



Benke László

Hidrometriai és hidrometeorológiai mérések és adatfeldolgozás



A követelménymodul megnevezése:

Általános környezetvédelmi feladatok

A követelménymodul száma: 1214-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-041-50



HIDROMETEOROLÓGIA

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A vízgazdálkodás az időjárási elemek változásainak függvényében folytatható. A csapadék mérése azért nagyon fontos, mert egyrészt előrejelzésekhez használhatók a mérési adatok, másrészt a vízépítési tervezés a régmúlt adatok statisztikai feldolgozása révén történik.

Megismerkedünk tehát a csapadék keletkezésével és mérésével. A többi időjárás elem mérése is szükséges, hogy összefüggéseket lehessen keresni az egyes események között. Hogyan mérjük a hőmérsékletet, az atmoszféra nedvességtartalmát, a szélereősséget, a légnyomást a napfényt és a napsugárzást? Erre kapunk választ a következő fejezetben.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A meteorológia jelentése légkörten: a légkör jelenségeivel és folyamataival foglalkozó tudomány. A hidrometeorológia a vízgazdálkodáshoz kapcsolódó légköri jelenségeket vizsgálja.

1. A csapadék keletkezése

A csapadék kialakulását a hőmérséklet süllyedése és a relatív páratartalom egyidejű emelkedése idézi elő.

A harmatpont az a hőmérséklet, ahol a levegő telítetté válik.

Meleg levegőben a légtömegek nagyobb mennyiségű párát tudnak elraktározni, hidegben pedig kevesebbet. Ha a meleg levegő 60–70 %-os páratartalmú lesz, majd hirtelen lehűl, akkor a levegő páratartalmának változása nélkül telítetté válik, és megindul a csapadékhullás. Ez a folyamat két módon jöhet létre: a melegebb légtömeg felszáll, és a hidegebb légtömegek közé kerül, vagy hideg légtömegek ereszkednek a melegebb légtömegek közé, és általános lehűlést okoznak. Csapadékképződés előtt a pára felhővé sűrűsödik, majd cseppfolyós vagy szilárd csapadékká alakul. A szilárd csapadék képződéséhez erős lehűlésre van szükség. Gyakran előfordul, hogy az erős lehűlés következtében szilárd csapadék képződik, de a jég, vagy a hó hullás közben melegebb légtömegeken hatol keresztül és a földre érés előtt elolvad. A harmat, dér és zúzmara a tárgyakkal érintkező levegőből válik ki, és nem a magasból hull alá.

A csapadék fajtái:

- eső,
- hó,
- jég,
- harmat,
- zúzmara
- és dér

Nem csak megjelenési formái szerint, hanem hevéssége alapján is osztályozhatunk, így lehet: csendes eső, eső, zápor és zivatar.

2. A csapadék mérése

A csapadékot a lehullott vízmennyiség alapján mérjük. Mértékegysége a talajon keletkező vízréteg milliméterben mért magassága, jele: h [mm]. A csapadékhullás másik fontos jellemzője az intenzitás: az időegység alatt lehullott csapadék mennyiségét értjük alatta, jele: i [mm/min, vagy mm/h].

A csapadék magasságát csapadékmérővel mérjük. Több típusát alkalmazzák, néhányat áttekintünk.

Az **ombrométer** bádogból készült felfogó edényből és speciális kialakítású, mm beosztással ellátott üveg mérőhengerből áll. A felfogó edény részei a köpeny és az abban található tölcser és gyűjtőedény. A műszer köpenyének felső élét 1 m magasan kell elhelyezni a terep felett, ezért a felszereléshez tartozik még egy oszlop és tartóvas. A csapadékmérő tölcserén keresztül az esőcseppek a gyűjtőedénybe jutnak. Ebből az edényből naponta azonos időpontban, általában reggel a mérőhengerbe töltik az összegyűlt csapadékot és megméri a víz mennyiségét mm-ben. Nagyobb esőzések alkalmával sűrűbben is lehet kiüríteni a gyűjtőedényt, így elkerülhető, hogy az edény megteljen és a víz kifolyjon. Télen a csapadékmérő edénybe hókeresztet tesznek, hogy a szél ne fújja ki az edényben felfogott havat. A hó alakban lehullott csapadékot úgy kell megmérni, hogy a csapadékmérőt meleg helyiségbe visszük, és ott megvárjuk, míg a hó elolvad. A párolgási veszteség megakadályozása érdekében az edényt be kell fedni. Erősen szeles vidékeken a csapadékmérőt gallérral látják el, amely megakadályozza, hogy az esőcseppeket a szél magával ragadja. A csapadékmérő elhelyezése a meteorológiai műszerkertben, szélről nem befolyásolt helyen történik úgy, hogy a felső alumíniumgyűrűjének élét a talajtól számított 1 m-es magasságban. Továbbá biztosítani kell, hogy a csapadék körkörös, még 45°-os szög alatt is akadálytalanul hullhasson az edénybe.



1. ábra. Ombrométer

A **billenőedényes csapadékmérő** külső köpenye és tartószerkezete megegyezik az előzőekben megismert ombrométerével, a köpeny belsejében azonban egy billenőszerkezetre épített edényből és egy érzékelőből álló szerkezet található. A csapadék a felfogó nyíláson keresztül egy tölcser segítségével a billenő edénybe jut. Amint egy mm vízoszlopnak megfelelő csapadékmennyiség terheli az edényt, az megtelik és lebillen. Ezzel egy időben megérint egy érzékelőt, amely elektromos impulzust vált ki. Ezt az impulzust egy számlálószervezethez vezetik, amelyről közvetlenül leolvasható a csapadék magasság mm-ben. A modern műszertechnika lehetővé teszi, hogy hordozható terepi adatgyűjtőkkel a mérési adatokat tárolják, majd számítógépbe táplálják, megkönnyítve ezzel a feldolgozást.

A **piezoelektromos érzékelő** típusú eszköz a lehullott cseppfolyós csapadék meghatározására szolgál. A csapadékmérő rozsdamentes acél felületen érzékeli az egyes becsapódó esőcseppeket, amelyek egyedi energiáját speciális piezoelektromos érzékelő méri meg. A becsapódási energia eloszlásfüggvényének elemzéséből a belső mikrokontroller meghatározza az egyes cseppek sebességét és tömegét, melyből a térfogatösszeg számítása a feladat. A mérési elvből következően a csapadékvíz nem folyik át az érzékelőn, így a klasszikus billenőkanalas csapadékmérőknél fellépő tipikus problémák, mint például szennyeződések, por miatti eldugulás, rovarok beköltözése, stb. nem fordulhat elő.

Más működési elvű csapadékmérők is léteznek, a közös bennük, hogy a csapadékmennyiséget érzékelő szerkezet elektromos jellé alakítja a mérési adatokat, melyeket különböző adathordozókon tárolnak a feldolgozásig.

A **csapadékíró** alkalmas a csapadék intenzitásának mérésére is, működési elve a következő: Itt egy csövön keresztül jut be csapadék a műszerbe és egy írókar az óraműtől hajtott forgódobon lévő szalaghoz ér. A felfogó nyíláson befolyó esővíz tölcseren és csövön át egy úszót tartalmazó hengerbe folyik, melyen túlfolyó található. A befolyó víz fölemeli az úszót és vele együtt az úszó függőleges rúdja erősített írókart is, mely egy forgó hengerhez csatlakozik. A forgóhengerre naponta, vagy hetente- a körbefordulási időtől függően nyomtatott adatlapot rögzítenek, amin a csapadék magasságán kívül a csapadék időbeni eloszlását is rögzíti a műszer. Ha a henger megtelik, és az írókar a dobban lévő adatlap tetejéig ér, akkor az oldalt kinyúló szívócső automatikusan leüríti a hengert, és az írókar ismét a "0" ponthoz tér vissza.



2. ábra. Ombrográf

Magyarországon a csapadék éves átlagos értéke 500–900 mm között van.

3. A hó mérése

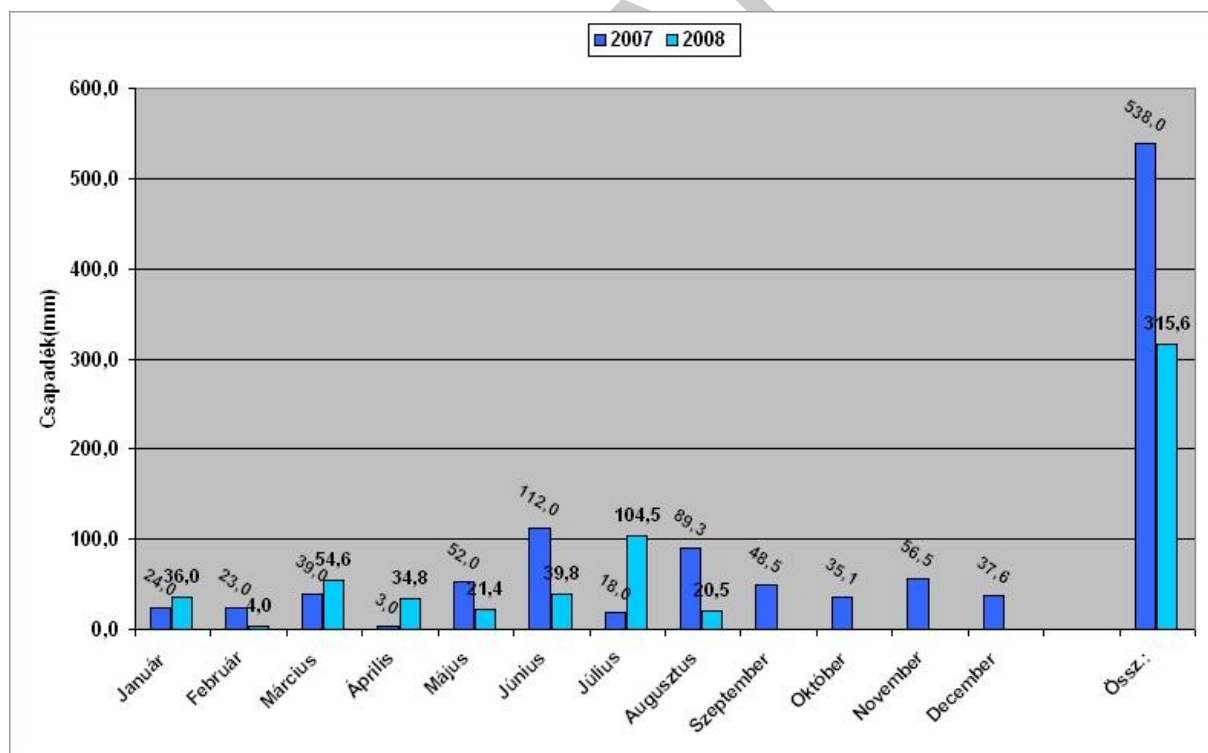
A **hótakaró vastagságát** cm-ben mérik mérőbottal vagy kiszúró hengerrel.

A **hó víztartalmát** számítják, mégpedig a kiszúró hengerben felfogott hóréteg tömegét elosztják a térfogatával, ebből megkapják a sűrűségét. Mint tudjuk a víz sűrűsége 1000 kg/m³, összehasonlítva a kapott sűrűséggel, megkapjuk a hó-víz egyenértéket.

A friss hó vastagságának kb. tizedrésze az átlagos csapadék-egyenérték. pl. 10 cm hó 10 mm csapadéknak felel meg, azaz a hó-víz egyenértéke 0,1.

A csapadék adatok feldolgozása

A csapadék adatok **térbeli és időbeli** eloszlását vizsgálják. Időbeli eloszlásjellemezésére a csapadék idősor használható. A valóságos csapadék időben változó intenzitású. A feldolgozás érdekében ún. modellcsapadékot alkottak a tervezők, mely időben állandó intenzitású. A 24 óránál rövidebb időtartamú modellcsapadék hazánk területén egységes mennyiségű és intenzitású. Ezzel szemben a 24 óránál nagyobb időtartamú csapadék mennyisége eltérő értékű, intenzitása pedig elhanyagolható.



3. ábra. Csapadék-idősor diagram

A térbeli eloszlás izohiétás térképen ábrázolható. Az izohiétás térkép készítésének szabályai megegyeznek az izovonalas térképek szerkesztésével. Az azonos csapadék magasságú helyeket kell összekötni úgy, hogy azok ne keresztezzék egymást, a két vonal közötti távolságot pedig lineáris interpolációval kell meghatározni.

4. A levegő hőmérsékletének mérése

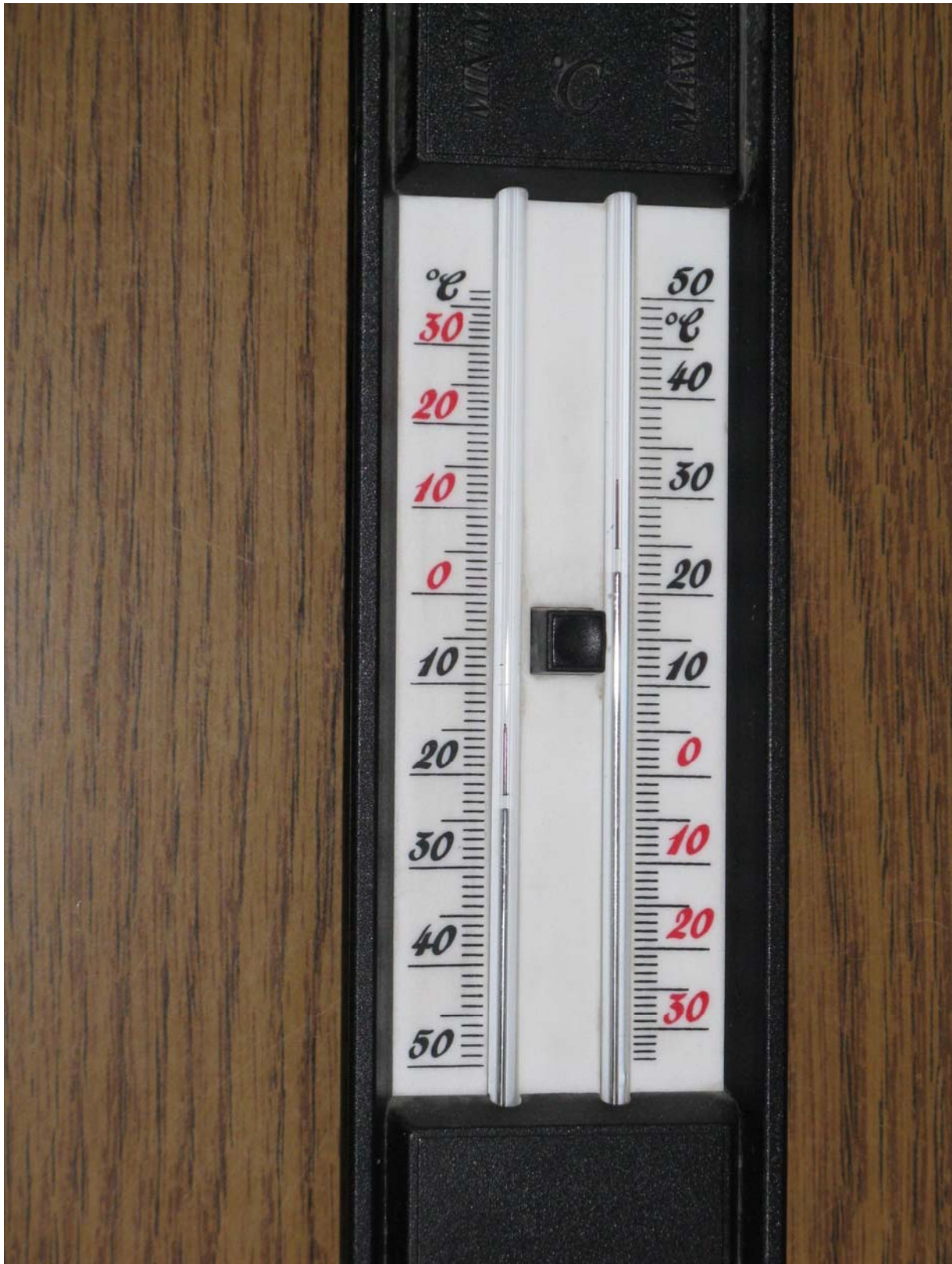
A hőmérséklet SI mértékegysége a Kelvin, hazánkban azonban elterjedtebb Celsius fok használata. A két mértékegység különbségei egyenlőek, mert $1\text{ }^{\circ}\text{C} = 1\text{ K}$. A Kelvin 0 pontja a hőmérséklet abszolút 0 pontján van, ami $-273,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nak felel meg, tehát negatív Kelvin nem fordulhat elő.

A léghőmérséklet változik a tengerszint feletti magasság növekedésével: minden 100 m-es emelkedés után $0,5\text{--}0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal hidegebb levegőt találunk. Fontos a fagymentes napok ismerte, mely az utolsó tavaszi nap és az első őszi fagy közötti időszakot öleli fel.

A léghőmérsékletet a terep, vagy a víz felszíne felett 2 m-rel mérik, legtöbbször higanyos hőmérővel, de használnak más működési elvű mérőeszközöket. A digitális kijelzésű eszközök érzékelője valamilyen jó hőtágulási képességű anyag, ami a tágulás hatására elektromos impulzust képes az érzékelő felé továbbítani. Ezek az érzékelők egyre inkább kiszorítják a környezetre veszélyt jelentő higanyos mérőeszközöket.

A hőmérséklet időbeni változását a hőmérsékletírók tudják regisztrálni. A hőmérséklet író, vagy más neve termográf érzékelője az előbb említett jó hőtágulási képességű anyag, mely egy írókarral van összekötve. Az írókar egy óraszerkezettel ellátott forgódobra csatlakozik és a körbefordulás során az éppen érzékelhető hőmérsékletet továbbítja a forgódobon lévő regisztráló papírra. Az íróhegy többnyire tintapatronos, a biztonságos működés érdekében.

Esetenként szükséges a legmagasabb és a legalacsonyabb hőmérséklet mérése is. Erre a célra szolgál a maximum–minimum hőmérő. Működési elve a következő: a higanyszálak fémpálcikákat tolnak maguk előtt. A pálcikák a szélső érték helyzetében megállnak és nem követik a higanyszálat. A leolvasás után a pálcikákat mágnessel igazítjuk a higanyszál végéhez. A műszer rajza a 4. ábrán látható.



4. ábra. Maximum- minimum hőmérő

A levegő hőmérsékletén kívül a víz hőmérsékletét is mérjük. Erre a közönséges úszóhőmérőt alkalmazzuk.

A talaj hőmérsékletét is mérik. A különböző mélységű talajrétegek hőmérsékletének mérésére más- más kialakítású talajhőmérőket alkalmaznak. A vízgazdálkodási gyakorlatban legtöbbször a felszín közeli talajrétegek hőmérsékletét kell megmérni.

5. Az atmoszféra nedvességtartalmának és a párolgás mérése

A levegőben mindig van vízgőz, vagy más néven pára. A víz párolgással jut a levegőbe. A légtömegek páratartalma állandóan változik, egy része csapadék formájában eltávozik, majd a hiány párolgással pótlódik. A párolgás mértékét számos tényező befolyásolja, legfontosabb ezek közül a hőmérséklet, a légtömegek pillanatnyi páratartalma és a levegő áramlása. A párolgás mérésére több módszert dolgoztak ki. A szabad vízfelület párolgására ad jellemző értéket a nagy méretű párolgásmérő kád. A kádat színültig töltik vízzel és a fogyást mérik vízszintmérővel. A lehullott csapadék mennyiségét mindig hozzáadják a kádban mért vízoszlop magasságához. A növényzet is párolog, ennek mérését csak közelítéssel tudják végezni.

A levegő páratartalma pontosan mérhető érték, többféle mértékegységgel fejezhetjük ki: az abszolút nedvesség az 1 m³ levegőben lévő pára tömege grammban kifejezve (g/m³). A telítési páratömeg az egységnyi légtömegben lehető legnagyobb páratartalom grammban (g/m³). A viszonylagos, relatív nedvesség az egységnyi légtömegben található pillanatnyi páratömeg, az ugyanazon hőmérséklethez tartozó telítési páratömeg százalékában kifejezve.

A meteorológiában a levegő nedvesség állapotának meghatározására használják a telítettségi hiány mértékét, ami a levegő nedvességgel való telítettségi fokát határozza meg. A telítettségi hiány nagymértékben befolyásolja a párolgást, ugyanis ha száraz a levegő, akkor nagy a telítettségi hiány, a szabad vízfelületek és a talaj nagy mennyiségű párat bocsátanak a légtérbe. Ha a telítettségi hiány kicsi, a párolgás mértéke is csökken.

Fontos mutató a szárazsági, vagy más szóval ariditási tényező, amely a csapadék és a párolgás hányadosa: $a = P/C$. Minél inkább megközelíti a párolgás értéke a csapadékot, annál inkább beszélhetünk szárazságról.

A levegő páratartalmát nedvességmérővel mérik. Több típusa használatos az egyik a kettős folyadékoszlopos, amelynek a működési elve a következő: az egyik folyadékoszlop érzékelője kis víztartályba lógatott szívófonattal van összekötve, ezért mindig nedves. A nedvesség párolog, a párolgás hőelvonással jár, ezáltal mindig alacsonyabb hőmérsékleten tartja ezt a folyadékoszlopot. A két oszlop hőmérsékletkülönbségéből következtetni lehet a levegő páratartalmára. A műszer képe látható az 5. sz. ábrán.



5. ábra. Páratartalom-mérő műszer

A másik mérés a hajszálak nedvesség hatására történő megnyúlását használja fel érzékelőként.

A párolgás értékét meghatározhatjuk:

- párolgásmérő műszerekkel mért adatokból;
- a hidrológiai és meteorológiai tényezők ismeretében víz-, hő-, és energiaháztartási egyenletekkel.

A párolgást nagy felületű **párolgásmérő kádak** használatával határozhatjuk meg. Ezt a kádat a talajfelszínén egy farácsra helyezhetjük el, színültig töltik vízzel és a fogyást mérik vízszintmérővel. A lehullott csapadék mennyiségét mindig hozzáadják a kádban mért vízszlop magasságához.

A kád vízállását egy nap kétszer mérjük, reggel 06:45-kor és este 18:45-kor. A vízhőmérséklet mérését mind a négy főterminuskor el kell végezni. A vízállás mérésekor a kád szélén lévő merítő edényt mindig nyitva hagyjuk, csak vízszint mérése előtt zárjuk le a csapot. A merítő edénybe bent maradó vizet egy mérőcsőbe öntjük (Piche-cső), majd ha lemértük vízszintet, akkor a Piche-csőből visszajuttatjuk a vizet a kádba. Ahhoz, hogy pontosan végezni tudjuk a méréseket, a kádat megfelelően karban kell tartani. A kádat nem szabad túltölteni, mert egy esetleges erősebb szél által keltett hullámzás miatt kifolyhat belőle a víz, tehát érdemes egy nagyobb zivatar után lemerni a vizet a megfelelő szintre. Nagyon fontos még a kádban lévő víz folyamatos tisztántartása, mert ha nem megfelelően tiszta, akkor a párolgás mértéke is változhat. A párolgásmérési időszak április 1-től október 31-ig tart.



6. ábra. Párolgásmérő kád

6. A szél mérése

A szél a levegő áramlása, az időjárási elemek változása többnyire a széllel kapcsolódik össze. A szélnek mérjük az irányát és az erősségét. A szél irányát mindig aszerint határozzuk meg, ahonnan fúj. Eszerint 4 fő és 4 mellékvilágtáj megjelölést használunk: É, K, D, NY, valamint ÉK, ÉNY, DK, DNY. A szélirányt szélzászlóval, vagy szélzsákkal mérik.

A szélereősséget sebességméréssel határozzák meg. Kanalas szélesebességmérővel a felszín közeli, a magasabb légrétegekben kialakult légáramlást pedig hidrogénnel töltött gömbökkel mérik. Kanalas szélesebességmérő látható a 7. sz. ábrán. A kanalas szélesebességmérőt gyakran írószerkezettel kötik össze. A szélesebességet m/s-ban és km/h-ban mérik.



7. ábra. Kanalas szélesebesség.mérő

7. A légnyomás mérése

A légnyomás SI mértékegysége a Pa (pascal), hPa (hectopascal).

Az állandó légköri nyomás vagy „az állandó légkör” (1 atm) egyenlő 101,325 kilopascallal (kPa). Ezt megadhatjuk még:

- 760 milliméter higany (mmHg) vagy 1 torr
- 1013,25 millibar (mbar, vagy mb) vagy hektopascal (hPa)

A földkéreg felett elhelyezkedő levegőréteg nyomása a tengerszinten átlagos légköri viszonyok között 101 325 Pa. A légnyomást higanyos, bimetallos és aneroid barométerrel mérik. Az aneroid barométer egy belül légmentes doboz felületének alakváltozásával jelzi a légnyomásváltozást. A mérést végezhetik írószerkezettel ellátott barográffal is. Néhány műszer képe látható az alábbi képeken.



Barográf

1891

(C) 2008 ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium



8. ábra. Barográf képe

A légnyomás változik a magassággal, mert a nyomást keltő légrétegek vastagsága csökken a tengerszint feletti magasság növekedésével. A légnyomás azonban tengerszinten is változik a légköri viszonyok változása miatt. Ezért a légnyomás változása nagyon fontos a meteorológia számára, ez képezi az időjárás előrejelzések alapját. Alacsony légnyomás általában csapadékot hoz, míg a magas légnyomás napsütéses időt jelez. Minél nagyobb az átlagostól való eltérés, annál hevesebb időjárás-változás várható.

8. A napfény és sugárzás mérése

Hazánk területe napsugárzásban jóval gazdagabb, mint a velünk azonos földrajzi szélességen levő nyugat-európai országoké. Ez főleg a magasságkülönbségekből adódik. A napsütéses órák száma átlagos évben 1700–2100, ami annyit jelent, hogy a napkeltétől napnyugtáig számított, csillagászatilag lehetséges évi 4440–4450 nappali óra közül az Alföldön 45–48 %, egyéb területeken 41–45 % napsütéses, a többi borult.

Összehasonlításként: a napsütés aránya a budapesti 46 %-kal szemben: London 33 %
Párizs 37 %, Berlin 36 %, Róma 56 %. A napfénytartam évi összege látható a 9. ábrán.



9. ábra. A napfénytartam évi összege

Napsugárzás-mérővel észlelik és mérik folyamatosan a beeső napsugárzást. A mérőműszer tömör mészüveg burájában fókusztávolságban egy íves vályú található, melybe függőlegesen helyeznek el egy sík körlapot. A vályút a nap állásához igazítva téli, nyári és őszi-tavaszi szögállásban rögzítik, ennek megfelelően a papírcsíkok is különböző alakúak, méretűek. Van nyári szalag, téli és őszi-tavaszi típus. A körlap fekete, vékony fehér vonalozással, mely az időbeosztást szolgálja, speciális anyagú, hogy a beégetett nap-út látható legyen., de a papír ne lobbanjon el. A 10. ábrán a műszer látható.



10. ábra. A napsugárzás mérő

A Földön élő embereket az atomkísérletek és a háborúk következtében ionizáló sugárzás is éri, emellett ún. háttérsugárzások is jelen vannak. Ezek egy része a világról ered: kozmikus sugárzás, a másik része a Föld kérgében található radioaktív anyagok: kálium, rádium, urán, terrium kisugárzása. E kétfajta sugárzás együttesen a külső környezeti sugárterhelést adja.

A sugárzás mértékét a dózis egyenértékkel határozzák meg. Ennek mértékegysége a Sv (sievert), ahol az elnyelt dózis a sugárfajtára jellemző minőségi tényezővel van megszorozva.

A különböző sugárzások mérésére speciális sugármérőket alkalmaznak.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

- Figyelje meg az iskolájában, vagy környezetében található csapadékmérő eszközöket!
- Mérje meg egy csapadék mennyiségét a rendelkezésre álló mérőeszközzel!
- Milyen elven működő hőmérőkkel találkozott a környezetében?
- Milyen következtetés vonható le az egymást követő napokon mért csökkenő légnyomás értékekből?
- Milyen összefüggés van a párolgás és a szélmérési adatok között?

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Milyen mutatóit mérjük a csapadéknak és mi a mértékegységük?

Blank writing area for the answer to the first question, containing four horizontal lines.

2. feladat

Hol helyezzük el a csapadékmérőt?

Blank writing area for the answer to the second question, containing four horizontal lines.

3. feladat

Milyen elven működhetnek csapadékmérők?

Blank writing area for the answer to the third question, containing four horizontal lines.

4. feladat

Mi a mértékegysége a hőmérsékletnek, hol mérjük a hőmérsékletet?

5. feladat

Hogyan mérjük a párolgást?

6. feladat

Hogyan mérjük a szélsébséget?

7. feladat

Mi a mértékegysége a légnyomásnak, hogyan mérjük?

8. feladat

Hogyan mérjük a napsugárzást?

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Csapadék oszlop magasságát mm-ben, csapadék intenzitást mm/min, mm/h -ban mérik.

2. feladat

A csapadékmérő elhelyezése a meteorológiai műszerkertben, szélről nem befolyásolt helyen történik úgy, hogy a felső alumíniumgyűrűjének élét a talajtól számított 1m-es magasságban. Továbbá biztosítani kell, hogy a csapadék körkörösén, még 45°-os szög alatt is akadálytalanul hullhasson az edénybe.

3. feladat

Egyszerű gyűjtőedényes

Billenőedényes

Piezoelektromos érzékelő típusú eszköz

4. feladat

A hőmérséklet SI mértékegysége a Kelvin, hazánkban azonban elterjedtebb Celsius fok használata. A két mértékegység különbségei egyenlőek, mert $1\text{ }^{\circ}\text{C} = 1\text{ K}$. A Kelvin 0 pontja a hőmérséklet abszolút 0 pontján van, ami $-273.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nak felel meg, tehát negatív Kelvin nem fordulhat elő. A léghőmérsékletet a terep, vagy a víz felszíne felett 2 m-rel mérik, legtöbbször higanyos hőmérővel.

5. feladat

A szabad vízfelület párolgására ad jellemző értéket a nagy méretű párolgásmérő kád. A kádat megtöltik vízzel, és a fogyást mérik vízszintmérővel. A lehullott csapadék mennyiségét mindig hozzáadják a kádban mért vízoszlop magasságához. A növényzet is párolog, ennek mérését csak közelítéssel tudják végezni.

6. feladat

A szélereősséget sebességméréssel határozzák meg. Kanalas szélesebességmérővel a felszín közeli, a magasabb légrétegekben kialakult légáramlást pedig hidrogénnel töltött gömbökkel mérik.

7. feladat

A földkéreg felett elhelyezkedő levegőréteg nyomása a tengerszinten átlagos légköri viszonyok között 101 325 Pa. A légnyomást higanyos, bimetallos és aneroid barométerrel mérik. Az aneroid barométer egy belül légmentes doboz felületének alakváltozásával jelzi a légnyomásváltozást. A mérést végezhetik írószerkezettel ellátott barográfal is.

8. feladat

Napsugárzás mérővel észlelik és mérik folyamatosan a beeső napsugárzást. A mérőműszer tömör mészüveg búrójában fókusztávolságban egy íves vályú található, melybe függőlegesen helyeznek el egy sík körlapot. A vályút a nap állásához igazítva téli, nyári és őszi – tavaszi szögállásban rögzítik, ennek megfelelően a papírcsíkok is különböző alakúak, méretűek. Van nyári szalag, téli és őszi – tavaszi típus. A körlap fekete, vékony fehér vonalozással, mely az időbeosztást szolgálja, speciális anyagú, hogy a beégetett nap – út látható legyen, de a papír ne lobbanjon el.

HIDROMETRIA

A vízmérés tan, tudományosan hidrometria a víz mérésével foglalkozó tudomány. A víznek mérik a szintjét, a vízszín lejtését, a mélységét, az áramlási sebességét és a térfogatáramát.

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A vízgazdálkodásban az egyik legfontosabb feladat, hogy az érkező árvizeket előre tudják jelezni. Ehhez elengedhetetlen az egységes vízmérési módszerek ismerete és a mérőműszerek használatának elsajátítása.

Hogyan mérjük a vízszintet, vagy más szóval a víz állását? Hogyan állapítható meg a vízfelszín és a mederfenék lejtése? Miként történik a meder felvétele és a vízsebesség mérése? Mindezekre választ kapunk a következő fejezetben.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

1. Vízállásmérés

A vízállás megfigyelésére, a vízszintek térben és időben való változásának nyomon követésére vízszintmérőket használnak. A vízhozam ismerete elsősorban a vízgazdálkodás részére ad értékes információt a pillanatnyi vízkészletről vagy adott idő alatt rendelkezésre álló vízmennyiségről. Számos hidrológiai feladat megoldásánál azonban elégséges a vízfolyás szintjének az ismerete. A vízszintet, a vízállást, szemben a vízhozammal, igen egyszerűen és igen egyszerű eszközökkel lehet mérni/észlelni.

Természetes volt tehát, hogy már az ősi kultúrák idején az árvíz, az öntözés, majd a hajózás érdekében a vízfolyások vízszintjeit észlelték, nyilvántartották, sőt a legnagyobb árvizek magasságait külön is megjelölték. A legrégebb ismert vízmércék a Níluson találhatók, pl. Asszuánnál, Elefantine szigetén.

A vízszintmérők csak akkor alkalmasak a vízállások meghatározására, ha a leolvasás (beosztás) kezdőpontja, a "nullpont", mint tengerszint feletti magasság ismert és állandó (stabil). A "0" pont állandóságának ellenőrzésére a mérőhely közelében, alkalmas helyen, magassági őrpontot kell elhelyezni, amelyről a nullpont magasságát időnként, általában évente, ellenőrizni lehet. A nullpont magasságát úgy kell megválasztani, hogy az előforduló vagy várható legalacsonyabb vízállás alatt legalább 1 m-re legyen, a "negatív" vízállások elkerülése érdekében. Fontos általános tudnivaló az is, hogy a vízszintmérőknek a még be nem következett vízállások (kis- és nagyvizek) leolvasását is biztosítaniuk kell. A vízszintmérők legrégebbi és legelterjedtebb formája az ún. lapvízmércék, de vannak úszótárcsás, pneumatikus, elektromos érintkezős egyszerű kijelzős vízmércék is.

Lapvízmércék

A lapvízmércék (11. ábra) lehetnek álló vagy fekvő helyzetűek, és a vízfolyás keresztmetszvényeinek függvényében egy vagy több tagból állhatnak. Ez utóbbi megoldást olyan helyeken célszerű alkalmazni, ahol egyetlen összefüggő lapmérce létesítése a vízfolyás keresztmetszvényének geometriájából adódóan szinte lehetetlen.

A lapvízmérce általában kétcentiméteres beosztású öntöttvas lap, de lehet például hídpillérek, hídfők függőleges felületébe bevésett beosztás is. A lapvízmércéket beosztásuknak megfelelően 0,01, ill. 0,005 m pontossággal lehet leolvasni. A 0,005 m pontosságú leolvasás általában a hullámlás vagy a vízlengés következtében igen bizonytalan. Magyarországon az álló és ferde öntöttvas vízmérce lapokat alkalmazzák. Beosztásuk egysége 0,02 m, igen ritkán fordul elő centiméteres beosztású, és csak a decimétereket számozzák. A vízmércelapokat központilag állítják elő.

A lapvízmércék előnye a beruházás kis költsége és a könnyű felszerelhetőség. Hátránya, hogy állandó észlelő személyzetet igényel, és mégis bizonyos mértékig pontatlan, mivel a folyamatos leolvasás nem biztosítható. Az árvízi tetőzések, illetve a kisvizek völgyelésének pontos vízállásait és az időpontjait sok esetben nem ismerhetjük meg.



11. ábra. Lapvízmérce

Rajzoló vízmércék

A vízszintmérők másik nagy csoportját képezik a rajzoló vízmércék, melyeknek különösen ott van nagy jelentőségük, ahol nagy a vízjáték: az adott szelvényben észlelt legnagyobb és legkisebb vízállás közötti különbség a meghatározott időszakban

A vízállást rögzítő műszerek előnyei:

- a gyors ingadozású vízfolyásokon is megbízható, folyamatos vízállásgörbét (limnogramot) állítanak elő;
- a legnagyobb és a legkisebb vízállásokat bizonyosan regisztrálják az előfordulási időkkel együtt;
- észlelési adatok állíthatók elő ott is, és akkor is, ahol és amikor észlelő nem áll rendelkezésre.

A rajzoló vízmércéknek igen sok típusa ismert. Általában a vízszint változását nyomon követő érzékelő, az érzékelt mozgást továbbító és a rögzítést (regisztrálást) végző szerkezet típusa szerint történik az osztályozás. A vízszintváltozást általában úszó érzékeli. Az úszót nagyobb vízfolyásokon aknába kisebb, elsősorban hordalékos, de jégzajlástól mentes vízfolyásokon függőleges csőbe helyezik.

Az aknába épített úszós vízmércéknél a függőleges (csillapító) aknát egy, esetleg több vízszintes csővel kell a vízfolyással, lehetőleg a várható legkisebb vízszint alatt, összekötni. A geometriai méretei kialakításánál nagy figyelmet kell fordítani:

- az egyik: a vízszintes cső átmérője, ill. kialakítása. Hordalékos vízfolyás esetén célszerű 0,05 m átmérővel kialakítani, vagy nagyobb átmérő esetén benne hordaléktisztító láncot elhelyezni. Hordaléktisztítás elvégezhető még a vízszintes cső időnkénti átöblítésével, vagy kettős összekötő cső alkalmazásával;
- a másik: a csillapító akna és a vízszintes összekötő cső átmérőjének az aránya, amely a folyóban és a csillapító aknában történő vízszintváltozás közötti időkülönbséget befolyásolja. Különösen heves vízjárású folyókon kell a két átmérő viszonyszámát legalább 10-ben meghatározni, hogy a mederben és az aknában történő vízszintváltozás időkülönbsége a legkisebb legyen.

Akna helyett függőleges csőbe helyezhetjük az úszót jégzajlástól mentes vízfolyásokon, kihasználva a hidak pillérjeinek, hídfőinek egyszerű rögzítési lehetőségeit. Szükség esetén külön erre a célra épített függőleges betonfalra is rögzíthetjük a csövet. Előnye, hogy létesítése lényegesen olcsóbb, mint a csillapító akna és vízszintes cső. Karbantartása is egyszerűbb, a mérés pontosabb, mert a csőben és a folyóban a vízszintváltozás egy időben következik be.

Hordalékos folyóknál a csillapító aknába a víz bejutását a vízszintes cső helyett szivornyával is biztosíthatjuk, és a regisztráló szerkezet a szivornyacső legmagasabb pontján keletkező szívást méri.

A rajzoló vízmércék egy másik típusa, melynél a vízszint változását a víz nyomásának segítségével követhetjük. Ezek a pneumatikus vízszintérzékelők.

A pneumatikus vízszintérzékelők lényegében nyomásmérők, amelyek valamely pontban uralkodó nyomást közvetítik a jelző vagy regisztráló elemhez. A nyomásmérők érzékelő feje felfogja a vízoszlop nyomását, és ezt a nyomást pl. levegőoszloppal lehet továbbítani. Zárt levegőrendszer esetén tömlős pneumatikus vízmércének, míg ha a levegőrendszerből az érzékelőnél buborékok távoznak, buborékoló pneumatikus vízmércének nevezzük. A buborékolással a víztől származó feszültségen kívül minden más feszültség kiküszöbölhető.

A pneumatikus vízszintérzékelők előnye, hogy a jéggel borított, jégtorlaszos, jégzajlásos vízfolyások olyan helyeiről szolgáltat megfelelő vízszintadatokat, amelyeket az észlelő nehezen vagy egyáltalán nem tud megközelíteni. Előnye még, hogy a távjelzés néhány száz méterre egyszerűen megoldható, továbbá nem kell csillapító aknát és főként vízszintes összekötő csövet építeni. A mérés pontossága is nagy, 3 mm.

A rajzoló vízmércék harmadik típusa az elektromos érzékelővel ellátottak, amelyek tulajdonképpen a lapvízmércékhez hasonlíthatók. A víz a megfelelő sűrűséggel elhelyezett elektromos érzékelőket rövidre zárja, melyek, akár nagy távolságra (max. 100 km) is, távjelezhetnek. Alkalmazásuk széles körben azért nem terjedt el, mert hordalékos folyók esetén a leülepedett hordalékot azonnal el kell távolítani, különben az érzékelőn maradt nedves anyag a víz lepadása után is fenntartja a zárlatot.

A rajzoló vízmércék továbbítószerkezete általában az úszóhoz kapcsolt huzal vagy szalag, amely az úszó mozgását továbbítja és alakítja át forgó mozgássá.

A rajzoló vízmércék talán leglényegesebb része a vízállást rögzítő berendezés. A rögzítés írószerkezettel történik.

A mechanikus írószerkezeteknél a mozgó toll jelet hagy az óraszerkezet mozgatta, egyenletes sebességgel haladó papíron. A papír álló, esetleg fekvő tengelyű hengeren van rögzítve, vagy két orsó közötti síkfelületen (ún. lefutószalagos műszer vagy szalagíró) mozoghat. A mechanikus rajzoló vízmércéknél a forgóhenger mozgását csigasoros vagy csavarorsós berendezés biztosítja. A csigasoros belső ellenállása kisebb, mint a csavarorsósé és így többnyire érzékenyebb. A csavarorsós viszont képes a vízállás rögzítését felülről lefelé vagy alulról felfelé (megváltozott értelemmel) újra kezdeni és így kisebb méretarányra állítható.



12. ábra. Rajzoló vízmérce

A korszerű, mechanikus rajzoló vízmérce általában többféle méretarányban rajzolhat, és papír előretolási sebességük fogaskerékcserevel szabályozható, úszójuk a célnak megfelelően cserélhető. Hengerük majdnem kizárólag állótengelyes, a legújabbak lefutó szalagosak. Rendszeres használatban az 1:5 vagy 1:10 áttételű és 1 vagy 8 nap alatt körülforduló (10 mm/h előretolási sebességű) típusok felelnek meg. A rajzoló vízmércék legtöbbször, elsősorban kisvízfolyásokon a vízhozam-mérő műtárgyak mellett, függőleges csőben, úszóval ellátott, ill. a nagyvízfolyásokon aknás, úszóval ellátott rajzoló műszer.

A vízállás távjelzés jövője a geostacioner műholdak közvetítésével való adatátvitel.

A vízfolyásokon a vízállást a vízhozammérő állomások környezetében is észlelni kell. Ebből következik, hogy a vízmérce hálózat sűrűsége legalább megegyezik a vízhozammérő hálózat sűrűségével. A gyakorlatban a vízmérce hálózat lényegesen sűrűbb, mint a vízhozammérő hálózat. Ez természetes is, hiszen a vízállás észlelése lényegesen egyszerűbb, mint a vízhozamé. A nagyobb vízfolyásokon a vízhozammérő szelvények között egy vagy több vízmércét helyeznek el, elsősorban a kisvizek, főként pedig az árvíz levonulásának jobb megismerése érdekében. Az árvíz tetőzésének, ill. a kisvizek völgyelésének a rögzítése km-enként legalább egy vízállásészlelést igényel. Minden 100 km²-nél nagyobb vízfelületű tóra vagy tározóra legalább egy vízmérce állomást kell telepíteni.

A vízállás észlelési hely kiválasztása igen gondos előkészítő munkát igényel. Figyelembe kell venni a vízfolyás hidraulikai és mederviszonyait, különös tekintettel a hordalék mozgására, a zátonyok vándorlására és a jégviszonyokra. Nem hagyható figyelmen kívül a hullámtér, a mellékágak helyzete sem. Egységes meder (egy főmeder) és aránylag keskeny hullámtér a kívánalom. További lényeges kívánalom az észlelőhely megközelíthetősége, elektromos árammal való elláthatósága.

A vízállásészlelések gyakoriságát elsősorban a vízfolyás vízjárása, másodsorban pedig az adatgyűjtés célja határozza meg. A gyakorlatban, ha folyamatos vízállás idősor szükséges, legtöbb esetben a napi kétszeri leolvasás elégséges. Olyan helyeken, ahol a vízállás gyors ingadozású, rajzoló vízmérce felállítása ajánlatos. Árvízi előrejelzés érdekében a rajzoló vízmércék telepítése szintén indokolt. Az árvízi előrejelző rendszer csak akkor kapcsolódhat nem regisztráló vízmércékhez, ha a kellő gyakoriságú leolvasás biztosított. Árvizek idején, az árvíz magasságától függően, a vízmércéket legalább óránként kell leolvasni.

Magyarországon az első dunai árvízi feljegyzés 1012-ből való, de az értékelhető feljegyzés is elég régi: az 1693–94. évi áradásról maradt fenn. Luigi Ferdinando Marsigli erről az árvíztől kéziratos térképet és keresztszelvényeket készített, vízállásfeljegyzésekkel. A Duna 1732. évi árvízének magasságát Budán is, Pesten is jelekkel látták el, melyek közül ma már csak a Molnár utcai árvíztabláról van leírás. Az árvizek pontos magasságait a Duna Bécs feletti szakaszán 1501 óta magyarországi szakaszán pedig 1775, ill. a Tiszán 1816 óta ismerjük. A 18. században Pozsonyban, Budán és Szegeden állítottak fel vízmércéket. A rendszeres vízállásészlelés 1823-ban a budai és a pozsonyi, 1830-ban a komáromi, 1833-ban a szegedi vízmércéken indult meg. 1851-ben már 15 helyen, 1865-ben pedig 57 vízmércén volt rendszeres észlelés. Ez az állomássűrűség már országos hálózatnak tekinthető. A Vízirajzi Osztály felállításakor, 1886-ban, az országos vízállásmérő hálózat 132 mércét számlált. 1995-ben az üzemelő vízmérce-állomások (törzsállomások) száma 329, amely 283 km² /állomás hálózatsűrűséget jelent, vagy a magyarországi – kerekén 2400 km – folyószakaszra vonatkoztatva 7,3 km/állomásnak felel meg.

A tényleges vízmérce állomás-hálózat sűrűsége ennél lényegesen nagyobb, mert a törzsállomások mellett árvizek idején az árvédelmi töltések mellett a kilométerenként felállított ún. árvízi mércék is üzemelnek. Ezen kívül még üzemi vízmércék is kiegészítik az országos hálózatot.

A vízállásészlelő hálózatban a folyamatos észlelés érdekében a rajzoló vízmércéket 1950-ben kezdték kiépíteni, és 1986 I. I.-én már 167 törzsállomáson működött rajzoló műszer.

Történelmi visszapillantásként érdemes megemlíteni, hogy a Magyarországon létesített első állandó vízmércék közül a pozsonyi és a budai aknás kútmércék voltak, a pozsonyi léces, a budai pedig szalagos leolvasású. A Tiszán 1880 előtt fekvő, lépcsősen kivágott vízmércéket alkalmazták. A beosztást a lépcső szolgáltatta. Még két világviszonylatban is első és kiemelkedő jelentőségű, Magyarországon előállított vízállásmérő berendezést kell megismerni:

– az egyik a légnyomásos vízállásmérő – a Decoudun –, melyet 1885 márciusában Malina mérnök ismertetett. A műszer érzékenysége 0,1–0,2 milliméter volt;

– a másik, szintén az 1885. évből, a Schmidthauer-féle távjelző vízmérce, amely a Duna lánchídi vízállását az Erzsébet-téri meteorológiai pavilonban elhelyezett vevőkészüléken rajzolta fel.

A magyarországi vízmércék "0" pontjainak tengerszint feletti magasságát az állandó vízmércék létesítésével csaknem egy időben állapították meg: a Dunán az 1834-ik, a Tiszán az 1842-ik évi kisvízszint magasságára. A Rába Sárvár–Győr közötti szakaszán a vízmércék "0" pontját az 1875. év március 2-i, a többi vízfolyásnál pedig az 1882, október 28-i kisvíz jelentette.

A vízállás-mérés alapvető követelménye a vízmércék "0" pontjának meghatározása: ezt úgy kell megválasztani, hogy az előforduló vagy várható legalacsonyabb vízállás alatt legalább 1 m-re legyen. A mérés lapvízmércékkel és rajzoló vízmércékkel történik. A lapvízmérce lehet álló, fekvő és osztott, beosztása deciméterenként számozott, két centiméterenkénti színváltással. Leolvasásuk centiméter pontossággal történik.

A rajzoló vízmércék a lapvízmércék "0" pontjához igazodva egy úszó által közvetített vízszintet rajzolnak egy forgódob papírjára az írószerkezettel. A nagyobb vízszintingadozású folyóknál különböző méretarányú áttétekkel kicsinyítik le a vízállás görbét.

2. Vízhozammérés

A vízfolyásokban a nehézségi erő hatására mozgó víz az első pillanatra egyszerűnek tűnő fizikai jelenség. Valójában azonban – elsősorban a természetes vízfolyások esetében – nagyon bonyolult, a hossz mentén állandóan változó szabálytalan alakú meder, az egyenetlen fenékesés, a meder- és a levegő ellenállás, a belső folyadéksúrlódás, a hordalékszállítás és a jég következtében.

Állomásonként évente legalább tíz vízhozam-mérést célszerű végrehajtani, lehetőleg lefedve a vízjárás teljes, de főként a nagyvízi tartományát. Napi rendkívüli vízhozam-méréseket kell végezni mind az áradó, mind az apadó ágon. A hosszan tartó kisvíz idején szintén rendkívül fontos a permanens kisvízi állapotnak megfelelő vízhozam mérése. Mind az árvíz tetőzésénél, mind a völgyelő kisvíznél a hozammérésekkel egyidejűleg, a vízszinteket, a folyó teljes hosszában, legalább km-enként, lehetőleg a vízfolyás mindkét oldalán rögzíteni kell.

Az újonnan létesített vízhozam-mérő szelvényben, különösen az első egy-két évben, nagyon sok vízhozam-mérésre van szükség ahhoz, hogy az egész vízjáték tartományra megbízhatóan meghatározhassuk a vízállás és a vízhozam közötti kapcsolatot, az ún. "Q-H" görbét.

Magyarországon a vízhozam-mérések már az 1800-as évek elején megindultak. Huszár Mátyás 1825-ben a Duna pozsonyi szelvényében pontonkénti vízsebesség méréssel határozta meg a vízhozamot. Az 1836–38 években Pozsony és Újvidék között már 18 dunai szelvényben, 15 mellékágban és 6 mellékfolyó torkolati szelvényében mérték a vízhozamot. Ez a szelvényszám már megengedi, hogy vízhozam-mérő hálózatról beszéljünk, de az egységes alapelvek szerint kiépített országos vízhozam-mérő hálózat is, összesen 80 mérési szelvényvel, már 1886-ban kezdte meg működését

Száz évvel később, 1986-ban – egy jóval kisebb ország területén – 156 vízhozam-mérő törzsállomás működött. Ez kerekén 560 km²/állomás hálózatsűrűséget jelent, vagy a magyarországi 2400 km hosszú vízfolyásra vonatkoztatva 1,4 km/állomás sűrűségével a vízgazdálkodás, a hidrológiai feladatok, a felszíni lefolyás vizsgálata szempontjából elégséges.

A vízhozam meghatározása vízsebesség-méréssel

A vízhozam – egész kis vízfolyásoktól eltekintve – közvetlenül nem mérhető. A legtöbb vízhozam-meghatározás közvetett úton, a vízsebesség és a vízzel borított keresztaszelvény szorzatából számítható.

Vízsebesség: a vírzészecske által megtett adott úthossz és az ehhez szükséges időtartam hányadosa. SI mértékegysége a méter per másodperc: jele: m/s; betűjele (jelölése): v .

(Nedvesített) áramlási keresztmetszet: (nedvesített keresztaszelvény) területmérésén alapul, jele: A [m²].

A vízfolyások keresztaszelvényében a vízsebességek értékei térben és időben változnak. A térbeni eloszlás meghatározására a keresztaszelvény több pontján mért vízsebességek segítségével előállítjuk a szelvény sebességelosztási ábráját, továbbá megállapítjuk a jellemző vízsebességeket. A vízhozam meghatározásánál elsősorban

- a fenéksebesség ;
- a szelvény-középssebesség
- a függély-középssebesség
- a felszíni sebesség

értékeinek ismerete elsődleges. Természetesen meghatározhatjuk ezen sebességek szélső értékeit is.

A vízsebesség időbeni változása, a turbulens folyadékmozgás egyike a hidraulika legbonyolultabb jelenségeinek. A turbulens áramlásnál a sebesség váltakozó előjellel változik az időben, amit pulzálásnak nevezünk. E jelenségnél nagyon fontos az a körülmény, hogy – tekintet nélkül a sebességváltozás látszólagos rendszertelenségére – a sebesség közepes értéke elég hosszú időköz alatt állandó marad. A természetes vízfolyásokban (szinte kivétel nélkül) turbulens áramlás van, így a vízsebesség adott pontban, adott időn át történő mérésénél a turbulens áramlás közepes sebességét (v) határozzuk meg.

A vízhozam legegyszerűbben a szelvény középssebességével adható meg: $Q = v_k \cdot A$

- ahol: v_k [m/s] a szelvény középssebessége;
- A [m²] a nedvesített keresztaszelvény területe.

A vízhozammérés gyakorlati végrehajtása során a vízfolyás keresztaszelvényét megfelelő sűrűségű mérési függélyekre osztjuk. Ezek a függélyek biztosítják egyrészt a nedvesített keresztaszelvény meghatározását; – másrészt e függélyek mentén történhet a vízsebességek mérése. Nyilvánvaló, hogy a vízfolyás keresztaszelvényében a vízsebesség pontról pontra változik, ezért a vízhozam minél pontosabb meghatározása érdekében a nedvesített keresztaszelvény minél több pontján kell a vízsebességet meghatározni, majd ezen rész-vízhozamok összegzése adja a keresztaszelvény teljes vízhozamát.

A mérési függvények száma tehát lényeges a vízhozam pontossága szempontjából. A két szomszédos függvény távolsága általában ne legyen nagyobb, mint a keresztmetszvény teljes szélességének az 1/20-ad része, vagy egy-egy függvényhez tartozó függőleges sáv rész-vízhozama ne legyen több a szelvény teljes vízhozamának az 1/10-ed részénél.

Magyarországon a mérési függvények egymástól való legkisebb távolságát a víztükör szélesség függvényében a vízhozam szabvány írja elő. A gyakorlatban a függvények száma általában 5–9 között mozog, éspedig 5 m víztükör szélességig legalább öt, 20 m-ig hét, és 100 m-ig kilenc függvényben. A Tiszán legalább 11, a Dunán pedig legalább 13, és a könnyebb értékelés érdekében mindig páratlan számú függvényben kell mérni. A mérés teljes időtartama alatt a vízállást és a felszínesést rögzíteni kell.

Az egyes mérési függvényekben a vízsebesség-mérés pontjainak helyét és számát a függvény-középsébségnek minél pontosabb megállapítása, ill. az átlagolással elkövetett hiba még elviselhető nagysága határozza meg. A függvényenkénti sebességmérésnél a kiválasztandó pontok száma tehát függ egyrészt az elérendő (megkívánt) pontosságtól, másrészt a vízmélységtől.

Víztükör szélessége	Mérési függvények távolsága
m	
0,00–1,99	0,05
2,00–4,99	0,10
5,00–9,99	0,25
10,00–24,90	0,50
25,00–49,90	1,00
50,00–99,90	2,00
100,00–199,90	2,50
200,00–499,90	5,00
500,00 felett	10,00

1. táblázat. A vízsebesség-mérés függvénykiosztása

A nedvesített keresztmetszvény meghatározása a vízsebesség mérésétől általában független, a végrehajtás módja pedig a vízfolyás szélességének, mélységének függvényében történhet .

Az egyes függvényekben a mérési pontokat a vízmélység függvényében egyenletesen kell kiosztani. Egyenletes pontkiosztás esetén a legfelső mérési pont mélysége a vízfelszín alatt, valamint a legalsó mérési pont magasságának a fenék felett, egyenlő vagy nagyobb kell legyen a műszer szerkezeti magasságánál. A közbenső pontok egymás közötti távolsága legalább a mérőműszer szerkezeti magasságának a kétszerese legyen. A mérési pontok száma függvényenként legalább három, de legfeljebb tíz legyen. A függvény középsébségét a függvényen belüli sebességeloszlásból vagy számtani átlagból számoljuk.

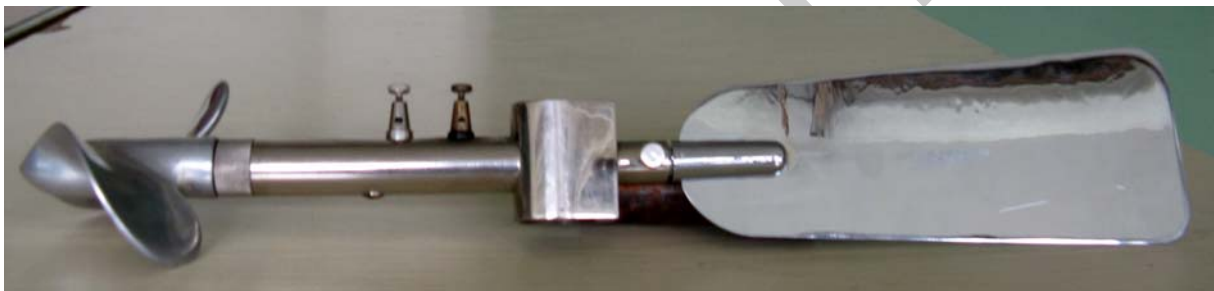
A nedvesített keresztaszvény felvétele, a mélységmérés – a vízfolyás szélességétől, mélységétől és az áramlási sebességtől függően – történhet:

- szondarúddal;
- csörlővel mozgatott mérősúllyal;
- ultrahangos mélységmérővel;

továbbá a szelvényben való mozgás lehetőségei szerint:

- vízben állva;
- áthidalásról (mérőhíd);
- ladikból (mérőladik)
- kötélpályáról.

A vízsebesség mérésére igen változatos és sokféle műszert alkalmazunk, elsősorban a vízfolyás mélységének és a víz sebességének a függvényében. A pontonkénti sebességmérés – a gyakorlatban és legelterjedtebben – a forgóműves sebességmérőkkel történik.



13. ábra. Fogószárnyas vízsebességmérő műszer

A forgóműves sebességmérők (mérőszárnyak) a víz haladó mozgását különböző forgóalkatrészekkel (vitorla, lapátkerék stb.) forgómozgássá alakítják át és lehetővé teszik, hogy a műszer fordulatszámából a sebesség számítható legyen.

Két alapvető típus terjedt el:

- Európában a vízfolyás irányával párhuzamos, ún. vízszintes tengelyű, sík és csavarfelületű forgórészű (vitorlájú) Woltmann-szárnyak;
- Amerikában a függőleges tengelyű kúpokból vagy félgömbökből kialakított, ún. kanalas forgórészű sebességmérők.

A vízszintes tengelyű vízsebességmérő műszerek tengelyét teljesen zárt térben helyezik el. A hordaléktól a csapágyazást olajjal is védik. Különleges vitorlakialakításokkal (komponensmérő vitorlák) lehetőség van a ferde rááramlásból származó hiba kiküszöbölésére is. A ferde rááramlás elsősorban a rögzített irányú mérésnél okoz jelentős hibát, ha a vitorla nem a tengelyébe eső, hanem a szelvényre merőleges sebességkomponenst méri.

A legújabb műszereknél a vitorla anyaga, a pulzáció hatásának csökkentésére, különleges műanyag, amelynek tömege a vízhez közel áll, formatartó, időálló, olajtűrő és fröccsöntéssel előállítható. A vízszintes tengelyű vízsebességmérő műszerek egy másik irányzata a könnyű vitorlaszárnyakat helyezte előtérbe, és a legalább fordulatonkénti időmérés biztosításával éppen a pulzáció mérését biztosítja. Természetesen ehhez már megfelelő gyors kijelző és adatrögzítő is szükséges.

Az első forgóműves sebességmérőt Woltmann hamburgi mérnök 1790-ben szerkesztette. A vízszintes tengelyű műszer a vízsebesség irányával bizonyos szöget (menetemelkedés) bezáró sík lapokból állt. A műszer vitorlája a malomkerék lapátjaira emlékeztető elhelyezésű volt, amelyeket küllők rögzítettek a tengelyhez. A vitorla sík lapja miatt a fordulatszám és a vízsebesség között a kapcsolat nem lineáris, ezért a vízsebesség meghatározása nehézkes és pontatlan. Az eredeti Woltmann-féle műszernek további hátránya volt, hogy minden egyes pontban végzett mérés után a műszert leolvasás végett ki kellett emelni.

A forgóműves sebességmérőkkel a mérés meggyorsítása érdekében a pontonkénti mérés helyett függély menti folyamatos, ún. integráló vízsebesség mérést végezhetünk.

Az integráló mérés kötélre szerelt műszerrel történik, amelyet a csörlő egyenletes mozgatásával engedünk le a vízszinttől a fenékig, pontosabban a fenék felett a műszer magasságának megfelelő pontig. A leeresztés célszerű sebessége: 0,05 m/s. Nagysága elsősorban attól függ, hogy a műszer milyen leeresztési sebesség mellett tud minden fordulatot jelezni és papírszalagon rögzíteni. A papírszalagról az idő, a fordulatszám és a vízmélység leolvasható, tehát a függély-középssebesség, de a függély bármely pontjában uralkodó sebesség is megállapítható. Egyszerűbb változat, amidőn az egyenletes mozgással leengedett műszer összes fordulatszámát és a leengedés idejét mérjük, a két érték hányadosaként a függély középssebessége – természetesen a szárny grafikus egyenletének segítségével – közvetlen meghatározható.

A forgóműves vízsebességmérőket időnként hitelesíteni kell, azaz meg kell határozni az időegység alatti fordulatszám és a vízsebesség kapcsolatát: a "hitelesítési grafikont (egyenletet)".

A forgóműves vízsebesség-mérés természetes körülmények között elérhető pontossága eltér a hitelesítéssel elérhető pontosságtól, de gondos mérés esetén 2 %-os hibával lehet számolni. Kedvezőtlen körülmények között a hiba elérheti az 5 %-ot is.

A vízsebesség meghatározására, a forgóműves sebességmérés mellett, számos egyéb módszert dolgoztak ki

E módszerek közül a legegyszerűbb és talán a legrégebben alkalmazott az úszóval történő vízsebesség-beclés. Alapjában véve minden felszínen úszó tárgy alkalmas a felszíni vízsebesség beclésére. Ma már csak olyan helyeken, ill. helyzetben alkalmazzuk, amikor nem áll rendelkezésünkre megfelelő felszerelés (műszer) és megelégszünk a szelvény-középssebesség, ill. a vízhozam közelítő (tájékoztató) értékével.

Az úszóval történő vízsebesség-becslés eredménye javítható, ha botúszót alkalmazunk, amely csaknem függőlegesen úgy süllyed a vízbe, hogy az alsó vége kb, 0,1 m-re közelíti meg a mederfeneket, míg a teteje mindössze 0,05–0,1 m-t áll ki a vízből. Az úszóval a szelvény több, különböző pontján is megmérjük a felszíni vízsebességet és így több függély-középsebességgel számolhatunk.

A vízsebesség meghatározásának egyéb műszerei, módszerei és lehetőségei:

- a billenőlapos vízsebesség-mérés, melynek alapja, hogy a mozgó víz nyomásának hatására a billenőlap vízszintes tengely körül a vízsebességgel arányosan elfordul vagy pedig rugalmas alakváltozást szenved;
- a torlónyomáson alapuló mérőszondák, melyek a sebességgel arányos nyomáskülönbséget állítanak elő. Leggyakrabban a Pitot-csővet (vagy pedig annak módosított változatát, a Prandtl-csővet) alkalmazzák;
- az ultrahangos vízsebességmérő szonda a hanghullámok sebesség okozta fáziseltolódását méri, ami arányos az adó és a vevő közötti áramlás középsebességével;
- a termisztoros vízsebességmérő félvezetők segítségével határozza meg a sebességgel arányos hődisszipációt. A mérési tartomány az egészen kis sebességnél (0,0005–0,3 m/s-nál) kezdődik és kis és nagy vízfolyásokban (szelvényekben) egyaránt alkalmazható;
- a hőfilmes vízsebességmérő ugyancsak a hődisszipáción alapul, és a gyorsan változó vízsebességek mérésére, ill. a pulzációs jellemzők automatikus meghatározására alkalmas;
- az elektromágneses vízsebességmérő az elektromágneses térben mozgó, elektromosan vezető víz által gerjesztett feszültséget méri. Alkalmas a vízsebesség pulzációjának meghatározására is; és végül
- különleges esetekben (pl. hegyi patakokon, erősen tagolt medrekben, műtárgyakban kialakuló áramlások) a jelzőanyag vízsebesség mérés ad megfelelő eredményt. Folyamatos jelzőanyag-adagolással és a töménységváltozás meghatározásával az átfolyási középsebesség, az átlagos sebességeloszlás számítható. Látható jelzőanyag (festék) vagy izotóp adagolása esetén a sebességeloszlás fényképezéssel rögzíthető.
- ultrahangos vízsebesség-mérés, ami pl. a folyadékon áthaladó ultrahang-impulzusok ismétlődési frekvenciájának a sebességgel arányos megváltozásán alapul.

Magyarországon a forgóműves vízsebesség mérés mellett a jelzőanyag mérést ismerik el. A mérés feltétele, hogy egyrészt az adagolás helye és a mintavétel szelvénye között sem hozzáfolyás, sem elfolyás ne legyen, másrészt, hogy az adott vízhozam esetében a vízfolyáson a kijelölt adagolási és mintavételi szelvények között a jelzőoldat megfeleljen a mérési feltételeknek.

A vízhozam meghatározása közvetlen méréssel:

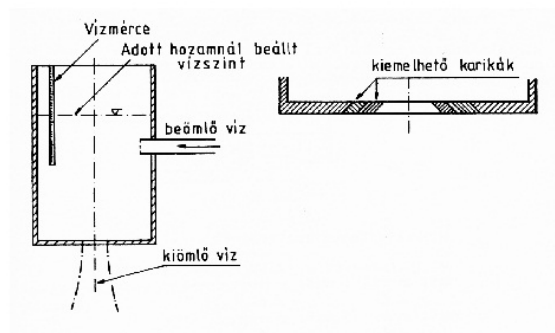
A felszíni lefolyás pontos meghatározása érdekében a vízhozam folyamatos ismerete szükséges. Természetes volt tehát az a törekvés, hogy a vízfolyásokon vízhozam mérő műtárgyakat építsenek a vízhozam folyamatos, közvetlen mérése érdekében.

A vízhozammérő műtárgyak telepítésének számos feltétele van, amelyek egyrészt a vízfolyás méretére, a vízhozam nagyságára, másrészt a mérőműtárgyak fenntartására, hitelesítésére vonatkoznak.

A víz mennyiségének közvetlen mérése legegyszerűbben mérőedénnyel lehetséges.

Az ún. köbözéssel eljárás csak akkor sikeres, ha a vízhozam becsült értéke nem nagyobb $0,002 \text{ m}^3/\text{s}$ -nél, ill. a mérőedény térfogata akkora, hogy képes legalább 10–25 másodperc időtartamon keresztül a mérendő vízhozamot befogadni.

Ha a térfogatméréshez igen nagy méretű edényre lenne szükség, egyik lehetőségként a danaida alkalmazható. A danaida olyan edény, amelynek a fenekén egy vagy több nyílás van. A nyíláson szabad levegőre kiömlő víz sebességét a Torricelli-képlettel számíthatjuk, míg a vízhozam a nyílás keresztmetszeti területének ismeretében, a kontrakciót és a kilépési energiavesztést figyelembe véve, meghatározható.



14. ábra. Danaida rajza

A vízhozam közvetlen meghatározása mérőműtárgyakkal elsősorban természetes kisvízfolyásokon, lecsapoló- és öntözőcsatornáknál lehetséges. A nyílt medrekben alkalmazható műtárgyak a következőképpen oszthatók:

mérőbukók:

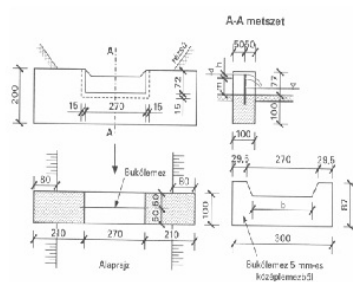
- négyszögszelvényű, oldalkontrakció nélküli: a Bazin-féle;
- négyszögszelvényű, oldalkontrakciós: a Poncelet-féle;
- háromszögszelvényű: a Thomson féle;
- és a trapézszelvényű: a Cipoletti-féle;

mérőszűkületek (Venturi-csatorna; Parshall-csatorna);

mérőzsilipek (pl. Pikalov-zsilip);

nyomás alatti átfolyás elvén működő műtárgyak (pl. csóátereszek, szivornyák);

vízadagolók



15. ábra. Cipoletti-féle mérőbukó



16. ábra. A Venturi-cső

A vízhozammérő műtárgyak létesítésének, de főként fenntartásának megvannak a sajátos korlátai. Létesítésüknél az első problémát jelenti, ha a vízhozam tág határok között változik, akkor különleges mérőműtárgyat vagy műtárgyakat kell létesíteni. Erre három lehetőség kínálkozik:

- párhuzamosan beépített két mérőműtárgy, amikor is a kisebb vízhozamokat az egyik, a nagyobbakat a másik méri;
- különlegesen összetett szelvényű műtárgy;
- egymás alatt elhelyezett két műtárgy, amikor is a kisvízi mérőműtárgy az alvízi oldalra kerül, oly távol vagy oly mélyen, hogy a visszaduzzasztás ne befolyásolja a nagyobb (nagyvízi) műtárgy működését. A vízhozammérő műtárgyak létesítésénél további problémát jelent, hogy csak a vízfolyás szabályozásával összhangban építhetők;

A műtárgyat statikailag és főleg az utófeneket hidraulikailag is biztosítani kell; üzembe helyezés után hitelesítő méréseket kell végezni. A műtárgyak üzembe során biztosítani kell a terv szerinti lefolyás-áramlás viszonyokat. Elsősorban a hordalék, a jég és a műtárgy körüli kimosás okozza a legtöbb gondot.

A vízhozam közvetlen mérésére az utóbbi időben ultrahangos és elektromágneses vízhozam mérő berendezéseket fejlesztettek ki.

Magyarországon a vízhozammérő műtárgyakat természetes kisvízfolyásokon csak 1955-ben kezdték építeni, viszont 1970-ben már kereken negyven mérőműtárgy üzemelt. A megépült műtárgyak egy része mérőbukó, melyek a tapasztalat szerint csak egészen kis és hordalékmentes vízfolyásokon alkalmazhatók; más része fenéklépcső, melyek a vízfolyások szabályozásánál egyébként is szükséges műtárgyak bizonyos mértékű módosításával épültek meg.

A fenéklépcsők három, talán leggyakrabban alkalmazott fajtája:

- az egyszerű (oldalszűkítés nélküli) fenéklépcső, mely a szabályozott meder folytatásaként létesül a felvízi burkolt mérőszakaszon, szűkítés nélkül. Előnye, hogy a hordalék, a jég akadálytalanul áthaladhat rajta. Hátránya, hogy a legkisebb vizek mérésére nincs meg a szükséges magasság és a legkisebb vízhozamok ingadozásaira kevésbé érzékeny;
- a széles küszöbű bukóval ellátott fenéklépcső, mint vízhozam mérő műtárgy, sok esetben nem felel meg a vízhozam mérés követelményeinek. Egyik hátránya a nagymértékű hordalék-lerakódás, a másik, hogy a mérési szelvényben kedvezőtlen áramlási viszonyok alakulnak ki.
- kisvízi szűkítéssel ellátott fenéklépcső, mely tulajdonképpen az egyszerű (oldalszűkítés nélküli) mérőműtárgy és a kisvízi mérés bizonytalanságait szünteti meg, és így a vízhozam mérés igényeit hordalékos vízfolyásokon is minden tekintetben kielégíti.

Rögzített mérőszakasz kisvízi szűkítéssel olyan szabályozott mederszakaszokon javasolható, ahol fenéklépcsős műtárgy építésére nincs lehetőség, vagy az túl költséges lenne

3. Vízmérési adatok nyilvántartása

A vízfolyás valamely szelvényében mért vízállás-/vízhozam adatok ("pontbeli" adatok) feldolgozásának végső célja, hogy az adott szelvényre vagy folyószakaszra – megfelelő biztonsággal – meghatározzuk a különböző valószínűséggel vagy tartósággal várható jellemző vízállásokat/vízhozamokat. Ennek érdekében ismerni kell:

- a vízállás/vízhozam jellemző mennyiségeit;
- a szelvény megbízható adatsorát;
- a szelvény vízállás-vízhozam kapcsolatát;
- a lefolyás (vízállás/vízhozam) folyó menti változását.

A vízállás/vízhozam jellemző mennyiségei:

A vízfolyás egy-egy szelvényében mért vízállás- /vízhozam adatok 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 két nagyvízi időszakkal rendelkezik; vagy
- a vízállások sokévi havi átlagai kiegyenlítették, nincs jellemzően nagyvízes vagy kisvízes periódus.

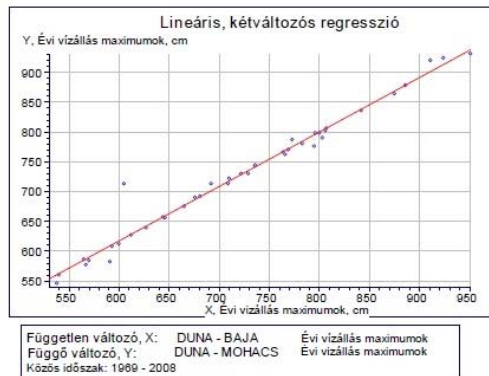
Vízjárás az adott szelvényben észlelt legnagyobb és legkisebb vízállás (vízhozam) közötti tartományban a vízállás/vízhozam időbeni változása, amelyeket fizikai, földrajzi hatások, elsősorban éghajlati körülmények, valamint mesterséges ráhatások idéznek elő. A mederbeni lefolyás jellemzője a folyamatosság (folytonosság), melyből következik, hogy két egymáshoz közeli szelvény vízállás-/vízhozam adatai között megbízható kapcsolatot állíthatunk fel.

Egy-egy hiányzó adatot (vízállás vagy vízhozam mérő műtárgyak esetén) egyszerűen a hiányzó adatot megelőző és követő leolvasás számtani középértékeként állíthatjuk elő. Ha a vízállás, ill. a vízhozam idősor rendelkezésünkre áll, a meglévő két érték közti hiányzó szakaszt – lineáris kapcsolatot feltételezve – egyenes; vagy – az idősor görbületének megfelelő – görbe vonallal kötjük össze, egészítjük ki. Rövidebb időszak (két-három nap) hiányzó vízhozam adatait a vizsgált szelvényben lefolyt vízmennyiségek szemi-logaritmikus koordináta-rendszerben való ábrázolásával is becsülhetjük, ugyanis valamely kiválasztott szelvény vízhozam-változásait – hosszú évek során – a csapadékmentes időszakokban általában ugyanaz a kiürülési sebesség és a csapadéokra adott azonos típusú válaszfüggvények jellemzik.

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 / vízhozam mérő 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 adatként csak a völgyelő és a tetőző vízállás/vízhozam adatpórok segítségével kell a mércekapcsolati vonalat elkészíteni.

Célszerű a két szelvény közötti vízállás/vízhozam kapcsolatot (a mércekapcsolati vonalat) – a matematikai összefüggés mellett – grafikusán, koordinátarendszerben (esetleg logaritmikus hálózatban) is ábrázolni. Az ábrázolás során a napi egy-idejű 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.



17. ábra. Mércekapcsolati vonal

Árvizek idején végzett folyamatos vízhozam mérések eredményeként megállapítható volt, főként a kisebb esésű vízfolyásokon, hogy az áradó ágon ugyanahhoz a vízálláshoz nagyobb vízhozam tartozik, mint apadó ágon. A vízállás-vízhozam értékpárok az ún. "árvízi hurokgörbe" mentén helyezkednek el.

Előrejelzés

A vízállások /vízhozamok előrejelzése irányulhat a tetőzés (árvízi), a völgyelés (kiszvízi) magasságára, időpontjára és időtartamára. Az előrejelzés időelőnye vízgyűjtőnként, ill. vízfolyásonként erősen változik, mégis ez alapon javasolták csoportosítani, figyelembe véve a jelzett értékek megbízhatóságát így lehet

- rövid idejű (1-4 nap) ún. hidrológiai előrejelzés, mely a vízjárás jellemzőinek konkrét előrejelzése;
- hosszú távú ún. hidrometeorológiai előrejelzés, mely az átlagértékek és a határértékek megadására irányul;
- figyelmeztető előrejelzés, mely a kritikus értékek feletti bekövetkezés lehetőségét jelzi.

A legnagyobb időelőnyt a perióduskutatás alapján való előrejelzés biztosítja. A perióduskutatás célja, hogy az egymást követő évek száraz és nedves jellegéről tájékoztasson.

A perióduskutatás két nagy csoportra bontható:

- az egyikben az elmúlt évek hosszú idejű adatsora alapján különböző módszerekkel történő elemzéssel határozzák meg a következő időszak várható jellegét (periodografikus);
- a másik csoportba sorolhatók azok a kutatások, melyek a periódusok hosszát kialakító és előfordulását létrehozó okokat keresik (statisztikai).

Magyarországon az egyik legnagyobb és talán a legeredményesebb múltja az előrejelzésnek van. Az 1886-ban alapított egységes vízrajzi szolgálat egyik legfontosabb feladata az árvízi előrejelzési segédletek kidolgozása volt.

Az egységes kutatóközpont (VITUKI) 1952-ben történt létrehozása után a leglényegesebb feladat volt: az összetartozó tetőzések (vízállás, ill. vízhozam) alapján – grafikus korrelációs – előrejelzési segédletek készítése. A segédletek alkalmazása során szerzett tapasztalatokat figyelembe véve 1965–70 között a módszert tovább fejlesztették. Eredményként a Duna és a Tisza, valamint az elsőrendű mellékfolyók árvízi előrejelzésére megfelelő módszerek álltak rendelkezésre.

A kidolgozott módszerek megbízhatóságát, eredményességét bizonyítja, hogy az 1970. évi tiszai árvíz szegedi tetőzését, a felsőbb vízmércék tetőzése alapján, 12 nappal előbb (V. 21-én) 9,30– 9,50 m közötti értékkel, a tényleges – VI. 2-án 9,60 m-rel szemben, – a VITUKI Vízjelző Szolgálat előjelezte.

A számítógépek és a matematikai modellezés széles körű elterjedésével az előrejelzések fejlesztése nagy lendületet vett. Az előrejelzés időelőnyét és megbízhatóságát tovább növelte a radaros csapadékmérés és a csapadék-előrejelzés fejlesztése, továbbá a regionális távjelző hálózat kiépítése.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Keresse meg a világhálón a Duna és a Tisza egy- egy vízmércéjének éves adatait! Figyelje meg, hogy a kisvizek és a nagyvizek időpontjai eltérnek-e egymástól. Értékelje az adatokat!
2. Tanulmányozza a vízhozam meghatározási módszereit a világhálón.
3. Mérje meg köbözéssel a lakóhelyén lévő csapból folyó víz hozamát egy literes üveg és egy stopperrel ellátott óra segítségével!
 - Az egy literes üveg hány secundum alatt telt meg?
 - Hány l/s a csapból folyó víz hozama?

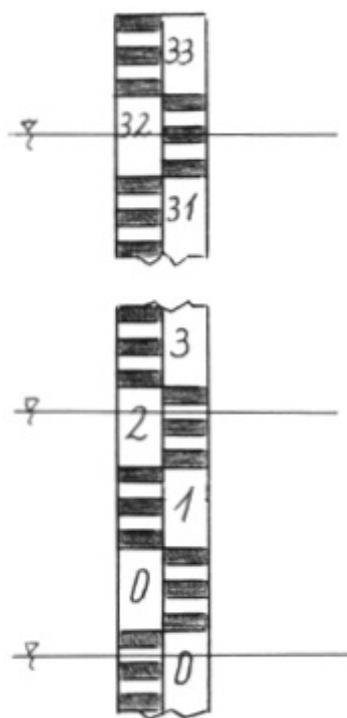
- Mekkora hozamot képes ezzel a módszerrel mérni?

MUNKANYAG

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Olvassa le a mellékelt vízmércéről a pillanatnyi vízállásokat!



18. ábra. Lapvízmérce

MUNYAG

2. feladat

Milyen elvek szerint állapítják meg a vízmércék 0 pontját?

3. feladat

Milyen módszerekkel mérhető a térfogatáram és mi a mértékegysége?

4. feladat

Melyek a forgószárnyas vízsebesség-mérővel való mérés szabályai?

5. feladat

Hogyan történik a vízhozam meghatározása közvetlen módszerrel?

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Alsó mércén: – 3cm

Középső mércén: 27 cm

Felső mércén: 325 cm

2. feladat

A nullpont magasságát úgy kell megválasztani, hogy az előforduló vagy várható legalacsonyabb vízállás alatt legalább 1 m-re legyen, a "negatív" vízállások elkerülése érdekében. Fontos általános tudnivaló az is, hogy a vízszintmérőknek a még be nem következett vízállások (kis- és nagyvizek) leolvasását is biztosítaniuk kell.

3. feladat

A vízhozam , vagy más szóval térfogatáram egy adott keresztszelvényben időegység alatt átömlő vízmennyiség. A jele Q, a mértékegysége: m^3/s , l/s.

A vízhozam mérhető közvetett, vagy közvetlen módon. A vízhozam mérése felszíni vizekben történhet közvetett módon: vagy a vízsebességet és az átfolyási keresztszelvényt mérjük fel és a szorzatukból számítható a vízhozam, vagy hitelesített vízhozam-mérő műtárgyakkal a vízállás függvényében határozható meg. Becslés alapján is képet kaphatunk: a hígulósos mérésekkel illetve a nyomokból történő becsléssel. Közvetlenül az ultrahangos, vagy elektromágneses berendezésekkel állapíthatunk meg vízhozamot.

4. feladat

A vízhozam-mérés gyakorlati végrehajtása során a vízfolyás keresztszelvényét megfelelő sűrűségű mérési függvényekre osztjuk.

A mérési függvények száma lényeges a vízhozam pontossága szempontjából. A két szomszédos függvény távolsága általában ne legyen nagyobb, mint a keresztszelvény teljes szélességének az 1/20-ad része, vagy egy-egy függvényhez tartozó függőleges sáv rész-vízhozama ne legyen több a szelvény teljes vízhozamának az 1 / 10-ed részénél.

A mérési függvények egymástól való legkisebb távolságát a víztükör szélesség függvényében a vízhozam-mérési szabvány írja elő. A gyakorlatban a függvények száma általában 5–9 között mozog, éspedig 5 m víztükör szélességig legalább öt, 20 m-ig hét, és 100 m-ig kilenc függvényben. A Tiszán legalább 11, a Dunán pedig legalább 13 és a könnyebb értékelés érdekében mindig páratlan függvényben kell mérni. A mérés teljes időtartama alatt a vízállást és a felszínesést rögzíteni kell.

Az egyes mérési függvényekben a vízsebesség-mérés pontjainak helyét és számát a függvény középsebességnek minél pontosabb megállapítása, ill. az átlagolással elkövetett hiba még elviselhető nagysága határozza meg. A függvényenkénti sebességmérésnél a kiválasztandó pontok száma tehát függ egyrészt az elérendő (megkívánt) pontosságtól, másrészt a vízmélységtől.

Az egyes függvényekben a mérési pontokat a vízmélység függvényében egyenletesen kell kiosztani. Egyenletes pontkiosztás esetén a legfelső mérési pont mélysége a vízfelszín alatt, valamint a legalsó mérési pont magasságának a fenék felett, egyenlő vagy nagyobb kell legyen a műszer szerkezeti magasságánál. A közbenső pontok egymás közötti távolsága legalább a mérőműszer szerkezeti magasságának a kétszerese legyen. A mérési pontok száma függvényenként legalább három, de legfeljebb tíz legyen.

5. feladat

A víz mennyiségének közvetlen mérése legegyszerűbben mérőedénnyel lehetséges.

Az ún. köbözéses eljárás csak akkor sikeres, ha a vízhozam becsült értéke nem nagyobb $0.002 \text{ m}^3/\text{s}$ -nél, ill. a mérőedény térfogata akkora, hogy képes legalább 10–25 másodperc időtartamon keresztül a mérendő vízhozamot befogadni.

Ha a térfogatméréshez igen nagy méretű edényre lenne szükség, egy lehetőségként a danaida alkalmazható. A danaida olyan edény, amelynek a fenekén egy vagy több nyílás van. A nyíláson szabad levegőre kiömlő víz sebességét a Torricelli-képlettel számíthatjuk, míg a vízhozam a nyílás keresztmetszeti területének ismeretében, a kontrakciót és a kilépési energiavesztést figyelembe véve, meghatározható.

A vízhozam közvetlen meghatározása mérőműtárgyakkal elsősorban természetes kisvízfolyásokon, lecsapoló- és öntözőcsatornáknál lehetséges. A nyílt medrekben alkalmazható műtárgyak a következőképpen oszthatók:

mérőbukók:

négyszögszelvényű, oldalkontrakció nélküli: a Bazin-féle;

négyszögszelvényű, oldalkontrakciós: a Poncelet-féle;

háromszögszelvényű: a Thomson-féle;

és a trapézszelvényű: a Cipoletti-féle;

mérőszűkületek (Venturi-csatorna; Parshall-csatorna);

mérőzsilipek (pl. Pikalov-zsilip);

nyomás alatti átfolyás elvén működő műtárgyak (pl. csőátereszek, szivornyák);

vízadagolók

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.

MUNKANYAG

A(z) 1214-06 modul 041-es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 850 01 0010 54 01	Energetikai környezetvédő
54 850 01 0010 54 02	Hulladékgazdálkodó
54 850 01 0010 54 03	Környezetvédelmi berendezés üzemeltetője
54 850 01 0010 54 04	Környezetvédelmi mérés technikus
54 850 01 0010 54 05	Nukleáris energetikus
54 850 01 0010 54 06	Vízgazdálkodó
54 850 02 0000 00 00	Természet- és környezetvédelmi technikus
54 851 01 0000 00 00	Települési környezetvédelmi technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

20 óra

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