

Multisugaras szonár alkalmazása a bányamérésben

EKE ZOLTÁN tudományos segédmunkatárs, Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft.,
Rendszertervezés Osztály

DR. HAVASI ISTVÁN intézetigazgató egyetemi docens, Miskolci Egyetem Geofizikai és Térinformatikai
Intézet (GTI) Geodéziai és Bányamérési Intézet Tanszék



A tanulmány a címbeli témában a fent említett két tudományos intézmény szervezeti egységeinek munkatársai között létrejött együttműködés eredményeként íródott. A Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. 2021-ben egy Norbit-iWBMSe többsugaras ultrahangos rendszert vásárolt. A tanulmány célja ennek az eszköznek az ismertetése, bányamérési célú hasznos felhasználásának igazoló vizsgálata. Az utóbbi a víz alatti bányászat olyan fontos feladatához kapcsolódhat, mint a kitermelt ásványi nyersanyag mennyiségének hatóságilag előírt meghatározása, amely az éves fizetendő bányajáradék megállapításának alapjául is szolgál. Először röviden áttekintjük a hazai bányamérésben napjainkban megjelenő, a jövőben pedig várhatóan egyre inkább alkalmazásra kerülő új mérési technológiákat, majd foglalkozunk a bányászati köbtartalom-számítás jogi hátterével, a vízmélységmérés, a víz alatti domborzat térképezés fejlődésének történetével. Bemutatjuk a már említett multisugaras szonár mérőberendezést, annak alkalmazási előnyeit, és végül megadunk kettő saját gyakorlati mederfelmérési példát is.

A bányamérési technológia változása napjainkban

Az ásványi nyersanyagok kitermelése, sőt a bányászati tervezés is megbízható és pontos térbeli adatokra kell, hogy épüljön. Ezeket az egyes bányavállalatok, bányavállalkozók számára a bányamérő szakemberek szolgáltatják. A legfontosabb feladataik között – a teljesség igénye nélkül – a kitermelt területek pontos felmérését, a különféle anyagok mennyiségének (készletek) pontos meghatározását, a felszíni és földalatti térbeli helyzet ábrázolását a különböző bányatérképeken, bányaterveken, stb. említhetjük meg.

A bányamérésben ma új lehetőségek, kihívások jelentkeznek, minthogy több új mérési eljárás kísérleti alkalmazása, rendszerbe állítása is zajlik [1]. Ide tartoznak a földi lézershakkenelés, az UAV /drón/ alapú légi lézershakkenelés és légi fotogrammetria, az ultrahangos mérések, USV (Unmanned Surface Vehicle) szonár rendszerek, vagyis a vezető nélküli légi, illetve vízi közlekedésre alkalmas „járművek” amelyekre különböző felmérési technológiát alkalmazó szenzorok, eszközök rögzíthetők. A földi lézershakkenelés (angol mozaikszóval TLS) automatizált módon nagy mennyiségű térbeli információt (sűrű 3D pontfelhőt) produkál a szkennel helyéhez képest. Ebből adódóan a módszer alkalmas a bányászati tevékenység időbeli előrehaladását jellemző térbeli változások meghatározására, ezáltal köbtartalom-számításra, továbbá bányabeli mozgások, deformációk vizsgálatára valamint bekövetkezett sajnálatos balesetek dokumentálására. A TLS beruházási ára igaz ugyan, hogy folyamatosan csökken, azonban még mindig eléggé magas. Manapság egyre több bányavállalat és bányavállalkozás kezdi alkalmazni az UAV alapú légifotogrammetriát is. Ezeket a légi járműveket (drónokat) korszerű

digitális fényképezőgépek vannak, amelyek nagyfelbontású légi felvételek készítését teszik lehetővé. Ezeket feldolgozva különböző értékes felmérési termékek (pl. ortofotó-térkép, pontfelhők, 3D modellek, stb.) állíthatók elő. Így ez a mérési módszer is olyan bányászati és bányamérési feladatok elvégzését könnyítheti meg, mint például a feltárás, a készletek felmérése, vagy az időben változó folyamatok követése. Az UAV LIDAR-ral való kombinálása szintén többféle bányabeli monitoring tevékenység (pl. környezetvédelmi, kitermelési, stb.) végrehajtását támogathatja. A pilóta nélküli légi járművekre épülő technológiák kapcsán ugyanakkor meg kell említeni az időjárásról való függőséget, a LIDAR viszonylag magas árát, az alkalmazáshoz kapcsolódó környezetvédelmi és egyéb korlátozásokat és a szükséges szakértelmet. Ami pedig a hordozható lézershakkenereket illeti, azok ára sokkal kedvezőbb, és főképp a földalatti bányamérés bizonyos feladatainak megkönnyítésében (pl. hozzáférhetetlen térségek felmérése) jelenthetnek megoldást.

A bányászati köbtartalom-számítás jogszabályi előírásairól röviden

A szakmai problémakört „Az ásványi nyersanyagok és a geotermikus energia fajlagos értékének, valamint az értékszámítás módjának meghatározásáról szóló 54/2008. (III.20) kormányrendelet szabályozza. Ennek a rendeletnek 2.§-a a szilárd ásványi nyersanyagok esetén az alábbiak szerint rendezi a **bányajáradék** fizetésének esetkörét:

„2.§.(2). bek. A kitermelt ásványi nyersanyag mennyiségét az egyéb hatósági engedéllyel ásványi nyersanyagot kitermelő engedélyes bányamérési (geodéziai) módszerekkel, vagy egyéb alkalmas módon köteles

meghatározni. A meghatározás módját és eredményét bizonylatolni kell.”

„Az engedélyes köteles a nyersanyag-kitermelés befejezését követő 60 napon belül az ásványi nyersanyag mennyiségi változását geodéziai számítással (térfogatszámítás) meghatározni, és az erről szóló jelentést a bányafelügyeletnek megküldeni.”

„2.§.(3). bek. A bányavállalkozó a kitermelt ásványi nyersanyag mennyiségét bányamérési (geodéziai) módszerekkel köteles meghatározni. Mélyműveléses bányüzem esetén a kitermelt mennyiség meghatározása tömegméréssel is történhet. A változást a bányaművelési térképen fel kell tüntetni. Az ásványi nyersanyag tárgyévve vonatkozó mennyiségi változását geodéziai mérésen alapuló számítással (térfogatszámítás) meg kell határozni. A meghatározás eredményét bizonylatolni kell.”

A jogszabályi háttér kiegészítéseként kiemelni még a hazai bányászati gyakorlatban e bányamérési feladattal szemben támasztott 3-5%-os pontossági követelményt is.

Fontos még azt is megjegyezni, hogy a címbe szereplő, és a későbbiekben röviden bemutatásra kerülő, eszköz alkalmazása a bányászatban, a bányatavak mederfelméréseiben, nemcsak a jogszabályi előírások okán indokolt. A termelés előrehaladásának függvényében időszakosan végrehajtott mérések ugyanis a kitermelés hatékonyságát növelhetik, azáltal, hogy a mérés eredményeként a mederalakról pontos képet kapunk. Így azonosíthatók lesznek olyan nyersanyag mennyiségek, amelyek kitermelése nem tudatosan maradt el. Ennek eredményeként a bánya magasabb határfokkal képes a nyersanyagot kitermelni, az állam pedig a rendelkezésre álló elvi készlet nagyobb kitermelt hányada után jut a bányajáradékhoz.

A vízmélységmérés fejlődéstörténete, és az egysugaras szonár

A vízmélységmérés (görög eredetű szóval) bathymetria a különböző vizek alatti felszín (pl. tengerfenék, tavak és folyók medre) mérését és térképi ábrázolását jelenti. A felmérésből származó produktumok között megemlíthetjük például az azonos mélységű pontokat összekötő mélységvonalakat, a mélységszínézemes medertérképet, vagy a fenék/meder digitális domborzatmodelljét (DTM). Ezek aztán számos célra felhasználhatók, beleértve a biztonságosabb vízi, víz alatti közlekedést, vagy a számunkra leginkább érdekes víznívó alatti bányászatot, az ahhoz kapcsolódó időben változó mederfelületeket felhasználó készlet-számítást.

A hazai felszíni vizek térképezése már a XVIII. század második felében megkezdődött a nagyobb folyóvizeink (Duna, Tisza) szabályozás kapcsán, és ah-

hoz figyelemre méltó térképezési eredmények is társultak. Vízhalozatunk változásának vizsgálata pedig, korábban, sőt ma is, egy fontos kutatási téma. Ami konkrétan a mederfenék-felmérés, vízmélységmérés technológiai fejlődését illeti, egyrészt megvizsgálandó a térképezendő felszín fölött mozgó vízijármű útvonalához kapcsolódó mérési pontok térbeli helyének meghatározási módszere (pl. mérőállomás, RTK GPS technika), másrészt az e pontokhoz illesztett mélységmérési eljárás. Helyezzük a hangsúlyt most az utóbbira. Régen e célra nehezzel/súllyal terhelt kötelet/drótot használtak. Ennél a módszernél a mérés pontosságát jelentősen befolyásolták az áramlatok és a hajómozgás is. Később ezt a halradar váltotta fel. Ma erre a feladatra leginkább egy visszhangot rögzítő mérőszondát (szonárt) használnak, amelyet egy csónak/hajó alá/mellé rögzítenek, vagy esetleg szóba jöhet egy a vízfelület fölött repülő eszközre (leginkább drónra) telepített LIDAR érzékelő alkalmazása is. A szonár a gerjesztett hanghullám(ok), míg a LIDAR a fény mederfenékről való visszaverődését rögzíti/méri. A továbbiakban csak az elsővel kívánunk foglalkozni.

A szonárral mért mélység a következő képlettel számítható:

$$D = \frac{1}{2} v \cdot t, \text{ ahol } v \text{ a terjedési sebesség, } t \text{ az eltelt idő.}$$

Az egysugaras szonár (jelen példában a SONAR Mite SPX) mederfelmérésre való felhasználásáról számol be a [2] szakirodalom. Ebben részletes betekintést nyerünk a Budapesttől 60 km-re lévő, és közel 4 m átlagos mélységű Bánki-tó mederfelmérésebe. Az itt alkalmazott mérőrendszer 3 fő egységből állt. Ezek az egysugaras szonár (jeladó és főegység), az RTK GPS vevő és egy adatgyűjtő egység (hordozható PC) voltak, az utóbbihoz pedig az előző kettőt csatlakoztatták. A szonár mérőműszer műszaki adatai közül külön is érdemes megemlíteni a kis méretet és súlyt, a könnyű kezelhetőséget, a 75 m-ig terjedő mérési határt és a kb. 20 cm-es mélységmérési pontosságot.

A mérés megkezdése előtt a műszert a csónak oldalához rögzítették, úgyelve arra, hogy a szonda néhány cm-re a víznívó alá kerüljön (a vízi jármű esetleges dőlésének figyelembe vétele). A mérés haladási menete, és a közel szabályos mérési hálóra tekintettel a tó belső részének mélységméréséhez egy földhivatali térképen 4 m-re lévő párhuzamos vonalak kerültek kijelölésre, és ez egészült ki a partközeli részek felméréseivel. Minthogy a mérendő tó vízének jellege (ebben az esetben édesvíz volt) és hőmérséklete hatással van a hanghullámok terjedési sebességére, ezért azt a felmérék korrekciós tényezővel vették számításba.

A mérési adatok feldolgozásakor figyelembe vették az egyes mérési pontok RTK-val mért Y, X és Z koordinátáit, a szonárral nyert vízmélységet, a mélységoffset értéket /RTK-GPS-sonár távolság/, valamint az átlagos vízszintjavítást. A további kiértékelést ezután már GIS környezetben (Quantum GIS) hajtották végre,

szolgáltatva az olyan látványos termékeket, mint a TIN modell /a tópartot 0 mélységként kezelve), a mélységvonalas ábra, vagy a rétegszínezéses medertérkép.

A korszerű egysugaras szonárral végzett bányatómeder mérésének [2] szakirodalomra támaszkodó rövid ismertetését, a tanulmányunk gerincét képező többsugaras szonár főbb jellemzőinek, és az ahhoz kapcsolódó alkalmazási példák bemutatása kapcsán azért tartottuk fontosnak, hogy az utóbbihoz társítható újabb lehetőségeket és előnyöket még jobban kiemeljük.

A Norbit-iWBMS multisugaras szonár bemutatása, gyakorlati alkalmazási példák

Az érintett szakterületen (a mi esetünkben most a bányászatban) ez a mérőeszköz alkalmas a felvetődő problémák széles skálájának hatékony megoldására, amelyhez jelentős mérési kapacitás és rugalmasság párosul. Ennek a korszerű szonár rendszernek az alkalmazásával a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. a hazai szolgáltatók tekintetében az elsők közé tartozik. Ennek megfelelően fontosnak tartjuk azt, hogy a mérőeszközzel meggyőző információkat adjunk, továbbá az elvégzett felmérések lényeges jellemzőit is ismertessük. Jelen tanulmányunkban, ezt a többsugaras ultrahangos mérőeszközt a gyakorlatban már elterjedt szonár eszközökhöz hasonlítva, rávilágítunk annak legfontosabb jellemzőire. Ezek a következők:

1. **garantált nagy mérési pontosság,**
2. **hatékonyság,**
 - a. nagy mérési felbontás, hatalmas adatmenyiség /pontfelhő/ (15000 pont/sec is lehetséges), gyors mérés, rövidebb mérési idő, kevesebb járműfordulás, mint az egysugaras szonárnál, jelentősen magasabb mérési pontosság mellett,
 - b. a mérés céljának megfelelően állítható paraméterek jelentős száma,
3. **mobilitás.**

1. A multisugaras felmérő rendszer garantált nagy mérési pontosságát biztosító egységei:

- a szonár rendszerhez két darab RTK korrekciók fogadására alkalmas GPS antenna és integrált GPS vevő is tartozik,
- az inerciális egység (gyorsulás érzékelők, szögsebesség mérők) – a vízen kivitelezett mérés pontosságát befolyásoló tényezők kiküszöbölése (X, Y, Z térbeli tengely körüli elfordulás nevezetesen a csónak „helyben forgása” hintázása előre-hátra, jobbra-balra, illetve a hullámszám következtében fellépő magasságváltozás),
- a hang terjedési sebességét meghatározó egység (hangsebességmérő) – a megméréendő vízi közegben a meder feletti vízoszlop mélységéből (vízmélység) törvényszerűen következő eltérő fizikai paraméterek meghatározása és

korrekcióba vétele a mérés során (hőmérséklet, víznyomás, hangsebesség) a teljes vízoszlopra, külső egységként, valamint egy további a szonártestbe integráltan annak érdekében, hogy a kibocsátott mérőjel alakja a mérési paramétereknek megfelelő legyen,

- a szonár központi egység (SIU – Sonar Interface Unit) összegyűjti a szonár, az inerciális egység, a hangsebességmérő adatait, számítja a mélységmérési adatokat és automatikusan végrehajtja a korrekciókat,
- a mérést vezérlő és az adatfeldolgozást végző speciális szoftver – a tervezett mérés céljának megfelelő mérési paraméterek definiálása (egyszerű mederfelismerés; részletes, nagy sűrűségű mederfelismerés, vagy egy csővezeték ellenőrzése, esetleg elsüllyedt tárgyak, pl. egy hajótest felkutatása), valamint a mérési adatok (pontfelhő, akár néhány cm² felbontással) szerkesztése, konvertálása.

2. Hatékonyság

- Hazánkban a gyakorlatban elfogadott és alkalmazott egysugaras eszközökkel (amelyek egy időben csak egy vizsgáló jellel dolgoznak) szemben ez a mérőrendszer egyidejűleg akár 512 vizsgáló jellel/különálló sugárral dolgozik legyezőszerű elrendezésben.
- A nagyszámú kibocsátott vizsgálójel segítségével nagyon széles mérési zónával rendelkezik, még oldal irányban is, ezáltal a felszíni vizek part menti sávja is felmérhető, ahová a csónak már csak komoly nehézségek árán, vagy egyáltalán nem képes eljutni. A part menti sáv felméréséhez így egyéb (földi) eljárás alkalmazását nem igényli.
- A paraméterezett mérés elindítását követően semmilyen kezelői beavatkozás nem szükséges, a mérés és a korrekció figyelembe vétele ugyanis automatikusan lezajlik.
- A mérési sebesség nagy, maximálisan 60 kHz frekvencián képes vizsgáló jel kibocsátásra mind az 512 db jelforrás esetében. Ez a frekvencia adott esetben a vízmélység függvényében akár automatikusan változik, így a szonár rendszer beavatkozás nélkül képes a legnagyobb elvárt mérési felbontást biztosítani. A kibocsátott jel frekvenciája 200 kHz és 700 kHz között állítható, a mélységmérési tartománya 1 m – 250 m-ig terjed.
- A szonár egységeken a mérési paraméterek változtatásával az eszközt lehetséges finom hangolni a mérés céljának megfelelően, így a mérés időigénye, a megmért adatmennyiség és ezzel összefüggésben, a későbbiekben az irodai utómunkák mennyisége optimalizálható.

3. Mobilitás

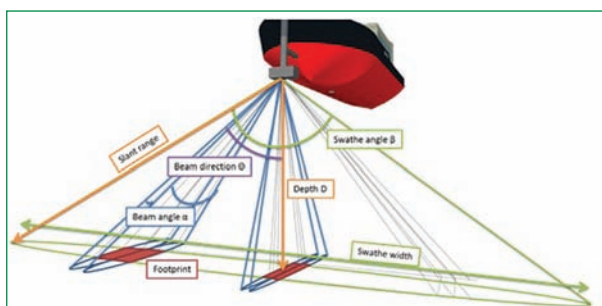
- A mérés pontosságát biztosító egységek szá-

mossága ellenére kompakt méret és súly jellemzi.

- A mérőeszköz a gyakorlatban használt csónakok, kisebb hajók túlnyomó többségére rá szerelhető, így nem mindenhol szükséges csónakra rögzítve szállítani, akár adott esetben, a mérési helyszínen rendelkezésre álló vízi járműre is felszerelhető.

A felmérő rendszer részét képező kiváló jelfeldolgozású szonár, a navigáció alapját jelentő korszerű GNSS és az RTK-t kiegészítő inerciális rendszer eredményezi a megbízható mélységmérést és menetstabilitást. A multisugaras szonárral rövid idő alatt nagy mennyiségű mederpont kerül bemérésre, ezáltal a meder domborzatáról sokkal pontosabb modell készíthető el.

Ezek után az 1. ábrán bemutatjuk a mérőeszköz-höz társítható mérési vázlatot, és annak angol nyelvű paramétereit:



1. ábra: A multisugaras szonár /mérési vázlat + paramétere/, <https://www.hydro-international.com>

Itt megadjuk a fenti paraméterek magyar megfelelőjét, némi magyarázattal kiegészítve:

Depth – mélység,

Slant range – ferde távolság, széles szögterületen képes mérésre,

Swathe angle – a mérési sáv szélessége, az érzékelők (hidrofonok) vételi szögeinek szögterülete,

Swathe width – az érzékelők vételi szögterületének mederfenékek képzett metszete (a szonár érzékelési sávja),

Beam direction – a jelforrások irányítottasága, elhelyezkedése (általában egyforma távolságra, vagy egyenlő szögeltéréssel, de léteznek más opciók is),

Beam angle – a kibocsátott jelek (egy időben 512 db is lehet) szűkítésének szöge (ennek mértéke nagyban meghatározza a szonár vízszintes felbontását),

Footprint – a mérőjelek mederrel alkotott metszetének (kék ellipszisek) és az érzé-



2. ábra: A mederfelmérésre összeállított többsugaras ultrahangos mérőrendszer

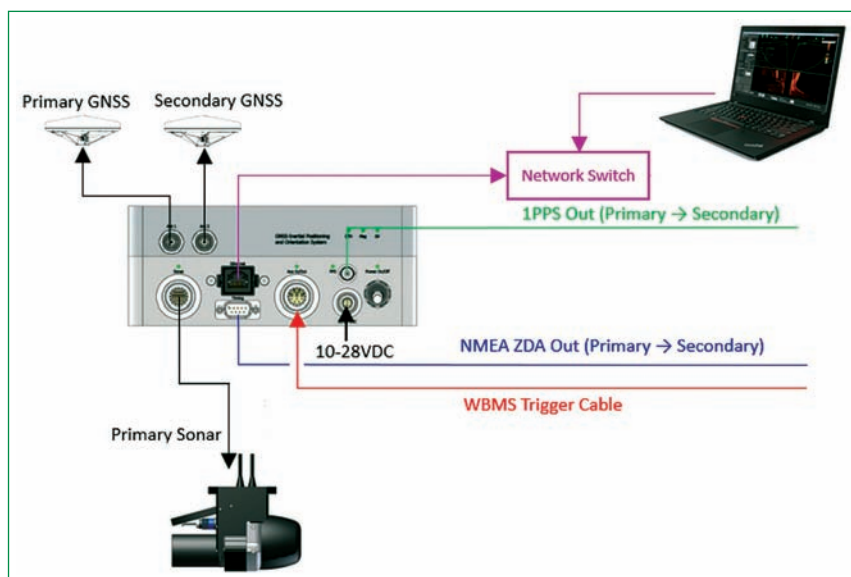
kelők vételi szögeinek mederrel alkotott metszetének (nagyobb zöld ellipszis) közös része: a piros téglalapok. Ez a szonár vízszintes felbontása. Eredményként egy piros téglalapnyi területről kapunk egy darab mélységadatot.

Az ismertetett szonár mérési sáv szélessége/az érzékelők vételi szögeinek állítható szögterülete: 5° - 210°; mélységmérési tartománya: 0,2 m - 275 m és a sztenderd működési frekvenciához (400 kHz) tartozó felbontás szögterülete 0,9° - 1,9°. A megadott működési hőmérsékleti tartománya: -4°C - +40°C.

A továbbiakban röviden a tanulmányunk tárgyát képező multisugaras szonár rendszer főbb egységeit, és a csónakra felszerelt mérőeszköz (2. ábra) mederfelmérésre való előkészítését ismertetjük, amelyet több általunk készített fényképpel is igyekeztünk szemléltetni (2-11. ábrák), ezáltal azt még érthetőbbé tenni.

Az imént említett mérőfelszerelés a következőkből áll:

- 2 db GPS antenna, amelyek a mérés során, a tartókeretre kerülnek,



3. ábra: A szonár mérőrendszer vázlata

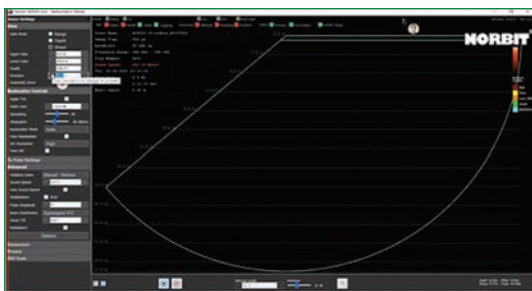
- szonárfej (4. ábra), amit szintén a keretre szerelünk, (ezt a keretet kell a csónakhoz rögzíteni),
- interfész egység (csatlakozó felülettel, RTK korrekció fogadására alkalmas GPS egységgel, és az integrált inerciális egységgel),
- mobil hotspot, telefon az internetkapcsolat biztosítására,
- hangsebességmérő,
- vezérlő laptop a szükséges szoftverekkel,
- tápellátást biztosító akkumulátor és inverter.

Igen fontos műszeregysége ennek az ultrahangos mérőrendszernek az interfész egység, amelyhez csatlakozik a szonár, kettő darab GPS antenna, az ethernet csatlakozó a vezérlő számítógéppel való kommunikációhoz, valamint a tápellátást biztosító kábel. Ez az ultrahangos rendszeregység egyrészt kapcsolatot teremt a multisugaras szonár egységgel és a GPS antennákkal, másrészt elvégzi az NTRIP korrekció feldolgozását, továbbá kezeli az integrált inerciális egységet is. A teljes rendszer vázlatát az 3. ábra mutatja be.

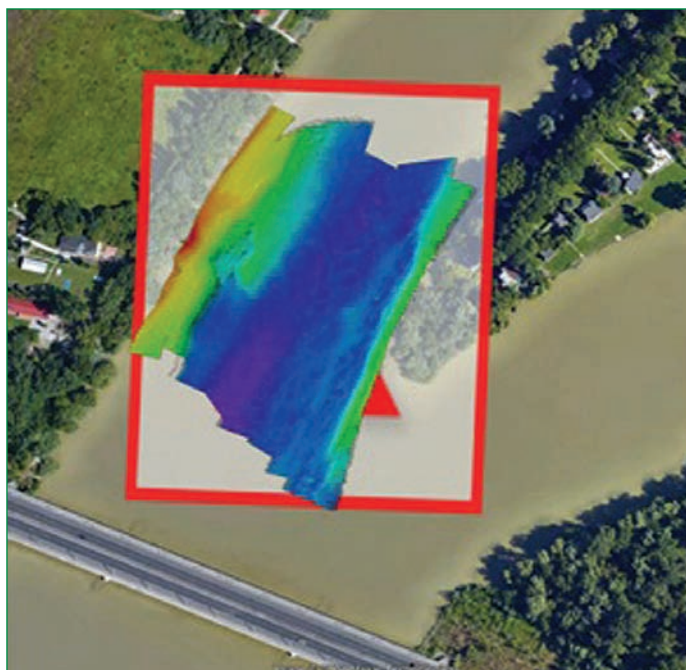
A mederfelmérés megkezdése előtt foglalkoznunk kell még a szonárvezérlő szoftver (Norbit Graphic User Interface) mérés-előkészítésben betöltött szerepével és az inerciális egység inicializálásával is.

A szonár beállítása, paraméterezése egy grafikus felületen történik, amelyet a gyártó kifejezetten az adott eszközhöz készített el. Ebben a szoftverben tudjuk módosítani a mérőeszköz tartományán belül a mérési paramétereket, a mérés céljának és a meglévő körülményeknek megfelelően. A kábeles csatlakoztatások és a tápellátás biztosítása után a szonár és az azt vezérlő számítógép közötti ethernet kapcsolatot kell beállítani, majd ezt követően lehet megadni a keret paramétereit (antennák távolsága egymástól és a szonártól), azonban elsődleges az RTK korrekció beállítása.

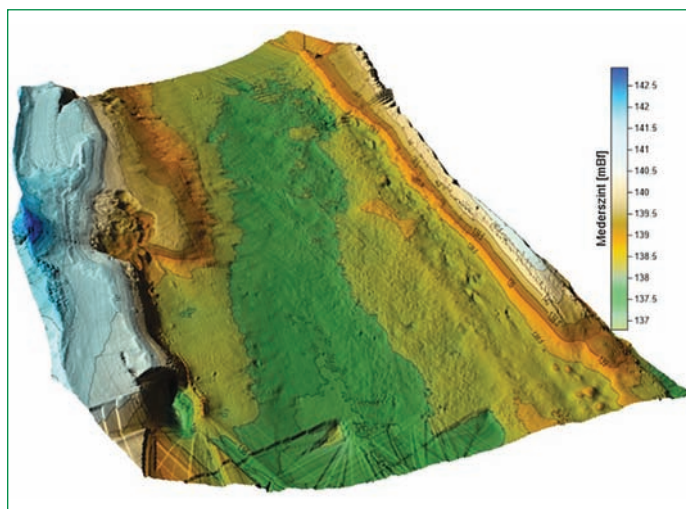
Ezután már tudjuk a mérési paramétereket is állítani, amelyek közül a lényegesebbek a vizsgálандó mélységi tartomány, a szonár „ernyő” nyílásszöge, elfordulási szöge, a mérési frekvencia, a mérő impulzusok darabszáma, geometriai elrendezése és a jel erőssége.



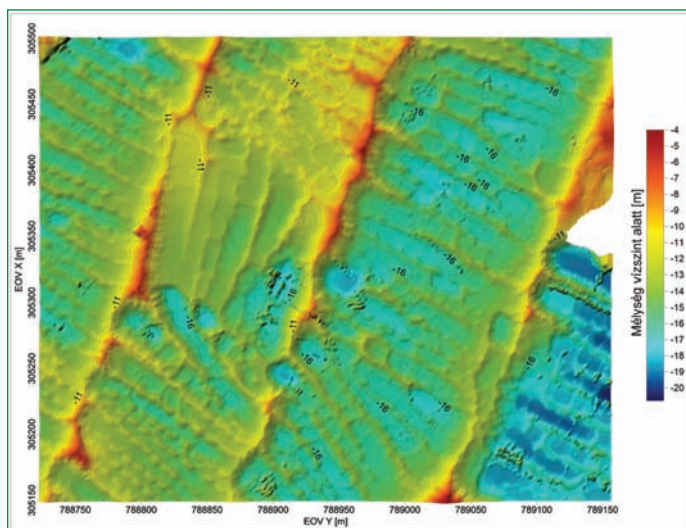
4. ábra: A csatlakoztatott szonár mérési képe a vezérlő alkalmazásban elforgatott „ernyővel”



5. ábra: A Duna egy szakaszának mérési helyszíne



6. ábra: A felmért Duna szakasz elkészített 3 D modellje (40 cm felbontás)



7. ábra: Kavicsbánya tómederének 3D modellje

A következő lépés a paraméterezett rendszerrel történő indulás, azután pedig az inerciális egység inicializálása következik. Az utóbbi során a csónakkal úgynevezett fektetett nyolcas alakzatokat kell folyamatosan bejárni, amíg az inerciális egység mérőkészállapotba nem kerül. Majd egy-két tesztszakaszon oda-vissza végig kell haladni. Ezt követően már meg lehet kezdeni a tényleges felmérést.

A 5-6-7. ábrákon a többsugaras ultrahangos mérőrendszerrel elvégzett saját demóméréseket (kettő mérési mintát) szemléltettünk. Közülük az egyik a Dunán készült, a másik pedig egy kavicsbánya tómedrének a felmérése. Az utóbbinál a kitermelésre váró nyersanyag bemutatása és a bányászati kitermelés folyamata való rálátás volt a célunk.

Összefoglalás

Tanulmányunkban napjaink változó korszerű bányamérési technológiáinak és a bányászati köbirtalom-számítás jogi szabályozása rövid ismertetése után részletesen áttekintettük a vízmélység-mérés hazai fejlődéstörténetét. Ezt követően a [2] szakirodalom felhasználásával egy bányató fenékmérésének példája

alapján megvizsgáltuk az egysugaras ultrahangos mérőeszközt. Majd az iWBMS multisugaras szonár rendszert mutattuk be részletesen, hangsúlyozva annak alkalmazási előnyeit bányatómedrek felmérésekor. Végül e mérőrendszer használatra való előkészítését tárgyaltuk, és kettő saját gyakorlati példát is szemléltettünk.

Köszönet

A szerzők e szakmai anyag elkészülése érdekében nyújtott támogatásért köszönetüket fejezik ki a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. illetékes vezetőinek.

IRODALOM

- [1] Felmérés a bányászati szektorban
Geographic Info Magazine, 2018. 01.
- [2] *Galli Csaba: Vízmélység térképezése modern eszközökkel*
Szakdolgozat, ELTE TTK, Budapest, 2017.
54/2008. (III.20) kormányrendelet.
<https://www.hydro-international.com>
www.norbit.com

EKE ZOLTÁN környezetmérőként diplomázott a Miskolci Egyetemen 2000-ben, ahol ezt követően 2007-ig tanársegéd volt a Geodéziai és Bányamérési Tanszéken, majd tíz évet a szeizmikus szénhidrogén kutatásban dolgozott geodéziai vezetőként. 2017 óta áll a Bay Zoltán Kft. alkalmazásában, ahol térinformatikával foglalkozik.

DR. HAVASI ISTVÁN a Nehézipari Műszaki Egyetemen szerzett bányamérési oklevelet 1985-ben. 1986 óta az egyetem Geodéziai és Bányamérési Tanszékén dolgozik, tanársegéd, adjunktus, majd 1997-től, PhD-fokozata megszerzésétől docensi kinevezést kapott. 2000-től tanszékvezető. Az OMBKE Egyetemi Osztály elnöke, az OMBKE alelnöke 2010 óta.

A kínai tulajdonú acélgyár vörös porba borítja a szerb várost

Smedrevo acélgyár hatalmas kemencéitől néhány száz méterre található Radinac falut sűrű vörös por borítja. A rákos megbetegedések aránya megnégyszereződött egy évtized alatt, és a lakosok azt akarják, hogy az üzem megtisztítsák vagy leállítsák.

A smederevói közegészségügyi testület adatai szerint, a mintegy 100 000 lakosú település 2019-ben 6866 rákos megbetegedést jelentett, szemben a 2011-es 1738-mal. Az üzem azt állítja, hogy 300 millió eurót fektetett be a technológiába és a környezetszennyezés csökkentésébe azóta, hogy Kína legnagyobb acélgyártója, a Hesteel öt évvel ezelőtt 46 millió euróért (53 millió dollárért) megvásárolta a szerb államtól. Az üzem környezetvédelmi vezetője, *Ljubica Drake* nyilatkozott a Reutersnek. „*Mindannyian Smederevo polgárai vagyunk... A környezetszennyezéssel önmagunk és gyermekeink ellen dolgozunk? Nem helyes azt a következtetést levonni, hogy a rákos megbetegedések magasabb arányát az üzem tevékenysége okozta*” – mondta, hozzátéve, hogy a betegség annak a következménye lehet, hogy a NATO 1999-ben bombázta Szerbiát a koszovói háború során.

Környezetvédelmi aktivisták szerint azonban az üzem jó példa arra, hogy a kínai tulajdonú ipari cégek figyelmen

kívül hagyják a helyi környezetszennyezési előírásokat. *Nikola Krstic*, a Tvrdjava nevű környezetvédelmi csoport vezetője, azt mondta, hogy a vörös por szeptemberi elemzése magas nehézfém-koncentrációt mutatott ki. „*A város levegője évente 120 napon messze elmarad az európai szabványoktól*” – mondta a Reutersnek. „*A vörös por zsiros, megtapad a tüdőben, megnehezíti a légzést.*” Kína eurómilliárdokat fektetett be az EU-tagjelölt Szerbiába, amely a Nyugattal több mint két évtizeddel a Jugoszlávia felbomlása utáni háborúk után is kellemetlen viszonyt ápol, és szoros kapcsolatokat ápol Pekinggel.

Áprilisban a szerb hatóságok arra utasították a kínai Zijin Mining Group-ot, hogy ideiglenesen állítsa le egyes műveleteit az ország egyetlen rézbányájában a környezetvédelmi előírások be nem tartása miatt. A bányavállalat úgy nyilatkozott, hogy gyorsan orvosol minden problémát, ezt követően engedélyezték az újrainyitást.

„*Nemcsak megbírságot kell a szennyezőket. Ha nem tudják csökkenteni a szennyezést, le kell állítaniuk a műveleteket*” – nyilatkozta *Zorana Mihajlovic*, Szerbia bányászati és energiaügyi minisztere a Reutersnek a 2021. november 5-én.

VT