

---

## FOLYÓK ÉS HOLTÁGAK MEDERMORFOLÓGIAI VIZSGÁLATAI

---

Baja, 2023. május 02.

Készítette: Abonyi Csaba

## 1 Bevezetés

A Kárpát-medence domborzati adottságai és talajtani sajátosságai meghatározók Magyarország vízrajzának kialakulásában. Nagyobb terepesések ritkán fordulnak elő és a felszínközeli talajok többsége erózióra hajlamos. Ezen adottságoknak, valamint a változékony vízjárási jellemzők hatásainak megfelelően a természetes állapotú vízfolyások gyakran és akár jelentősebb mértékben is változtatták medrüket a múltban.

Az elmúlt több mint két évszázadban elvégzett vízszabályozási munkák következtében a Kárpát-medence vízhálózatának változási folyamatai alapvetően megváltoztak. Az átmetszett folyókanyarulatok, a megépült keresztgátak, mederelzárások, partvédő művek, duzzasztók, összeségében az elvégzett szabályozási munkák hatására a folyók vándorlása mára – néhány kivételtől eltekintve - gyakorlatilag megszűnt. A kialakított és kialakult vízrajzi körülmények következtében megváltozott hidraulikai viszonyok a hordalékszállítás és ezzel a morfológiai változások intenzitásának, területi megoszlásának és időbeli lefolyásának átalakulását hozták magukkal.

A korábbi vizsgálatok alapján, általánosan megállapítható, hogy

- a. a saját hordalékukban medret alakítva meanderező, alluviális vízfolyások medre mélyül;
- b. a belvízelvezető és öntözővíz csatornahálózat lassan feliszapolódik;
- c. a duzzasztott vizek lassan feltöltődnek;
- d. a hullámtérben elhelyezkedő mellékágak és holtágak feltöltődnek;
- e. a hullámtéri területek feltöltődnek;

Természetesen a helyi viszonyok függvényében az általánosan jellemző változásoktól eltérő, lokálisan megjelenő folyamatokat is kialakulhatnak.

Annak érdekében, hogy az operatív irányítástól a távlati tervek elkészítéséig terjedő időtávlatokra vonatkozóan műszaki becslést lehessen adni a meglévő vízhálózat várható alakulásáról el kell végezni a már ismert morfológiai változások részletes, lehetőleg kvantitatív eredményeket szolgáltató elemzését. A vizsgálatok eredményeinek az ismeretében, a szükséges határfeltételeket megadó felmérési adatokkal kiegészítve válhat lehetségessé a jövőben várható változások rövid, közép és hosszú távú előrejelzésére kísérletet tenni.

A folyók és mellékágak medrének időbeli változása egyik fő meghatározója a kialakuló vízszinteknek és ezzel alapvetően megszabja a folyó mentén kialakult és tervezett vízhasználatok – így többek között az öntözés - lehetőségeit. A folyók többsége esetén a meder mélyülése a jellemző és ezzel párhuzamosan a vízszintek csökkenő trendje is kimutatható, amely folyamat eredményeképpen egy esetlegesen előálló rendkívüli kisvízes időszakban a folyóra telepített vízkivételek biztonságos kiszolgálása kerülhet veszélybe illetve a hasznosításhoz szükséges emelőmagasság jelentős növekedésével lehet számolni. Annak érdekében, hogy pontosabb ismeretek álljanak rendelkezésre a medermélyülés és a kisvízszint süllyedés folyamatairól a korábban elvégzett mederfelismerések és a vizsgálatba vont

mintaterületi folyószakaszokon elhelyezkedő vízmércéken és vízhozammérési szelvényekben észlelt adatok célirányos és részletes feldolgozása válik szükségessé. A vizsgálat célja olyan rendszerezett szemléletű módszertan kidolgozása, amely segítségével, a rendelkezésre álló adatok felhasználásával az elmúlt közel száz évben lezajlott mederváltozásokat egységes szerkezetben, a változást jellemző mérőszámok meghatározásával részletesen lehet bemutatni.

A vízügyi műszaki szakirodalomban nagy számban található a témakörrel foglalkozó vagy még inkább annak eredményeit felhasználó publikáció.

Számos publikáció ismerteti egy-egy adott folyó- vagy mellékág szakaszra vonatkozó morfológiai változásokat, leginkább valamilyen célirányosan elvégzett vizsgálat eredményei alapján.

Általánosan érvényesíthető vagy alkalmazható, rendszerbe foglalható szemléletű, műszaki irányelv vagy szabvány jellegű, érvényben lévő dokumentum jelenleg nincs e témakörben.

## 2 Hidrológiai vizsgálatok lehetőségei

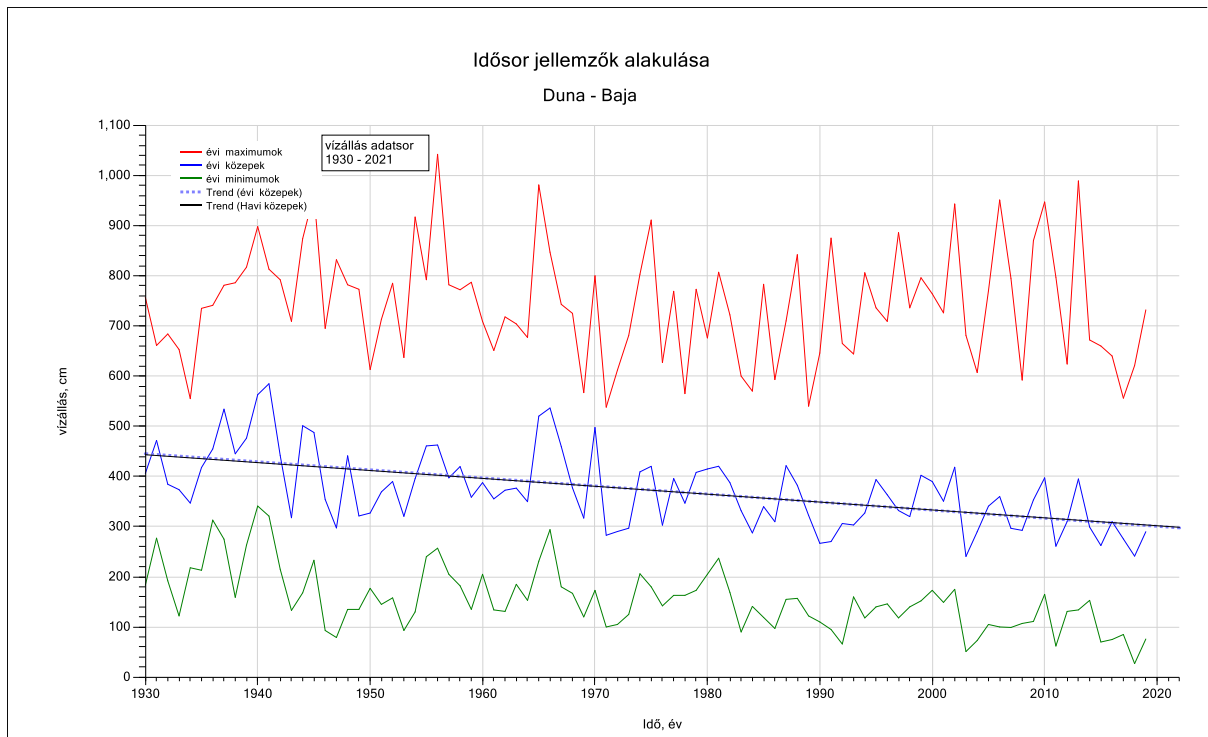
### 2.1 Vízjárás jellemzők változásai

Egy-egy folyó esetében a vízállás adat az ami általában a legrészletesebben és a leghosszabb időszakokra vonatkozóan rendelkezésre áll. Kézenfekvő tehát, hogy a mederben lezajló morfológiai változásokra utaló jellemzőként felhasználjuk. Ugyanakkor ennek korlátai is vannak, hiszen:

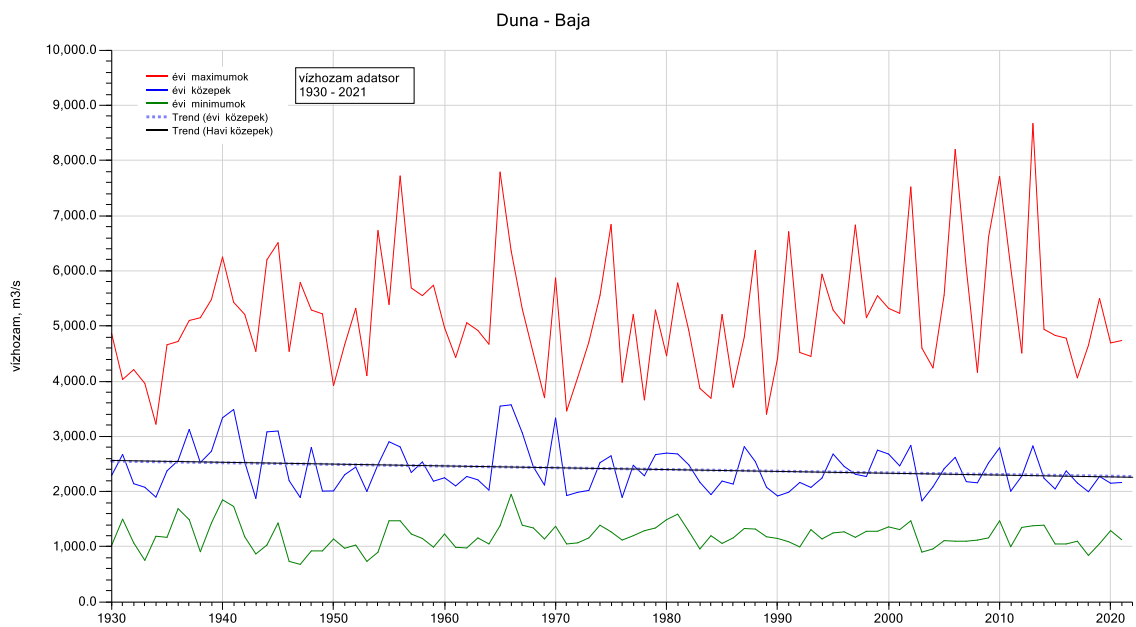
- a vízállás mint valószínűségi változó magában hordozza az összes környezeti változó szisztematikus megváltozásának hatását,
- inhomogén, külső tényezők által befolyásolt idősorok keletkeznek,
- időjárási szélsőségek jelennek meg például az éves kis- és nagyvizekben.

Az éves középvíz, mint a teljes éves napi észlelésű adatsort önmagába foglaló jellemző lehet alkalmas arra, hogy mederben való lefolyás trendszerű változásait szemléltesse (1. ábra). Természetesen a vízállás változása nem feltétlenül és kizárólag a meder változásaiból származtatható, más, hidraulikai paraméterek (pl.: esés, érdesség) is befolyásolhatják a kialakuló vízszinteket.

Amennyiben a vizsgált szelvényre rendelkezésre áll vízhozam idősor, úgy hasonló trendvizsgálatok elvégzésével az érkező vízmennyiség változásáról nyerhető információ (2. ábra). A középvízhozam trendvonalának közel vízszintes állása az elérkező vízmennyiség változatlanságáról tanúskodhat, amely az azonos szelvényben meghatározott csökkenő vízállás trendekkel már meder mélyülését vetíti előre.



1. ábra– Vízállások trendvizsgálata



2. ábra– Vízhozamok trendvizsgálata

## 2.2 A kéregmozgások szerepe

A Föld kérge soha és sehol nincsen tökéletesen és tartósan nyugalomban. A több ezer kilométer vastagságú földköpeny anyaga bár lassú, de szüntelen mozgásban van. Nagyobb területek emelkedését a bevágó folyómedrek jelzik. A medencék besüllyedése azonban nem érzékelhető, mert az évenkénti feltöltődés mértéke nemcsak kiegyenlíti azt, hanem esetleg többszörösen meghaladhatja a süllyedés mértékét.

A szintváltozásokat létrehozó kéregmozgások eusztatikusak, izosztikusak és tektonikusak lehetnek. A nagyobb mélységekben lévő, aránylag fiatal pannon márgák és homokkövek már annyira tömörödtek, hogy térfogatsúlyuk 2,36 – 2,5 körüli. Pár száz méter mélységben lévő idősebb pleisztocén homokok is annyira tömörödtek, kompaktiójuk mértéke oly kicsi, hogy 20 – 30 év alatt alig kimutatható.

A Nagy- és a Kisalföldön a harmadkor végén a földfejlődési folyamatok következtében az alsó – pannon rétegösszletet a kristályos aljzattal együttmozgó erősen márgás és homokköves rétegek jellemzik. A meszes márgák még a felső – pannon rétegösszlet alsó rétegeiben is gyakoriak, majd a homokos kifejlődés válik uralkodóvá. Ezek is annyira tömörödtek, hogy a több száz méteres vetődések sem ritkák bennük.

A Duna Kárpát–medencebeli kialakulását is a fiatal szerkezetképző mozgások határozták meg. E mozgások többfélék. Mások a Dunántúli – középhegységtől ÉNY- ra, a Kisalföld szakaszosan lemélyült medencéjében.

A vízállásokban bekövetkező trendszerű változások és a mederben mérhető folyamatok értékelésénél figyelemmel kell lenni a kéregmozgásokra. Fontos kiemelni, hogy mindaddig, amíg egy-egy, a vízállások észlelésére vagy éppen a mederfelmérések elvégzéséhez felhasznált alappont magasságának független hálózatról levezethető újramérése nem történik meg, addig a referenciaként szolgáló viszonyítási pont együtt mozog a vizsgálat tárgyát képező vízállással vagy mederrel. A vízállások vagy a meder időszakosan kimutatott változásai az alappontokkal megadott viszonyítási rendszerhez képest kvázi relatív értelmezendők. Ennek megfelelően az alaphálózatot érintő újramérések közötti időszakban kimutatható változások nem tartalmazhatják a kéregmozgásból származtatható változásokat, süllyedéseket, emelkedéseket.

Mindebből az következik tehát, hogy az észlelt vízszintek idősoraiból trendszerűen kimutatható változások okai között csak abban az esetben szerepelhet a kéregmozgásból származó szintváltozás, ha a vízállás észlelésre használatos vízmérce nullpontját gyakran (pl.: havonta) szabatosan újra meghatározzák.

### 3 Medergeometriai adatforrások, rendelkezésre álló adatok

A vízügyi szolgálat rendszeresen végzett és végez folyami mederfelméréseket. A múltban elvégzett felmérések két, alapvetően jól elkülönülő csoportra oszthatók.

Az 1990-es évek előtt készült felmérések hagyományosnak tekinthető technológiákkal készültek, az adatfeldolgozás manuálisan történt, az eredményeket papír alapú mélységvonalas helyszínrajzokon ábrázolták. 1990-es évektől kezdődően az észlelések elsődleges tárolása és a feldolgozás is digitális technológia alkalmazásával valósult meg. A digitális feldolgozás eredményeképp létrehozott helyszínrajzok szintvonalas ábrázolással mutatják be a mederdomborzatot.

Az Országos Vízügyi Főigazgatóság a területi vízügyi igazgatóságokra támaszkodva összegyűjtötte az igazgatóságokon nyilvántartott mederfelmérési dokumentumok főbb jellemző adatait.

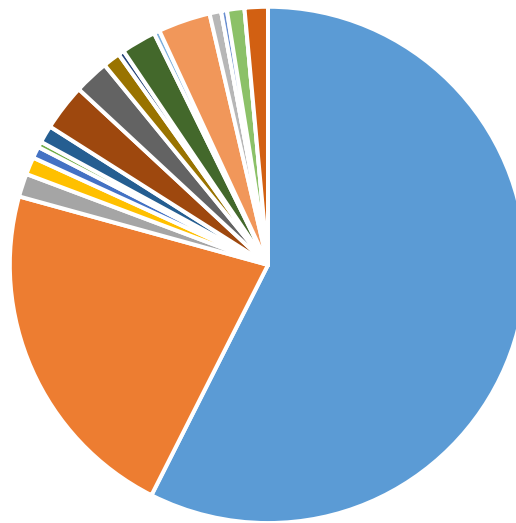
Az összegyűjtött adatokból összeállított jegyzék alapján általánosan megállapítható, hogy a megadott adatforrások időben és térben is eltérő, többféle felmérési és adatfeldolgozási módszerrel készültek, a felmérések, a felmért vízfolyás sajátosságai, a felmérés célja, a rendelkezésre álló mérőeszközök és a technológiai fejlődés függvényében. Általánosan az is megállapítható, hogy a mérőeszközök korszerűsödésével a felmérési hatékonyság jelentősen javult, a detektált adatok térbeli sűrűsége megnőtt és a mérések megbízhatósága, pontossága is kedvezőbbé vált.

Megállapítható, hogy a legtöbb adat a Duna és a Tisza folyó vonatkozásában áll rendelkezésre.

A vízügyi irattári és levéltári gyűjtemények dokumentumainak áttekintése eredményeképp további hasznosítható adatforrások feltárása valószínűsíthető.

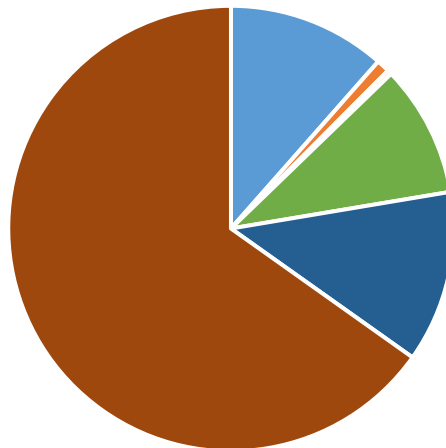
A jegyzékbe vett felmérési adatok jellemzőit az alábbi ábrák mutatják be részletesen.

### Felmérések számának megoszlása



3. ábra– Felmérések számának megoszlása folyónként

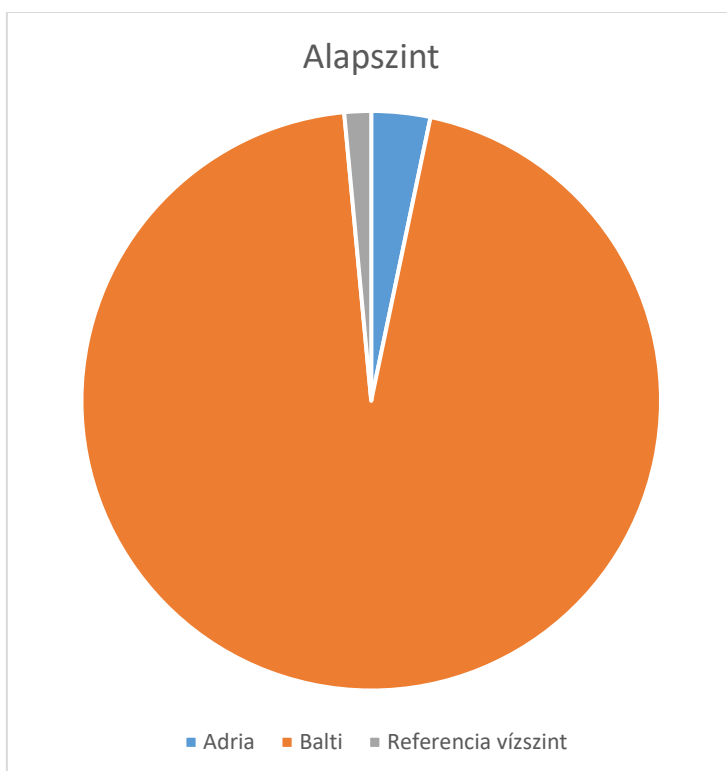
### Mederdomborzati adat



4. ábra – Mederdomborzati adatok megoszlása

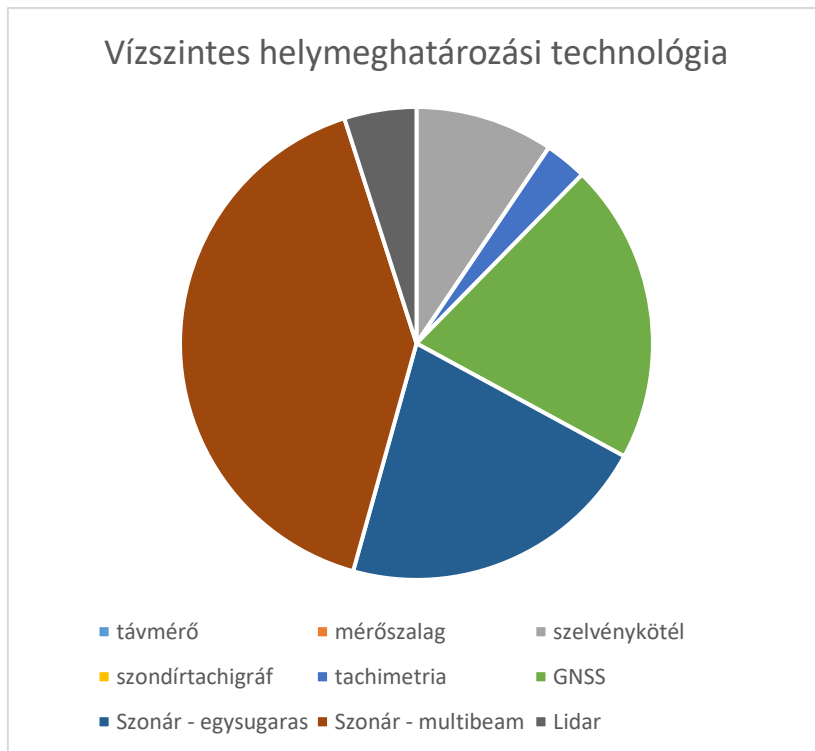


5. ábra – Alkalmazott vetületi rendszerek szerinti megoszlás

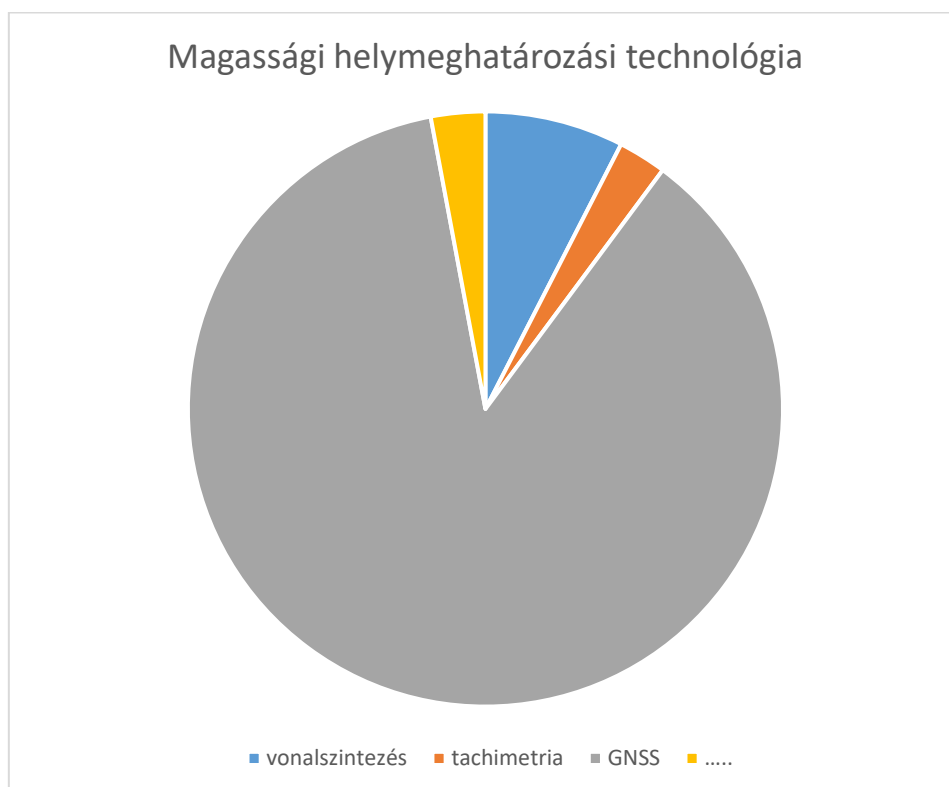


6. ábra – Alkalmazott alapszintek szerinti megoszlás

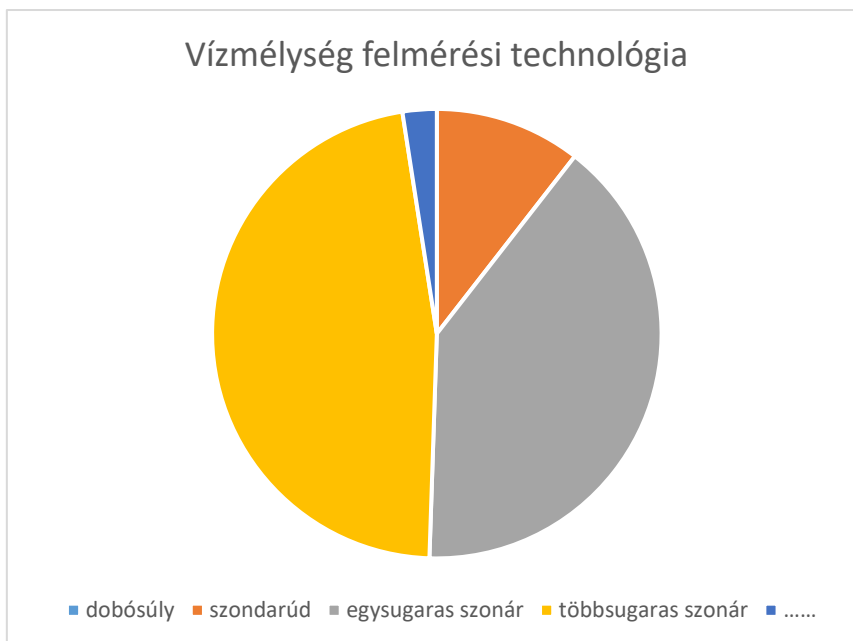




7. ábra – Alkalmazott vízszintes helymeghatározás szerinti megoszlás



8. ábra – Alkalmazott magassági helymeghatározás szerinti megoszlás



9. ábra – Alkalmazott vízmélységmérés szerinti megoszlás

### 3.1 Alkalmazott Felmérési módszerek

A mederfelvételek során alkalmazott helymeghatározási és mérési technológiák az alábbiak szerint foglalhatók össze.

#### 3.1.1 Vízsíntes helymeghatározás

- Szondírtachigráf
- Tachimetria
- Robot tachimetria
- Műholdas helymeghatározás (GNSS)
- Lézerszkennér
- vagy ezek kombinált alkalmazása.

#### 3.1.2 Magassági helymeghatározás

- Vízsínt meghatározás vízállásból
- Trigonometriai magasságmérés
- Tachimetria
- Vonalszintezés
- Műholdas helymeghatározás (GNSS)
- vagy ezek kombinált alkalmazása.

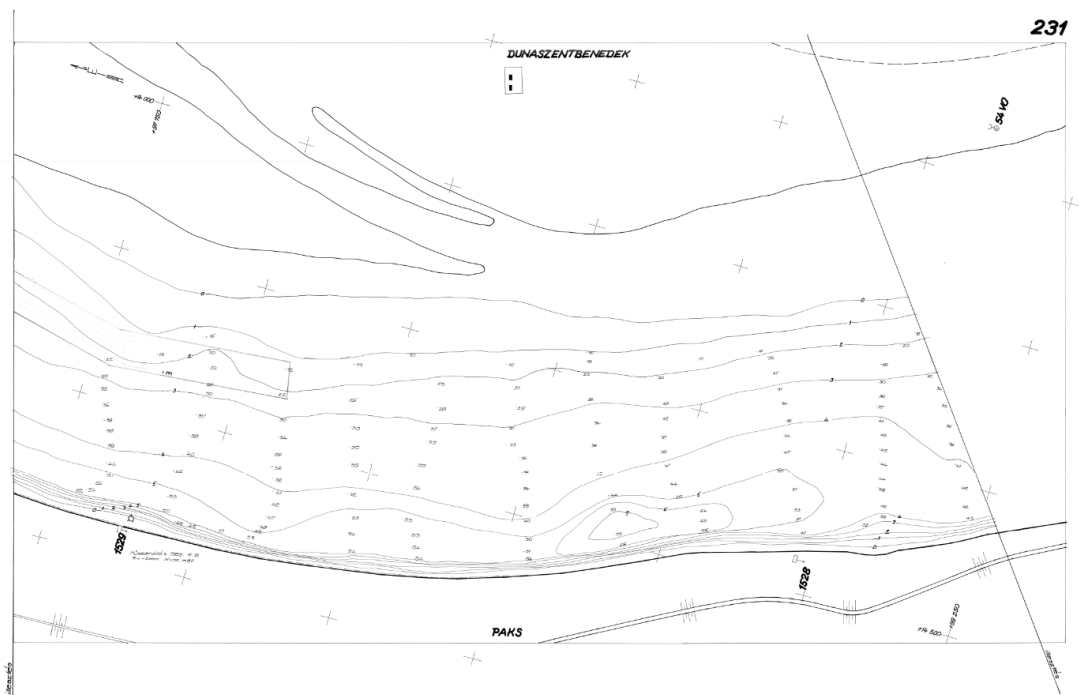
#### 3.1.3 Vízmélység mérés történetét

- Dobósúllyal ellátott mérőkötel
- Szondarúd
- Egysugaras ultrahangos vízmélységmérő
- Többsugaras ultrahangos vízmélységmérő
- vagy ezek kombinált alkalmazása.

## 4 Leképezési módszerek

### 4.1 Hagyományos, papír alapú feldolgozás

Az 1990-es évek előtt készült felmérések jellemzően keresztshelvényyszerű mederfelvétellel készültek. A felmérési munka során a szelvények mentén a vízmélységek mérésére általában egysugaras ultrahangos mélységmérő berendezést használtak, a vízszintes helymeghatározást szondirtachigráf műszerrel, vagy mérőállomással végezték. A szelvényfelvétel közben mozgó mérőhajó követését a hajóra, a mélységmérő berendezéssel központosan elhelyezett jeltárcsára történő manuális vagy robot rendszerű irányzással valósították meg. A mérés során a szondirtachigráfra rögzített helyszínrajzon meghatározott mérési pontokhoz rendelték az aktuális helyen észlelt vízmélységet, melyet az egyezményes vízszintre redukáltak a felméréskori, általában vonalszintezéssel meghatározott vízszintnek megfelelően. Az eredménydokumentumként létrehozott mélységvonalas helyszínrajzokon jellemzően 1:2500 méretarányban ábrázolták a mérési pontokat az egyezményes vízszintre vonatkozó vízmélység deciméteres pontossággal történő megírásával. A mélységvonalakat egyméteres izovonal sűrűséggel ábrázolták. Alaptérképről átvett információként a VO szelvényeket, a folyamkilóméter jelzéseket, a partvonalat, az árvízvédelmi vonalakat, a jelentősebb építményeket, valamint a beépített területeket a település megnevezésével ábrázolták. A helyszínrajzokon általában feltüntették a szakasz felméréséhez használt műszerálláspontot a felmérés napjának és a vízszintredukció mértékének a megírásával együtt. A helyszínrajzokon 200 méteres osztásközű, sztereografikus vetületi rendszerben meghatározott őrponthálózatot tüntettek fel. Némelyik térképsorozat vízmélység szerint színes, a többség fekete-fehér mélységvonalas helyszínrajzokat tartalmaz. Vízszintes vonatkozási rendszerként a Budapesti Sztereografikus vetületet, magassági alapfelületként az aktuálisan érvényes Duna Bizottsági kisvízszint értékekhez tartozóan meghatározott vízfelszín-görbét alkalmazták.



10. ábra - A 231 sz. térképszelvény az 1985-ös Duna felmérés sorozatból

## 4.2 Hagyományos, papír alapú dokumentumok digitalizálása

A papír alapon archiváltan rendelkezésre álló mederfelmérési adatok feldolgozásának első lépéseként a digitalizálására kerülhet sor, nagyformátumú lapolvasó berendezés alkalmazásával. A beolvasás laponként történhet az eredeti pauszpapíron lévő térképlapok felhasználásával, legalább 600X600 dpi felbontással, monokróm, 1 bites, veszteségmentes raszteres adatállományként történő letárolással.

A következő lépésként a digitalizált állományok georeferálására kerülhet sor. Ehhez a térképlapokról kigyűjtött őrháló pontok koordinátáit sztereografikus rendszerből az Egységes Országos Vetületi rendszerbe szükséges transzformálni. A térképszelvények georeferálása ennek megfelelően már közvetlenül EOVS rendszerben valósulhat meg.

A georeferálást követően a térképszelvényeken feltüntetett vízmélység információk vektorizálására kerülhet sor. A felmérési pontok vektorizálása pont állományba történhet, hely szerint vízmélység attribútum adat megadásával. A papír alapon szerkesztett vízmélység izovonalak vektorizálása vonalas állományba történhet, a vízmélység, mint attribútum adat megadásával. A mélységvonalak mentén felvett átlagos mintavételezés javasolt osztásköze legfeljebb 10 méter, de a jelentősebb változékonyságot mutató mederterületeken ennél sűrűbben szükséges a vonalpontok kiosztása. A képernyőn történő vektorizálási folyamat során az ésszerű adattartományon kívül eső értékek és a nem beazonosítható vagy nem egyértelműen olvasható adatok pontosítását külön el kell végezni, az egyértelmű beazonosíthatóság hiányában azok vektorizálását el kell vetni.

Az előzőek szerint létrehozott vektoros adatok felhasználásával a vízmélységet reprezentáló virtuális felületmodell készülhet.

Az előzetesen előállított vízmélységek szerinti felületmodell magassági értelmű átszámítása Balti alapszintre négy lépésben valósulhat meg. Első lépésként a felmérési referencia vízszintnek megfelelő felületmodell előállítása történhet meg, Balti alapszintre átszámított, az egyezményes munkavízszint értékeinek megfelelő, folyamkilóméterenként felvett vezérlővonalak felhasználásával.

Ezt követően a vízmélység és a vízfelület referencia vízszint felületekből készül különbségfelület, melyből 0.5 m magassági osztásközű szintvonalak kiszámítása és kinyerése történhet meg.

Harmadik lépésként a vektorizált felmérési pontok helyén a felmérési vízszint értékek számítása és az eredmény attribútum adatként való hozzárendelése a megfelelő pontokhoz következhet. A felmérési pontok Balti feletti magassága az megfelelő attribútum adatok különbségének képzésével válik meghatározhatóvá.

Utolsó lépésként valósulhat meg a végleges felületmodell építése a második lépésben előállított 0.5 m magassági osztásközű szintvonalak és a harmadik lépésben kiszámított pontállomány felhasználásával.

A végleges felületmodellek sávosan színezett, egy- vagy félméteres osztásközű szintvonalas mederdomborzati helyszínrajzokon ábrázolhatók, egy célszerűen megválasztott, egységesen alkalmazott alaptérképre illesztve.

#### 4.2.1 Numerikus adatok digitális feldolgozása

A 2000-es évek előtti felmérések jellemzően sztereografikus vetületi rendszerben készültek és kerültek archiválásra, ezért a meglévő koordinátajegyzékben tárolt helyadatokat transzformációval EOVS rendszerbe kell átalakítani. Az Adriai alapszintre vonatkozó magassági értékeket minden esetben Balti alapszintre kell átszámítani. A 2000-es évektől készült felmérések általában EOVS rendszerben álltak rendelkezésre.

Az egységes vonatkozási rendszerben meghatározott felmérési pontok koordinátajegyzékének felhasználásával a medergeometriát leképező, szabálytalan háromszög-hálózatú (TIN) felületmodell készülhet. A téves észlelési adatok kiszűrése érdekében az értéktartomány meghatározásával előzetes numerikus pontszűrés végezhető. A vízszintes adatok szűrésénél a vizsgálat tárgyát képező mederszakaszt magába foglaló helyszínrajzi téglalap oldalkoordinátái alkalmazhatók határoló értéként, míg a magasságból a tapasztalatok szerint elfogadhatónak meghatározott minimum és maximum határértékek közötti tartományon kívül eső adatok kiszűrése történhet meg.

A pontállományokból felépített nyers felületmodellek javítása válhat szükségessé, jellemzően a felületet alkotó háromszöglapok oldalainak az átlapolásával, annak érdekében, hogy a végleges felület a lehető legvalószínűbb leképezését adja a keresztszelvény szerűen felmért medergeometriának.

A végleges felületmodelleket sávosan színezett, tetszőleges osztásközű szintvonalas mederdomborzati helyszínrajzokon lehet ábrázolni, egységesen megválasztott alkalmazott alaptérképre illesztve.

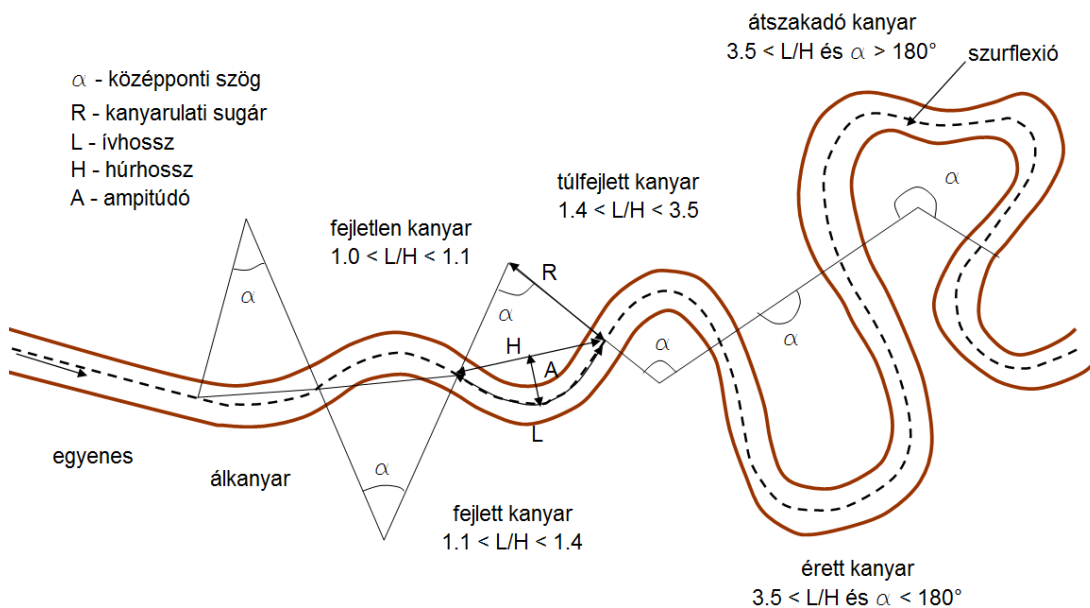
Az így létrehozott TIN felületek raszteres állományokká alakíthatók át.

## 4.3 Összehasonlítási lehetőségek

### 4.3.1 Helyszínrajzi vonalazás változásainak összehasonlítása

A vízfolyások medrének helyszínrajzi vonalazását a középvonal, a sodorvonal és a partvonalak alakjával, illetve a mederszélességgel, mint fő paraméterekkel lehet jellemezni. Minden vízfolyás egyedi alaki jellemzőkkel bír, a vonalvezetésre általánosan érvényes matematikai leírás nem adható. A vízszintes értelmű mederforma a középvonal geometriai alakzatokkal való közelítésével, illetve a geometriai alakzat jellemzőinek számszerűsítésével írható le. Miután a vízfolyások középvonalának alakja sokféle lehet, így a közelítés a legegyszerűbb görbével, a körívvel oldható meg. A körív paraméterei ( $R$  - sugár,  $\alpha$  - középponti szög,  $L$  - ívhossz,  $H$  - húrhossz,  $A$  - amplitúdó) alapján oszthatók egymástól elkülönülő részekre az egyes folyószakaszok. Ezek a jellemző szakaszok a következők lehetnek:

- egyenes -  $R = \infty$ ,  $L/H = 1$ ,
- álkanyar -  $L/H \leq 1,1$  és a húr nem metszi a domború partot, azaz  $A < 200$  m
- fejletlen kanyar -  $L/H \leq 1,1$  és  $\alpha < 60^\circ$ , valamint a húr érintheti a domború partot, azaz  $A > 200$  m
- fejlett kanyar -  $1,1 \leq L/H \leq 1,4$  és  $0,61 < R/H < 0,81$ , valamint  $60^\circ < \alpha < 120^\circ$
- túlfejlett kanyar -  $1,4 \leq L/H \leq 3,5$  és  $R/H < 0,61$ , valamint  $\alpha > 120^\circ$
- érett kanyar -  $L/H > 3,5$  és  $120^\circ < \alpha < 180^\circ$
- átszakadó kanyar -  $L/H > 3,5$  és  $\alpha > 180^\circ$



11. ábra - A folyókanyarulatok jellemző paraméterei

A helyszínrajzi értelmű változások a fenti paraméterek numerikus összehasonlításával, illetve a besorolás változásával adhatók meg. Jól jellemző mérőszámként a rögzített keresztelvényvonalak mentén, a partvonalak közötti távolságként mért mederszélesség alkalmazható. A bekövetkezett mederváltozások a sodorvonal helyzetének megváltozását is okozhatják, azonban ennek számszerűsíthető mérésére egyelőre nem alakult ki módszertan.

Két, egymástól távolabb eső határszelvény közötti, hosszabb folyószakasz helyszínrajzi változásai jól jellemezhetők a határpontok közötti középvonal és sodorvonal hosszának a megváltozásával. Ilyen vizsgálat eredményeit mutatja be a Dunaföldvár – déli országhatár közötti Duna- szakasz változásairól készült táblázat.

Duna-szakasz	1785	1832	1898	1974	1978 ÁSZT	2013	tervezett rövidülés 1978 ÁSZT	tényleges rövidülés 1785 - 2013	átmetszéses szabályozás- kor a rövidülés
Dunaföldvár - Paks	33 030	34 708	20 222	25 375	24 959	24 285	24%	26%	39%
Paks - Sió-torkolat	65 483	65 906	35 927	34 935	36 106	35 557	45%	46%	45%
Sió-torkolat - Dunaszekcső	70 293	57 495	38 109	37 759	40 075	40 967	43%	42%	46%
Dunaszekcső - déli országhatár	34 901	34 371	23 834	24 358	27 372	22 857	22%	35%	32%
<b>teljes hossz</b>	<b>203 707</b>	<b>192 480</b>	<b>118 092</b>	<b>122 427</b>	<b>128 512</b>	<b>123 666</b>	<b>37%</b>	<b>39%</b>	<b>42%</b>

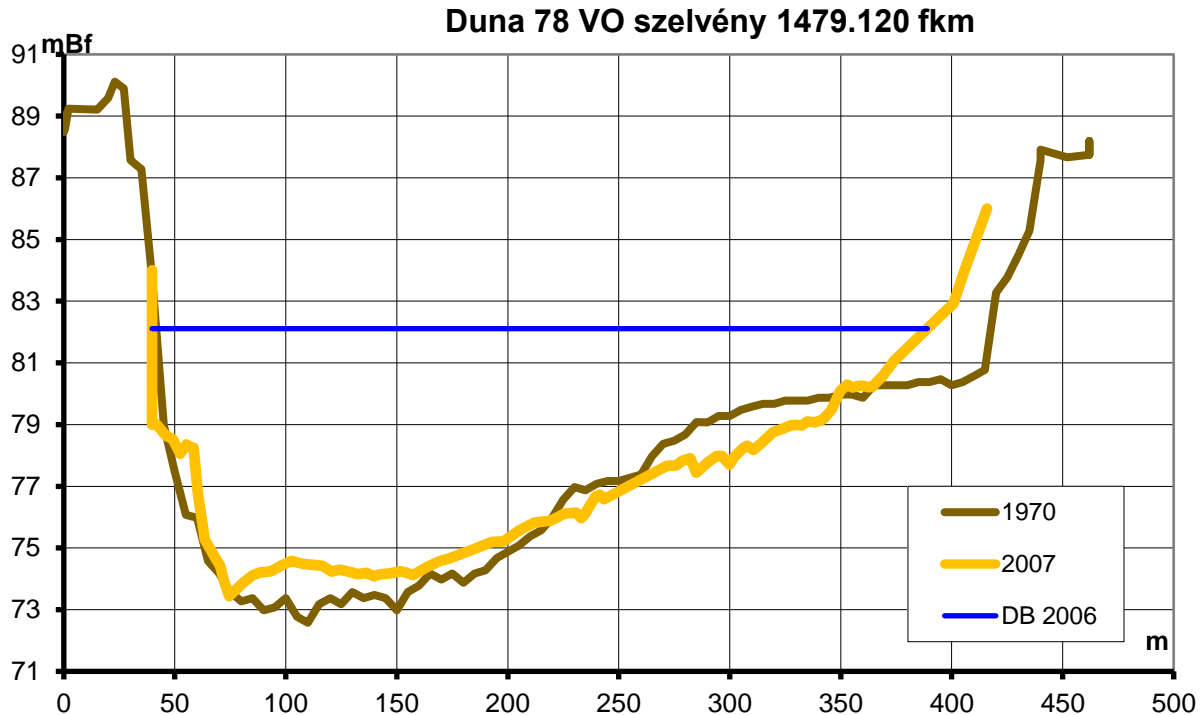
12. táblázat - A Duna középvonalának hosszváltozása Dunaföldvár – déli országhatár között

#### 4.3.2 Szelvény mentén történő összehasonlítás

A keresztshelvény-szerű adatok felhasználásával a lefolyási viszonyokat alapvetően meghatározó paraméterek határozhatók meg. Ilyenek a referencia vízszint alatti nedvesített terület (A) és kerület (P), a hidraulikus sugár ( $R=A/P$ ) és a víztükör szélessége (b). Azonos keresztshelvényben, időben egymás után következő felmérésekből származó metszethonalak felhasználásával, közvetlen módon kiszámított jellemző különbségképzéssel a felmérések közötti időszakban bekövetkezett változások számszerűen adhatók meg. Ilyen változások lehetnek a feltöltődés és a kimélyülés. A vizsgált vízfolyás hossza mentén keresztshelvényenként számított paraméterek sorba rendezésével a változások hossz menti megoszlása adható meg és szemléltethető hossz-shelvény-szerűen.

Az adott időszakra számított változásokat az időszak hosszával elosztva az időegységre jutó fajlagos változás számítható.

A keresztshelvény mentén számított paraméterek a szelvény mentén meghatározott egységes alapszakaszok ( $b_i$ ) szerinti részekben is meghatározhatók. Az így meghatározott jellemzőkkel jól szemléltethetővé válhatnak a meder keresztshelvény mentén történő, keresztirányú változásai. Általános esetben egy kiválasztott keresztshelvényben mindkét változás bekövetkezhethet, a keresztshelvény mentén változatos eloszlásban. A kimutatott kimélyülések és feltöltődések keresztshelvény menti váltakozása a vizsgált folyószakasz áramlási jellemzőinek és mederanyagának megoszlására is szolgálhat információval.



13. ábra - Keresztszelvények grafikus összehasonlítása

A nedvesített szelvényterület és a víztükör szélességének hányadosaként számítható a keresztmetszényt jellemző átlagos vízmélység ( $d=A/B$ ), illetve időben elkülönülő felmérések felhasználásával annak változása is. Ebben az esetben ügyelni kell a referenciaszint megválasztására és állandóságának biztosítására.

Két eltérő időpontban készült felméréshez tartozó keresztmetszvény közvetlen összevetésével meghatározható az azok közötti szelvényterület, aminek szelvénymenti összegzésével a szelvényt jellemző feltöltődés és mélyülés, illetve azok összege, így a szelvényben bekövetkezett összes területváltozás is megadható. A szelvények közötti távolságok felhasználásával a két felmérés közötti időszakokra vonatkozóan a mederváltozások volumene is számszerűen megadható.

#### 4.3.3 Területi összehasonlítás

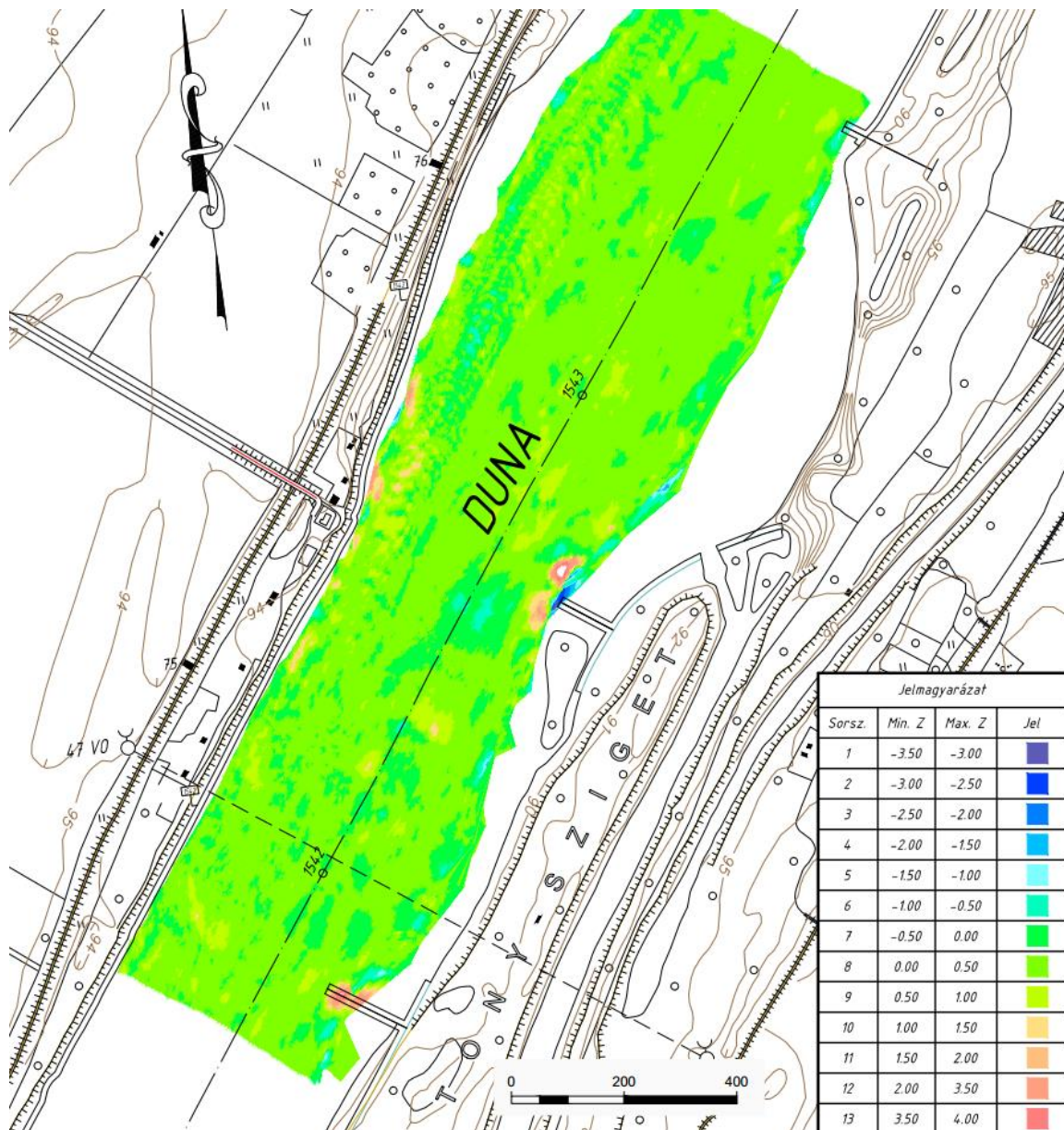
A változások területi megoszlása legszembetűnőbben különbségtérképek (14. ábra) létrehozásával mutatható be. Az egységes szemléletű kiértékelhetőség biztosítása érdekében javasolható, hogy minden különbségtérkép ugyanazon, előre meghatározott határvonalakkal lehatárolt területre vonatkozóan készüljön el. A határoló vonal meghatározásánál fő szempont, hogy az eredmények a meder vizsgálati cél szerint meghatározott részén végbemenő folyamatokat szemléltessék. A lehatárolás a folyó homorú parti oldalán a kisvízi vízjárési állapotnál nedvesített keresztmetszet határán vezetett vonalláncsal, míg a domború parton jellemzően a szabályozási művek csúcspontjait összekötő vonalazással készülhet alapesetben. Az így lehatárolt vizsgálati területen kívül végbemenő geometriai változások jellemzően nem befolyásolják a főmeder vízszállítási jellemzőit és ezzel együtt a kisvíz idején



kialakuló vízszinteket. A vizsgált folyószakasz hidraulikai jellemzőinek területi eloszlásának ismeretében a területi lehatárolás több részre is bontható.

A lehatárolás megválasztása akkor lesz megfelelő ha a vizsgálati terület szinte teljesen lefedhető a felmérési eredményekből készített mindegyik felületmodellel.

A felületek különbségtérképeinek a felhasználásával akár folyamkilométerenkénti bontásban földtömegszámítás készülhet. Külön kiszámításra kerülhet a feltöltődés és a kimélyülés térfogata, valamint a kettő különbségeként a szakaszt jellemző térfogatváltozás egyenlege. A térfogatváltozás egyenlegének és a bekövetkezett változások területének a hányadosából a szakaszt jellemző átlagos medersüllyedés vagy feltöltődés (összefoglalva mederváltozás) nagysága válik meghatározhatóvá.

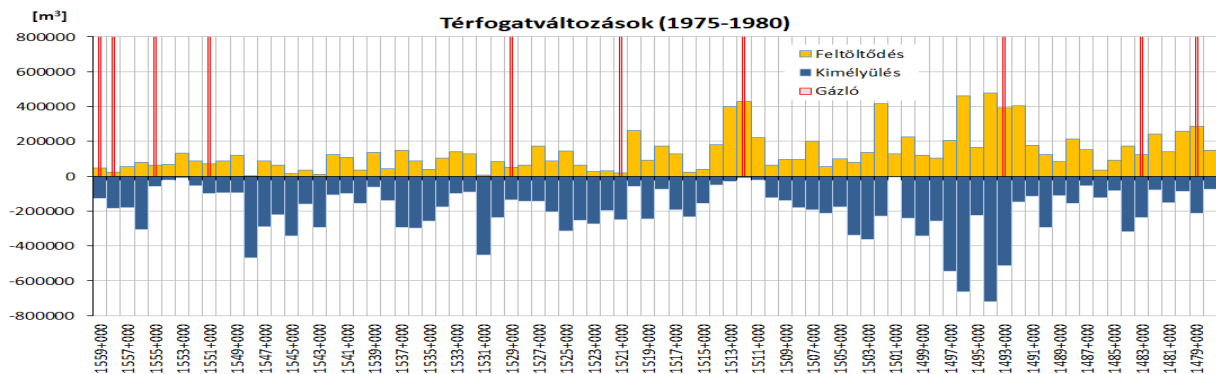


14. ábra – Duna szakasz különbségtérképe

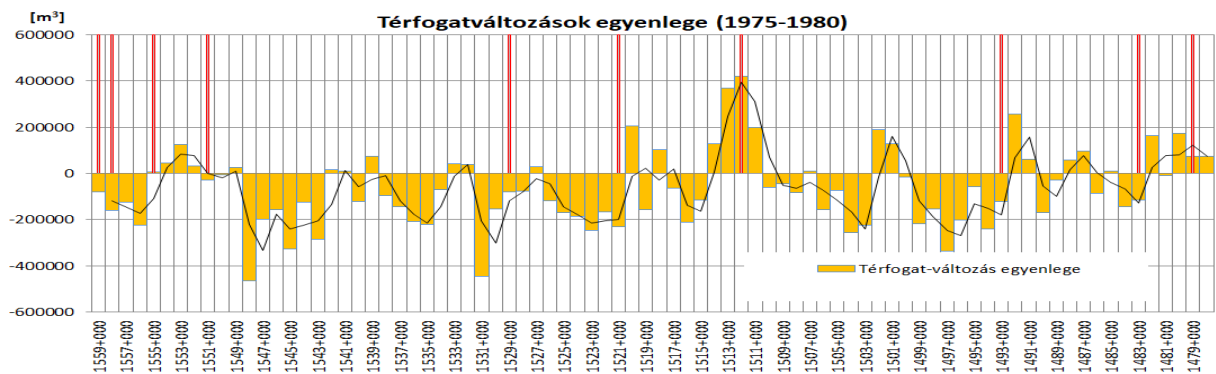
A fenti számítások minden, a felmérések közötti időszakra elkészülhetnek.

Az időben végbemenő változások bemutatása céljából meghatározhatók az átlagos, évi mederváltozások értékei is, ami az adott időszakban egységnyi idő alatt bekövetkezett mederváltozás értékeit adják meg.

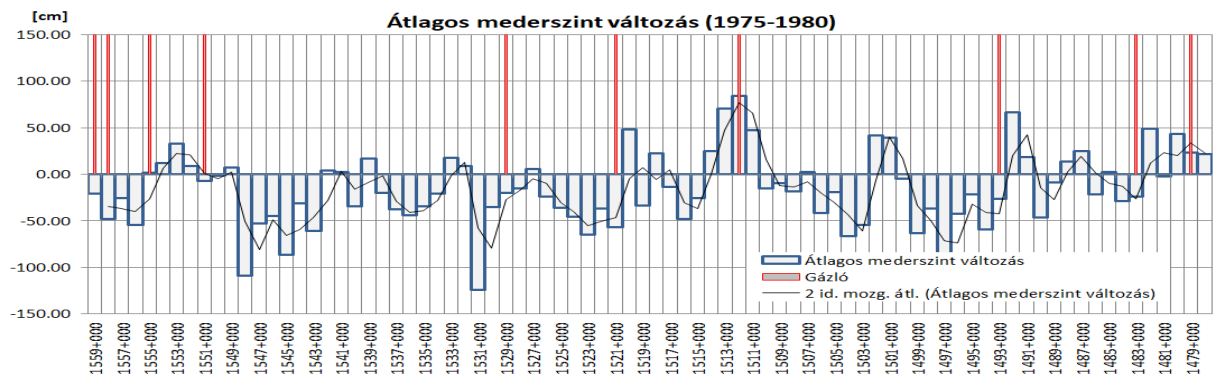
A fenti módszertannal meghatározott jellemzőkre mutatnak be példát a következő ábrák.



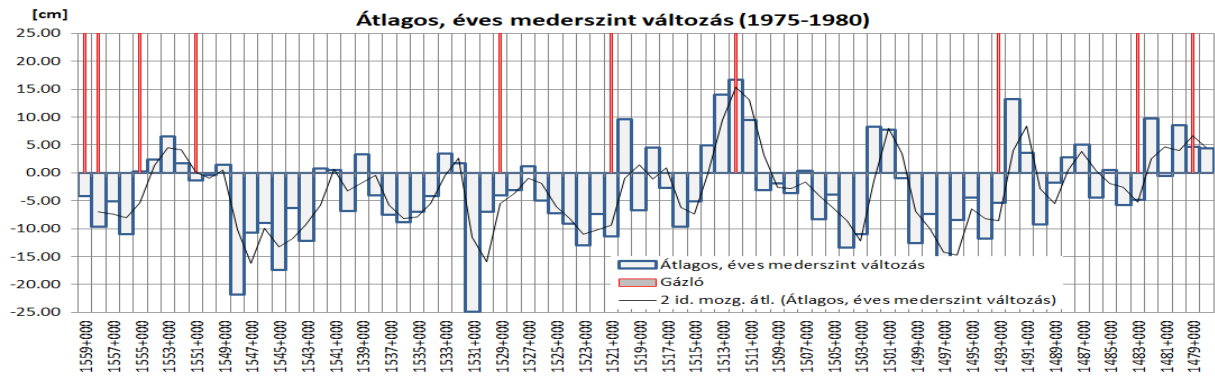
15. ábra - Térfogatváltozások 1975-1980 között



16. ábra. - Térfogatváltozások egyenlege 1975-1980 között



17. ábra - Átlagos mederszint változás 1975-1980 között



18. ábra -Átlagos, éves mederszint változás 1975-1980 között