

# **Országos Tudományos Diákköri Konferencia**

## **A modern medertérképezési technológiák összehasonlítása**

Készítette:

Németh Ákos

Répás Attila

Témavezető:

Mester Márton

2014. június 21.

# Tartalomjegyzék

|       |                                                  |    |
|-------|--------------------------------------------------|----|
| 1     | Bányatavak .....                                 | 3  |
| 1.1   | Jogi háttér .....                                | 5  |
| 2     | Mederfelmérési technológiák .....                | 5  |
| 2.1   | Vízmélység meghatározásának módszerei .....      | 5  |
| 2.1.1 | Szondázás .....                                  | 6  |
| 2.1.2 | Csörlős mélységmérés .....                       | 6  |
| 2.1.3 | Ultrahangos mélységmérés .....                   | 7  |
| 2.2   | Technológiai folyamatok a múltban .....          | 8  |
| 2.2.1 | Kötél menti szelvényezés .....                   | 9  |
| 2.2.2 | Repülő szelvényezés .....                        | 10 |
| 2.2.3 | Mederfelvétel szondirtachigráffal .....          | 11 |
| 2.2.4 | Mederfelvétel radar elven .....                  | 13 |
| 3     | Felmérendő terület bemutatása .....              | 14 |
| 3.1   | Terület földrajza .....                          | 14 |
| 3.2   | Terület geológiája .....                         | 14 |
| 4     | Technika bemutatása .....                        | 15 |
| 4.1   | Műszerek .....                                   | 15 |
| 4.1.1 | Mérőállomás .....                                | 15 |
| 4.1.2 | GPS .....                                        | 16 |
| 4.1.3 | Halradar .....                                   | 18 |
| 4.1.4 | OHMEX SonarMite BTX-OEM .....                    | 18 |
| 5     | Kiértékelés, elemzés .....                       | 20 |
| 5.1   | Alkalmazott szoftverek .....                     | 20 |
| 5.1.1 | AutoCAD Civil 3D .....                           | 20 |
| 5.1.2 | Quantum GIS (QGIS) program .....                 | 20 |
| 5.1.3 | Izovonal program .....                           | 20 |
| 5.2   | Számítógépes feldolgozás .....                   | 21 |
| 5.2.1 | Alapadatok .....                                 | 21 |
| 5.2.2 | Szintvonalas térkép .....                        | 23 |
| 5.2.3 | Térfogatszámítás .....                           | 26 |
| 5.3   | Eredmények összehasonlítása .....                | 28 |
| 5.3.1 | Halradar és a szonár mélységmérési értékei ..... | 28 |

|       |                                         |    |
|-------|-----------------------------------------|----|
| 5.3.2 | Robot mérőállomás és a GPS mérése ..... | 29 |
| 5.3.3 | Szintvonal képzés .....                 | 30 |
| 5.3.4 | Táblázatos értékelés .....              | 32 |
| 6     | Mérési folyamat .....                   | 32 |
| 6.1   | Adatrögzítés .....                      | 33 |
| 7     | Összefoglalás .....                     | 33 |
| 8     | Ábrajegyzék .....                       | 35 |
| 9     | Táblázatjegyzék .....                   | 35 |
| 10    | Irodalomjegyzék .....                   | 36 |

Dolgozatunk fő témája, hogy bemutassuk a szonáros mederfelmérést és az ehhez kapcsolódó technológiákat. A mérés Győr városától harminc kilométerre fekvő Darnózseli település mellett található kavicsbánya taván fogjuk elvégezni. Összehasonlítjuk a halradarral és szonárral történő mélységmérési technológiát, valamint a helymeghatározást GPS és robot mérőállomás segítségével is párhuzamosan végezzük. Ezen módszerek bevezetéseként rövid technológia fejlődéstörténetet és a téma bányászattal kapcsolatos elemeit is bemutatjuk. A kapott adatokat több szoftver alkalmazásával dolgozzuk fel, majd vizuális értékelést készítünk a mederről. A munkánk végén összegezzük az elhangzottakat és hozzákapcsoljuk más építőmérnöki feladatokhoz.

## **1 Bányatavak**

Jövesztés után megmaradó bányagödörben kialakuló állóvizeket hívjuk bányatavaknak. A vizüket a talajvízbázisból kapják, ezáltal vízszintjük megegyezik a területre jellemző talajvízszinttel. Méretük és alakjuk változó, mivel függ a bányászati módszertől, a bányászott anyag típusától és elhelyezkedésétől a talajrétegződésben (geológiai viszonyoktól).

Magyarországon ma közel 1000 kisebb-nagyobb bányató található, a kavicsbányatavak száma az utóbbi évtizedekben, az építőipar kavics-szükségletének arányában, rohamosan emelkedett.

Jellemzően két típusú bányatavat különböztetünk meg. Az egyik a művelés megszűnése után feltöltődött vízfelület, ilyenkor a bányászat közben szivattyúzással a termelési fekszínt alatt tartják a vizet, ezt hívják aktív vízszintnívó süllyesztésnek, és amikor befejeződnek a munkálatok, hagyják feltöltődni a bányaudvart (tómedret). Másik típusa, mikor vízszint alatti bányaművelés történik. Ilyenkor már jövesztés közben is kialakul a bányató, mivel a talajvíz behatolását a bányagödörbe nem lehet megakadályozni semmilyen technológiával. Ez a szituáció jellemzően kavicsbányáknál fordul elő, mivel itt a szemcsés kavicsréteg nagy vízáteresztő képessége miatt szinte akadálytalanul közlekedik a víz.

A bányászati technológia oldaláról megközelítve a két típust, az aktív vízszintnívó süllyesztéses eljárásnál homlokrakodókkal, forgókotrókkal és ritkán robbantással a

jövesztés, a szállítás pedig dömperekkel és egyéb tehergépjárművekkel történik. A vízszint alatti termelésnél általában úszókotró és szállítószalag rendszer végzi el a bányászati feladatokat.

Az alábbi táblázatban összefoglaltuk a jövesztéshez használatos technológiákat:

1. táblázat: jövesztési technológiák

| A termelés módja      |                    | Gépek üzemmódja | Alkalmazható géptípusok |
|-----------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|
| Száras termelés       |                    | szakaszos       | tolólapos kotró         |
|                       |                    |                 | homlokrakodó            |
|                       |                    |                 | hidraulikus működtetésű |
|                       |                    |                 | kanalas kotró           |
|                       |                    |                 | vonóköteles kotró       |
|                       |                    |                 | földnyeső               |
|                       |                    |                 | kábelkotró              |
|                       |                    |                 | markoló kotró           |
|                       |                    | folyamatos      | merítéklétrás           |
|                       |                    |                 | marótárcsás             |
|                       |                    |                 | hidraulikus kotrók      |
|                       |                    |                 | hidromonitor            |
| Víznyó alóli termelés | partról            | szakaszos       | vonóköteles kotró       |
|                       |                    |                 | kábelkotró              |
|                       |                    |                 | markolókotró            |
|                       |                    | folyamatos      | merítéklétrás kotró     |
|                       | Úszó berendezéssel | szakaszos       | úszó markoló kotró      |
|                       |                    | folyamatos      | merítéklétrás kotró     |
|                       |                    |                 | hidraulikus kotró       |
|                       |                    |                 | pneumatikus kotró       |

Környezetvédelmi szempontból fontos megemlíteni ezen vizek, különösképp a kavicsbányatavak ivóvízbázisra gyakorolt hatását. A felszín alatti vizek a kavicsrétegen keresztül áramolva tisztulnak, ezáltal jelentős figyelmet kell fordítani a tavak szennyezésének megakadályozására, így csökken a környező területen található ivóvízbázisra gyakorolt káros hatása. vízminőség ellenőrzésére monitoring rendszert kell kialakítani. Dolgozatunk tárgyában szereplő Darnózseli kavicsbányató közvetlen környezetében is három vízszintfigyelő kút áll a vizsgálatok rendelkezésére. Emellett a bányatóban a termelés ideje alatt tilos bármilyen vízi sport és horgászati tevékenység. Utóbbi tiltást általában a nem kiépített infrastruktúra és a művelés során kialakult nagy és hirtelen mélyülő mederprofil indokolja. Bányászat befejezése után ezeket az állóvizeket sporthorgászat céljára alakítják ki.

## **1.1 Jogi háttér**

Bányászattal kapcsolatos alapjogszabály a többször módosított 1993. évi XLVIII. törvény (bányatörvény), illetve 203/1998 (XII.19.) kormányrendelet a bányászatról szóló törvény végrehajtása szabályozza. 54/2008 (II.20.) kormányrendelet az ásványi nyersanyagok és geotermikus energia fajlagos értékének, valamint az értékszámításának módjának meghatározásáról szól. A bányavállalkozónak a kitermelt ásványi nyersanyag mennyiségét a bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. törvény végrehajtásáról szóló 203/1998. (XII. 19.) Korm. rendelet (a továbbiakban: Bt. Vhr.) 4. § (5) bekezdésében meghatározottak figyelembevételével bányajáradék bevallási időszakonként geodéziai módszerekkel, vagy egyéb alkalmas módon kell megállapítani. A bányavállalkozónak a teljes évre (tárgyévre) vonatkozó ásványi nyersanyag mennyiségi változásait kizárólag geodéziai felmérésen alapuló térfogatszámítással kell teljesíteni. A meghatározás módját és eredményét mérési adatokkal és jegyzőkönyvvel, valamint számítással kell bizonylatolni. Mélyműveléses bányauzem esetén az éves kitermelt ásványi nyersanyag mennyiség meghatározása hitelesített tömegméréssel is történhet. Az éves változást a bányaművelési térképen fel kell tüntetni. A geodéziai méréseken alapuló ásványi nyersanyagot meghatározó számításokat hites bányamérő által ellenjegyzett dokumentációba kell foglalni.

A fenti jogszabályokban meghatározottakat a 10/2010 (II.26.) KHEM rendelet módosítására kiadott 82/2012 (XII.28.) NFM rendelet tartalmi és formai követelményeket határoz meg.

## **2 Mederfelmérési technológiák**

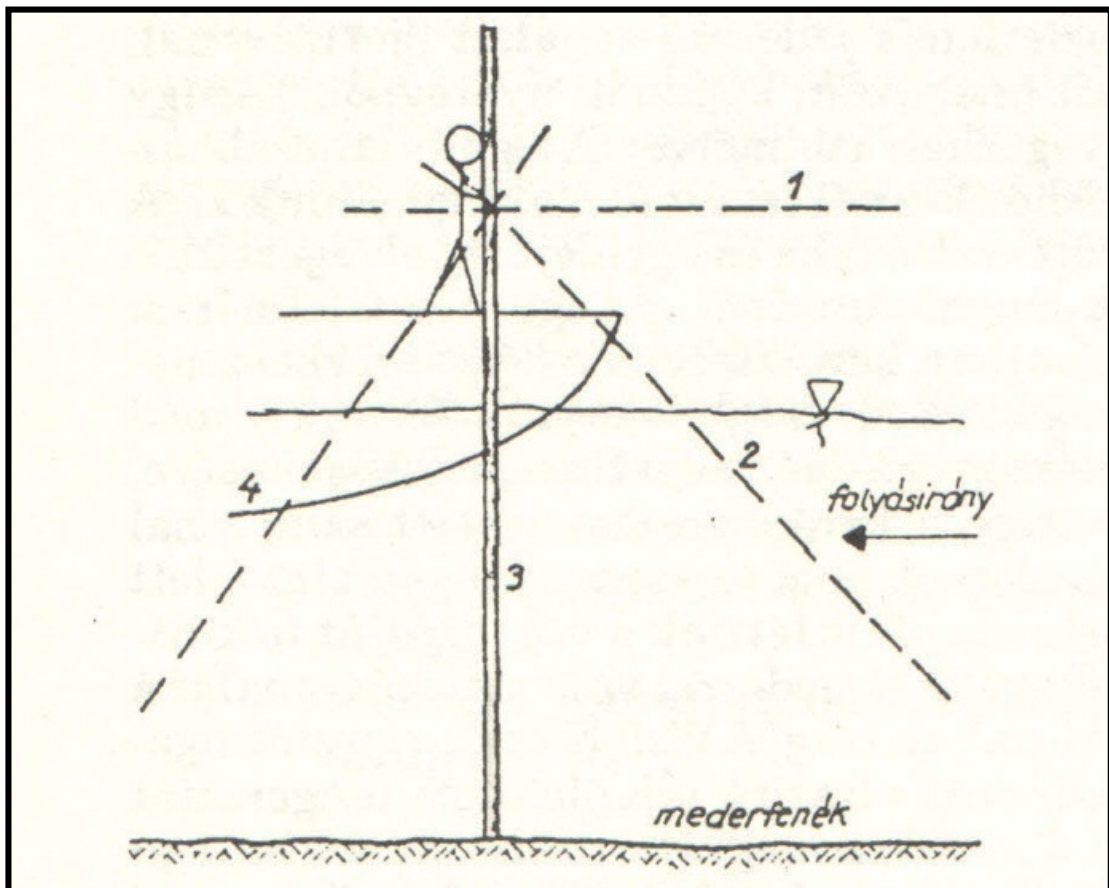
A mederfelvétel alatt vízszintes és magassági értelmű egyidejű felmérését értjük. A mérés eredményeit helyszínrajzon, hossz és keresztszelvényen ábrázolhatjuk. Ezeket a medernyilvántartás, a vízhozammérés, a mederszabályozás, a hajózási út kitűzés, homok és kavicsbányászat és egyéb célokra készítünk. A feladattól függ, hogy alkalomszerűen vagy rendszeresen ismételve végezzük a mérést. Valamint a különböző célok eltérő pontsűrűséget és pontosságot igényelnek.

### **2.1 Vízmélység meghatározásának módszerei**

A vízfelszín adott pontjához tartozó függőleges vetítésű mederpont távolságának a meghatározása.

### 2.1.1 Szondázás

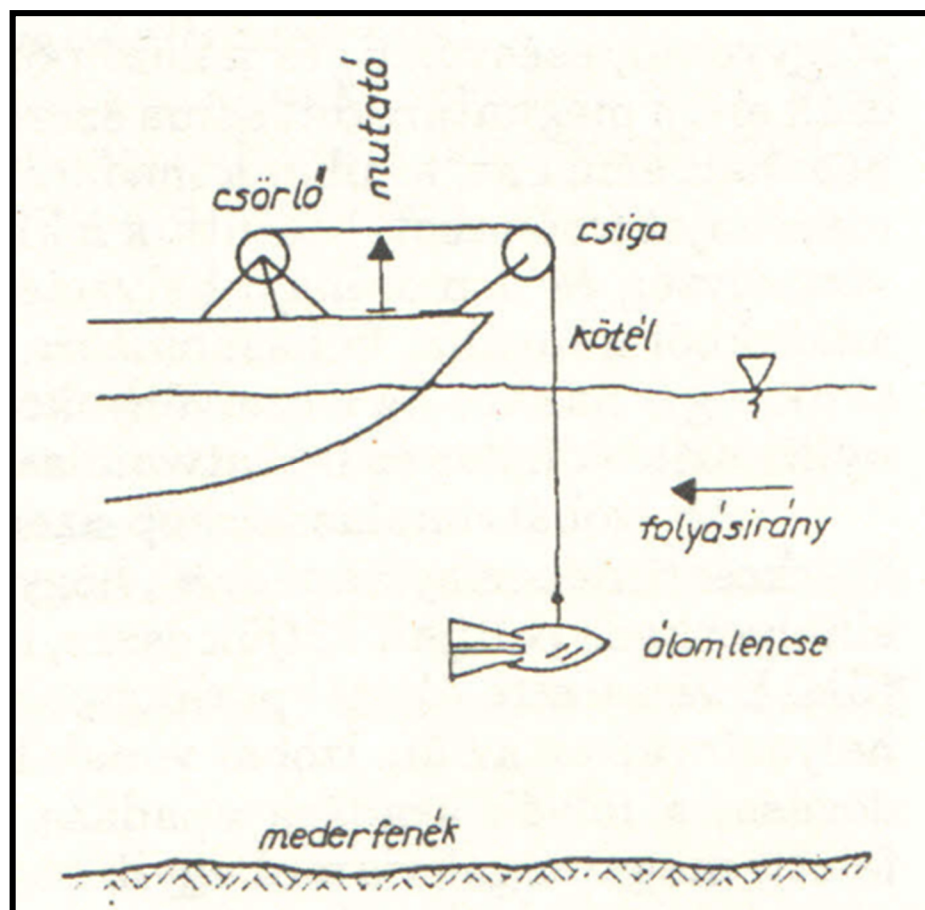
Legősbib módja a vízmélység meghatározásának a szondarúddal történő mérés. A 4-8 m hosszú (általában dm beosztású) rudat a folyásiránnyal szemben a ladik haladási irányában ferdén a vízbe nyomjuk. Mikor a szondarúd a fenékre ér megvárjuk, hogy a továbbhaladó csónak függőleges helyzetbe hozza, és akkor leolvassuk a vízmélységet. [Varga, 2003]



1. ábra: Mélységmérés szondarúddal [Varga, 2003]

### 2.1.2 Csörlős mélységmérés

Nagyobb vízmélységek esetén (5m felett), vagy ha a víz sebessége 1-1,5 m/s-nél nagyobb, megfelelő nagyságú ólomlencsével ellátott méterbeosztással jelölt mérőkötéllel a mérőhajóból, vagy mérőhídról állapítjuk meg a mélységet csörlő felhasználásával. Sebes folyású vizekben célszerű a nehezék aljára elektromos fenékelzőt helyezni, amely jelzi, ha a nehezék eléri a mederfeneket. [Varga, 2003]



2. ábra: Mélységmérés ómlencsével [Varga, 2003]

### 2.1.3 Ultrahangos mélységmérés

Az előbbieknél modernebb technológia a vízhangos mélységmérő berendezések, de ezeket korlátozza a vízi növényzet így csak vízinnövény benövéstől mentes vizeken alkalmazhatók megfelelő pontossággal.

Az ultrahangos mélységmérés jelentősen megkönnyíti és meggyorsítja a mélységmérés és ezáltal a keresztmetszvény felvételt is. Alapelve a mérésnek, hogy a hang terjedési sebessége ismert a vízben és a terjedés során a határfelületekről (víz – mederfenék, víz – levegő stb.) visszaverődik. Az ultrahang kibocsátásáért egy piezoelektromos kristály a felelős, amelynek az a tulajdonsága, hogy ha a kristály bizonyos lapjai között elektromos feszültségkülönbség van, alakját megváltoztatja. Tehát váltófeszültség hatására rezgésbe jön, ami fordítva is igaz. Azaz ha a kristály alakját megváltoztatjuk, a két lap között feszültség indukálódik. Ezért a piezoelektromos kristály hangforrásként és szenzorként is funkcionálhat. A műszer impulzus üzemmódban méri a kibocsátástól a visszaverődésig eltelt időt, amely alatt az

ultrahanghullám a vízmélység távolságát kétszer teszi. Ebből számítja ki a vízmélységet.

Az ultrahangos mélységmérő felbontóképessége 10cm, 70cm a legkisebb mérhető vízmélység. A műszer elérhető pontossága  $\pm 4 - 5$  cm. Legjobb, ha olyan mélységmérőt alkalmazunk, ami automatikusan méri a víz hőmérsékletet is és kompenzálja az ebből eredő változásokat. Ugyanis a hang terjedési sebessége a vízben erőteljesen függ a hőmérséklettől, de még a só tartalma és sűrűsége is befolyásolja. A mérőfej legalább 120 kHz frekvenciájúnak kell lennie. Használatánál figyelni kell a jelerősség optimális beállítására, ugyanis előfordulhat, a mérőcsónak fenekéről és a vízfelszínről kettős visszaverődés, ami közelítőleg kétszeres vízmélységet eredményez. A műszert még a víz által szállított hordalék is befolyásolja, ezért a mérés megkezdése előtt minden esetben szükséges kalibráló és ellenőrző méréseket folytatni a mérendő vízfolyáson.

A precíziós ultrahangos mélységmérő alkalmazásával elérhető a cm-es pontosság. Ebben az esetben a műszert ellátják víz hőmérséklet kompenzációval, só tartalom és hordaléktöménység kompenzálassal, valamint klinométerrel ami műszer dőlésszögét érzékeli a hullámváz kompenzálására.

A műszerek jellemzője a kibocsátott hanghullám kúpszöge valamint a kúp függőlegessége. Az egyszerűbb műszerek általában egy esetleg kettő frekvencián tudnak üzemelni. Az alacsonyabb frekvencia (60-80 MHz) kúpszöge 60 fok, a másik frekvencia kúpszöge 8-16 fok között van. Minél kisebb a kúpszög annál kisebb területről visszaverődő átlagmélységet méri a műszer, mert a visszaverődő jel legintenzívebben felfutó értéke adja a mélységhez tartozó visszaérkezés idejét. [MHT]

## **2.2 Technológiai folyamatok a múltban**

A víz és az ember kapcsolata az ősi időktől végigkíséri múltunk. A tapasztalatok és tudományok fejlődésével párhuzamosan a víz alatti részek felfedezése és ábrázolása folyamatosan egyre pontosabbá vált. Manapság ez a terület is high tech szintre emelkedett.

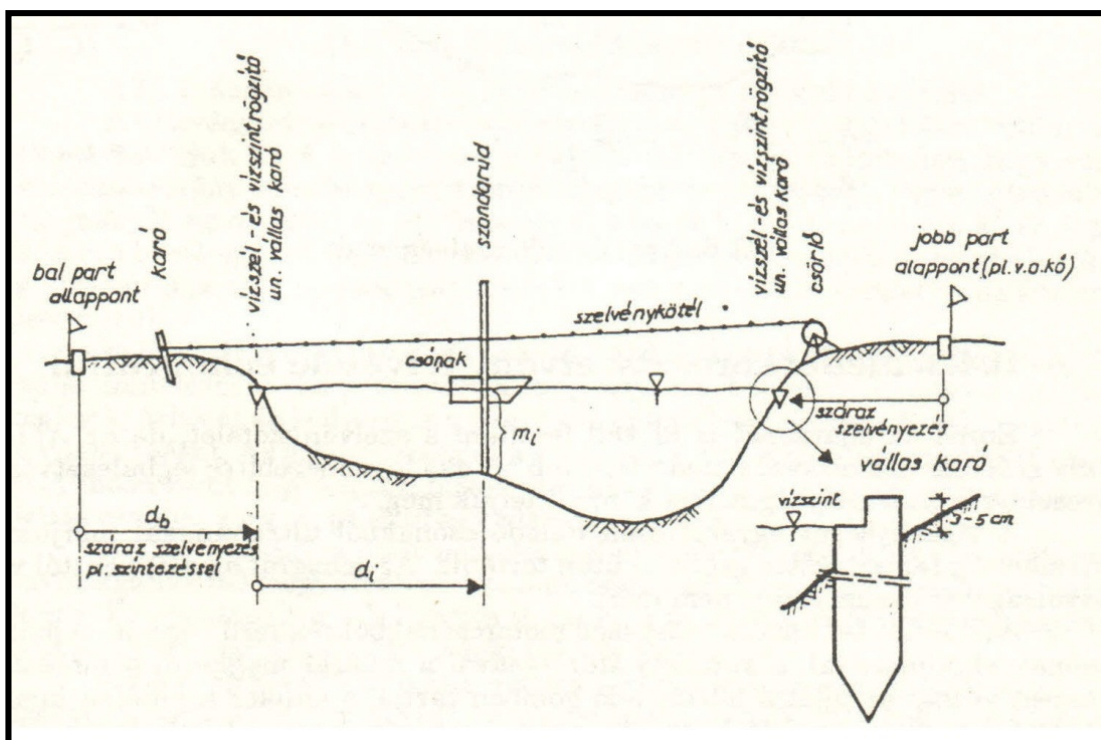
### 2.2.1 Kötél menti szelvényezés

Ezt a felmérési folyamatot „teljes mederfelvétel” esetén két egymással szemben lévő alappont között (V.O. kő) végezzük, melyet három részre osztunk – kötől a vízig tartó – száraz szelvényekre és az ezek közti vizes szelvényre. A száraz szelvények felmérése hagyományos geodéziai módszerrel történik, mely során a vízszint abszolút magasságát meghatározzuk és a víz szélét mindkét parton cövekkel jelöljük.

A vizes szelvény felmérésére szelvénykötelet feszítünk ki, az egyik parton csörlőhöz majd a másik parton a cövekhez rögzítjük. A szelvénykötelet előzőleg jelzésekkel látjuk el úgy, 5 és 10 méterenként elkülönülő módon jelöljük meg (ez főként más színnel lehetséges).

A vízmélység mérése előre meghatározott pontokban történik szondázó rúd segítségével. Nagy vízmélység (5m felett) vagy erős sodrás esetén alkalmazható ólomlencsével terhelt méterbeosztással ellátott kötél (nagyobb ólomlencse olykor drótsodronyt igényel), de ultrahangos mérőműszer is egyaránt megfelel.

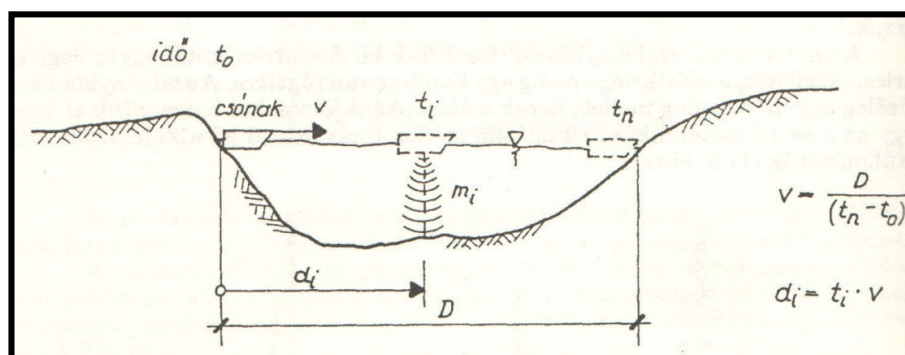
Mérés során a kinyert adatokat ( $d_i$  és  $m_i$ ) jegyzőkönyvbe vagy vázrajzon rögzítjük, melyek alapján később méretarányos keresztzelvényt szerkesztünk eredményül. [Varga, 2003]



3. ábra: Kötél melletti szelvényezés [Varga, 2003]

### 2.2.2 Repülő szelvényezés

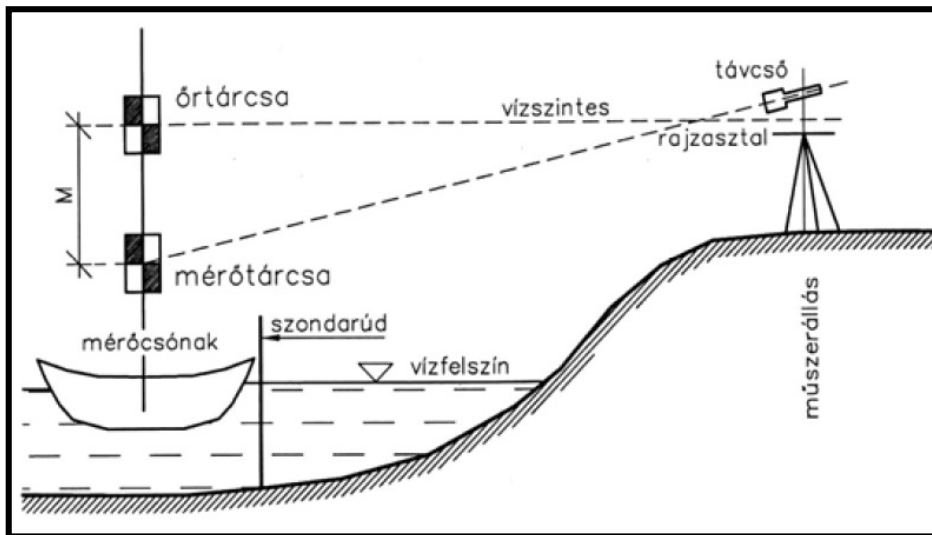
Akkor alkalmazzuk ezt az eljárást, ha kisebb pontossági igényű mederfelmérést gyorsan szeretnénk elvégezni. Itt egyenletes sebességgel ( $v$ ) haladó csónakból végezzük a két pont közötti mérést. Indulás ( $t_0$ ), érkezési ( $t_n$ ) és a mélységmérési ( $t_i$ ) időpont méréseivel – közben egyenletes sebességet feltételezve - a helyszínrajzon a mérési helyeket ( $d_i$ ) kiegészítő közelítéssel határozzuk meg. Az előző eljárásnál jóval gyorsabb, de a pontossága messze elmarad. [Varga, 2003]



4. ábra: Repülőszelvényezés [Varga, 2003]

### 2.2.3 Mederfelvétel szondirtachigráffal

A szondirtachigráf teodolit, távolságmérő, szintező műszer és mérőasztal feladatát látja el, ezáltal a mért pontoknak vízszintes és függőleges helyzete egyaránt meghatározható a mérés során. Működése során a teodolit vízszintes és magassági állásszögének megfelelően egy szúrotű a rajzasztal feletti fogaskerék áttételek segítségével mozog. A mérés egyik berendezése a szondirtachigráf a másik egy csónakban felállított függőleges árbocra elhelyezett két iránytárcsa. Az egyik iránytárcsa melyet őrtárcsának neveznek, az pontosan a műszer vízszintes tengelyének szintjén van. Míg a másik tárcsa M távolsággal alatta vagy felette (terepadottságtól függően) helyezkedik el. A csónak mozgását, vízszintes helyzetét, műszertől való távolságát a mérőtárcsára irányított távcső szögei (vízszintes és magassági) egyértelműen meghatározza. A szúrotű M távolságnak megfelelő léptékben ábrázolja a csónak helyzetét a rajztáblán. [Sziebert-Szlávik, 2010]



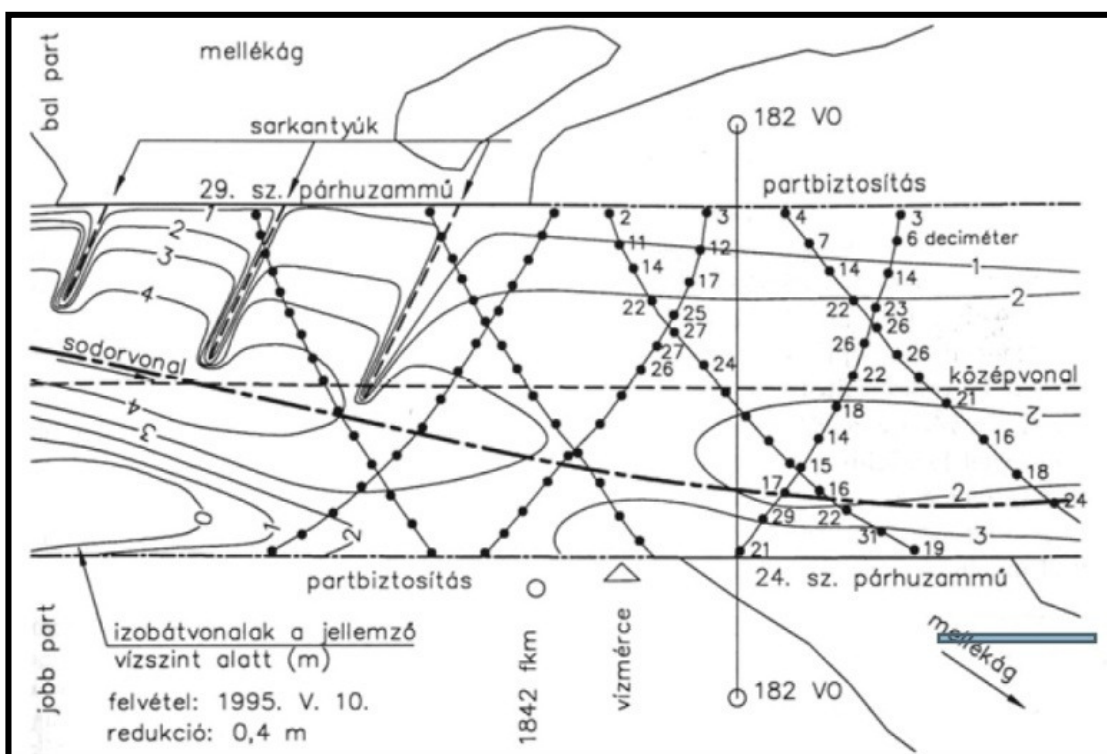
5. ábra: Mederfelvétel szondirtachigráffal [Sziebert-Szlávik, 2010]

A műszert az állásponton geodéziai módszerekkel ismertté és tájékozottá kell tenni, valamint a vízszintet az álláspontnál a mérés megkezdése előtt majd azt befejezve bemérni. A mérőcsónakban mélységmérés is zajlik párhuzamosan, ennek sajátossága, hogy a mérőcsónak a vízfolyáson átlósan, átfedésben oda-vissza halad. Így egy szórt ponthalmazt kapunk a mederfelmérésből, mely pontjainak sűrűsége átlósan 10-25m, a menetek 100-150m-enként következnek. [MHT]

A szondirtachigráf alkalmazásánál nehézséget okozó tényezők:

- Ha a vízmélységet deciméter beosztású szondázó rúddal végezzük, akkor az a mérés pontosságát nagymértékben rontja
- A vízmélység mérés pillanatában kell a műszernél lévő személynek rögzítenie a rajztáblán a csónak pontos helyét. Viszont a mélységek adatai a csónakban vezetett jegyzőkönyvbe kerülnek, így a rögzített pont és a jegyzőkönyvben szereplő mélység téves azonosítása hibát eredményezhet.
- A vízszintes őrtárcsa helyzetét gyakran kell ellenőrizni, ugyanis a vízszintesítés miatt a teodolit vízszintes síkjához képest folyton változik.
- A mérőcsónak a folyón kellő sűrűségű cikk-cakk vonalban halad, ez a haladási mód keresztmetszvény felvételre kevésbé alkalmas, mint a vízfolyás adott szakaszának mederfelmérése.
- Egy műszerállásból 1200-1500m szakasz mérhető fel általában (műszerállás felett és alatt 600-750m) így főként tavak és tározók mederfelvételére alkalmas.

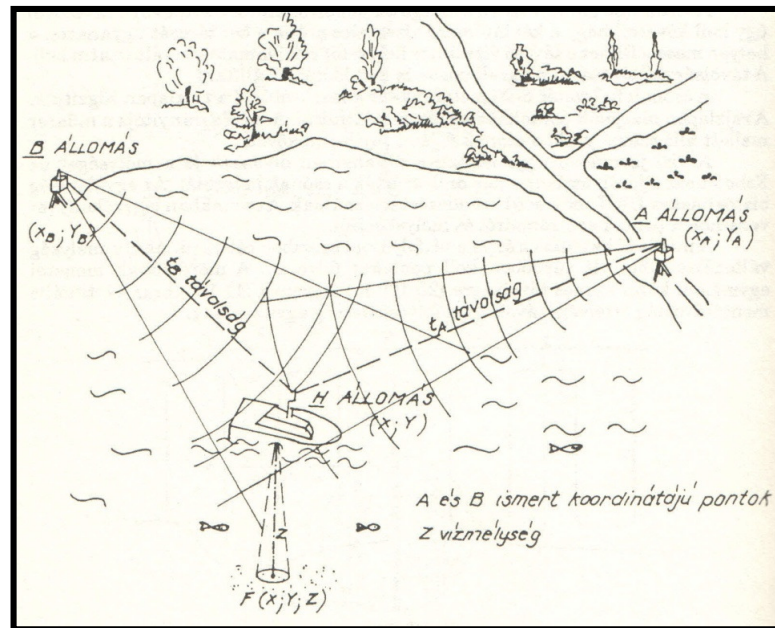
Természetesen motorcsónakkal is végezhető a művelet, ha a mélységmérés már ultrahanggal történik. [Sziebert-Szlávik, 2010]



6. ábra: A szondirtachigráffal készített helyszínrajz [Sziebert-Szlávik, 2010]

#### 2.2.4 Mederfelvétel radar elven

A partok megfelelő pontjain felállított legalább két adó (ultrahangos, illetve radar), segítségével, a csónak vízszintes helyzetének meghatározása hátrametszés elvén történik. Ez a technika már lehetőséget kínál egy-egy keresztaszelvény felvételére, de ugyanúgy alkalmas széles vízfelületek (tavak, tározók) mederfelvételére. A helymeghatározó mérőberendezés távolságmérő része kb. 5km-ig 1% körüli mérési hibával dolgozik. [Sziebert-Szlávik, 2010]

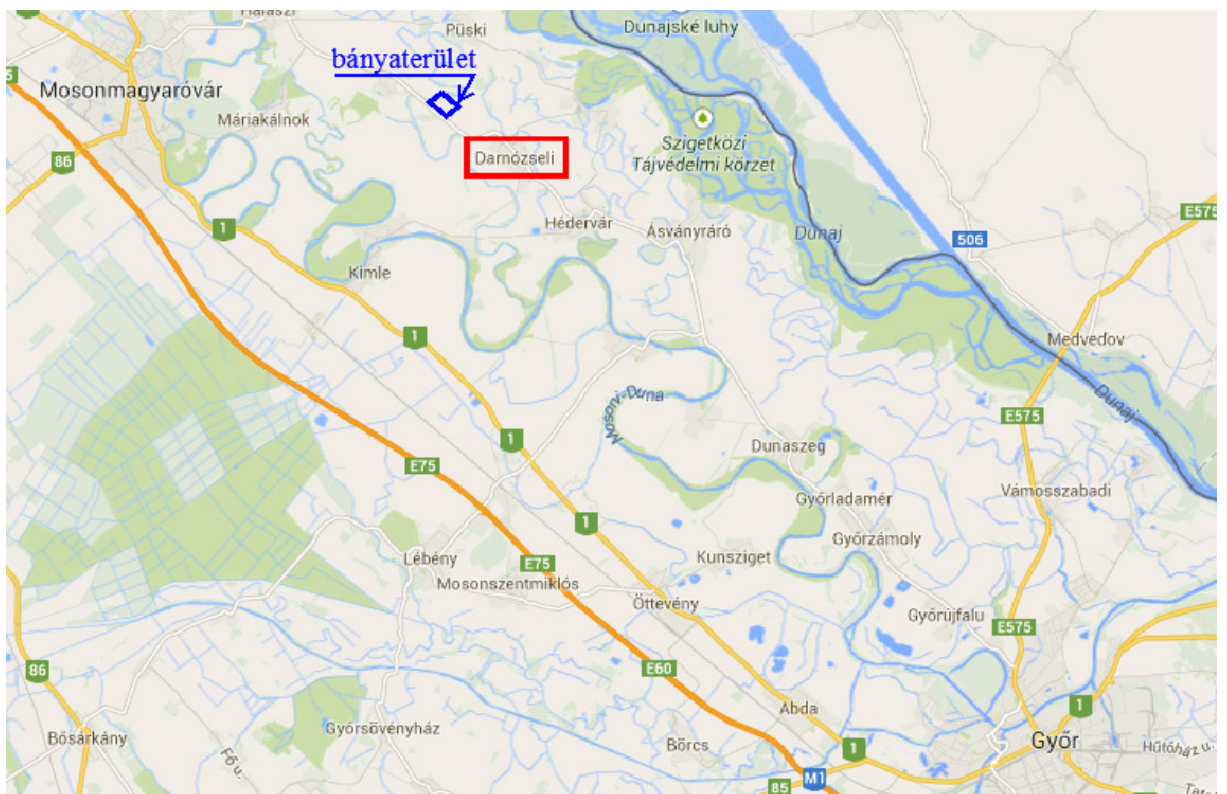


7. ábra: Mederfelvétel radar elven [Varga, 2003]

### 3 Felmérendő terület bemutatása

#### 3.1 Terület földrajza

Szűkebb tájegység a Szigetköz, ennek közepén az ún. Közép-Szigetközben található Darnózseli község. Az Öreg-Dunától kb. 4 km-re, a Mosoni-Dunától kb. 3 km-re Mosonmagyaróvártól 16 km-re és a megyeszékhelytől Győrtől, 28 kilométerre található. Terület földrajzi jellemzője, hogy magán viseli a Kisalföld, mint nagytáj, sajátosságait. Kis magasságkülönbségű, vízfolyásokkal szabdaltságot mutató területek összessége. Vízháztartását nagyban befolyásolja a Mosoni-Duna, a folyó vízszintje adja a talajvíznívót. A éves csapadékmennyiség és az uralkodó szélirány is a tájegységre jellemző értékeket mutatja.



8. ábra: áttekintő térkép

#### 3.2 Terület geológiája

A területen található kavicsréteget az Ósduna az Alpok mállott kőzeteiből szállította a területre, melynek átlagos vastagsága 10 és 40 méter közötti. Hordalékos kavicsra szürke agyagréteg települt 1 és 2 méteres vastagságban, amit sárga agyagos homokos kavicsréteg fed. Ezen réteg felett található különböző vastagságban humuszréteg, amely talajadottságait tekintve kiválóan alkalmas mezőgazdasági célokra.

Az agyagos homokos kavicsot a környező útépitéseknél használják, mint kiváló töltés alapanyag, mivel megfelelően lehet tömöríteni és ezáltal egy nagyobb teherbírási ( $E_2$ ) modulust lehet elérni a tükörfelületen.

Bányából kitermelt kavics szemeloszlása homogén, ez közel azonos szemcseátmérőt jelent, ami nagyban megkönnyíti az osztályozási műveleteket, emellett közetreológiai szempontból aprózódásra kismértékben hajlamos, így betongyártás adalékanyagként kiváló (Audi Hungária). Alpok közete nagyrészt kemény gránit, ezeket az olvadékvíz erodálta, és a lefolyó patakok szállították a nagy vízgyűjtőbe és végül a folyam sebességcsökkenése miatt lerakta a Kisalföld területén.

Terület és a bánya vízföldtanát a már korábban említett Mosoni-Duna befolyásolja, a tó vízének szintje a folyó vízszintingadozásával párhuzamosan változik.

## 4 Technika bemutatása

### 4.1 Műszerek

#### 4.1.1 Mérőállomás

Az elektronikus tahiméterek továbbfejlődésével alakultak ki a mérőállomások. Mérőállomás alatt azt a műszert értjük, amikor a műszerbe beépítették magát az adatrögzítőt is a szögmérő-, és távmérő egység mellé. A mérőállomás egy egységben valósítja meg a vízszintes- és magassági szögmérést, a távmérést, a nyers vagy koordinátával jellemezhető mérési eredményeinek tárolását, kezelését, átalakítását és a számítások végrehajtását.

A távmérőműszerek az alábbi szerkezeti egységekből épülnek fel:

- **mérőjel generátor:** kvarckristály által vezérelt elektromos rezgéskeltő. Feladata a mérőjel előállítása és a frekvencia stabilitása. Az egyértelmű távolság meghatározás érdekében a mérőjel generátor több mérőléptéket állít elő, amelyek egymásnak tízszeres többszörösei.
- **segédjel generátor:** a mérőjel frekvenciájához hasonló frekvenciájú felsorozatot állít elő, hogy a keverés után előállított jel kis frekvenciájú legyen.

- **sugárforrás:** egy olyan félvezető dióda, melynek feladata az infravörös vivőhullám előállítása.

A diódát a mérőjel gerjeszti az amplitúdó-moduláció elve alapján.

- **belső optikai út:** a mérősugár útjába helyezett eltérítő prizmarendszer, amely a mérősugarat a műszeren belül a vevő fotodiódára irányítja. A belső optikai út azért fontos, mert az elektronikus egységek jelkésleltető hatása által okozott szabályos hibát ennek segítségével lehet kiküszöbölni. A távméréssel egy időben ennek a belső optikai útnak a hosszát is megmérjük. Amennyi idő alatt a hullám a belső optikai utat befutja, az megegyezik az elektronikus egységek jelkésleltető hatásával.
- **visszaverő berendezés:** a megméréendő távolság műszerrel átellenes végpontján állítják fel, feladata a mérősugár visszairányítása a műszerhez. A visszaverő berendezés általában egy jó minőségű üvegből készített prizma (lehet fólia is vagy esetleg közvetlenül a megméréendő objektum felülete is), amely egy kockának a testátlóra merőlegesen lemetezett sarka.

A műszer által kibocsátott elektromágneses hullám a mérendő távolság másik végpontján elhelyezett berendezésről visszaverődik, és visszajut a műszerbe. A kibocsátás és a visszaérkezés között eltelt idő, a futási idő megméréseével a távolság kiszámítható.

A mérőberendezés kétféle adatformátumot tud tárolni az egyik a nyers mérési eredmények (Szög, távolság, álláspont és irányzott pont jellemzői), valamint tájékozott limbuszkör esetében koordinátákat (Y, X, Z). A mért adatokat számítógép segítségével egy kiolvasó program használatával nyerjük ki a mérőállomásból.

#### 4.1.2 GPS

Az amerikai Global Positioning System (Globális Helymeghatározási Rendszer) egy világméretű rádiónavigációs rendszer, amelyet 24 műhold, és azok földi állomásai alkotnak, ezen kívül a használt berendezés már az orosz GLONASS rendszer műholdjait is felhasználta a pontosabb mérésekhez. Az Európai Űrkutatási Ügynökség is már fejleszti a saját, GALILEO névre keresztelt rendszerét, de ezt még sajnos nem tudjuk elérni.



9. ábra Navstar GPS  
(USA)



10. ábra GLONASS  
(RUS)



11. ábra GALILEO  
(EU)

A GPS alapműködése a műholdas háromszögelés. Nem szögmeréssel határozza meg a háromszög oldalait, hanem a rádiójel futási ideje alapján kiszámolja az oldalak távolságát. Ehhez szükség van az adott műhold nagyon pontos helyzetét a világűrben és az atmoszférán áthaladó jel késleltetését is korrigálni kell. Ezeket a korrekciós jeleket az interneten keresztül megkapja a műszer. Ezt hívják RTK- kapcsolatnak. RTK nem más, mint a valós idejű fáziskorrekció küldése, amit egy egyszerű mobil internet eléréssel meg tudunk kapni az adott szerverről. Ezen technológia felhasználásával elegendő egy mozgó (rover) eszköz is, nincs külön szükség bázis GPS-re.[Ottófi, 2008]

Az általunk használt GPS egy svéd fejlesztésű iSURVEY SATLab 500 típusú készülék, ami az amerikai műholdakon kívül az orosz GLONASS rendszer jeleit is tudja fogadni.



12. ábra: iSURVEY SL500

#### 4.1.3 Halradar

A halradarok hanghullámokkal működnek. Az általunk használt műszer egy Humminbird 788ci típusú készülék a sonar sugárzást használja fel az adó alatt direkt található tárgyak, mederstruktúrák és mederállapotok meghatározásához. Ez a halkereső eszköz a kiküldött hangszignál és az ott található tárgyak vagy a vízfenék által visszaverődő szignál visszaérkezésének időpontja közötti időtartamot méri. Megállapítja a visszavert jel értelmezésével a tárgy helyzetét, nagyságát és összetételét. Ezek LC-monitoron kijelzésre kerülnek és



13. ábra: Humminbird 788ci halradar

minden új visszajelzés a régi visszhangokkal összefésülve

mozgóképként jelenik meg. Az általunk használt eszköz egy DualBeam PLUS Sonar rendszert alkalmaz, amely 200/83kHz teljesítménnyel és egy 60°-os lefedéssel rendelkezik. Ez egy 20°-os központi adócentrummal van ellátva, amely egy második 60°-os rádiusszal körbe van zárva, így a mélységgel megegyező területfedést eredményez. A 20°-os adóhatáskör a vízmederre koncentrálna a vízi növényzet, struktúrák és hallelőhelyek feltérképezését szolgálja.

A készülék rendelkezik GPS vevőberendezéssel, viszont ez geodéziai munkálatokra nem alkalmas a pontatlansága miatt.

#### 4.1.4 OHMEX SonarMite BTX-OEM

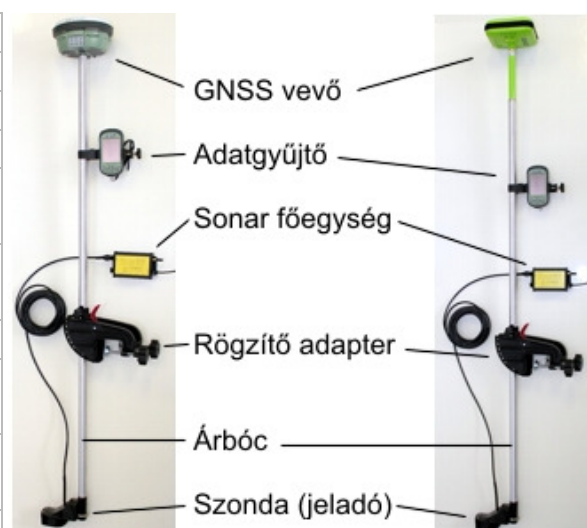
A SonarMite a világon létező legkisebb méretű vízmélységmérő készülék. Geodéziai felmérésekre alkalmas, mivel mérési pontossága 2.0 cm. Beépített akkumulátort tartalmaz, amely 8-12 óra üzemidőt biztosít. Ennek köszönhetően könnyen áthelyezhető egyik vízi járműből a másikba és nem akadályozza használatát az sem, ha a járműben nincs áramellátás. Emellett azonban választhat a felhasználó olyan változatot is, amely nem tartalmaz akkumulátort, hanem tápkábelen keresztül csatlakoztatható külső akkumulátorhoz vagy más tápforráshoz.

A SonarMite-nak nincs saját memóriegysége. A mélységadatokat másodpercenként 2-szeri sűrűséggel kábelmentes Bluetooth kapcsolattal, vagy soros kábel alkalmazásával juttatja az adatgyűjtő szoftverhez, amely kézi számítógépen (PDA) vagy notebookon (PC) futtatható. A SonarMite készülék által mért mélység adat a fogadó számítógépen vagy PDA-n az alkalmazott szoftvertől függően tárolható a pozícionáló eszköz (GPS vevő, robot-mérőállomás) által szolgáltatott Y-X-Z koordinátákkal együtt vagy külön.

[[www.geomentor.hu](http://www.geomentor.hu)]

2. táblázat: SonarMite BTX műszaki adatai:

|                      |                                |
|----------------------|--------------------------------|
| Jelszórás            | 4 fok                          |
| Mérési tartomány     | 0.3 m-től 75 m-ig              |
| Pontosság            | +/-0.020 m (RMS)               |
| Adatsűrűség          | 2 Hz                           |
| Ultrahang jelsűrűség | 3 to 6 Hz<br>(mélységtől függ) |
| Tápellátás           | 10.0v x 1.5Ahr<br>(NiMh)       |
| Működési idő         | 8-10 óra                       |
| Adatátvitel          | RS232 kábel,<br>Bluetooth      |
| Működési hőmérséklet | 0-45 fok                       |
| Mérete               | 100 x 220 x 45 mm              |
| Súly                 | 0.70 kg                        |



14. ábra: mélységmérő rendszer felépítése

## **5 Kiértékelés, elemzés**

### **5.1 Alkalmazott szoftverek**

#### **5.1.1 AutoCAD Civil 3D**

Az AutoCAD a személyi számítógépeken legelterjedtebb mérnöki tervező szoftver, és ennek az infrastruktúra tervező modulja az AutoCAD Civil 3D. 2005 óta létezik ez a program, és rendszerint az alapprogrammal fejlesztik folyamatosan. Ugyanarra is képes, mint az AutoCAD, mivel ez az alap platform, de kiegészült, hogy az út és vasúttervezés, közműtervezés, geodézia és egyéb építőmérnöki feladatok megoldásai könnyedén, dinamikusan és időtakarékosan történjenek.

A dolgozatunkban kihasználjuk a szoftver geodéziai alkalmazásának előnyeit, mint COGO pontok, felületek, egyéb háromdimenziós és térképészeti megoldások használata.

#### **5.1.2 Quantum GIS (QGIS) program**

A Quantum GIS fejlesztése az OSGeo (Open Source Geospatial Foundation) hivatalos projektje. A program lehetőséget ad térképek készítésére, és a fedvények megjelenítőn való vizuális elemzésére. Tehát egy nyílt forráskódú, platform független, felhasználóbarát GIS szoftvercsomag, ami számos vektoros, raszteres és adatbázis formátumot kezel.

#### **5.1.3 Izovonal program**

Ez egy olyan számítógépes program, amely különböző izovonalas, így mélységvonalas (izobátvonalas), térképek létrehozására is alkalmas: a program képes kezelni határvonalakat alkalmas a törésvonalak kezelésére a raszterhálót el lehet forgatni az origója körül. A program lehetővé teszi az előállított térképek kinyomtatását (AutoCAD segítségével) is.

## 5.2 Számítógépes feldolgozás

### 5.2.1 Alapadatok

A terepi adatfelvételt követően az irodai feldolgozás következett számunkra. A két választott szoftverrel történő munkát az adatok kiolvasásával kezdtük meg a halradar, GPS és a mérőállomás adathordozójáról. Az utóbbi kettő műszerről tabulátorral tagolt szöveges dokumentum (\*.txt) formájában kaptuk meg közvetlenül a pontlistát, ami tartalmazza oszlopok szerint a pontszámokat, északi, keleti koordinátákat és a magasságot.

|       |             |             |          |
|-------|-------------|-------------|----------|
| 33000 | 526987.8374 | 281280.7009 | 113.2679 |
| 33001 | 526987.7693 | 281280.9442 | 113.2353 |
| 33005 | 526918.2513 | 281322.1684 | 113.1761 |
| 33006 | 526915.8092 | 281324.6856 | 113.2684 |
| 33007 | 526913.7954 | 281326.9470 | 113.2424 |
| 33008 | 526906.6999 | 281333.7565 | 113.1768 |
| 33009 | 526905.2491 | 281335.6721 | 113.1715 |
| 33010 | 526903.6308 | 281338.0699 | 113.0168 |
| 33011 | 526902.1728 | 281340.2834 | 112.9639 |
| 33012 | 526900.6174 | 281342.5644 | 112.9275 |
| 33013 | 526899.0612 | 281344.5502 | 112.9397 |
| 33014 | 526897.3715 | 281346.9821 | 113.0854 |
| 33015 | 526895.8988 | 281349.2387 | 113.0521 |
| 33016 | 526894.5709 | 281351.2181 | 112.9842 |
| 33017 | 526893.3561 | 281352.7864 | 112.5309 |
| 33018 | 526892.0271 | 281354.7504 | 112.4489 |
| 33019 | 526891.5844 | 281356.8221 | 112.3556 |

15. ábra: pontlista

Halradarról való adatkinyerés bonyolultabb formában történt, mivel ennek a műszernek a beépített GPS-e nem alkalmas geodéziai pontosságú feladatokra, emellett vízszintes értelemben csak vízmélységet mér, így a SATLab GPS vízszintes koordinátáit fésültük össze a radar által rögzített adatokkal. Manuálisan rögzítettük a mélységeket, a GPS által használt pontszámokkal összhangban, így a vízszintes koordinátarendszer megegyezik a két mérésnél.

HumminbirdPC - UNIT\_140405a.gpx/Waypoints

File Edit Window Help

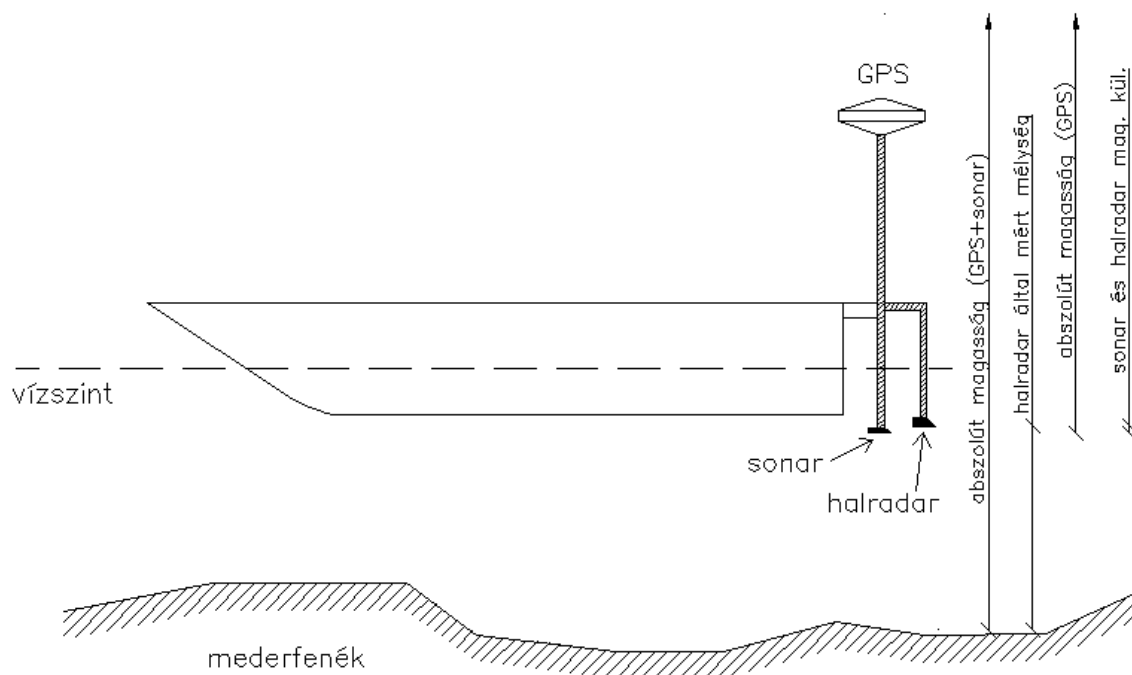
C:\alap\_16\_20120101\_to\damozselli\UNIT\_140405a.gpx/Waypoints

| Name | Icon | Shared | Latitude   | Longitude   | Depth(m) | Date                |
|------|------|--------|------------|-------------|----------|---------------------|
| 2689 |      | ✓      | N47°51'49" | E017°24'11" | 1.43     | 2014-04-04 14:21:11 |
| 2690 |      | ✓      | N47°51'49" | E017°24'11" | 1.37     | 2014-04-04 14:21:42 |
| 2691 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'08" | 1.6      | 2014-04-04 14:25:17 |
| 2692 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'08" | 1.27     | 2014-04-04 14:25:25 |
| 2693 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'08" | 1.37     | 2014-04-04 14:25:30 |
| 2694 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'08" | 1.41     | 2014-04-04 14:25:35 |
| 2695 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'08" | 1.31     | 2014-04-04 14:25:42 |
| 2696 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 1.29     | 2014-04-04 14:25:47 |
| 2697 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 1.35     | 2014-04-04 14:25:51 |
| 2698 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 3.02     | 2014-04-04 14:25:56 |
| 2699 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 3.49     | 2014-04-04 14:26:01 |
| 2700 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 1.81     | 2014-04-04 14:26:06 |
| 2701 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 1.83     | 2014-04-04 14:26:11 |
| 2702 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 2.02     | 2014-04-04 14:26:16 |
| 2703 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 1.67     | 2014-04-04 14:26:22 |
| 2704 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 1.75     | 2014-04-04 14:26:27 |
| 2705 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 1.27     | 2014-04-04 14:26:32 |
| 2706 |      | ✓      | N47°51'52" | E017°24'07" | 1.1      | 2014-04-04 14:26:37 |
| 2707 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 1.81     | 2014-04-04 14:26:43 |
| 2708 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 1.07     | 2014-04-04 14:26:56 |
| 2709 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 1.64     | 2014-04-04 14:27:01 |
| 2710 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 1.6      | 2014-04-04 14:27:06 |
| 2711 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 2.11     | 2014-04-04 14:27:11 |
| 2712 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 2.28     | 2014-04-04 14:27:15 |
| 2713 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 2.26     | 2014-04-04 14:27:21 |
| 2714 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 2.36     | 2014-04-04 14:27:26 |
| 2715 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 2.89     | 2014-04-04 14:27:33 |
| 2716 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 3.8      | 2014-04-04 14:27:38 |
| 2717 |      | ✓      | N47°51'51" | E017°24'07" | 4.39     | 2014-04-04 14:27:42 |
| 2718 |      | ✓      | N47°51'50" | E017°24'07" | 5.0      | 2014-04-04 14:27:49 |
| 2719 |      | ✓      | N47°51'50" | E017°24'07" | 5.06     | 2014-04-04 14:27:54 |
| 2720 |      | ✓      | N47°51'50" | E017°24'07" | 5.44     | 2014-04-04 14:28:02 |
| 2721 |      | ✓      | N47°51'50" | E017°24'07" | 5.25     | 2014-04-04 14:28:06 |
| 2722 |      | ✓      | N47°51'50" | E017°24'07" | 6.16     | 2014-04-04 14:28:12 |
| 2723 |      | ✓      | N47°51'50" | E017°24'07" | 6.45     | 2014-04-04 14:28:17 |
| 2724 |      | ✓      | N47°51'50" | E017°24'07" | 6.49     | 2014-04-04 14:28:23 |
| 2725 |      | ✓      | N47°51'50" | E017°24'07" | 7.02     | 2014-04-04 14:28:28 |
| 2726 |      | ✓      | N47°51'50" | E017°24'07" | 6.49     | 2014-04-04 14:28:33 |
| 2727 |      | ✓      | N47°51'50" | E017°24'07" | 7.11     | 2014-04-04 14:28:39 |
| 2728 |      | ✓      | N47°51'50" | E017°24'07" | 7.68     | 2014-04-04 14:28:44 |
| 2729 |      | ✓      | N47°51'49" | E017°24'08" | 7.49     | 2014-04-04 14:28:49 |
| 2730 |      | ✓      | N47°51'49" | E017°24'08" | 7.55     | 2014-04-04 14:28:56 |
| 2731 |      | ✓      | N47°51'49" | E017°24'08" | 7.25     | 2014-04-04 14:29:01 |
| 2732 |      | ✓      | N47°51'49" | E017°24'08" | 7.57     | 2014-04-04 14:29:05 |
| 2733 |      | ✓      | N47°51'49" | E017°24'08" | 7.7      | 2014-04-04 14:29:09 |
| 2734 |      | ✓      | N47°51'49" | E017°24'08" | 7.46     | 2014-04-04 14:29:17 |
| 2735 |      | ✓      | N47°51'49" | E017°24'08" | 7.02     | 2014-04-04 14:29:23 |
| 2736 |      | ✓      | N47°51'49" | E017°24'08" | 7.27     | 2014-04-04 14:29:28 |
| 2737 |      | ✓      | N47°51'49" | E017°24'08" | 7.02     | 2014-04-04 14:29:33 |
| 2738 |      | ✓      | N47°51'48" | E017°24'08" | 6.41     | 2014-04-04 14:29:39 |
| 2739 |      | ✓      | N47°51'48" | E017°24'08" | 5.9      | 2014-04-04 14:29:45 |
| 2740 |      | ✓      | N47°51'48" | E017°24'08" | 5.44     | 2014-04-04 14:29:50 |
| 2741 |      | ✓      | N47°51'48" | E017°24'08" | 4.94     | 2014-04-04 14:29:56 |

1 Waypoint(s) Selected

16. ábra: Huminbird halradar adatainak kiértékelése

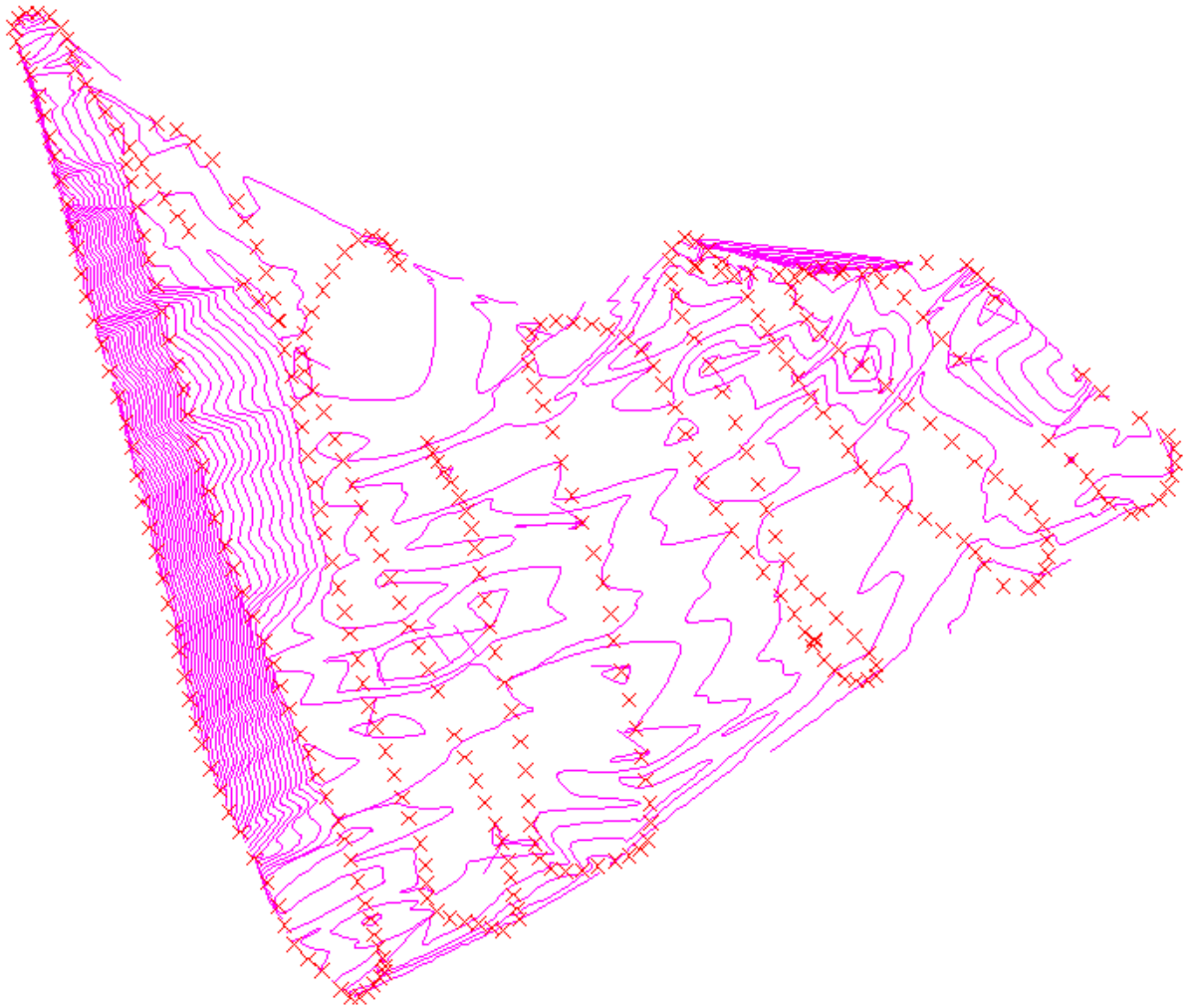
Excel-ben pontszámok alapján a koordinátákat hozzárendeltük az adott halradar által rögzített pontokhoz. A mélységi adatok számításánál tudjuk a radar szonáregységének az abszolút magasságát (GPS-el rögzítettük), így azon értékből kivonva a relatív mélységet, megkaptuk abszolút eredményeket. Az így kapott koordináták, \*.txt formátumba való konvertálás után kezelhetőek lettek a különböző térinformatikai szoftverekben.



17. ábra: sonar és a halradar elhelyezésének sémája

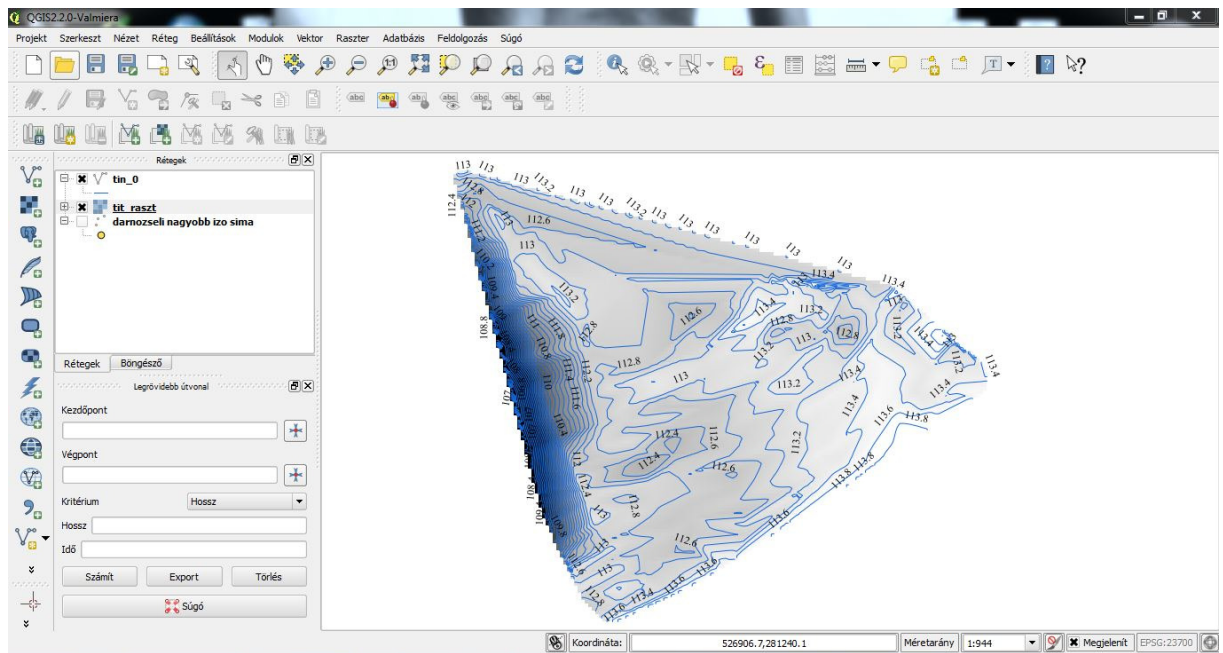
## 5.2.2 Szintvonalas térkép

AutoCAD Civil 3D-ben történő munka első lépése a megfelelő sablonfájl kiválasztása. Egy előre elkészített sablonkészletet használtunk a bányamérési szabványnak megfelelően. Ezek tartalmazzák az előre beállított feliratkészleteket, stílusokat. Mindezt egy \*.dwt kiterjesztésű fájl tartalmazza, amit a rajzlap megnyitásakor kell kiválasztani. Ezután a pontlistákat importáltuk a modellterbe. Itt fontos megemlíteni, hogy a pontokat tartalmazó szövegfájl úgy épüljön fel, hogy azt a program felismerje és értelmezze. Pontszámok, északi, keleti koordináták, és a magasságok értékei szükségesek, ezeket fajtájuk szerint oszlopokra bontva. Nem tartalmazhat az adatsor betűt, mert azt nem képes beolvasni a szoftver. A pontok beimportálása után létrehoztuk a felületet, amit definiálni kellett a felmért ponthalmaz pontcsoportjával. Ez a lépés egy adathivatkozást hoz létre a két objektum között, ezáltal ha a pontok térbeli elhelyezkedésén változtatunk, dinamikusan fog változni a felületünk is. A megfelelő 20 cm-es lépésközzel felépített szintvonalas megjelenítést alkalmazva láthatóvá vált a modell.



18. ábra: szintvonalas felület (Civil 3D)

Quantum GIS programban a txt. kiterjesztésű fájlból beolvassuk a fentebb már említett pontlistát. Ezt követően megadjuk a különböző oszlopokra vonatkozóan az X és Y tengelyt, majd interpoláljuk a Z (magasság) szerint és így egy raszter felületet kapunk ezzel. Erre most már csak a szintvonalakat és a feliratokat kell lekérdezni.



19. ábra: QGIS szoftver

Izovonal program direkt csak izovonal készítésre készült. Adottak a derékszögű koordináta rendszerben a mért pontok síkkoordinátái, valamint e pontokban a topográfiai terepmagasság ékei, ebből a program egy derékszögű négyzőghálózat sarokpontjaiban meghatározza a legvalószínűbb magasság. Ezt multikvadratikus módszerrel végzi, azaz a felületet kúpfelületek lineáris kombinációival közelíti.

A térképkészítés első lépése egy DEF (Digitális Felület Modell) készítése melyben első lépésben meg kell adjuk a támpontok koordinátáit tartalmazó fájl nevét, és a fájlformátumot, majd második lépésben a határvonal (v. határvonalak) koordinátáit tartalmazó fájl nevét, valamint a fájl formátumát adhatjuk meg. Valamint még harmadik lépésben megjelenő ablakban, ha van törésvonalunk, akkor annak a koordinátáit tartalmazó fájl nevét lehet megadni.

Következő lépésben az izovonal paraméterek beállításánál a szintközöket lehet tetszés szerint megadni. Végül a rajz modullal lehet megjeleníteni a szintvonalakat.

### 5.2.3 Térfogatszámítás

AutoCAD Civil 3D szoftver a TIN felületmodellek segítségével számítja ki a térfogatokat. Miután létrehoztuk a felületeket, egy beépített paranccsal gyorsan ki is számolhatjuk a térfogatokat.

| Név                  | P                                   | Bevá... | Tölt... | Stílus      | 2D terület(m2) | Bevágás (kiegyenlített)... | Töltés I(kiegyenlített)... | Nettó (kiegyenlített)... | Nettó grafikon |
|----------------------|-------------------------------------|---------|---------|-------------|----------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------|
| sonar_alapfelület    | <input checked="" type="checkbox"/> | 1.000   | 1.000   | Kikapcsolva | 9210.35        | 0.00                       | 116549.10                  | 116549.10<Töltés>        |                |
| halradar_alapfelület | <input checked="" type="checkbox"/> | 1.000   | 1.000   | Kikapcsolva | 9209.74        | 0.00                       | 117637.30                  | 117637.30<Töltés>        |                |

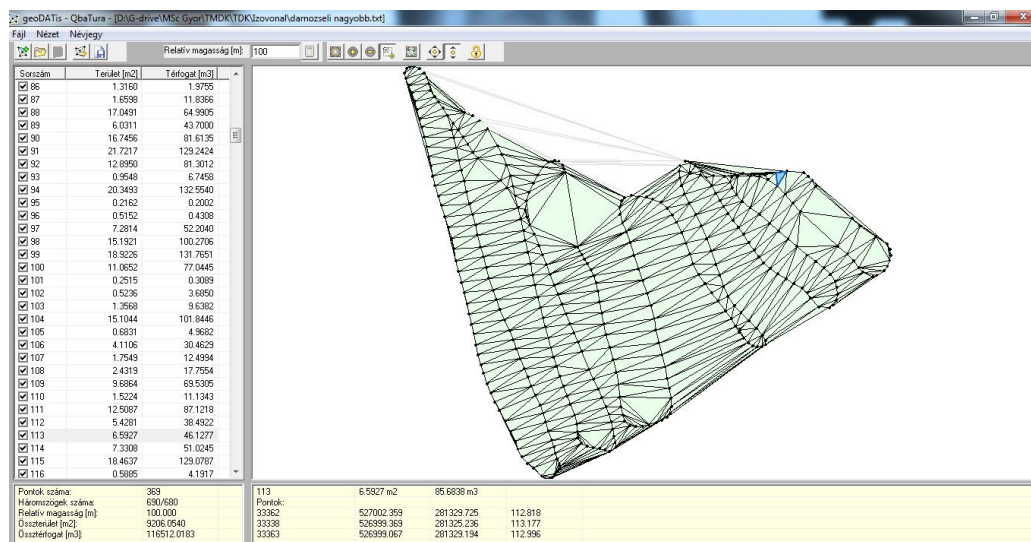
20. ábra: térfogatok műszerfal (Civil 3D)

A lényege ennek az egyszerű lépésnek, hogy egy viszonyítási és egy alapfelületet kell megadni a felugró párbeszédablakban és ezután közvetlenül számolja a volumeneket.

3. táblázat: Civil 3D által számított térfogatadatok (SonarMite által mért felület)

| Név                  | Bevágási tényező | Töltési tényező | 2D terület (m2) | Bevágás (kiegyenlített) (m3) | Töltés (kiegyenlített) (m3) | Nettó (kiegyenlített) (m3) |
|----------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| sonar_alapfelület    | 1.000            | 1.000           | 9210.35         | 0.00                         | 116549.10                   | 116549.10<Töltés>          |
| halradar_alapfelület | 1.000            | 1.000           | 9209.74         | 0.00                         | 117637.30                   | 117637.30<Töltés>          |

A geoDATis segédprogram elsősorban sajátos célú geodéziai munkát végző földmérők számára készült, a földhivatali vizsgálatra leadandó DAT adatsere-formátumú változási állományok előállításához. A geoDATis–QbaTura segédprogram adott koordináta állományból Delauney-háromszögelés segítségével előállít egy vektor alapú felületmodellt, és elvégzi a felület térfogatának számítását, földtömeg számítását - egy adott magassági szinthez viszonyítva.



21. ábra: QbaTura szoftver (SonarMite)

Két szoftver felületszámítási módszere hasonló, mivel TIN hálózat alapján számítják ki a térfogatokat, viszont a Civil 3D-ben könnyen módosíthatjuk a felületünket, emellett két felület közötti térfogatot is képes kiértékelni. QbaTura egy vízszintes alapfelülethez képest tudja elvégezni a számítást és kismértékben módosítható csak a felületmodell. Ezzel a szoftverrel nem láthatjuk a felületben található hibákat, míg a Civil 3D-ben stílust változtatva könnyen, vizuálisan kiszűrhetjük őket. Ha megfelelő felületmodellt alakítunk ki, vagy egyszerű alakokat kell vizsgálnunk, a QbaTura is megfelelő kiértékelést biztosít számunkra, így nincs szükségünk a drága AutoCAD Civil 3D-re.

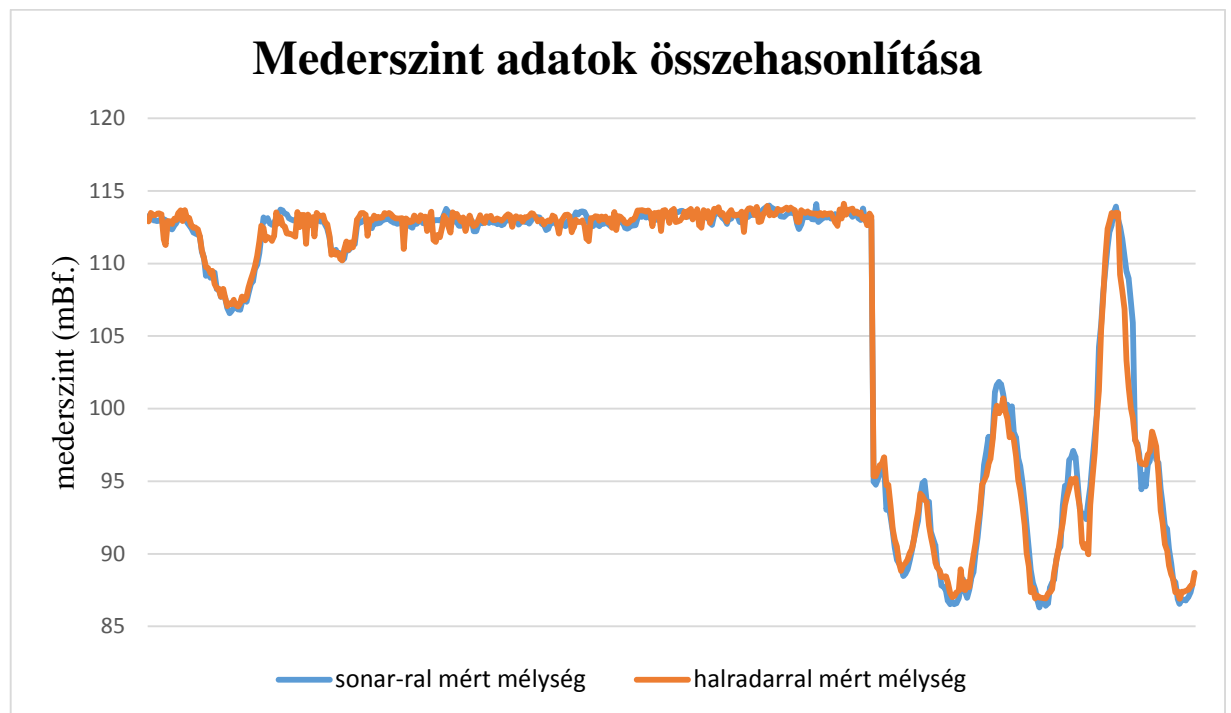
4. táblázat: AutoCAD és QbaTura térfogatszámításának eredményei

|                   | AutoCAD 3D | QbaTura   |
|-------------------|------------|-----------|
| Összterület (m2)  | 9210,35    | 9206,05   |
| Össztérfogat (m3) | 116549,10  | 116512,02 |

## 5.3 Eredmények összehasonlítása

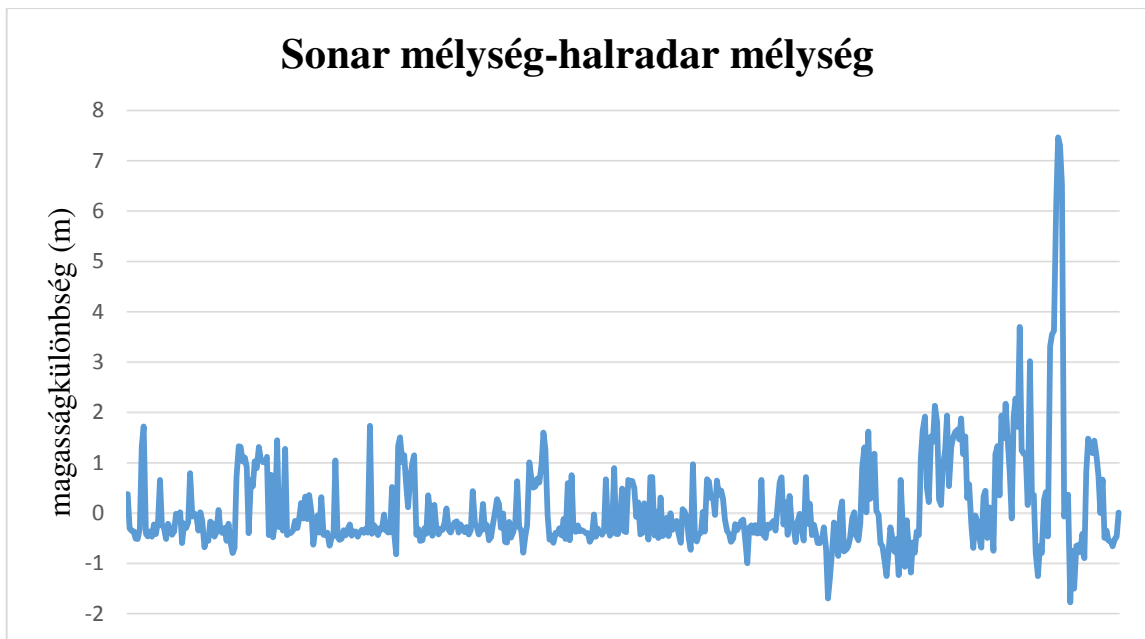
### 5.3.1 Halradar és a szonár mélységmérési értékei

A halradar és a szonár mélységmérési értékei között való eltérést elsősorban a jelkibocsájtási szögtartomány és a jelek feldolgozási algoritmusai határozzák meg. Működési elvük ugyan az, viszont míg a Humminbird halradar egy 20°-os és egy 60°-os szkennelési kúppal dolgozik, ami azt eredményezi, hogy nagyobb mélységeknél átlagolja a visszaverődő jeleket, így kevésbé pontos. A Omex sonar geodéziai pontosságú adó-vevő egységgel van felszerelve, így akár 2cm-es pontosságot is elérhetünk mélyebb medertartományok esetében is, emellett ez a berendezés pontosabb vevő és feldolgozóegységgel van ellátva. Kettő rendszer mérési különbségét jól prezentálja a következő ábra.



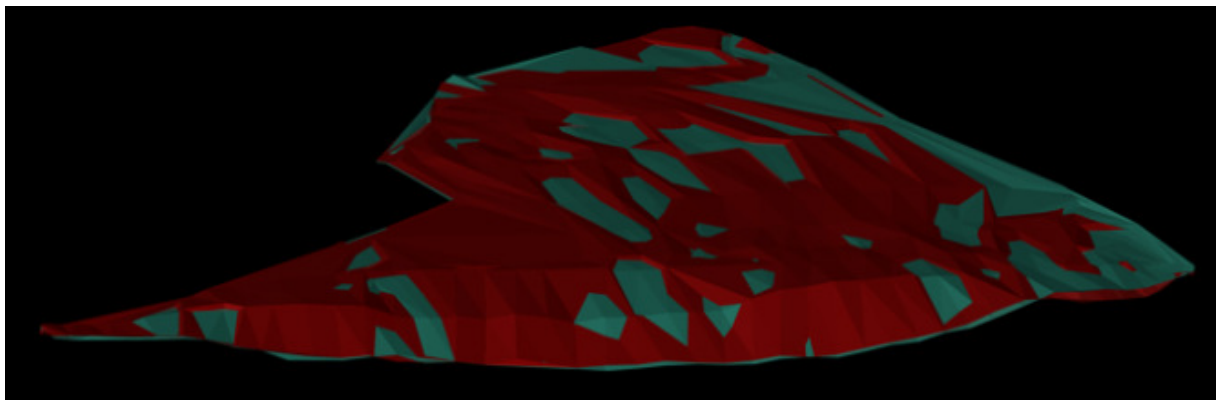
22. ábra: mederszint adatok

Az ábra első részén megfigyelhető, hogy kis mélységben nincs számottevő különbség a mért mélységeknél, viszont jelentős eltérést mutat a második rész, amikor közel 30m mélység felett történt a mérés. Alábbi diagramon ábrázoltuk a sonar és a halradar által mért értékek különbségeit.



23. ábra: mért értékek különbségei

Térbeli felületmodellen is jól látszanak a különbségek, az alábbi ábrán színekkel különítettük el az egymást fedő felületeket, piros a halradarral, a kék a sonar által mért adatokból adódik.

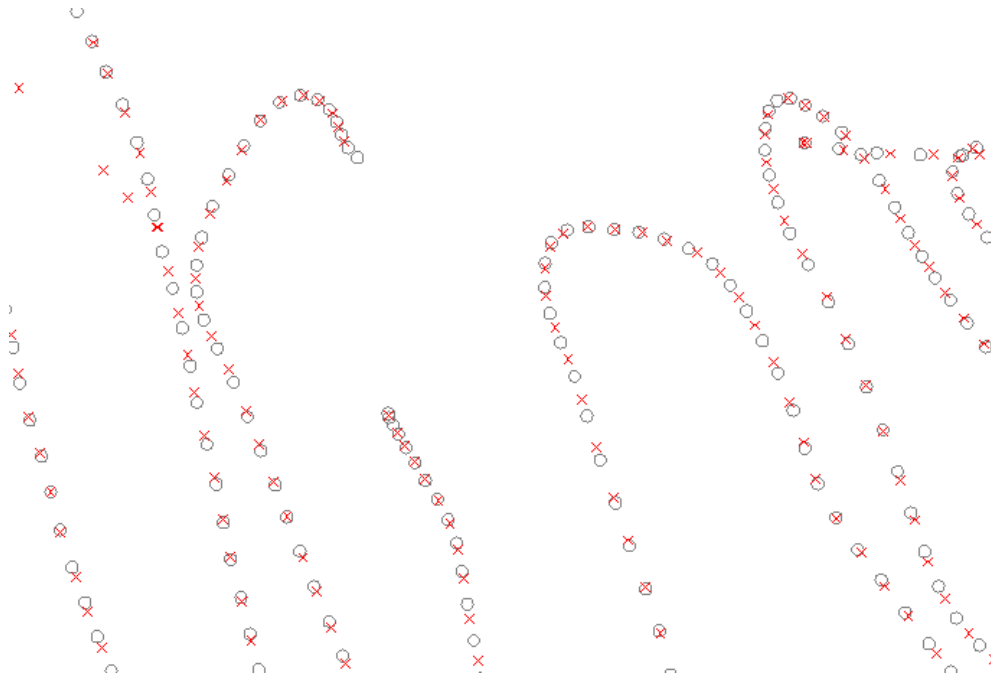


24. ábra: TIN felületek térbeli ábrázolása

### 5.3.2 Robot mérőállomás és a GPS mérése

A mérőállomás és a GPS órája nem volt összehangolva a mérés során, emiatt vízszintes értelemben eltérések adódtak. GPS nem minden időpontban tudott mérni, késett a méréssel, vagy kihagyott egy periódust, miközben a mérőállomás rögzített koordinátát.

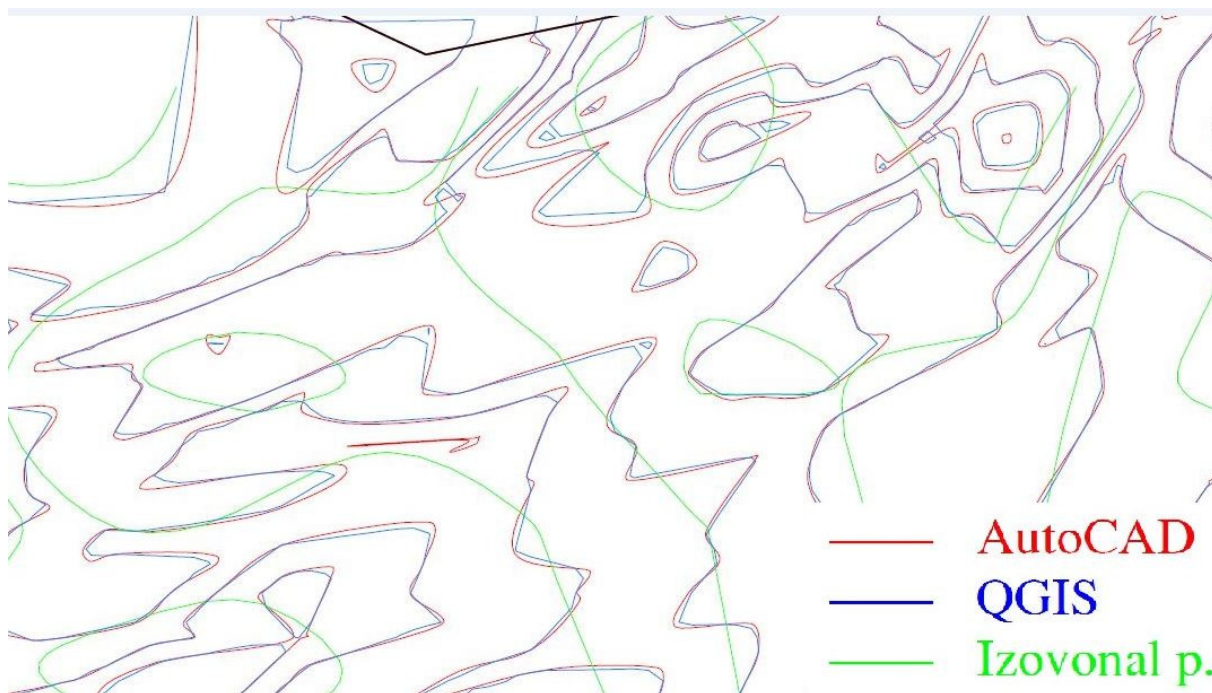
Ezek a különbségek jól láthatóak a következő ábrán. Rendelkezésre álló technológia adja meg, hogy melyik rendszerrel dolgozunk.



25. ábra: mérőállomás (szürke kör) és GPS által felvett pontok (vörös kereszt)

### 5.3.3 Szintvonal képzés

A háromféle módszerrel történő szintvonal ábrázolást végül egymásra tettük. Nagyságrendi eltérést nem tapasztaltunk az AutoCAD és a QGIS szoftver által létrehozott szintvonalai között, de az Izovonal program által kapott eredmény jelentősen különbözik a másik kettőtől.



26. ábra: AutoCAD C3D, QGIS, Izovonal programok által készített szintvonalak

Az Izovonal program korlátozott mérési pontot (1000 db) tud egyszerre kezelni, ezt azt jelenti, hogy csak kis szakaszonként lehet felépíteni a mederfelületet vagy pontokat kell kihagyni a felületből.

QGIS nem értelmezi a peremvonal fogalmát és ezért olyan területekre is létrehoz felületet ahonnan nincs adat.

Végeredmény különbségek várhatónak tekinthető, ugyanis a QGIS és az AutoCAD is TIN modellből építi fel a felületet, míg az Izovonal program multikvadratikus módszerrel.

Mivel nem áll rendelkezésünkre a terepről abszolút pontos referencia így nem lehet ez alapján megítélni, hogy melyik szoftver a legalkalmasabb erre a célú adatfeldolgozásra. Ez egy következő TDK vagy szakdolgozat témája lehet.

### 5.3.4 Táblázatos értékelés

5. táblázat: értékelési osztályok

|               |   |
|---------------|---|
| Rossz         | 1 |
| Átlagon aluli | 2 |
| Átlagos       | 3 |
| Jó            | 4 |
| Kiváló        | 5 |

6. táblázat: szoftverek értékelése

|              | AutoCAD C3D      | QGIS | Izovonal prog. |
|--------------|------------------|------|----------------|
| Ár-érték     | 1                | 5    | 5              |
| Időigény     | 4                | 3    | 2              |
| Kezelhetőség | 4                | 3    | 1              |
| Gépigény     | 1(nagy gépigény) | 3    | 5              |

## 6 Mérési folyamat

Mérés technológiájaként a víz alatti mélységmérésre geodéziai szonárt (SonarMite) és halradart (Humminbird), ezen adatok abszolút helymeghatározására GPS-t (SATLab) és robot mérőállomást (Leica) alkalmaztunk.

Először GPS-el elhelyeztünk két tájékozó pontot a mérőállomás számára, ezután meghatároztuk az álláspontot, és felálltunk ezen a ponton. A felvett koordinátákra tájékoztunk, ezáltal EOV rendszerben tudtunk dolgozni. A mélységmérő műszereket elhelyeztük a csónakon, kalibráltuk őket, és elindult az adatrögzítés. A csónakkal lassan haladva végighaladtunk a felmériendő területen, 5-10 méteres vonalközökkel, 5 másodperces periódusidejű rögzítést alkalmazva a szonár rendszeren, ehhez manuálisan tároltuk az adatokat a halradaron, mivel azon automatikus rögzítést nem lehet beállítani.

A GPS rudazatán elhelyezett 360°-os prizma segítségével a robot mérőállomás automatikusan szintén 5 másodperces időközönként adatot rögzített, ezáltal erről az oldalról is koordinátákat kaptunk a műholdas helymeghatározás mellett.

## **6.1 Adatrögzítés**

Az adatrögzítés a rendszerek függvényében különbözött. A mérőállomás a saját memóriájába mentette az adatokat automatikusan rögzítve általunk megadott periódusidővel és ezeket egy saját szoftver segítségével tudjuk kinyerni számunkra megfelelő formátumba. Halradar által tárolt adatok közül csak a pontszámokra és a mélységekre volt szükségünk, ezt a kezelőfelületben található microSD kártyára rögzítettük manuálisan, igazodva a másik rendszerhez. Itt szintén egy egyedi kezelőszoftverrel lehet exportálni a megfelelő értékeket.

SonarMite és GPS rendszer adatrögzítésének bonyolult összehangolását egy SurveyCE nevű program koordinálja. A GPS-nél tág intervallumok között adhatunk meg értékeket, viszont a szonár másodpercenként kettő adatot rögzít, és ezt az említett szoftver összefésüli. A GPS vevőberendezése Bluetooth kapcsolaton keresztül kommunikál a kézi számítógéppel, ehhez társul a SonarMite berendezés, aminek az jeladó készüléke egy vevőberendezésre csatlakoztatva rögzít, ami szintén vezeték nélküli kapcsolaton kommunikál a GPS számítógépével és az ezen futó szoftver elvégzi a rögzítési feladatokat.

## **7 Összefoglalás**

Munkánk során összevetettünk olyan mederfelmérési technológiákat, amik ma használatosak a geodéziai munkák során. Különbség az árak és a technológiájukban keresendő. A halradarral történő mederfelmérés egy viszonylag költséghatékony technológia, viszont utómunkálatok szempontjából időigényesebb, emellett pontossága nem elégíti ki a követelményeket. A geodéziai sonar technológiája megfelel ezen kritériumoknak és a ráfordított munkaidő is fajlagosan kisebb a specifikusság miatt, viszont az ára lényegesen magasabb.

Darnózseli település közelében található kavicsbánya tavon végeztük el a méréseket, és elemeztük műszerek pontosságukat, egymástól való eltérésüket és a mért adatok

feldolgozásainak lépéseit. Kitértünk az alkalmazott szoftverek tulajdonságaira, és elemeztük is ezeket.

A GPS és robot mérőállomás közül azt kell alkalmazni, amelyik rendelkezésre áll számunkra. A mérőállomás gyengeségének a túl közeli pontokat és nagy szintkülönbséget nem követi, valamint érzékeny a prizma rázkódására. A GPS minden mérést függetlenül készít el így nem befolyásolja rázkódás. Viszont a takarás az ionoszféra vastagsága, és emellett ha olyan területen dolgozunk, ahova nem terjed ki a mobilhálózat, nem fog működni a rendszer. A halradar és a sonar közötti pontosság különbség csak több méteres mélységben okoz jelentős eltérést. Így a felméréndő víztest függvényében kell kiválasztani az eszközt. A sonar összekapcsolható a GPS rendszerrel és így a feldolgozás szempontjából előnyös. Szoftvereknél a legkomplexebb rendszer az AutoCAD C3D melyben minden funkció fellelhető egy teljes feldolgozáshoz. Az alternatív megoldásként két ingyenes szoftver QGIS és az Izovonal program került összehasonlításra. Melyből a QGIS nagyon hasonlít, az AutoCAD- hoz, de nem lehet a felületmodellt változtatni és különböző módosításokat elvégezni a valósághoz való közelítés céljából. Az Izovonal program eltérő matematikai számítással határozza meg a szintvonalakat, ezért az nagy mértékben eltér az előző két programhoz képest. A felmérés célja a bányászati tevékenység nyomon követése volt, így a térfogat meghatározás elengedhetetlen része a dolgozatunknak. Erre az AutoCAD C3D és a QubaTura programot használtuk, melynek eredménye nagyságrendi eltérést nem mutat, így bármelyikkel kellő pontossággal kinyerhető ez a paraméter. Végül megállapításunk, hogy nem csak az AutoCAD C3D képes ellátni a feladatot, de az alternatív megoldásoknak nagyobb feldolgozási energiával járnak.

## 8 Ábrajegyzék

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ábra: Mélységmérés szondarúddal [Varga, 2003] .....                              | 6  |
| 2. ábra: Mélységmérés ólomlencsével [Varga, 2003] .....                             | 7  |
| 3. ábra: Kötél melletti szelvényezés [Varga, 2003].....                             | 10 |
| 4. ábra: Repülőszelvényezés [Varga, 2003] .....                                     | 10 |
| 5. ábra: Mederfelvétel szondirtachigráffal [Sziebert-Szlávik, 2010].....            | 11 |
| 6. ábra: A szondirtachigráffal készített helyszínrajz [Sziebert-Szlávik, 2010]..... | 12 |
| 7. ábra: Mederfelvétel radar elven [Varga, 2003] .....                              | 13 |
| 8. ábra: áttekintő térkép .....                                                     | 14 |
| 9. ábra Navstar GPS (USA) .....                                                     | 17 |
| 10. ábra GLONASS (RUS).....                                                         | 17 |
| 11. ábra GALILEO (EU) .....                                                         | 17 |
| 12. ábra: iSURVEY SL500.....                                                        | 17 |
| 13. ábra: Humminbird 788ci halradar .....                                           | 18 |
| 14. ábra: mélységmérő rendszer felépítése .....                                     | 19 |
| 15. ábra: pontlista.....                                                            | 21 |
| 16. ábra: Huminbird halradar adatainak kiértékelése .....                           | 22 |
| 17. ábra: sonar és a halradar elhelyezésének sémája .....                           | 23 |
| 18. ábra: szintvonalas felület (Civil 3D).....                                      | 24 |
| 19. ábra: QGIS szoftver .....                                                       | 25 |
| 20. ábra: térfogatok műszerfal (Civil 3D).....                                      | 26 |
| 21. ábra: QubaTura szoftver (SonarMite).....                                        | 27 |
| 22. ábra: mederszint adatok .....                                                   | 28 |
| 23. ábra: mért értékek különbségei .....                                            | 29 |
| 24. ábra: TIN felületek térbeli ábrázolása.....                                     | 29 |
| 25. ábra: mérőállomás (szürke kör) és GPS által felvett pontok (vörös kereszt)..... | 30 |
| 26. ábra:AutoCAD C3D, QGIS, Izovonal programok által készített szintvonalak .....   | 31 |

## 9 Táblázatjegyzék

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. táblázat: jövesztési technológiák .....                                                | 4  |
| 2. táblázat: SonarMite BTX műszaki adatai: .....                                          | 19 |
| 3. táblázat: Civil 3D által számított térfogatadatok (SonarMite által mért felület) ..... | 26 |
| 4. táblázat: AutoCAD és QubaTura térfogatszámításának eredményei .....                    | 27 |
| 5. táblázat: értékelési osztályok .....                                                   | 32 |
| 6. táblázat: szoftverek értékelése .....                                                  | 32 |

## 10 Irodalomjegyzék

*Dr. Ottófi Rudolf (2008): SZE Geoinformatika II. jegyzet*

*Geomentor Kft. honlapja*

[www.geomentor.hu](http://www.geomentor.hu)

*Magyar Hidrológiai Társaság honlapja, XXVIII. Országos Vándorgyűlés, Sziebert János (2010): Folyók mederfelmérési módszerei és az adatok feldolgozása*

*Sziebert János – Dr. Szilávik Lajos (2010) Hidrológia és Meteorológia Főiskolai jegyzet  
Eötvös József Főiskola műszaki közgazdaságtudományi kar, Baja*

*Varga Antal (2003): Geodézia II.13-163.o. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest*