



Benke Lászlóné

Hidrológiai adatok feldolgozása



A követelménymodul megnevezése:

Víz- és szennyvíztechnológus és vízügyi technikus feladatok

A követelménymodul száma: 1223-06 A tartalomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-015-50



VÍZÁLLÁS ADATOK FELDOLGOZÁSA

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Számos hidrológiai feladat megoldásánál szükséges a vízfolyás szintjének az ismerete. A vízállás adatainak rendszerezése és különböző statisztikai módszerekkel való feldolgozása a számítógépek világában egyre több felhasználásra ad lehetőséget. Ahhoz azonban, hogy egy vízállás adatfeldolgozást számítógépen kezelni tudjunk, szükséges a számítás elvét és menetét ismerni.

Ebben a fejezetben alapfogalmakat ismerhetünk meg, majd a vízállás adatokból a gyakorlatban használatos módszerek alkalmazását.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

1. Alapfogalmak

- Vízjárás: az adott szelvényben észlelt legnagyobb és legkisebb vízállás közötti tartományban a vízállás időbeni változása.
Hosszabb időszakot feldolgozó vízállás sor adataiból a jellemző vízállásokat kiemeljük és ezek vizsgálatával következtethetünk a vízmérce szelvényben észlelhető vízjárásról. A jellemző vízállásokat rövidítésekkel jelölik:
 - Legkisebb víz jele LKV, a mércén az észlelés kezdetétől előfordult legkisebb vízállás. Számadata mellé írandó az észlelés dátuma. Pl: LKV Budapest 51 cm, 1947. XI.6.
 - Kisvíz jele KV, egy vizsgált időszakon belül észlelt legalacsonyabb vízállás. Számadata mellett fel kell tüntetni az időszakot.
 - Közepes kisvíz jele KKV, hosszabb időszakok kisvizeinek számtani középértéke.
 - Középvíz jele KöV, egy vizsgált időszakon belül valamennyi vízállás észlelésértékét figyelembe vevő számtani középérték.
 - Nagyvíz jele NV, egy vizsgált időszakon belül észlelt legmagasabb vízállás
 - Közepes nagyvíz jele KNV, hosszabb időszak nagyvizeinek számtani közepe.
 - Legnagyobb víz jele LNV, a mércén az észlelés kezdete óta előfordult legnagyobb vízállás

A legkisebb víz, kisvíz, nagyvíz és legnagyobb víz jeleinél megkülönböztetjük a jeges és jég nélküli vízre vonatkozó vízállás értékeket. A megkülönböztetés érdekében a jeges vízállások jeleit folytonos vonallal bekeretezzük.

- Vízfok vagy hidrográd: Százalékban fejezzük ki, értékét úgy kapjuk meg, hogy a pillanatnyi vízállás és a legkisebb vízállás különbségét elosztjuk a legnagyobb és a legkisebb jégmentes vízállás különbségével, majd az eredményt megszorozzuk százal. Ez az érték segíti a tájékozódást, hogy a pillanatnyi vízállás milyen tartományban van: a kis % értékei a kisvízi, nagy értékei a nagyvízi tartományra utalnak.

2. A vízállásadatok közzététele

A vízállás adatokat az országos vízmérő hálózat vízmérő helyein leolvasott, vagy automatikusan továbbított értékek képezik. A Vízirajzi Intézetbe naponta beérkező adatokat rögzítik és az intézet honlapján közzéteszik. Minden nap a rádióban vízállás jelentés hangzik el, melyben fontos információkat közölnek a hajóközlekedés számára.



1. ábra. A vízrajzi szolgálat honlapja

A napi jelentéseken kívül készítenek havi és éves nyilvántartásokat is. Az 1950-es évektől rendszeresen megjelenik a Vízirajzi évkönyv nyomtatott és ma már elektronikus formában is.

A vízrajzi évkönyv a vízállás adatokon kívül számos információt tartalmaz. Többek között csapadékadatokat, vízhozam és talajvíz jellemzőket is.

3. Vízállás idősor

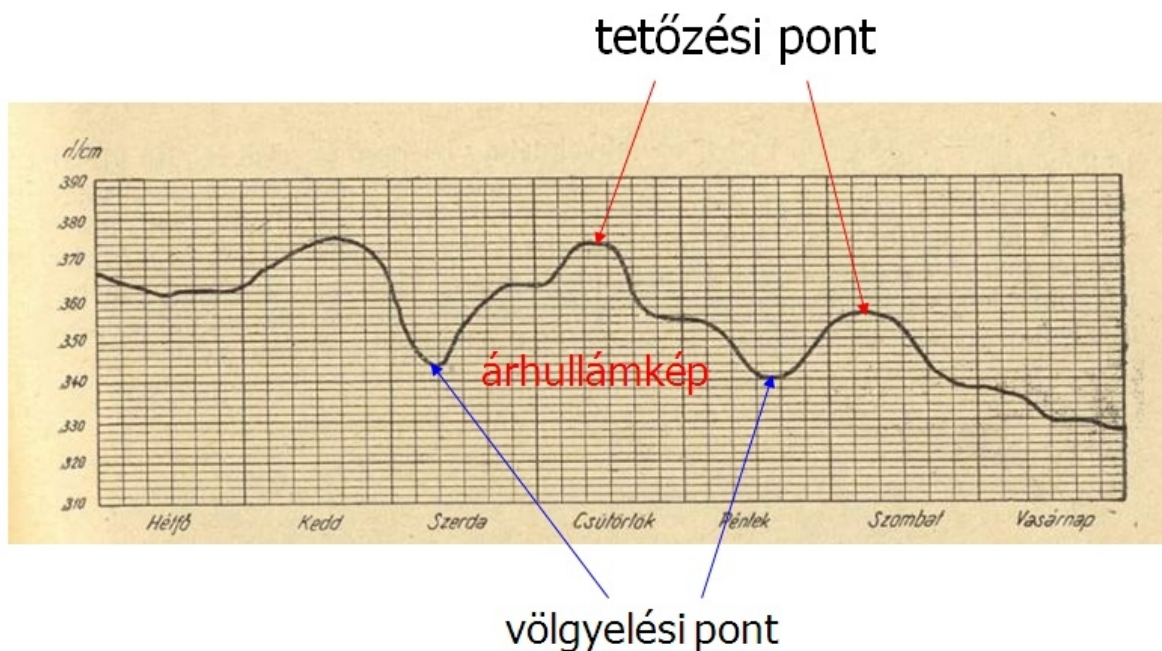
A vízfolyás egy-egy szelvényében mért vízállásadatok alapján a mederbeli lefolyást két módon jellemezhetjük: a vízjárással; és a vízjátékkal.

A vízfolyások vízjárása alapján megkülönböztetünk:

- egyszerű vízjárású folyót, amelynek egy magas és egy alacsony vízállású időszaka van;
- összetett vízjárású folyót, amely több nagyvízi időszakkal rendelkezik
- kiegyenlített vízjárásút, ahol a vízállások sokévi havi átlagai kiegyenlítettek, nincs jellemzően nagyvízes vagy kisvízes periódus.

A vízállás adatokat olyan grafikonon dolgozzák fel, melynek vízszintes tengelyén az időt, függőleges tengelyén pedig a vízmérete beosztását tüntetik fel. A napenként felrakott vízállás adatokból megállapítható, hogy mely napokon volt áradó vízállás; ekkor a vízállássor grafikonja balról jobbra emelkedik, ennek ellenkezője az apadást jelzi. Tetőzésnek nevezzük az áradó és apadó szakaszok közötti vízállásokat.

Vízállás idősor



2. ábra. Vízállás idősor

Egy hónapon belül a vízállások összegét elosztva a napok számával a havi középvízállást kapjuk meg. Ugyanitt állapítjuk meg az év valamennyi vízállásértékből az évi középvízállást

4. Mércekapcsolati vonal

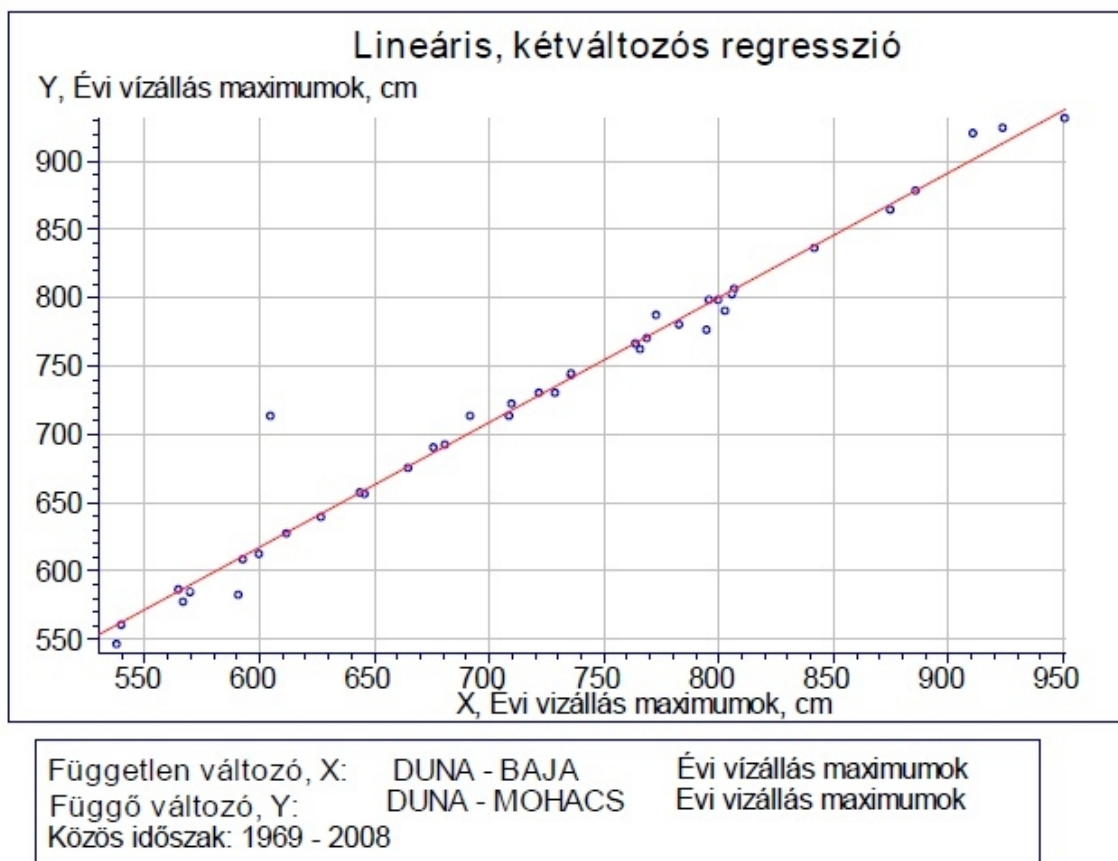
Gyakran szükséges, hogy két szomszédos, esetleg nagyobb távolságra levő vízmérce adatainak összefüggéseit megállapítsuk

Hosszabb időszak hiányzó adatainak pótlását, ill. rövidebb észlelésű állomás adatainak meghosszabbítását legcélszerűbben az adathiányos vízmércéhez legközelebbi teljes adatsorú állomás leolvasásainak (tetőző és völgyelő vízállásainak) felhasználásával, a két szelvény között létesített mércekapcsolati vonallal lehet elvégezni.

A vízállás/ vízhozammérő szelvények között létesített mércekapcsolati vonal alkalmazásának feltételei:

- a két állomás adatai közötti korrelációs kapcsolatot az $r > 0,8$ érték jellemezze;
- a teljes észlelésű állomás keresztstelvénye lehetőleg állandó (stabil) legyen; ha nem, a mederváltozásokat is figyelembe kell venni;
- a két észlelőállomás közötti lefolyási időt (időket) az adatok felhasználásánál figyelembe kell venni; vagy
- elég számú adatszám esetén csak a völgyelő és a tetőző vízállás/vízhozam adatszámok segítségével kell a mércekapcsolati vonalat elkészíteni.

Célszerű a két szelvény közötti vízállás/vízhozam kapcsolatot (a mércekapcsolati vonalat) – a matematikai összefüggés mellett – grafikusán, koordinátarendszerben (esetleg logaritmus hálózatban) is ábrázolni. Az ábrázolás során a napi egyidejű vízállás/vízhozamok mellett különböző jelekkel a különböző hónapok (egyidejű havi közepes vízmennyiségek) adatait is kívánatos feltüntetni és így az esetleg hónapról hónapra (esetleg csak évszakonként) változó kapcsolatok felismerhetők, és a hiányzó adatok pótlása még megbízhatóbban végrehajtható.



3. ábra. Mércekapcsolati vonal

5. Gyakoriság- tartósság

A gyakoriság egyszerűen megfogalmazva a vízállás adatok nagyság szerinti csoportosítása, ábrázolása mindig lépcsőzetesen, oszlopdiagramon történik. Egy gyakorisági csoportban megszámlálva adatainkat megkapjuk, hogy hány napon keresztül fordul elő az általunk megállapított csoportba tartozó vízállás a vizsgált időszakban.

A tartósság annak megállapítására szolgál, hogy mennyi időn át fordul elő egy kiválasztott vízállásnál nagyobb, illetve kisebb vízállás. A feldolgozás a vízállás adatok megfelelő csoportosításával tartóssági táblázat szerkesztésével kezdődik. Ezt a táblázatot grafikusán ábrázolva tartóssági görbét kapunk.

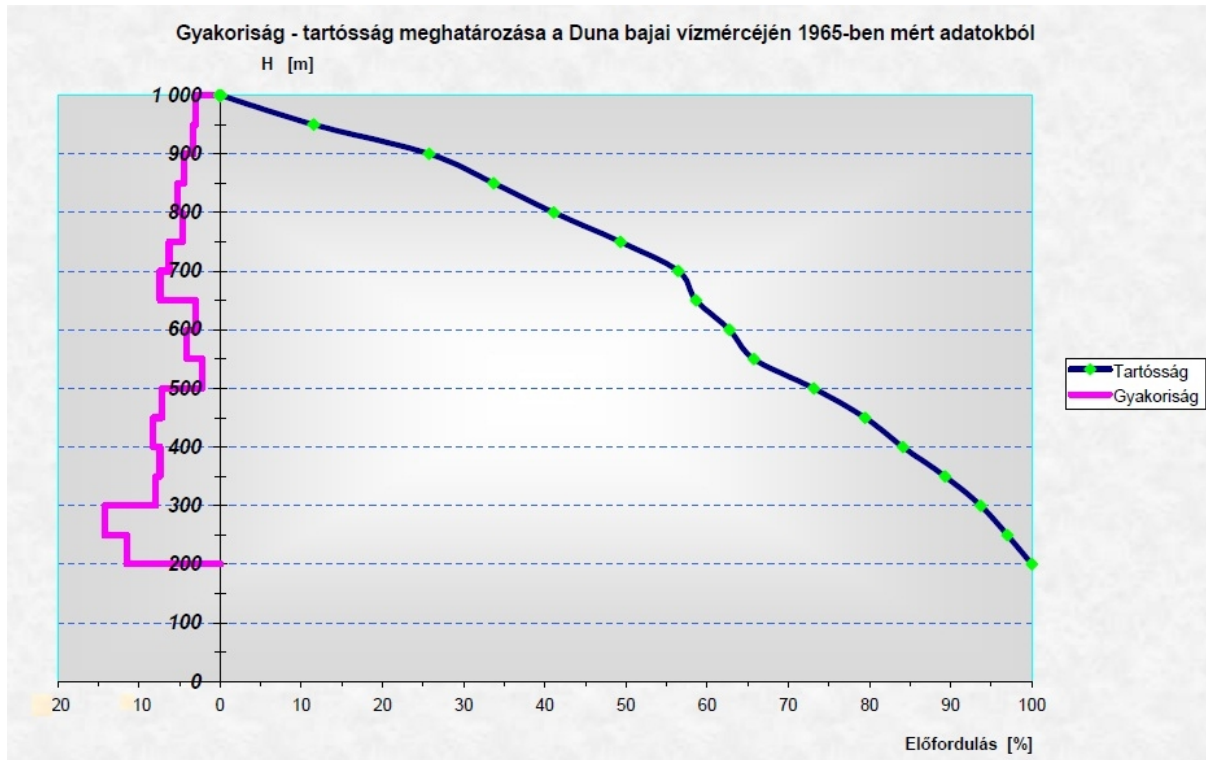
A gyakoriság-tartóssági adatfeldolgozás matematikai statisztikai értelmezéséhez meg kell ismerni néhány definíciót azokkal a fogalmakkal kapcsolatban, melyeket a továbbiakban használni fogunk :

Intervallum gyakoriság: az a szám, mely megmutatja, hogy a vizsgált adathalmazon belül a kérdéses intervallumban hány adat található.

Relatív intervallum gyakoriság: az intervallum gyakoriság és az összes adat hányadosa.

Meghaladási gyakoriság, ill. meg nem haladási gyakoriság : az a szám, amely megmutatja, hogy adott szint felett, ill. alatt összesen hány adatot észleltek. A relatív meghaladási gyakoriságot régebben tartósságnak is nevezték.

A gyakoriság számítását havi időegységekben, évenként szokás készíteni.



4. ábra. Gyakoriság-tartósság görbe

A vízrajzi évkönyvek, illetve ezeknek a világhálón közzétett változatai tartalmazzák a főbb hazai vízmércék gyakorisági és tartóssági értékeit is.

A biztonság és kockázat értelmezése

Nincs olyan árvíz, amelynél nagyobb ne fordulhatna elő. Az árvizek ellen így abszolút biztonságra nem törekedhetnek, csak az írható elő, hogy a védelmi művek milyen meghaladási valószínűségű árvizek ellen védjenek.

Pl. a 3 %-os valószínűségű árvíz nagyon nagy idő átlagában 100 évenként háromszor fordul elő.

A meghaladási valószínűség tehát egyben a vállalt kockázat is. A meghaladási valószínűség 100 %-ra történő kiegészítője a meg nem haladási valószínűség, az előbbi példánál tehát 97 %. Ezt az értéket más szóval biztonságnak is nevezhetjük, hiszen nagyon nagy idő átlagában 100 évenként 97-szer fordul elő ennél kisebb évi maximális vízállás. A vállalt kockázat nyilván a védett terület értékének a függvénye. Kis kiterjedésű, mezőgazdaságilag csak külterjesen művelt öblözetet védő töltés építésénél nagyobb kockázat vállalásával, kisebb beruházási terhet jelentő, gyöngébb védőműveket építenek, mint a városok, vagy ipartelepek környezetében.

Korábban a szabványok a nagyértékű ipartelepek, ill. a főváros védelmére 1000 éves visszatérési időnek megfelelő 0,1 %-os kockázat vállalását írták elő. Látható azonban, hogy a legfeljebb 100 éves észlelési adatsorokból ilyen kis valószínűségű értékek már nem becsülhetők. Ezért újabban a védvonal mentén néhány kitüntetett helyen (pl. Budapest, Paks) abszolút biztonságra törekednek, úgy, hogy ezeken az értékes területeken árvízvédelmi műveket a környező műveknél nagyobb védőképességűre építik. Így elérhető, hogy kis valószínűségű ún. katasztrofális árvizek esetén ezek a nagyértékű területek a környezettel ellentétben az árvízi elöntéstől mentesülnek.

Összefoglalás

A vízállás adatok feldolgozásához szükséges a jellemző vízállások ismerete. Az adatokból előrejelzés és hiánypótlás történhet. Az előrejelzés alapjai a gyakorisági-tartóssági számítások, a hiánypótlás statisztikai módszerekkel és a mércekapcsolati vonal szerkesztésével történik

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Tanulmányozza a világhálón a vízállás adatokat! Válasszon ki egy tetszőleges vízfolyáson egy vízmércét és keresse meg a legnagyobb és a legkisebb vízállást. Állapítsa meg, hogy jeges volt-e a vízfolyás az adott év január 20.-án.

Készítsen mércekapcsolati függvényt a Tisza Szolnok és Szeged közötti összefüggések megfigyelése érdekében! Egy éves adatsort válasszon és azon belül a hónap első és 15. napján észlelt adatokat dolgozza fel!

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Milyen jellemző vízállásokat ismer?

MUNKABEMUTATÓ

2. feladat

Milyen szabályai vannak a mércekapcsolati vonal szerkesztésének?

MUNKABEMUTATÓ

3. feladat

Milyen szabályai vannak a gyakoriság-tartósság görbék szerkesztésének?



MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. feladat

- Legkisebb víz jele LKV, a mércén az észlelés kezdetétől előfordult legkisebb vízállás. Számadata mellé írandó az észlelés dátuma. PI: LKV Budapest 51 cm, 1947. XI.6.
- Kisvíz jele KV, egy vizsgált időszakon belül észlelt legalacsonyabb vízállás. Számadata mellett fel kell tüntetni az időszakot.
- Közepes kisvíz jele KKV, hosszabb időszakok kisvizeinek számtani középértéke.
- Középvíz jele KöV, egy vizsgált időszakon belül valamennyi vízállás észlelésértékét figyelembe vevő számtani középérték.
- Nagyvíz jele NV, egy vizsgált időszakon belül észlelt legmagasabb vízállás
- Közepes nagyvíz jele KNV, hosszabb időszak nagyvizeinek számtani közepe.
- Legnagyobb víz jele LNV, a mércén az észlelés kezdete óta előfordult legnagyobb vízállás

2. feladat

A vízállás/ vízhozammérő szelvények között létesített mércekapcsolati vonal alkalmazásának feltételei:

- a két állomás adatai közötti korrelációs kapcsolatot az $r > 0,8$ érték jellemezze;
- a teljes észlelésű állomás keresztshelvénye lehetőleg állandó (stabil) legyen; ha nem, a mederváltozásokat is figyelembe kell venni;
- a két észlelőállomás közötti lefolyási időt (időket) az adatok felhasználásánál figyelembe kell venni; vagy
- elég számú adatszám esetén csak a völgyelő és a tetőző vízállás/vízhozam adatszámok segítségével kell a mércekapcsolati vonalat elkészíteni.

3. feladat

A gyakoriság egyszerűen megfogalmazva a vízállás adatok nagyság szerinti csoportosítása, ábrázolása mindig lépcsőzetesen, oszlopdiagramon történik. Egy gyakorisági csoportban megszámlálva adatainkat megkapjuk, hogy hány napon keresztül fordul elő az általunk megállapított csoportba tartozó vízállás a vizsgált időszakban.

A tartósság annak megállapítására szolgál, hogy mennyi időn át fordul elő egy kiválasztott vízállásnál nagyobb, illetve kisebb vízállás. A feldolgozás a vízállás adatok megfelelő csoportosításával tartóssági táblázat szerkesztésével kezdődik. Ezt a táblázatot grafikusán ábrázolva tartóssági görbét kapunk.

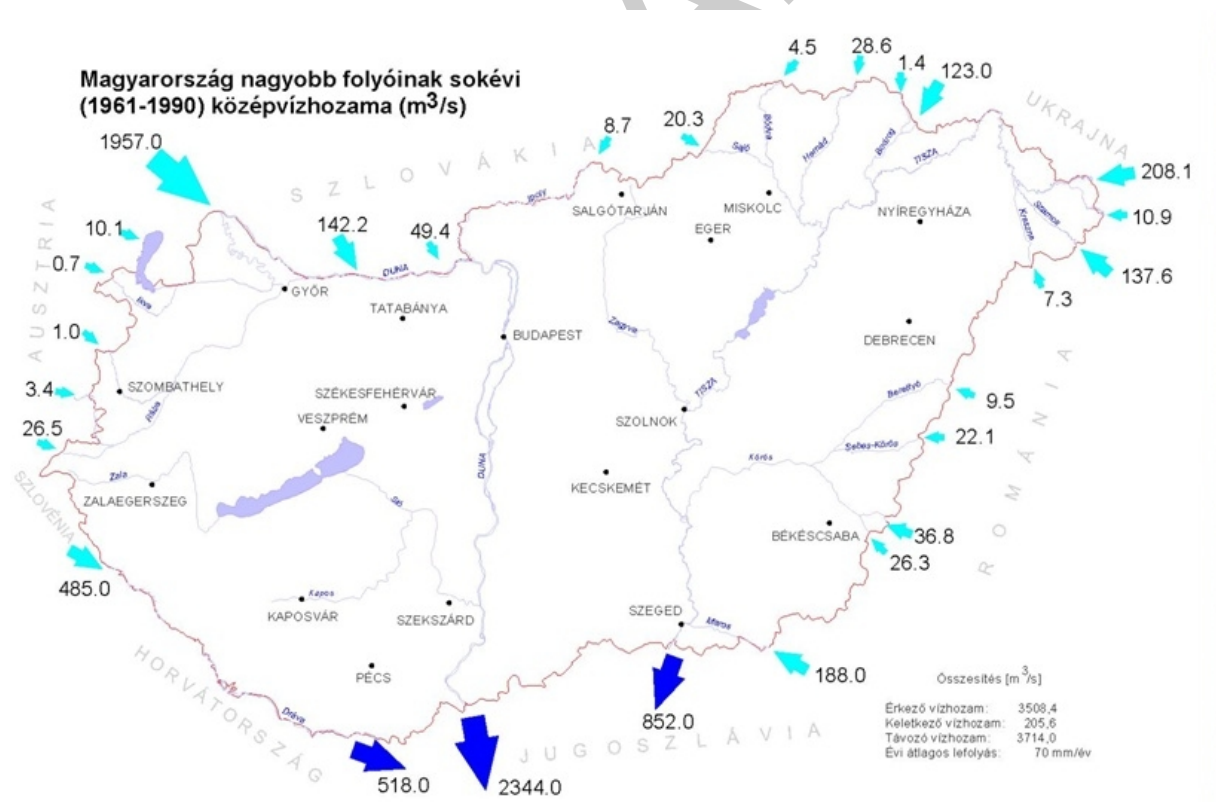
VÍZHOZAM ADATOK FELDOLGOZÁSA

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A vízhozam adatok feldolgozása során kisvízi, középvízi és nagyvízi adatokkal dolgozunk. Természetes, hogy a legtöbbet az árvízi adatokkal foglalkozunk, mert az árvízi elöntések jelentik a legnagyobb veszélyt. A nagyvízi számításoknak több változatával ismerkedünk meg ebben a fejezetben.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A vízhozam adatok leginkább az árvízi előrejelzések alapjául szolgálnak.



5. ábra. Magyarország folyóinak vízhozamai

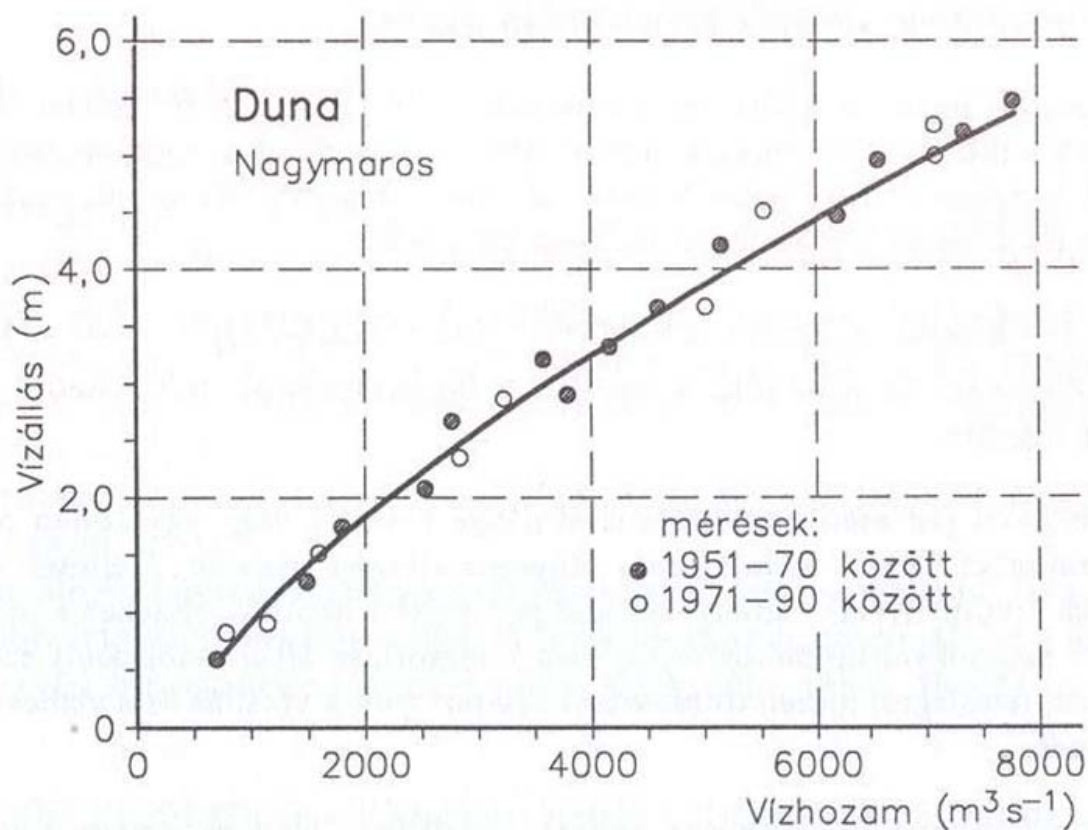
1. A vízhozamgörbe

A vízfolyásokon rendszeresített, a vízjárástól függő gyakorisággal végzett vízállás megfigyelések nem elegendőek ahhoz, hogy a vízfolyás vízkészletét (a mederben folyó vízmennyiségeket) meghatározzuk. Az eseti vízhozammérések sem szolgáltatnak közvetlenül kellő számú adatot ahhoz, hogy a vízkészleteket kellő pontossággal számítsuk. Viszont minden vízfolyás medre többé-kevésbé állandó, illetve ahol intenzív mederváltozások figyelhetők meg, ott állandósított mérőszelvényt, vagy vízhozam mérő műtárgyat lehet építeni. Amennyiben sikerül olyan gyakorisággal különböző hidrológiai helyzetben vízhozam mérést végezni, hogy a szelvény állandónak tekinthető legyen a mérési periódus alatt, akkor megteremtettük annak a lehetőségét, hogy a mérési adatokból egy olyan kapcsolatot állítsuk fel, amely a vízállás függvényében a vízhozamot adja meg. Ezt a görbét nevezzük vízhozamgörbének ($Q = f(h)$), ahol Q a vízhozam, h a vízállás.

A vízállás észlelése mindig közvetlen észlelés illetve műszeres regisztrálás alapján történik, olyan sűrűséggel, hogy abból a vízfolyás adott szelvénybeni vízjárása rekonstruálható legyen. Ezek a kellő sűrűséggel végzett vízállásészlelések alkalmasak arra, hogy vízállás idősort előállítsuk, azaz bármely időpontbeli vízállás kiolvasható legyen. Ha a szelvény vízhozamgörbéjét meg tudjuk határozni, akkor egy egyszerű transzformációval meghatározható a vízhozam idősor is, azaz a vízkészlet számítás alapját megteremtjük.

- Vízhozamgörbe előállítása

A vízhozamgörbe szerkesztésének alapját a szelvényt hitelesítő (tarázó) vízhozammérések eredményeinek - összetartozó vízállás, vízhozam értékpárjainak - alapján végezzük el. A mérési eredményeket koordinátarendszerben ábrázoljuk. Ellentétben a matematikában szokásos módszerrel -ahol a független változót (x) a vízszintes tengelyen és a függő változót (y) a függőleges tengelyen találjuk - a vízhozamgörbe szerkesztésekor a vízállást (független változó) a függőleges tengelyen, a vízhozamot (függő változó) a vízszintes tengelyen ábrázoljuk. Ennek az ábrázolásnak szemléletbeli okai vannak, a vízállásváltozás a valóságban vízszintváltozást jelent, így a grafikonon is a változás függőleges értelmű.



6. ábra. Vízhozam görbe

A felrakott adatpontpárokat megkülönböztetjük annak függvényében, hogy a mérés ideje alatt a vízállás változás "milyen értelmű volt. Stagnáló vízállás esetén „+” jelet, áradó vízállás esetén „●”, apadó esetén „○” jelet alkalmazunk és a pont mellé írjuk a mérési időpontot is. A mérési dátum feltüntetésének célja az, hogy a vízhozamgörbe esetleges időbeli változását kiszűrhessek.

Eddig a pontig az adatok feldolgozása megegyezik akár mérőműtárgyban végeztük a mérést, akár szabad szelvény vízhozam-görbéjének meghatározásáról van szó.

- Vízhozamgörbe előállítása mérőműtárgy szelvényében

A műtárgyakban rendszeres tarázó vízhozam-méréseket végeznek. A mérési eredmények feldolgozása az MI-10-251/4-85 műszaki irányelv szerint történik. A nedvesített szelvényterület (A) és a víztükörszélesség (B) ismeretében a közép mélységet (h_k) és az átfolyási tényezőt (μ) számítjuk:

Az átfolyási tényezőt a vízállás függvényében ábrázoljuk. A kirajzolódó ponthalmazból, amely valamilyen görbe körül kell, hogy csoportosuljon, a kiugró értékeket (amelyek valószínűleg mérési hibára, mederelzáródásra, műtárgy tönkremenetelre, stb. utalnak) a további vizsgálatból ki kell zárni. Az átfolyási tényező 0 és 1 közé eső szám lesz, a h növekedésével értéke 1-hez közelít. Meghatározzuk a Q-h függvénykapcsolatot.

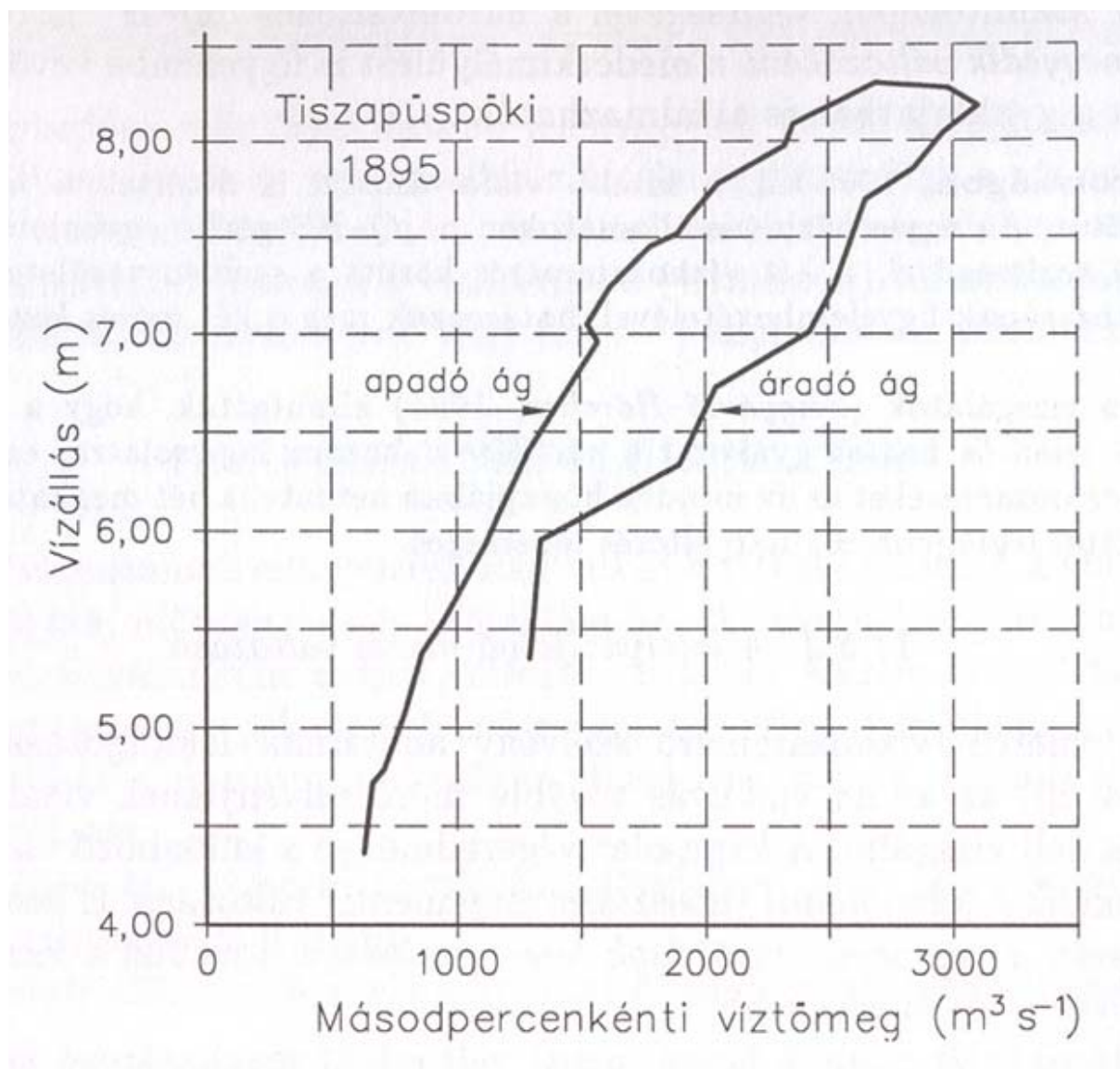
Vízhozamgörbe előállítása szabad szelvényben

Nagyobb vízfolyásainkon nincs lehetőség mérőműtárgy építésére. Ezeken a vízfolyásokon olyan szabad szelvényt kell lehetőség szerint vízhozam-nyilvántartási szelvényként kiválasztani, amely egységes mederrel (a nagyvízi tartományban is), a szelvényre merőleges, jó eloszlású áramlási viszonyokkal rendelkezi. A szelvény legyen mentes áramlási holtterektől és főképp visszaáramlásos szelvényrészekről. A szelvényt célszerű geodéziai pontjelekkel állandósítani. A szelvényben legalább 3 hónaponként tarázó vízhozammérést kell végezni. A mérési eredményeket a már ismertetett módon ábrázoljuk. A kapott pontthalmazra kell egy olyan görbét illesztenünk, amely a vízállás és a vízhozam közötti kapcsolatot jól kifejezi. A görbe várható alakjának meghatározásakor a Chezy-képletből indulhatunk ki:

Az összetett medrek vízhozamgörbéje sok esetben egy görbével nem lehetséges, így a szerkesztésére elég nehéz általános érvényű receptet nyújtani, mert nincs két egyforma vízfolyás és szelvény. Rendszerint első lépésben a középvízi mederben mért adatpontokra egy görbét próbálunk illeszteni, majd a nagyvízi mederben mért pontthalmazra egy másik görbét. Fontos, hogy a két görbe egymáshoz simuljon az elvágási pontnál. Másik módszer lehet az, hogy kettős logaritmikus koordináta rendszerben ábrázoljuk a mérési adatokat. A pontfelhő jó esetben egyenesek körül csoportosul, amelyek az előzőekben ismertetett módon meghatározhatók, így az összetett meder vízhozamgörbéit megkaphatjuk. Harmadik eljárás lehet az, hogy első lépésben egy görbét illesztünk a pontthalmazra, majd számítjuk az illesztett görbe és a pontok közötti különbséget. A különbségek valamilyen trendje megmutatja, hogy hol kell elvágni az adatsort és az elvágási pontok között kell új görbéket illeszteni.

2. Az árvízi hurokgörbe

A tarázó vízhozammérések eredményeinek felrakásakor megkülönböztetjük az áradó, apadó, stagnáló állapotban mért értékeket. A megkülönböztetésnek nagy jelentősége van, hiszen a természetes vízfolyások változó vízállása egyben azt is jelenti, hogy ugyanazon vízálláshoz az áradó, stagnáló, apadó állapothoz különböző vízfelszín lejtések tartozhatnak, amelyből a Chezy-képlet alapján az is következik, hogy azonos vízállás esetén különböző vízhozamok folyhatnak le. Azaz a $Q = f(h)$ vízhozamgörbe nem csak a vízállás, hanem az esés függvénye is! A vízfolyások vízállása folyamatos változásban van, így a vízállás - vízhozam kapcsolat hurokgörbék sorozatát írja le (7. ábra).



7. ábra. Árvízi hurokgörbe

A tapasztalatok alapján elmondhatjuk, hogy minél kisebb egy vízfolyás lejtése, annál jelentősebb az áradó és az apadó ágon ugyanazon vízálláshoz tartozó vízhozamok közötti különbség. A kis lejtésű vízfolyásoknál ezért a vízhozamgörbe határozatlan, bizonytalan lesz.

Amennyiben bevezetjük az esést, mint változót, úgy az árvízi hurokgörbe ugyan nem szűnik meg létezni, de a vízhozamgörbe alkalmassá tehető arra, hogy a vízállás - vízhozam és még az esés közötti kapcsolatot leírja. Ezzel a vízállások vízhozammá való transzformálása lehetővé válik. Az esés bevezetése csak vízállásmérő segédállomás létesítésével és észlelésével lehetséges. A főállomás és a segédállomás abszolút (tengerszinhez viszonyított) vízálláskülönbségéből – ismerve a vízmércék közötti távolságot – számítható a vízfolyásszakasz esése és a koaxiális vízhozamgörbéből kiolvasható a főmérce vízállásához tartozó vízhozam.

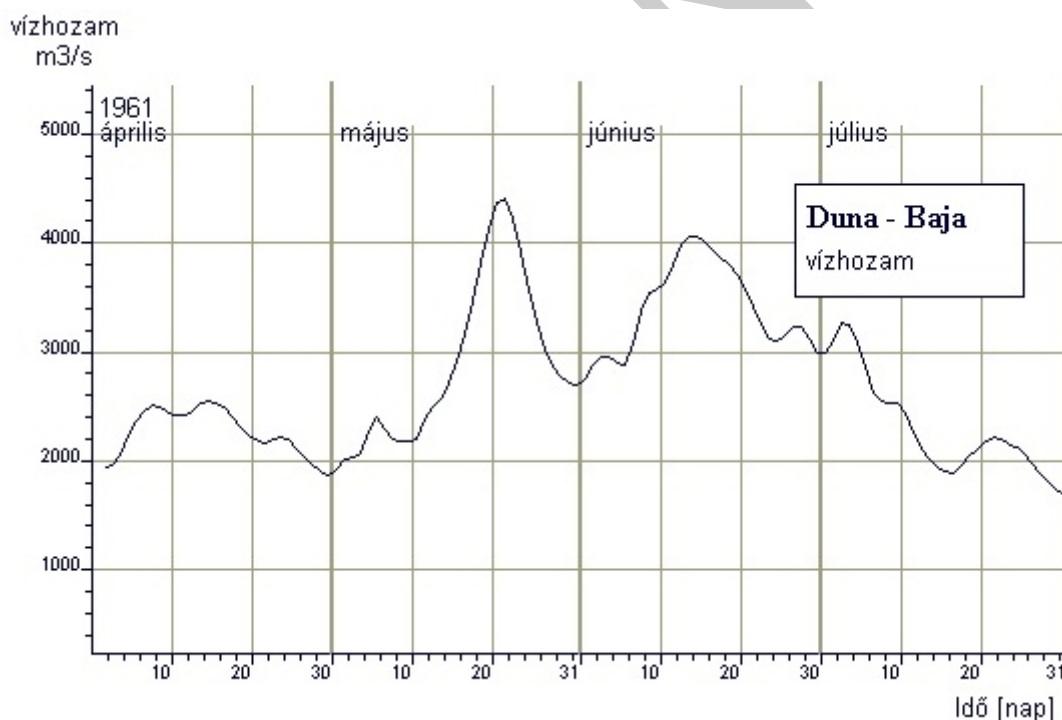
3. A kisvíz és középvíz

A kisvízhozam(KQ) a vízfolyás vízkészlet- gazdálkodási szempontból fontos. Egy vízmérce szelvényében a vízállás adatokat vizsgálva megfigyelhető, hogy az árhullámok általános alakja meredeken felszökő áradó és enyhébb apadó ágból áll. Az árhullám képe jellemző a vízgyűjtő területre: kis vízgyűjtő területen az árhullámok hirtelen vízemelkedéssel jelentkeznek, majd gyorsan ellapulnak, ha a vízfolyás a mellékágakból nem kap utánpótlást.

A vízhozam adatokat valószínűség-elméleti összefüggések alapján elemzik. A folyamatos vízszállítás legfontosabb eleme a közép-vízhozam (KöQ), mely kétféle módon határozható meg: egyrészt a vízháztartási egyenletből, másrészt pedig a vízhozam adatok átlagolásával. A közép-vízhozamot sokéves adatok esetén mindig mérések szerint fogadjuk el.

4. A nagyvíz

A nagyvíz-hozamok tapasztalati elemzése alapján következtethetünk a ritkán előforduló nagyvíz-hozamokra. Nagy vízgyűjtővel rendelkező vízfolyáson az árhullám kialakulása lassú. A Dunán például egy-egy jelentősebb árhullám 7-8 nap.



8. ábra. Vízhozam idősor

A nagyvíz-hozamot adatok hiányában számításokkal határozzuk meg, ekkor csupán a tetőző vízhozamot számítjuk. A következőkben a számítási módszerekkel ismerkedünk meg.

- Nagyvízhozam számítás árvízi tényezővel

Ez a számítási módszer dombvidéki, 20 km²-nél nagyobb területen alkalmazható. Alapja az árvízi tényező, melyet tapasztalati mérések eredményeként határozott meg Csermák Béla vízügyi szakember és a magyarországi mérések eredményét izovonalas térképen ábrázolta. Értéke 1 és 6 között változik, jele B.

A Csermák-féle módszert kizárólag hazai megfigyelések anyagából dolgozták ki, így jól tükrözi az itthoni időjárési és vízjárési sajátosságokat. A képlet alapváltozatában a 3%-os előfordulási valószínűségű vízhozamot adja meg:

$$Q_{3\%} = B \sqrt{A} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

ahol A – a vízgyűjtő terület km²-ben, B – pedig árvízi tényező, amelynek értéke 2 és 6 között változhat régiótól függően, a meredekebb lejtőkön nagyobb. A meghatározott 3%-os valószínűségű árvízhozamból tetszőleges p%-os valószínűségű érték is előállítható egy r szorzótényező beiktatásával

- A Kollár-féle VIZITERV segédlet

A fajlagos vízhozam meghatározása a vízgyűjtő kiterjedése és jellege alapján történik, részben a hidrológiai analógia elvét felhasználva. A módszerrel 100 km²-nél kisebb hegy- és dombvidéki vízgyűjtők különböző előfordulási valószínűségű tetőző vízhozamai megbecsülhetők, amennyiben ismert a vízgyűjtő földrajzi helyzete, a segédletben találunk a keresett vízfolyáshoz hidrológiai értelemben hasonló vízfolyást és ismerjük annak kiterjedését. A vizsgált vízfolyás tetőző vízhozama egy vele hasonló adottságú, tanulmányozott vízfolyás tetőző vízhozamára támaszkodva határozható meg. Először ki kell keresni táblázatból a vizsgált vízfolyást, vagy egy feltételezhetően ahhoz hidrológiailag hasonló vízfolyást. A vízfolyás sorszámát kikeresve tájékoztatást ad a vízjárás jellegéről, amely lehet átlagos, igen heves és kiegyenlített vízjárású. A vízgyűjtő nagyságának ismeretében a három lefolyási jellegvonal segítségével megállapítható a 10%-os előfordulási valószínűségű fajlagos tetőző vízhozam. Ennek ismeretében a tetőző vízhozam értéke a következő összefüggéssel számítható:

$$Q_{10\%} = q_{10\%} \cdot A$$

Más előfordulási valószínűségű (p %-os) tetőző vízhozamot szorzótényezővel lehet meghatározni, amely a $Q_p/Q_{10\%}$ arányát adja meg.

Ha a vizsgált vízfolyás vízgyűjtőjén a lefolyási körülmények hasonlóak az analógnak választott vízgyűjtő lefolyási viszonyaival, akkor a módszer hibája $A < 50 \text{ km}^2$ vízgyűjtőterület esetén $\pm 50\%$ -ra, $A > 50 \text{ km}^2$ vízgyűjtőterület esetén $\pm 25\%$ -ra becsülhető.

- A racionális módszer

A módszer alapelve: a vizsgált szelvény mértékadó vízhozamát az a csapadék adja, amely megegyezik a szelvényhez tartozó vízgyűjtőterület összegyülekezési idejével. A Montanari-féle csapadékmaximum függvény időalapja, azaz a mértékadó csapadék időtartama egyenlő az összegyülekezési idővel. Ehhez nem csak a vízgyűjtőterület földrajzi elhelyezkedését (ez szolgáltatja Montanari-féle csapadékmaximum függvény paramétereit), hanem a vízgyűjtőterület nagyságát, leghosszabb lefolyási útvonalát, a lefolyási viszonyokat is ismerni kell. Kis vízgyűjtők esetén további paraméterek ismeretében jobb becslés adható.

A tetszőleges előfordulási valószínűségű esőből, az 1 - 5000 km² kiterjedésű vízgyűjtő területen keletkező tetőző vízhozamok becsülhetők, a lefolyási tényező figyelembe vételével, az összegyülekezési idő alapján.

Az összefüggés elvi alakja:

$$Q_{p\%} = i_{p\%} \alpha A \quad \text{ahol:}$$

- $Q_{p\%}$ - a p%-os előfordulási valószínűségű tetőző vízhozam (l/s)
- $i_{p\%}$ - a p%-os előfordulási valószínűségű $T = \tau$ időtartamú mértékadó csapadék intenzitása (l/s ha), amely a Montanari-féle csapadékmaximum függvényből számítható, vagy műszaki segédletből vehető.
- α - a lefolyási tényező, amely a talajra jellemző
- A - a vízgyűjtőterület (ha)

A racionális módszert síkvidéki vízgyűjtő területen alkalmazzák.

- **Az egységárhullámkép**

Ha a vízgyűjtőt egységnyi magasságú hatékony csapadék (a csapadéknak az a része, amely teljes egészében lefolyik) éri, térben és időben egyenletesen eloszolva, akkor az így keletkező árhullám jellemző lesz az adott vízgyűjtőterületre és a lineáris rendszerek törvényeinek megfelelően kezelhető. A T időtartamú, térben és időben egyenletesen elosztott egységnyi magasságú csapadékból t időtartamú lefolyás keletkezik. Alakja csak a vízgyűjtő tulajdonságaitól függ. A lefolyás folyamata felfogható olyan rendszerként, amelynek bemenete az egységnyi hatékony csapadék, kimenete a vízgyűjtőről kilépő vízhozam. Ha a bemenet T időtartama csökken, akkor magasságának nőnie kell, hogy tömege egységnyi maradjon. A harmadik feltétel (Sherman nyomán), hogy az egységnyi idő alatt hulló n -egységnyi, lefolyást előidéző csapadékhoz tartozó árhullámkép ordinátái rendre az egységárhullámkép ordinátáinak n -szeresei.

Az időegység n -szerese alatt hullott csapadékhoz tartozó árhullámkép ordinátáit rendre úgy kapjuk, hogy az egyes időegységekhez tartozó hatékony csapadékkal szorzott egységárhullámok ordinátáit egy-egy időegységgel eltolva összegezzük. E feltétel szerint az egységárhullámkép módszer grafikus alkalmazásánál a hatékony csapadék időbeni eloszlását egyenlő időintervallumokra kell felosztani amelyeken belül a bemenet értéke állandó.

Az egységnyi árhullámkép előállítás.

Egység árhullámképnek nevezzük azt a lefolyási árhullámot, amely a vízgyűjtő teljes felületén egyenletesen eloszló (1 cm vastagságú) egységnyi vígréteg lefolyásának eredményeként keletkezik egy meghatározott időtartam alatt.

A csapadék – lefolyás kapcsolatok mennyiségi vizsgálata során a következő alapegyenlet állítható fel:

$$L = C - P \text{ ahol}$$

- L – lefolyó vízmennyiség
- C – a vízgyűjtőre hullott csapadék mennyisége
- P – a lefolyás közben visszapárolgó mennyiség

Nagyobb, állandó vízfolyások vízhozamának meghatározására alkalmas ez a módszer, amely törekszik a vízgyűjtő lefolyási viszonyainak viszonylag szélesebb körű figyelembe vételére.

Az eljárás alapelvei:

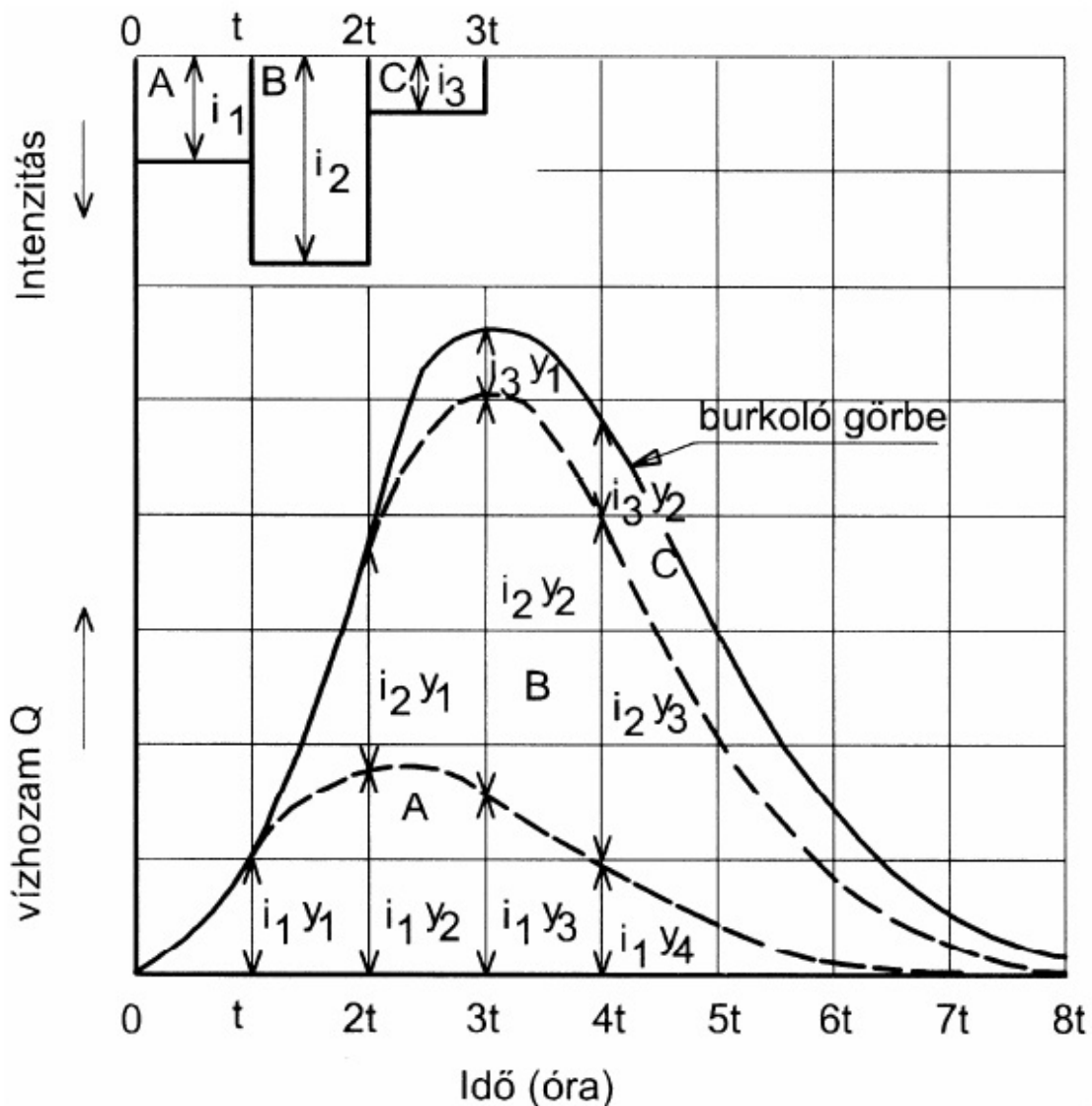
1. Adott vízgyűjtő esetén az azonos időtartamú felszíni lefolyást képző esőből származó árhullámok (adott szelvényig mért) átfolyási (levonulási) időtartamai (a csapadék intenzitásától függetlenül) közel azonosak;

2. Adott vízgyűjtő esetén, az azonos időtartamú felszíni lefolyást képző esőből származó árhullámok pillanatnyi vízhozamokat kifejező ordinátáinak nagyságai közvetlenül arányosak a lefolyásra kerülő vízmennyiség nagyságával (lefolyásirétegvastagsággal);

3. Adott vízgyűjtő esetén egy meghatározott esőből kialakuló árhullám időbeni változása (az árhullám alakja) független a megelőző esőktől

A gyakorlatban az eljárás a következő: a meglévő adatsorból ki kell választani néhány olyan egységnyi időtartamú, lehetőleg egynapos esőből származó árhullámot, amit néhány csapadékmentes nap követet. Az egységnyi időnek, az összegyülekezési időnegyedrésznél kisebbnek kell lennie.

Az eredő egység árhullámképet úgy kapjuk meg, hogy a rész árhullámképeket egymásra helyezük oly módon, hogy az egyes árhullámképek kezdőpontja egybeessen az okozó zápor kezdetével, majd összegezzük az ordinátákat. Ezután meghatározzuk az összetett eredő árhullám tetőző hozamának értékét, a tetőző vízhozam kialakulásának és tetőzésének időpontját, valamint a hullám alatti terület meghatározása útján a lefolyó víztömeget.



9. ábra. Egységnyi árhullámkép

5. A hidrológiai hossz-szelvény

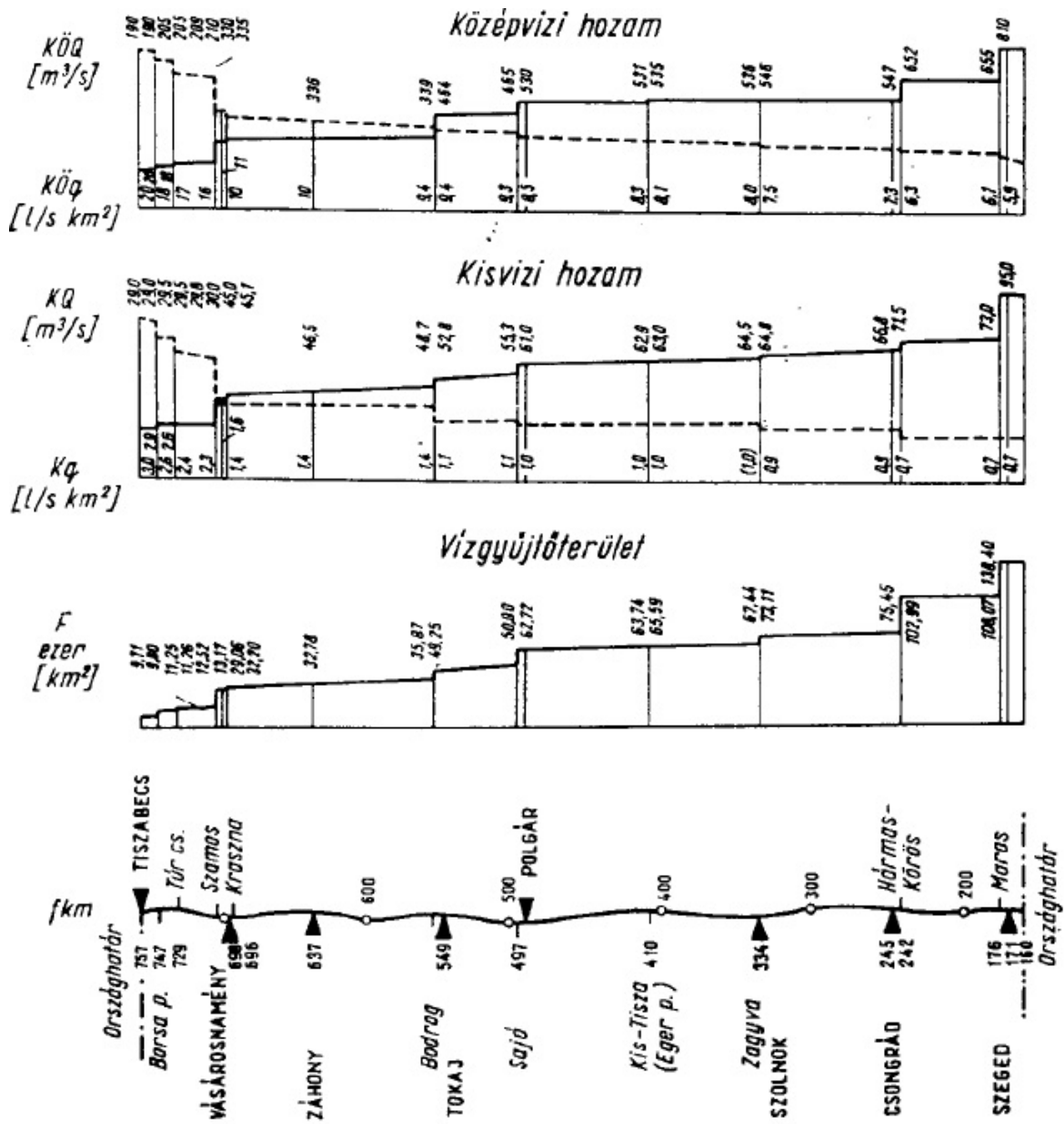
Egy vagy több hidrológiai adatnak a vízfolyás mentén történő változását ábrázolja. A vízfolyás bármelyik szelvényében alkalmas a fontosabb hidrológiai mennyiségi jellemzők azonnali meghatározására.

Gyakrabban ábrázolt mennyiségek:

vízhozamok (fajlagos, abszolút), áramlási sebességek, vízmélységek, medergeometria, vízkészletfajták, vízgyűjtőterület mérete stb..

Típusai:

- kétváltozós (egy vonal),
- háromváltozós (vonalsereg).



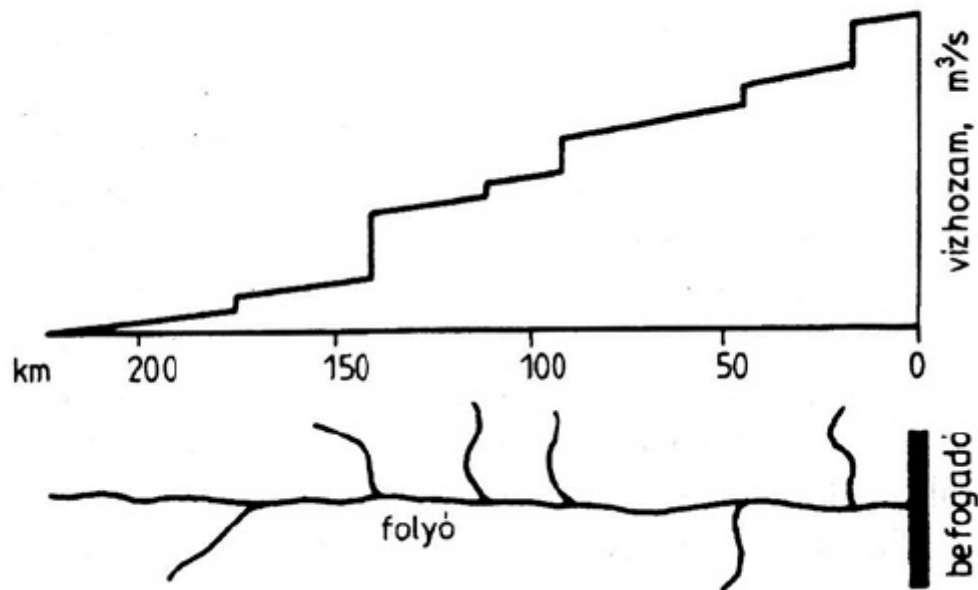
10. ábra. Hidrológiai hossz-szelvény

Összefoglalás

A vízhozam adatok feldolgozása kis- és közép-vízhozamoknál a vízhozam görbékkel és a mércekapcsolati vonal szerkesztésével történik. Nagyvízhozam számítás módszerei: Csermák képlet, Kollár-féle VIZITERV segédlet, racionális módszer, egységnyi árhullámkép. A hidrológiai hossz-szelvény a vízfolyás bármelyik szelvényében alkalmas a fontosabb hidrológiai mennyiségi jellemzők azonnali meghatározására.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Keresse meg a világhálón a Tisza vízhozam adatait egy kiválasztott mérőhelyen! Figyelje meg, hogy melyik évszakban a legnagyobb illetve a legkisebb a vízhozam!
2. Figyelje meg az alábbi hidrológiai hossz-szelvényt! Hány mellékvízfolyás torkolat található rajta, a hossz-szelvényen mi jelzi ezt?



11. ábra. Hidrológiai hossz-szelvény

Tanulásiirányító megoldás

1. A Tiszán a hóolvadást követően a tavaszi árvizek jelentkeznek április táján. A zöldár nyár elején a tavaszvégi nagyobb esőzések idején alakul ki, általában júniusban.
2. A hidrológiai hossz-szelvényen hat mellékvízfolyás torkolat található, helyüket a lépcsősen megnövekedett vízhozam jelzi.

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK**1. feladat**

Hogyan szerkesztjük a vízhozam görbét?

2. feladat

Mi jellemzi az árvízi hurokgörbét?

3. feladat

Milyen nagyvízhozam számítási módszereket ismer?

4. feladat

Hogyan számítható nagyvízhozam a Csermák képlettel?

Blank area for writing the answer, containing several horizontal lines.

MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. feladat

A vízhozamgörbe szerkesztésének alapját a szelvényt hitelesítő (tarázó) vízhozammérések eredményeinek – összetartozó vízállás, vízhozam értékpárjainak – alapján végezzük el. A mérési eredményeket koordináta-rendszerben ábrázoljuk. Ellentétben a matematikában szokásos módszerrel – ahol a független változót (x) a vízszintes tengelyen és a függő változót (y) a függőleges tengelyen találjuk – a vízhozamgörbe szerkesztésekor a vízállást (független változó) a függőleges tengelyen, a vízhozamot (függő változó) a vízszintes tengelyen ábrázoljuk. Ennek az ábrázolásnak szemléletbeli okai vannak, a vízállásváltozás a valóságban vízszintváltozást jelent, így a grafikonon is a változás függőleges értelmű.

2. feladat

A tarázó vízhozammérések eredményeinek felrakásakor megkülönböztetjük az áradó, apadó, stagnáló állapotban mért értékeket. A megkülönböztetésnek nagy jelentősége van, hiszen a természetes vízfolyások változó vízállása egyben azt is jelenti, hogy ugyanazon vízálláshoz az áradó, stagnáló, apadó állapothoz különböző vízfelszín lejtések tartozhatnak, amelyből a Chezy-képlet alapján az is következik, hogy azonos vízállás esetén különböző vízhozamok folyhatnak le. Azaz a $Q = f(h)$ vízhozamgörbe nem csak a vízállás, hanem az esés függvénye is! A vízfolyások vízállása folyamatos változásban van, így a vízállás – vízhozam kapcsolat hurokgörbék sorozatát írja le

3. feladat

Nagyvízhozam számítás módszerei: Csermák képlet, Kollár-féle VIZITERV segédlet, racionális módszer, egységnyi árhullámkép.

4. feladat

A Csermák-féle módszert kizárólag hazai megfigyelések anyagából dolgozták ki, így jól tükrözi az itthoni időjárási és vízjárési sajátosságokat. A képlet alapváltozatában a 3%-os előfordulási valószínűségű vízhozamot adja meg:

$$Q_{3\%} = B \sqrt{A} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

ahol A a vízgyűjtő terület km²-ben, B pedig árvízi tényező, amelynek értéke 2 és 6 között változhat régiótól függően, a meredekebb lejtőkön nagyobb. A meghatározott 3%-os valószínűségű árvízhozamból tetszőleges p%-os valószínűségű érték is előállítható egy r szorzótényező beiktatásával

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Benke Lászlóné: Vízügyi szakmai ismeretek, Skandi-Wald Könyvkiadó 2003.(14–26. oldal)

Benke Lászlóné: Vízügyi alapismeretek, Nemzeti Szakképzési Intézet 2005.(27–30.oldal)

AJÁNLOTT IRODALOM

Stelczer Károly: A vízkészlet-gazdálkodás hidrológiai alapjai ELTE Eötvös Kiadó 2000.

Vermes László: Vízgazdálkodás, Mezőgazdasági Szaktudás kiadó 2001..

www.hidoinfo.hu

A(z) 1223-06 modul 015-ös szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
52 853 02 0010 52 01	Szennyvíztechnológus
52 853 02 0010 52 02	Víztechnológus
54 853 01 0000 00 00	Vízügyi technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
22 óra

MUNKANYELV

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató