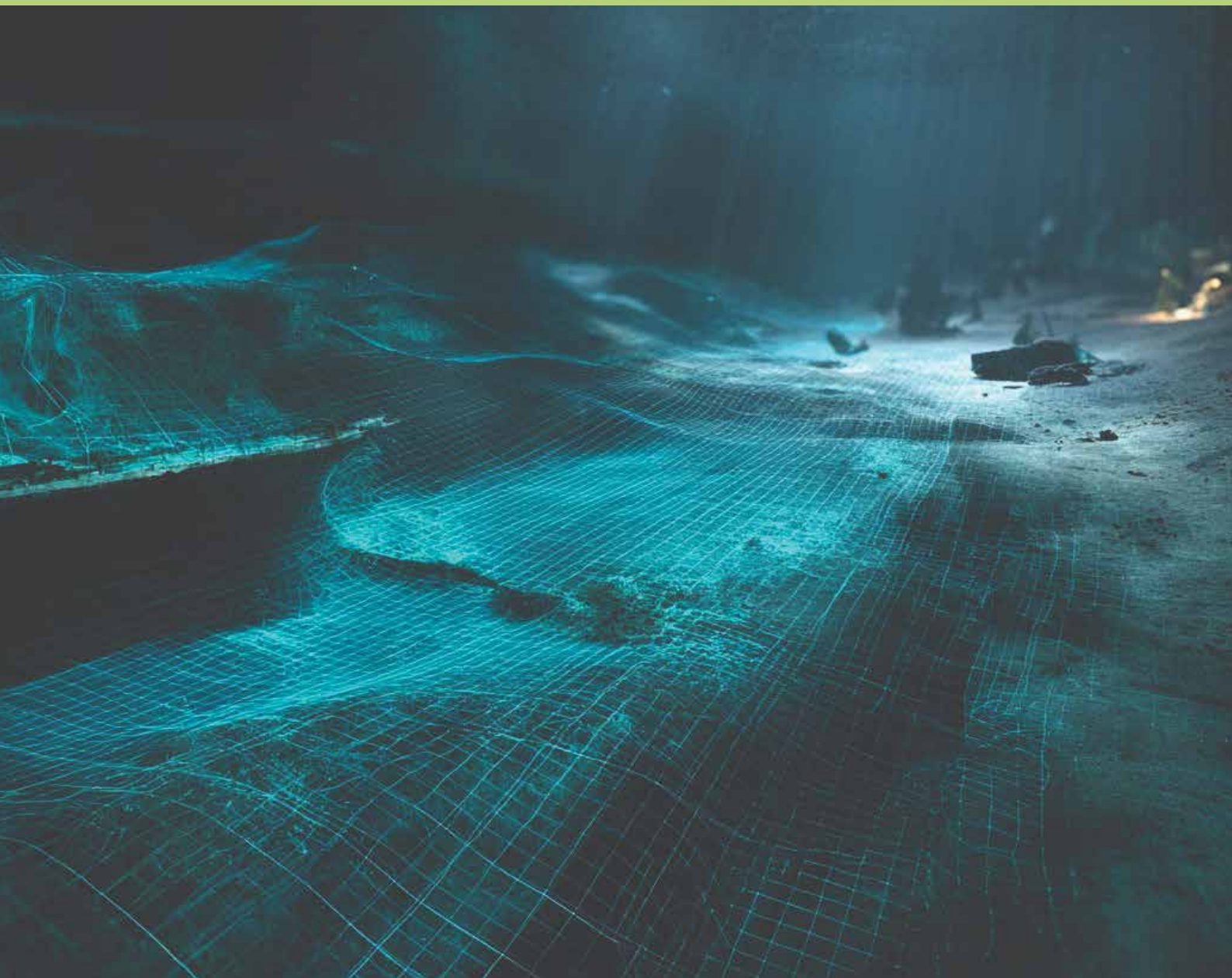


# Vízimentést segítő, mesterséges intelligencia alapú szenzorrendszer a katasztrófavédelem számára



**PÁZMÁNY**

Pázmány Péter Katolikus Egyetem  
Információs Technológiai és Bionikai Kar

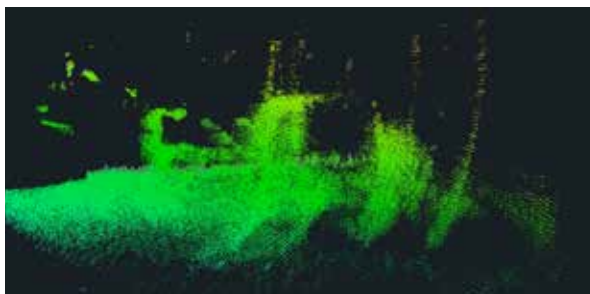


NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ PROJEKT

## Mesterséges intelligencia és kiterjesztett valóság a vízi mentésben

Képzelnünk el egy mentőbúvárt, aki egy olyan folyóba ereszkedik le, ahol a látótávolság közel nulla. A víz szürke és örvénylő, a sodrás húzza, és minden mozdulat azzal fenyeget, hogy egy ismeretlen szerkezetbe akad. A búvár mégis magabiztosan tájékozódhat – mert a sisak belsejében megjelenő virtuális kijelző értelmezhető térbeli képet ad a víz alatti környezetről, mintha egy láthatatlan térkép vezetné minden lépését. Ez nem tudományos-fantasztikum: ez a Pázmány Péter Katolikus Egyetem Információs Technológiai és Bionikai Karán (Pázmány ITK) végzett munkánk alapvető víziója, ahol olyan AR/VR-alapú eszközöket fejlesztünk, amelyek a szonárméréseket a víz alatti feladatok során használható látható információvá alakítják, mesterséges intelligenciára és emberközpontú tervezésre támaszkodva.



Szonáradatok 3D pontfelhőként

A TKP2021-NVA-27 projekt, „**Vízimentést segítő, mesterséges intelligencia alapú szenzorrendszer a katasztrófavédelem számára**” címmel, a Páz-

mány Egyetemen valósult meg a Tématerületi Kiválósági Program 2021 keretében. A kutatást Dr. Cserey György vezette az **Érzékelő robotika labor** keretében, és célja egy alkalmazásközel prototípus kiépítése volt – a valós felhasználói igényektől a víz alatt is alkalmazható érzékelésen és az AR/VR vizualizáción át – a rossz látási viszonyok között végzett műveletek biztonságosabbá, gyorsabbá és hatékonyabbá tétele érdekében.



Autóobjektum a pontok mögött

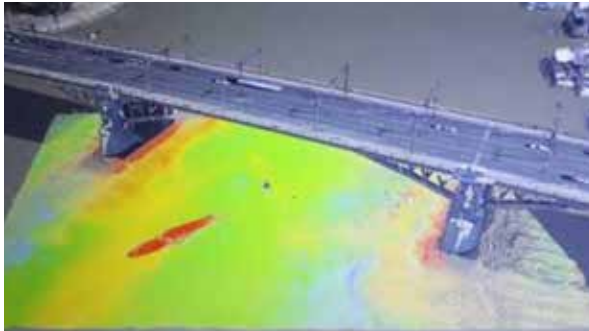
Amikor a víz átlátszattanná válik, a mentésnek akkor is szüksége van „látásra”. A szonárviesszhangokat tájékozódásra alkalmas 3D térértelmezéssé alakítjuk – valódi bevetésekre, valódi csapatoknak és valósi idejű használatra tervezve.

## Miért van szükség a vízi mentésben egy újfajta „látásra”?

A vízi katasztrófafekezésben a hagyományos kamerák és fényforrások gyakran kudarcot vallanak. Mély vízben, zavaros folyókban vagy erősen szennyezett környezetben még az erős megvilágítás sem ad megbízható képet; a látótávolság centimé-

terekre zsugorodhat. Ma a professzionális csapatok gyakran szonárt használnak a meder vagy egy roncs mélységi/domborzati képének elkészítésére. A búvár azonban ezt az információt jellemzően a merülés előtt, a felszínen látja, majd emlékezetből

kell tájékozódnia – lényegében orientációs visszajelzés nélkül. Erős sodrásban és ismeretlen alakzatok között ez azt jelentheti, hogy „vakon” kell dolgoznia, extrém időnyomás alatt kitapogatva a szerkezeteket és tárgyakat. Ez nemcsak lassú, hanem életveszélyes is lehet.



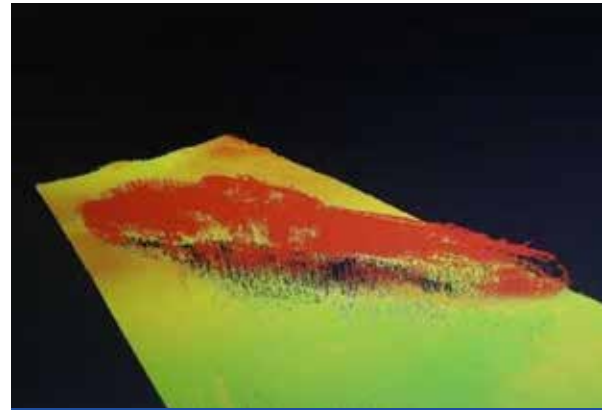
Az elsüllyedt Hableány helyzete a Dunában.

A projektet valós események motiválták – mindenneelőtt a 2019-es **Hableány-katasztrófa** a Dunán –, amely rávilágított arra, milyen nehéz az áldozatok és tárgyak felkutatása rossz látási viszonyok között, és mennyire korlátozott lehet a bűvár helyzetfelismerése a víz alá merülés után. Egy egyszerű műveleti igényből indultunk ki: a bűvároknak és a

### A projekt víziója és megközelítése

Megközelítésünk három technológiai pillért egyesít: **víz alatti érzékelés, szenzorfüzió alapú és 3D rekonstrukció, valamint emberbarát vizualizáció.** Az érzékelés elsődlegesen szonárra épül, mert ez a hangalapú érzékelő technológia ott is használható marad, ahol az optikai rendszerek csődöt mondanak. A fúziós és rekonstrukciós lánc célja, hogy a szonárméréseket olyan térbeli reprezentációkká alakítsa, amelyek egymással összefűzhetőek, visszanézhetőek és megoszthatók. A vizualizációs réteg AR/VR eszközökkel jeleníti meg ezt az információt olyan formában, amely valódi döntésho-

felszíni csapatoknak folyamatosan friss, naprakész térbeli információra van szükségük a felderítendő területről, a bűvár aktuális helyzetéhez és tájolásához igazítva, még akkor is, amikor a bűvár mozog, sodródik vagy éppen elfordítja a fejét.



A Hableány 3D pontfelhője

Sok mentés során a bűvár gyakorlatilag vak. Már a minimális, folyamatosan frissülő térbeli jelzések is csökkenthetik a kockázatot és felgyorsíthatják a keresést.

zatalat támogat – akár közvetlenül a bűvár számára, akár sok helyzetben a **merülésvezető** és a **felszíni operátorok** számára, akik a műveletet koordinálják.



MI-alapú képrekonstrukciós kísérlet



A szonárállvány / érzékelő fotója

Hosszabb távú célunk a gépi tanulás alkalmazása annak érdekében, hogy a szonárból származó felvételek még intuitívabbá váljanak. A mesterséges intelligencia közelmúltbeli fejlődése arra utal, hogy egy szenzor nyers adatai más modalitásokból származó információval (szín, mélység, textúra, újabb látószögek) gazdagíthatók. Emellett egy jó látási viszonyok között működő víz alatti környezetben – ahol a szonár- és kameraképek párosíthatók – betanított modell később segíthet a szonár pontfelhőszerű reprezentációjának olyan

képekké fordításában amelyeket az emberek könnyebben értelmeznek, akár egy kameraképet. Projektkoncepciónkban az MI ilyen célú alkalmazása, a kognitív terhelés csökkentésének eszköze egy magas kockázatú környezetben.

Célunk nem öncélú MI fejlesztés – hanem a kognitív terhelés csökkentése és a biztonság növelése egy magas kockázatú környezetben.

1. Víz alatti érzékelés (elsősorban szonár, mert az akkor is használható, amikor az optika csődöt mond).
2. Szenzorfüzió és 3D rekonstrukció (a szonár és a mozgásinformációk egyesítése térbeli modellek építéséhez).
3. Emberbarát vizualizáció (AR/VR felületek, amelyek segítenek a szonárból származó összetett adatok gyors értelmezésében).

## Emberközpontú követelmények: a használhatóság biztonsági kérdés

A kezdetektől fogva a használhatóságot biztonsági követelménynek, nem kényelmi funkciónak tekintettük. Egy rosszul tervezett víz alatti eszköz nem pusztán kényelmetlen: veszélyessé válhat. Ezért a technológiai feltárást a felhasználói követelmények strukturált vizsgálatával kapcsoltuk össze, beleértve a hivatásos bűvárokkal (köztük TEK-hez kapcsolódó visszajelzésekkel) és katasztrófavédelmi szakemberekkel folytatott interjúkat és konzultációkat.

A tervezési alapelvek ezeket figyelembe véve rajzolódtak ki.



A vizualizációhoz használt VR-eszköz

Először is, a búvároidali eszköznek a víz alatt nem szabad bonyolult interakciót igényelnie: biztonsági okokból **nincsenek gombok és beavatkozást igénylő kezelőszervek**, mert a búvár figyelmét és kezeit leköti a navigáció, és a stabilizáció. Másodsor, a viselt rendszernek **kicsinek, áramvonalasnak és egy** esetleges elakadás esetén **könnyen levehetőnek** kell lennie.



A búvárfelszerelés tesztelése

Harmadszor, mind a **fejre szerelt**, mind a **kézben tartott** szenzorkoncepciónak van létjogosultsága: erős sodrású, megterhelő körülmények között a fejre szerelt megközelítés szabadon hagyhatja a búvár kezét, míg nyugodtabb vagy technikaibb merülési helyzetekben a kézi szonár hatékonyabb lehet az adatgyűjtésben – ugyanakkor új kihívásokat hoz a helyes térbeli illesztés terén.

Az alábbi, több oldalról megfogalmazott tervezési elvek rajzolódtak ki:

- A víz alatt ne legyen bonyolult interakció: a búvároidali kezelőszervek legyenek minimálisak – ideális esetben gomb nélküliek –, mert a kézre és a figyelemre a biztonságos stabilitáshoz és navigációhoz van szükség.
- Kicsi, áramvonalas, könnyen levehető: a viselt rendszerek nem akadályozhatják viselőjét, és szükség esetén gyorsan lecsatolhatónak kell lenniük.
- Mind a fejre szerelt, mind a kézi érzékelés támogatása fontos: zord körülmények között (sodródás, áramlás, nagy munkaterhelés) a fejre szerelt megoldások szabadon hagyják a kezét; nyugodtabb, technikai környezetben a kézi szonár hatékony lehet az adatgyűjtésben – de komoly vizualizációs kihívást jelent: a rendszernek helyesen kell illesztenie azt, amit a kézi szonár „lát”, ahhoz, ami a búvár látóterében helyezkedik el.

Egy rosszul tervezett víz alatti eszköz nem pusztán kényelmetlen – életveszélyes is lehet.

## Mesterséges intelligencia és kiterjesztett valóság a vízi mentésben

Műszaki oldalról olyan módszereket fejlesztettünk és teszteltünk, amelyek a **szonár** méréseit az inerciális mérőegységekből (IMU-kból) származó **mozgásinformációval** egyesítik térbeli rekonstrukciók létrehozásához. Ahelyett, hogy a szonárt statikus pillanatfelvételné kezelnénk, a rendszer követi, hogyan mozog a szenzor, és egymást követő mérésekből 3D reprezentációt hoz létre, tipikusan egy pontfelhő, vagy geometriai modell formájában, amely látvány bejárható és visszajátszható.

Komoly kihívás akkor jelentkezik, amikor a szonár nincs mereven a bűvár fejéhez igazítva. Ha a szonárt kézben tartják, akkor a rendszernek ismernie kell a kézi szenzor és a fejre szerelt kijelző közötti relatív mozgást és tájolást ahhoz, hogy távolság- és irányhelyes képet jelenítsen meg. Ezt több IMU-s koncepcióval kezeltük: több inerciális szenzor és egy csontvázszerű kinematikai modell használatával becsülhetővé válik a helyes vizualizációhoz szükséges póz. Egy pontossági kísérletben – LiDAR és egy robotkar felhasználásával az odometriai adatokat összevetve az IMU-alapú orientációbecsléssel – igazoltuk, hogy egy ilyen konfiguráció képes a kézi szonár adatait a fején viselt AR/VR kijelzőn a valósághoz viszonyítva helyesen megjeleníteni.



A feldolgozó/vizualizációs szoftver képernyőképe

A műszaki munka során olyan gyakorlati fejlesztéseket is vizsgáltunk, amelyek befolyásolhatják a rekonstrukció minőségét. Például elemeztük az előrenéző szonár viselkedését dinamikus körülmények között, és szoftveres, valamint hardveres kísérleteket is végeztünk a rekonstrukció javítása érdekében. Így készült el többek között egy epoxigyantából öntött akusztikus lencseprototípus, majd egy, a különböző tulajdonságú lencsék gyors prototípezésére alkalmas módszer.

Túlléptünk a szonár-pillanatképeken: a mozgás követésével az egymást követő-visszhangok visszajátszható, vizsgálható és megosztható 3D jelenetté állnak össze.

## AR/VR vizualizáció: a bűvár és a merülésvezető támogatása

A rekonstrukció célja nem akadémiai modellezés, hanem a merülések gyakorlati támogatása. Ezért olyan AR/VR-alapú vizualizációs komponenseket fejlesztettünk, amelyek az érzékelőadatokat az emberek által gyorsan értelmezhető reprezentációkká alakítják. Ez magában foglalja a rekonstruált jelenetek háromdimenziós visszatekintését, a rögzített mérések természetes forgatását és vizsgálatát, valamint a képzés és a bevetés utóla-

gos kiértékelésének támogatását. Az érintettekkel folytatott megbeszélésekből és a prototípus-értékelésekből származó fontos felismerés, hogy az AR/VR különösen a felszíni irányításnak lehet értékes: sok helyzetben **a merülésvezető és a műveleti személyzet nagyobb hasznot húzhat** a 3D rekonstrukciók áttekintésének és értelmezésének lehetőségéből, mint a veszélyek között aktívan navigáló bűvár.



3D rekonstrukció szonáradatok alapján

Ennek megfelelően olyan megoldásokat valósítottunk meg, amelyek lehetővé teszik a bűvár rögzített adatainak visszajátszását és vizsgálatát nem egyszerű videóként, hanem időben strukturált 3D

szegmensekként, amelyek AR/VR környezetben bejárhatók. Emellett hallgatóink szakdolgozati munkák formájában tesztelték merülésvezetői felületek és VR-képzést támogató alkalmazások megvalósíthatóságát. Ezekkel a gyakorlatban teszteltük, hogy milyen újdonságelemek lennének hasznosíthatóak az iparban.

A betanulási költségek csökkentése érdekében képzésorientált VR-tartalmakat is létrehoztunk. A projekt második szakaszában, az AR/VR eszközök beszerzése után, értékeltük ezeket a berendezéseket, és olyan virtuális környezetekben futó VR-képzési alkalmazásokat valósítottunk meg, amelyek az előretekinthető szonár viselkedését szimulálják, játékosított, tesztelésre és oktatásra alkalmas megközelítéssel. Ez ismételhető képzési keretrendszer hoz létre: a bűvárok és operátorok megtanulhatják, hogyan kell értelmezni a 3D pontfelhőket és a szonárból származó felvételeket anélkül, hogy minden iterációhoz költséges vagy kockázatos terepi alkalmazásra lenne szükség.

Sok bevetésen a legnagyobb előny a felszínen jelentkezik: az AR/VR segíti a merülésvezetőt az értelmezésben és a koordinációban – a nyers adatokat döntésekké alakítva.

## A mérnöki valóság: vízállóság, tápellátás és robusztus terepi működés

A víz alatti használatra alkalmas, üzemképes prototípusok építése önmagában is mérnöki kihívás. A kommunikációs kapcsolatoknak és a tápellátásnak vízálló interfészekon keresztül is megbízhatóan kell működniük; a hibák nemcsak kényelmetlenek, hanem veszélyeztethetik a biztonságot és az adatok sértetlenségét is. A projekt során a vízállóságot többféle megközelítéssel kezeltük, többek között szilikonréteges vízhatlanítással, és a kommunikációs megoldásokat ESP USB-kommunikációval, valamint RS485-alapú változattal



Gyantaházás vízálló prototípus

is vizsgáltuk. A tápellátást több üzemmódban is teszteltük, beleértve a felszínről táplált és az akkumulátoros, víz alatti eszközöket.

Kulcsfontosságú mérőföldkő volt a terepi tesztelés. 2025 nyarán a **Dorogi-tóban** teszteltük prototípusunkat a helyi Öböl Beach búvárállomás együttműködésével. A helyszín különlegességét adja a számos tájékoztató pont (például elsüllyesztett járművek és más tárgyak), melyeket szándékosan helyeztek el a víz alatt, kontrollált, mégis valóság-hű mérési környezetet biztosítva.

A tesztek céljai közé tartozott a használhatóság értékelése, a vízállósági vizsgálat, a hosszú kábelen keresztüli felszíni tápellátás és kommunikáció robusztusságának vizsgálata, valamint – kritikus fontossággal – valós adatok gyűjtése a további fejlesztéshez és validációhoz. Annak érdekében, hogy az adatrögzítésre alkalmas prototípusból ipari minőségű termék felé lépjünk tovább, együttműködést kezdeményeztünk a **Flexcam Kft.**-vel, amely tapasztalattal rendelkezik a víz alatti filmzés során búvárok által használt egyedi berende-



A terepi tesztek előkészítése

zések vízállóvá és robusztus kivitelűvé tételében. A beszámoló készítésekor a jövőbeni ipari hasznosítást célzó prototípusfejlesztés ezzel a partnerrel már folyamatban volt.

Egy koncepció csak akkor válik eszközzé, ha minden alkalommal kiállja a víz, a kábelek, a nyomás és a valós használat próbáját.

## Validáció szakemberekkel és valós együttműködésekben

2025-ben bemutattuk a prototípust a **Bajai Havária Egyesület** hivatásos katasztrófavédelmi búvárainak, ahol méréseket végeztünk, felhasználási forgatókönyveket vitattunk meg, és IMU+szonár adatokat rögzítettünk egy mentési szituációt modellező környezetben (egy személy kikötői mólóról vízbe esése). Bár a demonstráció hibaelhárítást és iteratív fejlesztést igényelt, értékes visszajelzéseket adott, és további lehetőségeket vetett fel valóság-hű tesztkörnyezetekre (például az egyesület szimulátorkonténerére, melyben egy elsüllyesztett moduláris hajón lehet teszteket végezni).



Valós környezetben búvárokkal végzett terepi teszt

A mentésen túl a víz alatti régészet felé is nyitotunk együttműködéseket: **Tóth Attilával** dolgoztunk a lehetséges alkalmazási forgatókönyvek fel-



Vízfelszíni drón térképezési feladatokhoz

térképezésén és a széleskörűen alkalmazott K&F programokhoz kapcsolódó ipari lehetőségek kapcsán. Nemzetközi szinten kapcsolatot építettünk ki a **Seoul National University (SNU)** kutatócsoportjával is, akik kiegészítő tapasztalatot hoznak a vizualizációs szenzorok és az AR-szemüvegek terén – támogatva a jövőbeli együttműködést és tudáscserét.

A hatás elérésének leggyorsabb útja a közös fejlesztés: korán tesztelni, valós körülmények között tanulni, és a célfelhasználókkal folyamatosan egyeztetni.

### Mesterséges intelligencia és szimuláció: a szonár könnyebb értelmezhetőségeért

A projekt egyik központi célja, hogy csökkentse a szonár értelmezésének kognitív terhet azzal, hogy a nyers méréseket az emberi érzékeléshez jobban illeszkedő formává alakítja. A hosszú távú irány az MI-támogatott kiegészítés: neurális hálózatok tanítása olyan környezetekben, ahol szonár és kameraképek egyaránt rendelkezésre állnak (jó látási viszonyok), a szonárból származó geometria és a kameraképszerű megjelenés közötti megfeleltetés megtanulása, majd ennek a tanult leképezésnek az alkalmazása rossz látási viszonyok között, ahol a kamerák csődöt mondanak. Elvben ez gazdagíthatná a szonáralapú rekonstrukciókat olyan kvalitatív információkkal, mint a hiányos látvány kiegészítése, a részletek jobb megjelenítése és potenciálisan természetesebb hatású kirajzolás. Ugyanakkor munkánk egy gyakorlati realitást is feltárt: a jó minőségű tanítóadat szűk keresztmetszet, és a naiv

keresztmodális tanulás könnyen kudarcot vallhat. Ezért, ahol lehetett, adathalmazokat építettünk, kapcsolatba léptünk az adatok tulajdonosaival, és próbatanításokat végeztünk korlátaink megértésére. Kezdeti kísérleteink rámutattak, hogy a feladat nehéz, és hogy a robusztus előrehaladáshoz gondosan válogatott, doménspecifikus adatkészletek és körültekintő modellezési döntések kellene. Pontosan ezért nélkülözhetetlen az együttműködés – különösen az adatkészletépítés és a terepi rögzítés terén – a következő fázisban.

Az MI ígéretes – de az adat a szűk keresztmetszet. Az előrehaladás gondosan összeállított, küldetésreleváns adatkészleteken és megosztott terepi adatgyűjtésen múlik.

## Eredmények: prototípusok, szemléltető eszközök és technológiai készültség

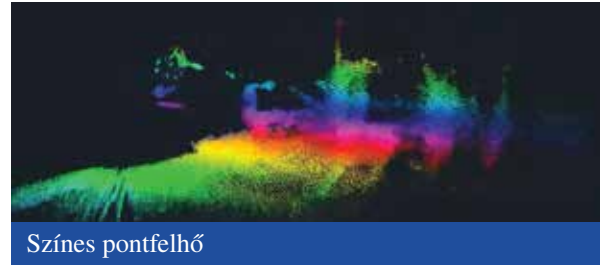
A projekt végére több eredményt és szemléltető eszközt hoztunk létre az érzékelés, a rekonstrukció, az AR/VR vizualizáció és a határterületi alkalmazásokban. A technológiai készültség szempontjából a projekt elérte a **TRL 6 szintű IMU + szonár szenzorfüziós képalkotó prototípust**, amely természetes vizekben végzett adatgyűjtéssel, az ipari hasznosításhoz közeli módon demonstrálta a koncepciót. Emellett létrehoztunk egy **TRL 5 szintű hidrogeológiai / hidrorégészeti szondát**, egy TRL 5 szintű AR/VR képzési rendszert, valamint megvalósíthatósági szintű szemléltető eszközöket, például egy **TRL 4 szintű merülésvezetői felületet**, továbbá orvosi és rossz látási viszonyokra szánt kapcsolódó fejlesztéseket – egy **AR-szemüveges műtéti ultrahangrendszert (TRL 4)** és egy **füstben is használható, AR-vizualizált ultrahangos adó koncepcióját (TRL 4)**.



További stratégiai eredmény volt a fejlesztési útvonal finomítása. Korai feltételezésünk szerint a

## Hasznosítás és együttműködés: a prototípusoktól a hatásig

A projekt eredményeit úgy terveztük, hogy partnerekkel együtt használhatók, tesztelhetők és továbbfejleszthetők legyenek. Az elsődleges alkalmazási terület továbbra is a **vízi mentés és katasztrófa-kezelés**, ahol a szonár, a mozgáskövetés és az AR/VR-alapú visszanezés kombinációja növelheti a helyzetfelismerést, felgyorsíthatja a keresést, és támogathatja a biztonságosabb döntéshozatalt idő-



SLAM és a teljes lokalizáció a házon belüli fejlesztések középpontjában állna. A projekt végére a megközelítés a **kereskedelmi lokalizációs rendszerek és a batimetrikus szonár integrálása** felé tolódott el a statikus mérések kiváltása érdekében, bizonyos költségigényes komponensek házon belüli megvalósításával. Ez lehetővé tette, hogy a projekt arra összpontosítson, amit egyedinek és nagy hatásúnak találtunk: a fúzióvezérelt rekonstrukcióra és az emberközpontú vizualizációra, beleértve a valós mérések AR-alapú visszanezését, amelyek természetesen, egyszerűen körbenézve forgathatók és vizsgálhatók.

Prototípus-érett építőelemeket szállítottunk, valós mérésekkel validálva, amelyek bevetésre alkalmas rendszerekbe integrálhatók.

nyomás alatt. Ugyanakkor a technológiai építőelemek széles körben újrahasznosíthatók: víz alatti ellenőrzés és térképezés, hidrorégészeti munkafolyamatok, ismételhető felmérésekhez használható felszíni vagy víz alatti drónok, sőt olyan orvosi AR-alkalmazások is, ahol az ultrahangos iránymutatás és a térbeli megértés kritikus.

Ezért aktívan várjuk azon szervezetek és vállala-

latok együttműködését, amelyek érdeklődnek a terepi validáció, robusztus eszközök építése és az integráció, az MI-fejlesztéshez szükséges adatkészletépítés, valamint a tanúsított, telepíthető megoldások felé vezető technológiatranszfer iránt. A következő lépések világosak: strukturált próbák hivatásos mentőcsapatokkal, ipari tervezés és vízálló kialakítás a bevetésre kész kivitelekhez, mélyebb AR/VR felületfejlesztés a műveleti munkafolyamatokhoz igazítva, valamint kiterjesztett adatgyűjtés valóság-hű környezetekben, hogy felszabadítsuk a tanulásalapú értelmezés teljes potenciálját.



Víz alatti autóobjektum a pontok mögött

Örömmel várjuk azokat a partnereket, akik tesztelni, integrálni, robusztussá tenni és telepíteni szeretnék a technológiát – mert a valódi hatás ott kezdődik, ahol a kutatás találkozik az operatív munkával. Négy irányban várjuk aktívan az együttműködést:

1. Terepi validáció hivatásos mentőcsapatokkal és kontrollált teszthelyszíneken.
2. Robusztus, ipari és vízálló terméktervezés.
3. Adatkészlet-építés tanulásalapú értelmezéshez (párosított szonár + optikai/3D referenciaadat),
4. Integráció tanúsított, telepíthető rendszerekbe (beleértve a kereskedelmi lokalizációs/batimetrikus komponenseket).

Terepi validációhoz, rendszerintegrációhoz, adatkészlet-építéshez és technológiatranszferhez kutatási és ipari partnerek jelentkezését várjuk.

## A projekt megvalósítási időszaka és pályázati forrása

Ez a kiadvány a „Vízimentést segítő, mesterséges intelligencia alapú szenzorrendszer a katasztrófavédelem számára” című TKP-projekt válogatott eredményeit mutatja be (TKP2021-NVA-27), amely a Pázmány ITK-n valósult meg a 2021. január 1. és 2025. december 31. közötti időszakban.

## Kapcsolat

Dr. György Cserey

cserey.gyorgy@itk.ppke.hu

Pázmány Péter Katolikus Egyetem Információs Technológiai és Bionikai Kar (Pázmány ITK)

Budapest, Magyarország

<https://itk.ppke.hu>

