena je uz financijsku pomoć Europske unije. Sadržaj brošure isključiva je odgovornost Hrvatskih voda i ni pod kojim okolnostima se ne može smatrati da odražava stav Europske unije i/ili Upravljačkog tijela.*

## PRETHODNI DOGAĐAJI

Učinci i prijetnje uzrokovane poplavama na 48 km mađarsko-hrvatske dionice rijeke Mure od zajedničkog interesa utječu na oba područja i zahtijevaju blisku suradnju u aktivnostima obrane od poplava.

Međunarodni sustav za upozoravanje i prognozu poplava za cijelo slivno područje Mure, koji daje 6-dnevnu prognozu vodostaja i protoka, razvile su Austrija, Slovenija, Hrvatska i Mađarska 2011. godine.

U ovom projektu smo ovaj sustav obnovili na hrvatsko-mađarskoj dionici od zajedničkog interesa na način da smo 1D prognostički model ažurirali s najnovijim podacima i nadogradili u skladu sa suvremenom tehnologijom. Sastavni je dio sustava završenog 2011. godine te radova na razvoju koji se odvijaju u inozemstvu. Projektni partneri su zajednički izveli i koordinirali radove.

Vodni val u 2014. godini je na stanicama (kako na hrvatskom tako i na mađarskom području) postigao zabilježeni apsolutni maksimum, tako je na hidrološkoj stanici Goričan (Hrvatska) kulminirao sa +548 cm-a, a na hidrološkoj stanici Letenye (Mađarska) sa +554 cm-a kod protoka 1410 m<sup>3</sup>/s (Slike 1., 3., 4., 5. i 6.).

Poplava velikih razmjera ukazala je na potrebu dobre suradnje nadležnih službi unutar države, ali i izvan nje. Kako rijeka ne prolazi samo jednom državom nego od izvora do ušća obuhvaća više zemalja, vrlo je bitno znati što se događa duž cijele rijeke, pogotovo hidrološke uvjete uzvodno koji imaju utjecaj na nizvodne dijelove. Međudržavna suradnja također je od iznimne važnosti, pogotovo pravovremena razmjena informacija koja rezultira brzim djelovanjem.



## POSTIGNUTI REZULTATI U PROJEKTU

### Koordinirana, profesionalnija i stručnija razina mađarsko-hrvatske suradnje tijekom obrane od poplave na rijeci Muri

Zajedničkom prekograničnom suradnjom nadležnih mađarskih i hrvatskih institucija, rizici od poplava mogu se puno bolje procijeniti, jer prekogranični model za prognozu poplava omogućuje brzu dostupnost relevantnih informacija na cijeloj dionici Mure.

Uz pomoć prognostičkog modela razvijenog u okviru projekta, organizacije odgovorne za zaštitu od poplava imati će priliku u slučaju poplavnog događaja učinkovito koordinirati osoblje za obranu te pravilno usuglasiti mjere zaštite.

U cilju učinkovitije koordinacije mjera zaštite od poplava Hrvatske vode su opremile Centar obrane od poplava računalima i multimedijском opremom (Slike 7., 8., 9., 10. i 11.).

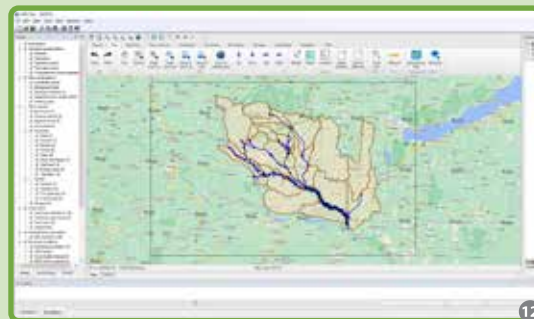
Oprema je namijenjena za lakše praćenje web stranica s prikazom vodostaja i protoka za vrijeme obrane od poplave. Nabavljena su 2 računala te fotogrametrijski komplet (bespilotna letjelica-dron sa softverom) kojim će se moći snimiti obuhvat poplava kao i oštećenja objekata i obala uzrokovana velikim vodama. Za evidenciju oštećenja nastalih na obalama i vodnim građevinama nabavljen je ručni GPS uređaj. U svrhu prezentiranja snimljenih video materijala i fotografija u Centru, nabavljen je TV uređaj te projektor s platnom. Za ispis karata i ostalog materijala za potrebe obrane od poplava nabavljen je laserski pisač u boji. Zahvaljujući sredstvima iz projekta Hrvatske vode su uspjele osuvremeniti i unaprijediti Centar obrane od poplava i na taj način podići pasivnu i aktivnu obranu od poplava na višu razinu.



### Točnije prognoze poplava razvojem trenutnog modela korištenjem novopostavljenih mjerača razine vode

Sustav za upozoravanje i prognozu poplava na Muri razvile su 4 države 2011 godine. Od tada su sve zemlje uključene u održavanje sustava pružanjem vlastitih podataka u stvarnom vremenu, odnosno kontinuiranim praćenjem i evaluacijom cjelokupnog sustava.

U ovom projektu smo sustav obnovili i dodatno razvili na način da smo 1D prognostički model na mađarsko-hrvatskoj dionici Mure od zajedničkog interesa aktualizirali najnovijim geodetskim podacima te dopunili meteorološkim ensemble prognozama i asimilacijom podataka novih, u inundaciju postavljenih ultrazvučnih mjerača razine voda. Tako razvijeni model smo integrirali u moderni okvirni prognostički sustav, nadalje u inundaciji na više točaka osiguravamo daljinske podatke vodostaja radi preciziranja rezultata prognostičkog modela. Ažuriran je 1D model na način da je nabavljen MIKE HYDRO River softver (Slika 12.) te je razvijen i jedan novi, moderni multifunkcionalni okvirni sustav za prognozu pomoću nabavljenog MIKE OPERATIONS softvera. Zbog sigurne pohrane podataka kao i zbog pravilnog tijeka podataka potreban je bio jedan novi blade server. S tim novim hardverom će se moći zadovoljiti potrebe kapaciteta nadograđenog prognostičkog sustava.



Uz rijeku Muru je postavljeno 7 novih ultrazvučnih mjerača razine vode koji će prvenstveno služiti za unaprjeđenje rada prognostičkog modela. Podaci s vodomjera će široj javnosti biti dostupni preko web stranice prognostičkog modela.

Uređaji za mjerenje razine vode su postavljeni na hrvatskom području, na desnoj obali rijeke Mure (Slika 17.): na mostu u Svetom Martinu na Muri (Slika 13.), kod Podturna (Slika 14.), kod Domašince (Slika 16.), na Čрном mostu preko Trnave kod Goričana (Slika 15.), uzvodno od Kotoribe, na željezničkom mostu u Kotoribi te blizu ušća u Dravu (Veliki Pažut).



### Prikaz rezultata modela na trojezičnoj web stranici s pravom pristupa u više razina

Rezultate dobivene modelom objavljujemo na web stranici (<https://formura.vizugy.hu/front/#/>) (Slika 18.) na mađarskom, hrvatskom i engleskom jeziku s višerazinskim pravima pristupa. Pristup web stranici te upoznavanje s njezinim funkcijama prikazao se u okviru edukacije. Tijekom edukacije stručnjaci projektnih partnera za prognozu i obranu od poplava, kao i za informatiku stekli su operativno i korisničko znanje o okvirnom sustavu za prognozu. Mogli su upoznati tijekom protoka podataka, svojstva i funkcije prognostičkog modela te funkcije i rad web stranice. Edukacija je završila ispitom na kojem su kandidati dali izvješće o operativnom znanju i otkrivanju problema stečenom na edukaciji.



### Zajednička vježba simulacije prognoze sa obnovljenim modelom

Kako bismo razvijeni model koristili na dugoročan, održiv način, planirana je zajednička hrvatsko-mađarska simulacijska vježba za prognozu poplava u okviru koje su se zajednički uvježbala i produbila znanja dobivena razvijanim modelom.

Jednodnevna vježba održana je 02.06.2022. U prvom dijelu prognostičke vježbe za prognozu poplava najviše zainteresirane organizacije kao ciljna skupina projekta dobile su uvid u rad unaprijeđenog prognostičkog modela velikih voda rijeke Mure kao i uvid u rad okvirnog sustava za prognozu poplava. Nakon toga projektni partneri su prikazali kako mogu koristiti web stranicu za prognozu tijekom poplavnih događaja.

U drugom dijelu prognostičke vježbe, partneri su testirali rad okvirnog sustava za prognozu koristeći unaprijed postavljene vodni val, zajednički ispitali simulacije s različitim postavkama modela, kao i simulacijske verzije dobivene uz pomoć enemble prognoza (Slika 19. i 24.).

Na kraju simulacijske vježbe, Partneri su u zajedničkom dokumentu ocijenili funkcioniranje okvirnog sustava za prognozu, saželi iskustva i dali prijedloge za daljnji razvoj okvirnog sustava za prognozu.



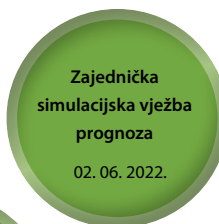
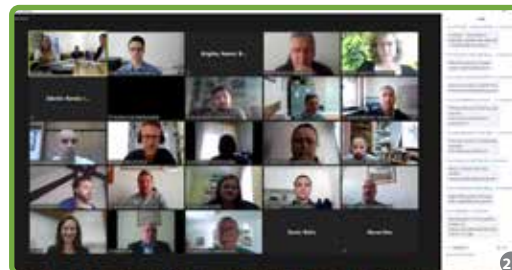
# KOMUNIKACIJA, PODIZANJE SVIJESTI

Kako bi se osigurala učinkovita provedba projekta i kontinuirana koordinacija napretka projekta, projektni partneri održavali su redovite **projektno sastanke i sastanke stručnjaka**. Sastanci su održani osobno i online, pokrivajući najvažnije predviđene zadatke projekta.

Osim sastanka partnera, održano je i **više terenskih obilazaka**, tijekom kojih su mađarske i hrvatske kolege uključeni u tehničke teme usuglašavali o nastalim problemima, prilagođavajući se vremenskoj dinamici projekta.

Za zajedničko upravljanje međunarodnog modela Mure potrebno je kontinuirano održavanje modela. Tijekom pojedinačnih razvoja postoji bliska stručna suradnja između Austrije, Slovenije, Hrvatske i Mađarske, pa je putem web platforme održan online **četverostrani stručni sastanak za Muru**. Na sastanku su između ostalog usklađivali o mogućnostima buduće suradnje 4 zemlje u cilju oblikovanja koordiniranih procesa. Na sastanku su sudjelovali stručnjaci iz vodnog gospodarstva koji se u sklopu međunarodnog prognostičkog modela poplava rijeke Mure bave modeliranjem i prognozom poplava.

**Komunikacija sadržaja odnosno rezultata projekta prema ciljnim skupinama** s obje strane granice odvijala se kroz sljedeće aktivnosti:



U obliku informativnog materijala:

- Dvojezični letak



- Novinski članci



- Trojezična brošura  
Upravo je čitate! 😊

- Web stranice projektnih partnera, Tv reportaža, facebook objave

Projekt smo popularizirali izrađenim promotivnim materijalima koji su sudionicima dostavljeni tijekom početne I završne konferencije.





**ENG**

## MAIN PROJECT DATA

**Programme:** Interreg Hungary - Croatia Co-operation Programme 2014-2020  
**Project acronym:** ForMURA  
**Project title:** Upgrade and development of flood alarm and forecast model of MURA

**Project ID:** HUHR/1901/3.1.1/0001  
**Project implementation period:** 01/01/2021 –31/08/2022  
**Project budget:** 297 891,00 EUR  
**ERDF fund:** 253 207,35 EUR

**Lead Beneficiary (LB):** West-Transdanubian Water Directorate  
9700 Szombathely, Vörösmarty u. 2.  
vezetes@nyuduvizig.hu  
www.nyuduvizig.hu

**Beneficiary (B):** Croatian Waters  
Vodnogospodarski odjel za Muru i gornju Dravu  
Međimurska 26b  
42000 Varaždin  
www.voda.hr

Photos, illustrations: 12., 18., 19., 20., 21., 22., 23., 24., 28., 29., 30., 31. © West-Transdanubian Water Directorate;

1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 13., 14., 15., 16., 17., 25., 26., 27., 32., 33., 34., 35., 36. © Croatian Water

*This brochure has been produced with the financial assistance of the European Union. The content of the brochure is the sole responsibility of Hrvatske vode, and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union and/or the Managing Authority.*

## BACKGROUND

On the 48 km long stretch of the Mura River of common interest between Hungary and Croatia, flood impacts and risks are inseparably linked to both areas, and therefore close cooperation in protection activities is needed.

In 2011, Austria, Slovenia, Croatia and Hungary developed an international flood alarm and forecasting system for the entire Mura River Basin, which provides a 6-day water-level and discharge forecast.

In this project, we renewed this system on the HR-HU section of the Mura River of common interest, upgrading the existing 1D forecasting model with the latest data and further developing it using the latest technology. The system is an integral part of the flood alarm and forecasting system completed in 2011, as well as of ongoing developments abroad. The work was carried out and coordinated jointly by the project partners.

The 2014 flood wave on the Mura (both on Croatian and Hungarian territory) exceeded the highest water level ever recorded, peaking at +548 cm at the Goričan (Croatia) hydrographic station and +554 cm at the Letenye hydrographic station, with a discharge of 1410 m<sup>3</sup>/s (Figure 1, 3, 4, 5 and 6).

The extensive flooding has highlighted the need for good cooperation between the relevant services within and outside the country. Since the river does not only cross one but several countries from its source to its mouth, it is extremely important to know what is happening along the whole stretch of the river, especially the hydrological conditions upstream which have an impact on the downstream sections. International cooperation is also of the utmost importance, especially the timely exchange of information that allows rapid intervention.



## THE RESULTS ACHIEVED DURING THE PROJECT

### Coordinated Hungarian-Croatian cooperation in flood protection at a higher professional level during travel time of floods of the Mura

Through joint cross-border cooperation between the competent Hungarian and Croatian institutions, flood risks can be significantly better assessed, as the cross-border flood forecasting model allows for the quick accessibility of relevant information along the entire stretch of the Mura.

The forecasting model developed in the project allows organisations responsible for flood protection to coordinate protection staff effectively and harmonise protection measurements in case of a flood event.

In order to coordinate flood protection measures effectively, Croatian Water has equipped the flood protection centre with computers and multimedia equipment (Figure 7, 8, 9, 10 and 11).

The equipment was designed to facilitate the monitoring of websites showing water levels and water discharge during flood protection. 2 computers and a photogrammetry kit (with unmanned flying drone software) were purchased, which allows the recording of flood coverage and damage caused by high water levels to objects and banks. A manual GPS device was purchased to record damage to banks and water facilities. A TV set and a projector with a screen were purchased for the presentation of the video footage and photographs taken at the centre. A colour laser printer was purchased for printing maps and other materials for flood protection purposes. Thanks to the funds from the Croatian Waters project, the flood protection centre was upgraded and improved, so it can raise the level of passive and active flood protection.



### More accurate flood forecasts by developing the current model and applying the newly deployed water-level telemeters

The Mura flood alarm and forecasting system was developed in 2011 by the 4 countries concerned. Since then, all countries have been involved in the operation and maintenance of the system, providing their own real-time data and continuously monitoring and evaluating the overall system.

In this project, we renewed and further developed this system by upgrading the existing 1D forecast model for the Croatian-Hungarian section of the Mura River of common interest with the latest geodetic data, supplemented by forecasts based on meteorological ensemble calculations and data assimilation from new ultrasonic water level registering devices installed in the flood-plain. The improved model has been integrated into a modern forecasting framework, and remote water level data at several new foreshore points are provided to refine the forecast model results. An upgrade of the 1D model was completed, for which MIKE HYDRO River software was procured (Figure 12), and a new state-of-the-art multifunctional forecasting framework system was developed using the purchased MIKE OPERATIONS software. A new blade server was needed to ensure secure data storage and proper data flow. With this new hardware, the capacity requirements of the upgraded forecasting system can be met.



7 new ultrasonic water level meters have been installed along the Mura River,, mainly to improve the work of the forecasting model. The data from the telemeters will also be available to the public via the forecasting model website.

The water level meters have been installed on the right bank of the Mura River in Croatia (Figure 17): on the bridge over Sveti Martin na Muri (Figure 13), near Podturen (Figure 14), near Domašinec (Figure 16), on Crni Most on Trnava near Goričan (Figure 15), upstream of Kotoriba, on the railway bridge to Kotoriba and near the mouth of the Drava (Veliki Pažut).



### Displaying results on the trilingual website, through multiple levels of access

The results obtained from the model are published on the website (<https://formura.vizugy.hu/front/#/>) (Figure 18) in Hungarian, Croatian and English with multi-level access. The access to the website and the presentation of its functionalities were presented in the course of a training. The training provided the project partners' flood forecasting and protection and IT experts with operational and user knowledge of the forecasting framework. They were introduced to the data flow, the features and functions of the forecasting model, and the operation and management of the website. The training ended with an exam, where the examinees demonstrated their operational and debugging skills.



### Joint forecast simulation practice with the renewed model

In order to use the developed model in a sustainable way in the long run, a joint Croatian-Hungarian forecast simulation exercise was planned, where the knowledge provided by the developed model would be practiced and improved.

The one-day exercise took place on the 2nd of June 2022. In the first part of the forecasting exercise, the organisations most involved in flood forecasting as target groups of the project were given an insight into the work of the renewed Mura flood forecasting model, as well as the operation of the flood forecasting framework system. Subsequently, project partners were shown how they can use the forecasting website during flood events.

In the second part of the forecast practice, the partners tested the work of the forecasting framework using a pre-set water wave, simulations tested together with different model settings, and simulation variants obtained using the Ensemble forecast (Figure 19 and 24).

At the end of the simulation practice, the partners evaluated the forecasting framework system in a joint document, summarised the experience and made recommendations for further development of the forecasting framework.



## COMMUNICATION, RAISING AWARENESS

To ensure effective project implementation and continuous coordination of project progress, project partners organised regular project and expert meetings. The meetings took place in person and online and covered the main tasks due in the project.

In addition to the partner meetings, several site visits were carried out, during which Hungarian and Croatian colleagues involved in technical issues discussed the problems encountered, in line with the project schedule.

The joint operation of the international Mura model requires ongoing maintenance. For specific developments, there is close professional cooperation between Austria, Slovenia, Croatia and Hungary, which is why a quadrilateral Mura expert meeting was organised online. Among other things, the meeting discussed the possibilities for future cooperation between the 4 countries in order to establish coordinated processes. The meeting was attended by water experts working on modelling and flood forecasting in the framework of the international Mura flood forecasting model.

**Communication of the project content and results to target groups on both sides of the border was achieved through the following activities.**



Kick-off conference  
15th of June 2021



Data workshop  
5th of October 2021

The joint simulation  
forecast practice  
2nd of June 2022



Closing conference  
5th of July 2022



In the form of information materials:

- Bilingual leaflet



- Newspaper articles



- Trilingual brochure  
You are just reading it! 😊

- Websites of project partners, TV Reportage, Facebook

The project was promoted through prepared information materials handed out to participants at the kick-off and final conferences.





**Hungary-Croatia**  
Cross-border Co-operation Programme

***A cross-border region where rivers  
connect, not divide***



European Regional Development Fund

[www.huhr-cbc.com](http://www.huhr-cbc.com)