# Vízelevezetés, vízvisszatartás, tározás, vízpótlás Beszédes Józseftől napjainkig

**Fehér Ferenc**
aranydiplomás vízépítőmérnök, c. egyetemi docens

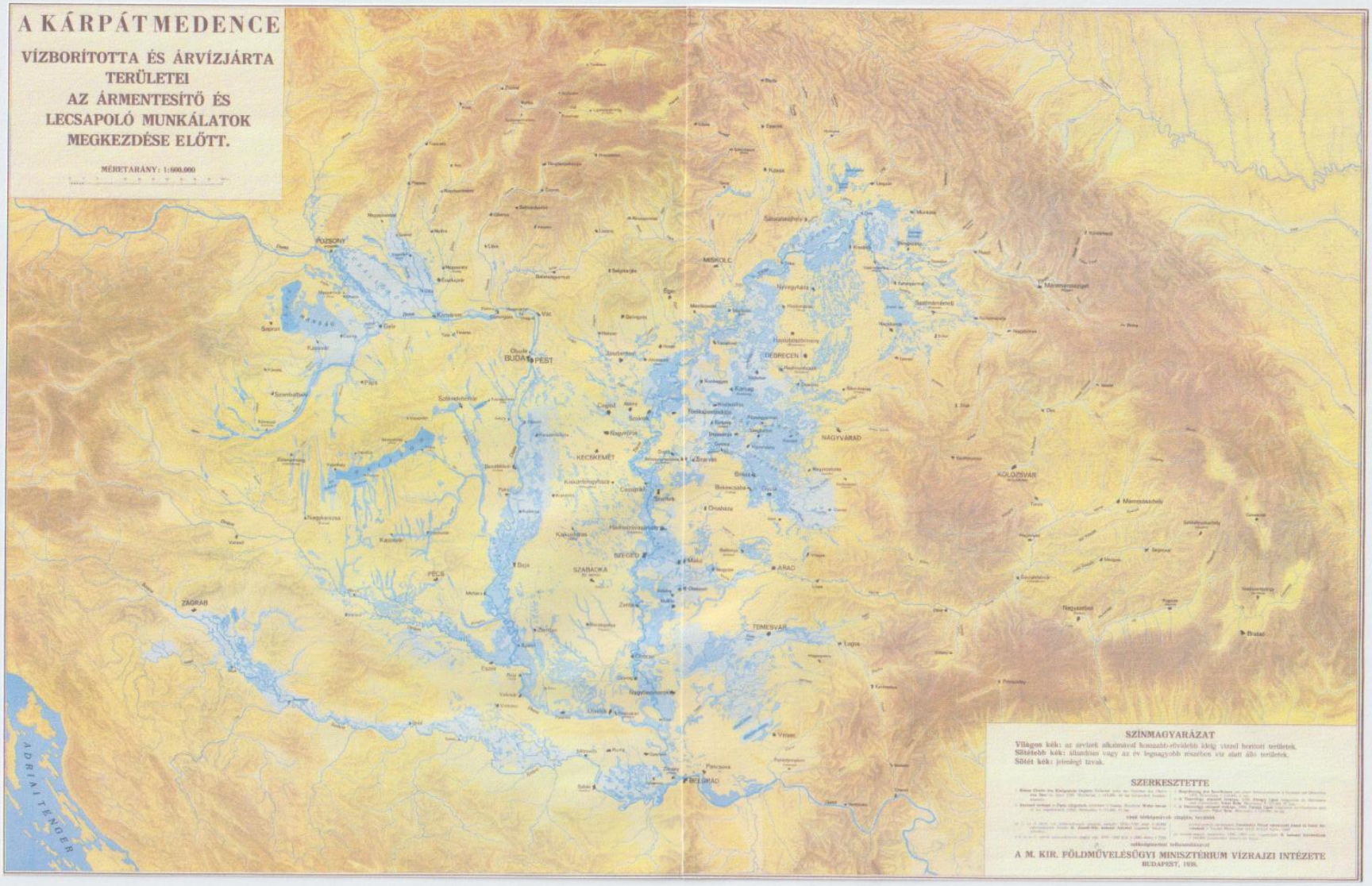
## 1. Vízállapotok a XIX. század elején

A XIX. század elejére Európában békés időszak következett be, ami megteremtette az lehetőségét a gazdasági fejlesztésnek. Magyarország ebben az időszakban mezőgazdasági ország volt, külterjes állattenyésztéssel, vizek kártételeinek kitett szántóföldi műveléssel. A fő kiviteli termék a gabona és az élőállat volt. A mezőgazdasági termelést a folyók árvizei éppúgy veszélyeztették, mint a rendezetlen kisvízfolyások. A mély fekvésű, vízjárta, lápos területeken a mentesítés, kellő vízszabályozás hiányában szintén nehéz volt a termelés. Az árvizek a lakosság élet- és vagyonbiztonságát is veszélyeztették.

Magyarország vízállapotát a szabályozási és lecsapolási munkák megkezdése előtti időszakban jól mutatja a korabeli információk és felmérések alapján szerkesztett térkép (**1. ábra**). A szakmai körökben „pocsolyatérkép" néven elhíresült térképanyagon látszanak mindazok az árvizes és elöntési problémák, amelyekkel a vízgazdálkodási szakemberek a XIX. században szembesültek. A legsúlyosabb veszélyhelyzetet az árvizek okozták. A Dunának a szigetközi-csallóközi szakaszán és Dunaföldvártól délre voltak árvízveszélyes részei, míg a Tiszán és mellékfolyóin jóformán a teljes síkvidéki területen. De látszanak a problémás kisvízfolyások is (pl. a Sárvíz és a Kapos térsége). A mély fekvésű és lápos területek (Hanság, Kis-Balaton, Balaton-Nagyberek, Ecsedi-láp) a mai napig speciális vízgazdálkodási kezelést igényelnek.

A XIX. század nagy vízgazdálkodási beavatkozásai ezekre a kihívásokra adtak választ. A legnagyobb vízi munka a Tisza és mellékfolyóinak szabályozása, árvízvédelmi rendszerének kiépítése volt. Ez a beruházást mintegy négy évtized alatt, kézi munkával végezték el az ármentesítő társulatok, az 1846-ban megalakult Tiszavölgyi Társulat, mint koordinátor szervezet irányításával, 1849 után jelentős állami támogatással.

Az árvízvédelmi rendszerek, a folyókkal párhuzamosan kiépített védőgátak azonban a síkvidéki területeken elvágták a mentett oldali vízgyűjtő részeket a folyóktól. A gátak megakadályozták azt, hogy az árvizek nagy területeket öntsenek el, de ugyanakkor annak is gátjai voltak, hogy a mentesített


A KÁRPÁTMEDENCE
VÍZBORÍTOTTA ÉS ÁRVÍZJÁRTA TERÜLETEI AZ ÁRMENTESÍTŐ ÉS LECSAPOLÓ MUNKÁLATOK MEGKEZDÉSE ELŐTT.
MÉRETARÁNY: 1:600.000
POZSONY
MISKOLC
DEBRECEN
BUDAPEST
KECSKEMÉT
NAGYVÁRAD
KOLOZSVÁR
SZEGED
SZABADKA
ARAD
PÉCS
ZÁGRÁB
TEMESVÁR
BELGRÁD
ADRIAI TENGER
SZÍNMAGYARÁZAT
Világos kék: az árvizek alkalmával hosszabb-rövidebb ideig vízzel borított területek.
Sötétebb kék: állandóan vagy az év legnagyobb részében víz alatt álló területek.
Sötét kék: jelenlegi tavak.
SZERKESZTETTE
A M. KIR. FÖLDMŰVELÉSÜGYI MINISZTÉRIUM VÍZRAJZI INTÉZETE
BUDAPEST, 1938.

1. ábra

területekről a csapadékvíz bejuthasson a folyókba. Az 1870-1910 közötti időszakban a síkvidéken megjelenő többletvizek (belvizek) elvezetésére csatorna-hálózatokat, az árvízvédelmi gátaknál szivattyútelepeket kellett építeni, azaz létre kellett hozni egy belvízvédelmi rendszert is.

Az árvízvédelmi gátakkal megvédett területeken további vízgazdálkodási beavatkozásokra is el kellett végezni. A mély fekvésű, elvizesedett területek mentesítésére, azaz a lecsapolásra is szükség volt. Külön kérdés a lápterületek vízszabályozása. A lápok talaja nagy szerves anyag tartalmú, ezért egy erőltetett víztelenítés, szemcsés anyag (homok) beleverésével megvalósított „lápjavítás" a szerves anyag oxidációjához, „kiégéséhez" vezethet, ami a térszín jelentős (méter nagyságrendű) süllyedésével is együtt járhat. Ezért a XIX. század végének lecsapolási munkáitól a XX. század végi láp rehabilitációig hosszú út vezetett.

## 2. Beszédes József tevékenysége

A XIX. század első felének egyik kiemelkedő vízgazdálkodási szakembere, Beszédes József uradalmi mérnökként kezdte tevékenységét, elsősorban vízrendezési, lecsapolási munkákkal. Az 1810-ben megalakult első magyarországi vízgazdálkodási társulat, a „Sárvíz Társaság" munkálataiba 1816-ban kapcsolódott be, amikor igazgató-főmérnöki feladatokkal bízták meg. A kisvízfolyások szabályozásának, a vízgazdálkodási funkciók szétválasztásának, és a vízfolyások völgyei mentesítésének „iskolapéldája" Beszédes József Sárvíz szabályozási terve, amelyet a Sárvíz Társaság közgyűlése 1821-ben fogadott el. A Sárvíz vízlevezető, befogadó funkciójának megerősítése, a Malomcsatorna-létrehozása, a vízimalmoknak a Sárvíz medréből történt kitelepítése a partra és a Malom-csatornából történő vízellátása, a Sárvíz – Sió - Kapos területének mentesítése nem csak hogy máig működő vízgazdálkodási megoldás, de példa is napjaink vízgazdálkodásának.

Beszédes József tevékenysége a vízgazdálkodás számos területére terjedt ki az árvízvédelemtől a területi vízgazdálkodásig, a vízerő hasznosítástól a vízi utakig. A Duna Tolna megyei partszakaszának árvízvédelmével éppúgy foglalkozott, mint Gróf Széchenyi Istvánnal közös hajóútján a Vaskapu szabályozásával. A Sárvíz térségi rendezéssel országos hírnévre tett szert, így sok helyre hívták. Arad térségében vízfolyásrendezés és csatornaépítés volt a feladat, a Balaton mellett és a Sárréten lecsapolási munkálatokat tervezett meg és vezetett. Foglalkozott a vízi szállítással is, amely a XIX. század első felében, még vasútvonalak híján és a rossz közúti állapotok miatt nagy gazdasági jelentőséggel bírt volna. Elképzelései szerint Kolozsvártól Grácig lehetett volna vízi úton szállítani. De volt terve a Duna és a Tisza összekötésére is: Pesttől Csongrádig vezetett volna a csatorna. (Az elkészült Duna-Tisza csatorna Dunaharasztitól Dabas-Sáriig vezet, eredeti funkció szerinti folytatása nincs tervbe véve.)

Beszédes József elképzeléseiből számos 200 év múltával is aktuális. Tevékenysége éppen úgy megalapozója az üzemvíz csatornás vízerő hasznosításnak, mint a kisvízfolyások rendezésének, a belvízi hajózási elképzeléseknek, mint a mély fekvésű, vízjárta területek lecsapolásának, vízrendezésének.

## 3. Miért vízelvezetés?

Akkor, ha semmi mást nem tudnánk a XIX. század elejének magyarországi vízállapotairól, csak azt, amit az 1. ábrán található térkép mutat, már akkor is a vízelvezetés, a víz elleni védekezés, a lecsapolás lenne az elsődleges feladat. Nyilván annak az időszaknak az árvizeit, vízkárait megélni ösztönző hatású volt a rendezési munkák megkezdésére. Egy olyan országban, ahol a folyók szabályozatlanok, az árvízi elöntések és károk jelentősek, az árvízvédelemre helyeződik a fő hangsúly. A hosszasan síkvidéki területen haladó (meanderező) folyó kanyarjai túlfejlődnek, hossza megnő, esése lecsökken, így árvízvédelmi szempontból egyre kezelhetetlenebb. A szabályozás a túlfejlett (U-alakú) kanyarok átvágásával, az esés növelésével kezdődik, miközben a védelmi rendszer, a meder két oldalán – kellő árteret hagyva – az árvízvédelmi védvonal (árvízvédelmi gát) is kiépül.

A XIX. század nagy vízgazdálkodási beavatkozásaiban így vezető szerepet kapott a Duna meneti, kisebb árvízvédelmi munkáinak elvégzése, de legfontosabb feladat a Tiszának és mellékfolyóinak szabályozása, árvízvédelmi rendszerének kiépítése volt. Már az előkészületek elvégzése, a térképezés és a tervezés is évtizedekig tartott, majd maga a megvalósítás az 1940-es évektől az 1870-es évekig folyt, társulati úton, árvíz szabályozó társulatok szervezési munkájával. Eleinte a Tiszavölgyi Társulat (Pest, 1846) fogta össze a munkát, az elbukott szabadságharc után, amikor szabályozás folytatódott, jelentős állami támogatás is érkezett. Az az árvízvédelmi rendszer, amely tehát döntően a XIX. század második felében valósult meg, korszerűsítve (a koronaszint magasságának emelésével, a töltéstest méretének növeléssel, kisebb korrekciókkal) a mai napig szolgálja az árvíz elleni védekezést.

A meder két partján épített árvízvédelmi töltések azonban megszűntették a kapcsolatot a folyó és a mentett oldal (a tágabban értelmezett folyópart) között. Az árvíz ugyan nem öntötte el a parti területeket (a mélyebb fekvésű, ártéri öblözeteket), de a mentett oldali területekről sem tudott a mederbe jutni a víz. A kis esésű, síkvidéki területeken a csapadékból keletkező felszíni víz, lefolyni nem tudván, felszíni elöntéseket okozott és károsan telítette a talaj felső rétegét (belvízkárok). Szükségessé vált a belvíz elleni védekezés is, ami csatornahálózat kialakításával járt, továbbá az árvízvédelmi gátakban beeresztő műtárgyak építését tette szükségessé. Mivel azonban az árvízi tetőzés és a jelentős belvízmennyiség kialakulása egy időbe esett, a vízfolyásba (befogadóba) a gravitációs beeresztés többnyire nem volt lehetséges, így belvízvédelmi szivattyútelepekre is szükség volt, amelyek a belvizet a folyókba emelték. Ezek a rendszerek aztán nagy szerepet játszottak

a mély fekvésű, vízjárta, mocsaras területek és a lápok lecsapolásában. A belvízcsatorna hálózatok és a hozzájuk tartozó szivattyútelepek alkották a belvízöblözetek elvezető rendszerét.

A víz is olyan, hogy kétszer van vele baj: ha sok van belőle, meg, ha kevés! Természetesen adódik az ötlet, hogy ha egyébként vannak vízhiányos időszakaink, akkor az árvízi hozamokból „tegyünk félre" ezekre a periódusokra. Igen ám, de egyrészt a nagyobb tömegű vízmennyiség „megfogására" (szakszóval tározására) jelentős tározási kapacitás szükséges, amivel nem rendelkezünk, másrészt, amikor egy többletvizes veszélyhelyzet van (árvíz, belvízi elöntés) a legkevésbé a tározásra gondolunk, inkább a vízkárok megelőzésére, elhárítására.

A nagy folyóink tetőző vízállásaival és vízhozamaival, azok tározási lehetőségeivel még foglalkozunk, de először vizsgáljuk meg a tényleges veszély helyzetet. Az árvíz ellen az első természetes emberi lépés a gátépítés, bízva abban, hogy a gát megvéd a folyó kiöntésétől. Fontos tehát, hogy a gát legyen kellően magas, magasabb, mint a tetőző vízszint. Ha félő, hogy mégis túl magas lesz a vízszint (magasabb a gát koronaszintjénél), akkor ideiglenes magasítást kell „villámgyorsan" építeni! Ez a „nyúlgát", ami homokzsákokból készül és néhány deciméter töltés magasítást tesz lehetővé A XX-XXI. századforduló nagy tiszai árvizei során derült ki, hogy a gát magasításnak is vannak határai és ekkor alakult ki a szükség tározás (vésztározás) gyakorlata, amikor a tetőző vízhozam egy részét mentett oldali tározóba engedjük, hogy a tetőzési magasságot (vízszintet) csökkentsük (Új Vásárhelyi Terv).

A sikeres árvízvédelem másik nagy ellensége az elhúzódó, időben hosszan tartó tetőzés. Ekkor az árvízvédelmi gátak, amelyek földtöltések, nagy vízterhelésnek vannak kitéve. A gáttestben lévő földtömeg súrlódása ellenáll a víznyomásnak, de mivel a töltés anyaga porózus föld, a víz lassan beszivárog az árvízvédelmi gátba. Így a földművön az átnedvesedés hatására csökken a súrlódás, a víz átszivárog a gáton, a mentett oldalon (a mentett oldali rézsün) folyások, buzgárok alakulnak ki, amelyek megbontják a töltéstestet, ez suvadáshoz, majd végül töltésszakadáshoz vezet. Az átnedvesedésből fakadó folyamatok ellen nehéz a védekezés, a mentett oldali rézsű leterhelésére van általában szükség. Így aztán nem csoda, ha az árvízi védekezésnél fontos szempont, hogy minél alacsonyabb szintű legyen a tetőzés (a víznyomás a vízoszlop magassággal arányos) és minél rövidebb ideig tartson a tetőzés, a tetőzéshez közeli állapot. Az előbbin szükségtározókkal, az utóbbin folyószabályozással, a folyó kanyarok átvágásával, a folyó esésének növelésével, az árvízi levonulás gyorsításával lehet védekezni.

A belvízvédekezésben is káros a tartós túlnedvesedett állapot. A növények víztűrő képessége korlátozott, így a talaj felső rétegének hosszan tartó telítettsége jelentős növénykárosodáshoz vezethet. Emellett talaj degradációs folyamatok is elindulhatnak részben a pórusviszonyok romlásával, részben a

mikroorganizmusok károsodásával. Célszerű tehát a gyors belvíz elvezetés, ami viszont azért nehézkes, mert a síkvidéki területen a csatornák kis esésűek, így a víz sebesség kicsi, a vízelvezető kapacitás korlátozott.

A XIX. század jellemző vízgazdálkodási szervezete a vízitársulat volt. Az árvízvédelmi és folyószabályozási munkákat ármentesítő társulatok, a lecsapolási, kisvízfolyás szabályozási munkákat vízrendező társulatok végezték. A társulati forma lényege a helyi érdekeltek, tulajdonosok erős (anyagi támogatást is feltételező) részvétele. Így eléggé egyértelmű, hogy ezeket a vízszabályozási munkákat helyi, térségi közmegegyezés alapján végezték! A helyi birtokosok, gazdálkodók megértették a vízkárelhárítási munkák szükségességét, tevőlegesen és anyagi támogatással is hozzájárultak a szabályozási és védelmi munkákhoz.

## 4. Vízigények

A vízgazdálkodás fontos része a vízkárok elleni védekezés, a vízkár elhárítás mellett a vízigények ellátása. Az elmúlt bő kétszáz évben a vízigényekben is jelentős változások következtek be, miközben ezek kielégítésének feltételrendszere is változott.

A XIX. század elején a kommunális vízigények alacsony szinten voltak, hiszen a vizet fogyasztó XX. századi higiénés igények nem jelentek meg és az ellátási rendszerek sem álltak rendelkezésre. Az urbanizációval járt együtt a vezetékes vízszolgáltatás elterjedése (ez Magyarországon az 1990-es években fejeződött be) és mintegy 30-40 éves a szennyvízgyűjtő, szennyvíztisztító rendszerek országos elterjedése. A kezdeti eufória, a jó minőségű ivóvízhez való olcsó hozzájutás után a víztakarékosság évtizedei következtek be. Ezt mutatja például Budapest vízfogyasztásának visszaesése a napi 1,3-1,5 millió $m^3$-ről 600 ezer $m^3$/nap értékre. A kommunális vízellátással tehát nem az a probléma, hogy mennyiségi gondok lennének, inkább minőségi problémák vannak. Ennek oka az elöregedett, rosszul karbantartott hálózat, amelyben nem csak jelentős vízminőség romlás következik be, de a hálózati veszteség is nagy!

Az ipari vízigényekben az elmúlt időszakban kezdődött egy jelentős átalakulás a vízigényes technológiák széles körű elterjesztésének igényével. Korábban olyan gyártási technológiák voltak túlsúlyban, amelyek vízigénye nem volt jelentős. A hűtővíz felhasználása során jó visszahűtési technikák álltak rendelkezésre. A közeljövőben nem csak az elterjedő új gyártási folyamatok igényelnek több vizet, de az energia ipar is jelentős kihívások előtt áll, például a paksi atomerőmű már meglévő és új blokkjainak hűtése miatt.

A mezőgazdasági vízigényekkel a későbbiekben részletesen foglalkozunk. Előzetesen csak azt fontos megjegyezni, hogy az ország szemi-arid klímája (a potenciális párolgás nagyobb, mint a csapadék) eleve éghajlati vízhiányt

okoz, így a mesterséges vízpótlásra már akkor szükség volt (szüksége lett volna), amikor még nem indultak meg a káros klimatikus folyamatok.

A környezetvédelmi és természetvédelmi igények széles körben a rendszerváltás után, a környezetvédelmi kormányzati szervek megerősödésével jöttek létre. Itt a vizes élőhelyek létrehozása és vízellátása játszott vezető szerepet. A nemzeti parkok és természetvédelmi területek jelentős vízvisszatartási igénnyel léptek fel, sőt az elvezető rendszerek elbontásával, betömésével gátolták a vízelvezetést. Mára egy viszonylagos egyensúly alakult ki a megfelelő tározási kapacitások létrejöttével és ezek természetes vízpótlásának megteremtésével.

A vízi közlekedés nagyon korlátozott Magyarországon, lényegében a Dunára, kis mértékben a Tiszára és a nagy tavakra korlátozódik. Messze állunk tehát Beszédes József valamikori elképzelésétől, de a nyugat-európai belvízi hajózástól is. Sőt előfordul, hogy a Duna egyes szakain sincs meg a kellő hajózási mélység, ami abból fakad, hogy a kisvízi hajózáshoz szükséges vízmélységeket tőlünk nyugatabbra duzzasztással érik el, nálunk pedig a Duna felső szakaszán történt beavatkozások miatt szükséges duzzasztók megépítésére sem került sor.

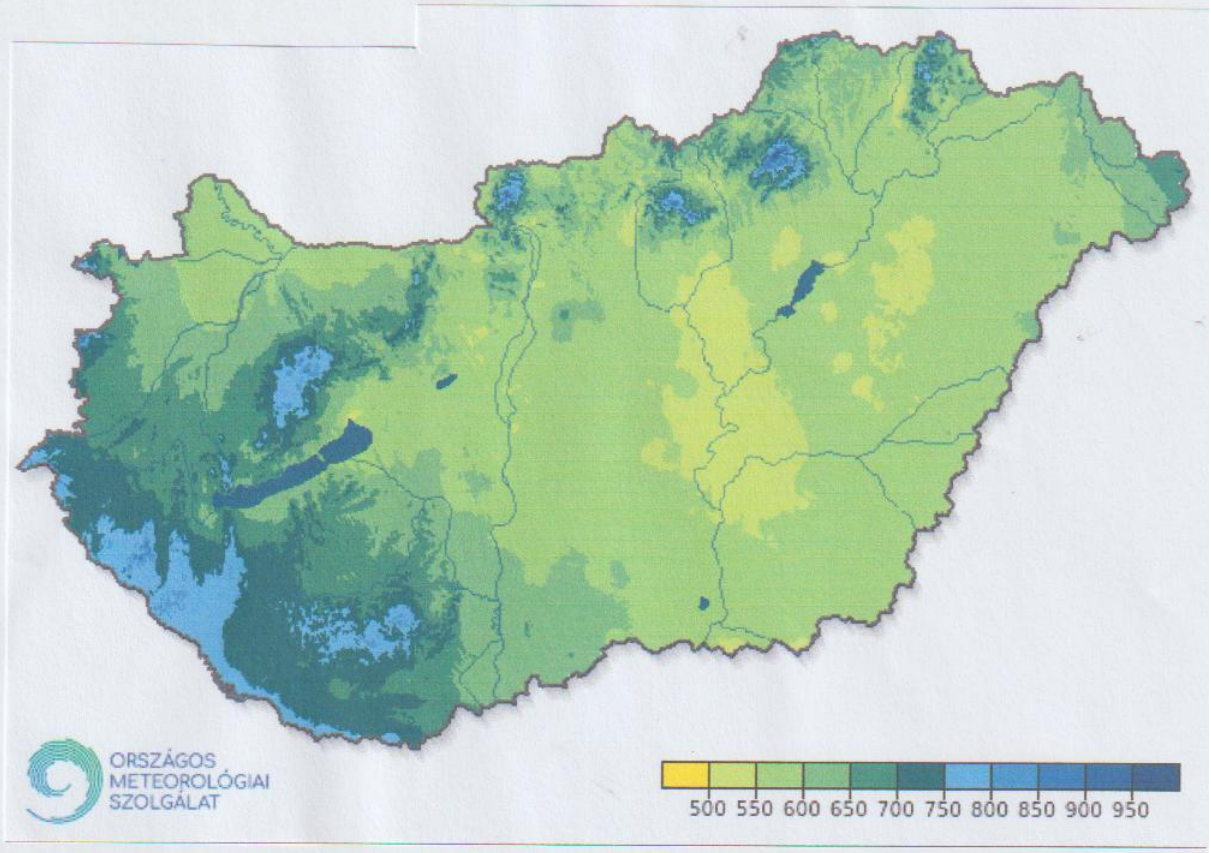
A vízenergia termelésben nincsenek jó lehetőségeink (pl. nagy esésű folyók), így csak kisebb telepek (vízerőművek, duzzasztóba épített erőtelepek) vannak. Ezek vízigénye nem jelentős és nem jelentenek vízmennyiség, vízhozam szempontjából beavatkozást az ellátó rendszerekbe.

## 5. Csapadék és éghajlati viszonyok

Magyarországon a vízigények kielégítése folyóink vízgyűjtőin lehullott csapadékvízből lehetséges. A csapadékvíz származhat közvetlen csapadékból (esőből, hóból, harmatból), az ország határain befolyó felszíni vízből (ez a határon túl lehullott csapadékból származik) és mélységi szivárgásból (rétegvíz szivárgásból), amelynek „utánpótlási ablakai” a medence peremvidékén vannak, de ez szintén csapadékvíz. Részben az ország, részben a befolyó vízfolyások vízgyűjtőjét jellemző csapadékviszonyok tehát meghatározó befolyással vannak vízgazdálkodásunkra.

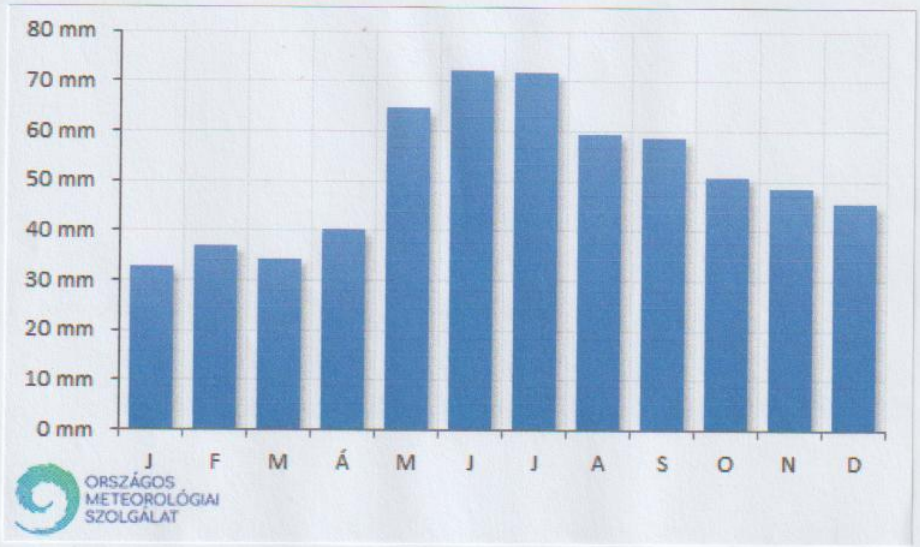
Magyarország területére közvetlenül hulló átlagos csapadék az 1991-2020 közötti (referencia) időszakban 450 – 750 mm közötti tartományba esik. A legcsapadékosabb terület az ország délnyugati része, ahol 750 mm-t is elérhet az évi csapadék összeg. Az Alföld jelentős részén azonban az 500 – 550 mm éves csapadék a jellemző. A referencia időszak átlagos csapadék viszonyait az **2. ábra** mutatja.

Az átlagos csapadék éves eloszlása havi bontásban a **3. ábrán** látható. A szántóföldi termelés („száraz gazdálkodás”) szempontjából kedvező, hogy a tenyészidőszak (május – június – július) havi csapadék átlagai a legmagasabban, tehát ebben az időszakban általában a termelt növények kapnak nedvesség utánpótlást. Nem ilyen kedvező a helyzet a talajnak a




**2. ábra**

**Átlagos éves csapadékösszeg [mm] (1991-2020)**




**3. ábra**

**Országos átlagos havi csapadékösszegek (1991-2020)**

nedvességgel való feltöltődése szempontjából. A téli időszakban (novembertől februárig) lehulló csapadék tölti fel a talaj felső rétegét, növeli nedvesség készletét és ezeknek a hónapoknak az átlagos csapadéka a legalacsonyabb. Az évi átlagos 500 – 600 mm csapadék azt a látszatot keltheti, hogy ez akár elég is lehet a mezőgazdaság számára, az egyéb, nem ekkora mennyiségű vízigényt pedig könnyebb kielégíteni. Az éghajlati viszonyok vizsgálata, a fizikai hidrológiai viszonyok elemzése azonban árnyalja a képet. Magyarország éghajlata szemi-arid, ami azt jelenti, hogy a potenciális párolgás éves összege nagyobb, mint a csapadék éves összege. A lehulló csapadék teljes mennyisége tehát el tudna párologni, sőt a párolgás ennél nagyobb is lehetne.

Éghajlati szinten tehát nem beszélhetünk vízbőségről. Javíthatja a helyzetet az országba befolyó (beszivárgó) vízmennyiség. A potenciális (lehetséges) párolgás a levegő párafelvevő képességén múlik. A levegő képes a nedvesség (pára) felvételére, megtartására. A levegő maximális pára megtartó képessége (páratartalma) hőmérsékletétől függ: minél magasabb a hőmérséklet, annál nagyobb a telítettség értéke. A párolgás két rendszer, a pára leadó és a pára felvevő rendszer együttműködésén alapszik. A pára leadó rendszer a talaj, a felszíni víz és a növényeken, tárgyakon, burkolt felületeken megálló, megtapadó vízmennyiség. A pára felvevő rendszer a levegő, amennyiben telítettségi hiány van, azaz kisebb a páratartalma, mind az adott hőmérséklethez tartozó maximum (a relatív páratartalom kisebb 100 %-nál).

A potenciális párolgást befolyásoló tényezők a léghőmérséklet, a levegő relatív páratartalma és a szélviszonyok. A klimatikus viszonyok miatt növekvő léghőmérséklet a potenciális párolgást növeli. Ennek oka a levegő páraéhségének növekedése, azonos mennyiségű pára magasabb hőmérsékleten kisebb relatív páratartalmat, nagyobb telítettségi hiányt jelent. A szélviszonyok a légcserét segítik elő: a nagyobb páratartalmú levegőt a párolgási zónából (talajfelszín közeli légtér) elkerül, helyébe kisebb páratartalmú levegő áramlik. Összességében tehát a potenciális párolgás növekvő tendenciájú és ez kedvezőtlen hatással van a talaj nedvességkészletének alakulására, a vízháztartási helyzetre.

## 6. Bejövő vízhozamok

Az ország vízkészletét a csapadékon kívül a határon átfolyó és átszivárgó vízmennyiség növeli. A felszínen történő átfolyás döntően medrekben, folyókon, kisvízfolyásokon és csatornákon történik. A közvetlen, felszínen történő átfolyás elenyésző. Ugyancsak jelentéktelen a határokat metsző talajvíz mozgás. A mélységi és réteg vizek tekintetében azonban más a helyzet. Ezek utánpótlódási, beszivárgási „ablakai” döntően határon kívül vannak és jelentős külföldi vízkivétel van olyan vízbázisokból, amelynek magyarországi utánpótlódással rendelkeznek.

A legjelentősebb vízutánpótlás a nagy folyókon (Duna, Tisza) és ezek mellék vízfolyásain érkeznek. Amikor arról beszélünk, hogy a beérkező

vízhozamokból jó lenne minél többet megtartani, hasznosítani, általában ezeken a folyókon érkező hozamokról van szó. A 2024. évi, rendkívüli dunai árvíz kapcsán is felvetődött, hogy ezekből az árvízi hozamokból miért nem tartunk többet vissza, miért nem hasznosítjuk jobban, miközben az Alföld jelentős részén vízhiány, nyáron aszályos állapot van.

De vizsgáljuk meg a beérkező árvízi hozamokat abból a szempontból, hogyan lehetne ezeket hasznosítani. A Duna árvízi tetőző árvízi hozama kb. 9.000 – 10.000 $m^3/s$. Mennyi víz is ez? A Balaton, mint hazánk legnagyobb tava és így a legnagyobb „tározott" vízmennyisége 2,3 milliárd $m^3$. A Balatont a Duna tetőző árvízi vízhozama kb. két és fél nap alatt töltené fel. Ebből is látszik, hogy egy dunai árvíz során hatalmas vízmennyiség érkezik. A Duna magyarországi szakaszán nincs duzzasztó, a két parton nincs tározótér vagy jelentős tározási lehetőség. Az ártéri öblözetek védettek, azok vagy lakottak, vagy jelentős gazdasági tevékenység folyik bennük, tehát tározó kialakítására nincs lehetőség. A Duna közepes vízhozama egyébként önmagában is jelentős (2.300 – 2.400 $m^3/s$) és ez széles parti sáv vízellátását lehetővé teszi, amennyiben kellő számú vízkivétel és vízellátó hálózat létesül.

A Tisza vízjárása nagyon változékony, az árvízi hozam (kb. 4.000 $m^3/s$) és a kisvízi hozam (pár tíz köbméter másodpercenként) között jelentős a különbség. Nyilván egy árvíz esetén, a Tiszán is tízmilliárd $m^3$ nagyságrendű víz folyik le, amelyből lehetne nagyobb mennyiséget tározni a mezőgazdaság számára. A Tiszán két duzzasztó működik. A Tiszalöki duzzasztó fő feladata nem a medertározás, hanem víz bejuttatása a Keleti főcsatornába, amely aztán ellátja Debrecen térségét is és vizet szállít a Körös rendszerbe. A Kiskörei duzzasztónak kettős funkciója van: általa létrejött egy jelentős tározótér, a Tisza-tó (Kiskörei tározó) és vizet lehet juttatni a Nagykunsági főcsatornába. A Tisza-tó jelenlegi tározási kapacitása 165 millió $m^3$, ez 300 millió $m^3$-re bővíthető.

Figyelemre méltó tározási kapacitás még a Körös rendszerben áll rendelkezésre. A rendszerben négy duzzasztó van, a Fehér Körösön a Gyulai tömlős gát azonban csak az Élővíz-csatorna vízellátását szolgálja. A medertározást a Békési duzzasztó, a Körösladányi duzzasztó és a Békésszentandrási duzzasztó teszi lehetővé. Ezeknek a tározótereknek a megtáplálása részben a Körösökön és a Berettyón érkező vízhozam, továbbá a tiszai átvezetéseken (Keleti főcsatorna, Nagykunsági főcsatorna) történik.

Az 1990-es végén bekövetkezett rendkívüli tiszai árvizek hatására az akkori vízügyi kormányzat az árvízvédekezés felülvizsgálatát rendelte el. A Vásárhelyi Terv Bizottságnak az volt a feladata, hogy felülvizsgálja az árvízvédekezés helyzetét és fejlesztési lehetőségeket dolgozzon ki. A tiszai védelmi rendszer kiépítésétől a vizsgálat ideéig eltelt, mintegy 130 év alatt a fejlesztés mindig a gátak magasításával és a töltéstestek növelésével járt együtt. Ez a fejlesztési irány azonban kimerült, a gátak érdemben tovább nem magasíthatók. Annak érdekében, hogy a tetőző vízszint ne emelkedjen tovább azt a vízhozamot, ami az utolsó kb. 1 m-es vízszint emelkedést

okozza, szabályozott körülmények között ki kell engedni a mentett oldalra. Vésztározókat (szükségtározókat) kell építeni, amelyekbe a tetőző vízhozam egy részét beengedve a tetőzés magasságát a gátak koronaszintje alatt lehet tartani. Ehhez megfelelően kell kialakítani a vésztározót, nagy kapacitású beeresztő műtárgyakat kell építeni és gondoskodni kell a víz visszavezetéséről is. Az Új Vásárhelyi Terv mintegy 2 milliárd köbméter tározási kapacitás kialakítását tartotta szükségesnek és ebből napjainkra mintegy 1 milliárd köbméternyi el is készült. Ezek azonban nem állandó tározó terek, hanem olyan mezőgazdasági területek, amelyeken döntően szántóföldi művelés folyik, tehát az árvíz levonulása után gyors víz visszavezetésre, mentesítésre van szükség. Ezeknek a tározó tereknek vízvisszatartásra (árvízi hozam későbbi felhasználási célból történő tározásra) jelenleg nincs lehetőség.

## 7. A tározás problémái

A tározók kialakításának elveinél részben vízgazdálkodási szempontok merülnek fel: a tározó legyen könnyen feltölthető, vizének hasznosítási helyeihez legyen viszonylag közel. Morfológiai szempontok is vannak, nevezetesen, hogy hegy- és dombvidéki területen, keresztgáttal, a vízfolyás, a völgy megfelelő lezárásával sokkal kedvezőbb kialakítani egy tározót, mint síkvidéken. Egy keresztgáttal, kisebb földmunkával nagyobb vízmélység és tározási kapacitás érhető el, továbbá a vízutánpótlás, a vízcsere (vízminőségi szempontok) is kedvezőek. Síkvidéken a meder tározással, a meder kiszélesítésével lehet keresztgátas tározót kialakítani, de többnyire oldaltározó létesíthető. A síkvidéki tározók kis vízmélységűek, nagy kiterjedésűek, a tározótér lehatárolása jelentős földmunkával jár, a tározóban – amennyiben nincs természetes vízutánpótlás, vízcsere – vízminőségi problémák fordulnak elő.

A tározók építésének nehézségei képezik a fő okát annak, hogy az országnak nincs kellő tározási kapacitása. A Duna magyarországi szakaszán nincs igazán kedvező hely tározó építésére. Duzzasztókat nem is tározási, hanem energiatermelési és vízszint kiegyenlítési céllal építettek volna, amennyiben a Bős-Nagymarosi vízlépcső rendszer az eredeti terv alapján megvalósul. Mivel a Duna elég bővizű, a mellette fekvő mezőgazdasági területek vízigényét megfelelő helyekre telepített vízkivételi művekkel, tározók nélkül is ki lehet elégíteni. Más kérdés, hogy egyéb célú felhasználás, így hűtés, hajózóút biztosítása érdekében nincs-e szükség duzzasztó kiépítésére.

Hegy- és dombvidéki területeinken számos tározó épült, ezek keresztgátas (völgyzárógátas) tározók. De mivel ezek kisvízfolyásokon létesültek, a tározási kapacitásuk viszonylag kicsi, elsősorban lokális igényeket elégítenek ki, vagy horgásztóként, halgazdaságként üzemelnek.

A Tiszán a Kiskörénél kialakított duzzasztó (keresztgát) által lehetett létrehozni a Kiskörei tározót, mai nevén a Tisza-tavat. Ennek tározási kapacitása jelenleg 165 millió $m^3$, de nem túl jelentős beavatkozásokkal ez

300 millió $m^3$-re bővíthető. A tiszai átvezetések (Keleti főcsatorna, Nagykunsági főcsatorna) teszik azt is lehetővé (a csatornák térségének vízellátásán túl), hogy a bögézett Körös rendszerbe, a meder tározáshoz víz jusson.

Nem csak a kedvezőtlen morfológiai adottságok, hanem az általános duzzasztó (vízlépcső) ellen közhangulat is akadályozza a tározók építését, a tározási kapacitás növelését. Tehát egyidejűleg van igény a vízvisszatartásra (ne engedjük el a beérkező vizet!), a tározásra és arra hogy ne épüljenek duzzasztók, vízlépcsők! Ezt az ellentmondást egyenlőre nem sikerült feloldani.

A vízlépcső ellenesség oka a rendszerváltás időszakára, azaz az 1980-as évek végre, az 1990-es évek elejére vezethető vissza. Az akkor tervezett Bős-Nagymarosi Vízlépcső Rendszer elleni fellépés, a megszervezett tüntetések szorosan beépültek a rendszerváltási folyamatba, sőt a vízlépcső ellenesség egyfajta jelképpé nőtte ki magát. Azok számára is, aki szakmai kérdésekhez egyáltalán nem értettek és a mai napig sem látják az összefüggéseket a vízvisszatartás, a vízgazdálkodás megváltozott igényei és a duzzasztás, a tározás szükségessége között.

És mi ennek a szemléletnek a következménye? A bősi vízerő telepet üzembe helyezték, az ott termelt elektromos energia fele nekünk járna, de erről évtizedek óta még csak tárgyalások sem folynak (az ezzel kapcsolatos uniós per 1997-ben volt!). A Tiszán Csongrádnál épült volna egy újabb vízlépcső, ennek tervezése az 1980-as évek elején kezdődött meg és még mindig csak arról folyik a vita, hogy Csongrád városa (és a Körös torok) alatt, vagy Csongrád felett épüljön majd meg. A Hármas-Körös torkolathoz legközelebbi duzzasztója a Bökényi Vízlépcső rekonstrukciójára, üzembe állítására a több évtizedes kezdeményezés („Bökényi ötök” 2006) ellenére nem került sor.

Jelszavakkal jól állunk: „Tartsuk vissza a vizet!” vagy „Növeljük a tározási kapacitást!” – halljuk sokszor. De konkrét lépésekre évtizedek óta nem került sor!

## 8. Mi lesz a mezőgazdasággal?

Aszály jelenségek mindig is voltak a magyar mezőgazdaságban. Ennek oka az, hogy a klímánk szemi-arid, és a vegetációs időszakban előfordulhatnak hosszú csapadékmentes időszakok, nagyon magas léghőmérsékleti értékek. Vízutánpótlás nélkül a talaj tározótere kiürül, de ha a számok mögé nézünk, egyéb vízgazdálkodási probléma is felsejlik.

A szántóföldi kultúrákban termesztett fő növények termelési ciklushoz tartozó vízigénye a 400-500 mm-es tartománytól a 600-700 mm-es tartományig terjed. Az évi átlagos csapadék 500-800 mm, ebből kb. 300 mm a tenyészidőszakban hullik le. Amennyiben a téli időszakban elegendő csapadék van, akkor a talaj termőrétege feltöltődhet, ami további 100-150 mm-t jelenthet. De ez a vízkészlet így sem elegendő a növények optimális

vízfogyasztásához (párologtatásához), így a terméseredmények is gyengébbek annál, mint amit egy adott növény „genetikailag” tudna. Ebből az következik, hogy a „száraz gazdálkodás” valóban száraz, azaz általában nem áll rendelkezésre a növények fejlődődéséhez, a lehetséges maximális termés eléréséhez szükséges vízmennyiség. A vízhiány így 200-300 mm-re tehető.

A vízpótlási igény a mezőgazdaságban természetes, azonban az öntözéses gazdálkodás megteremtésének számos feltétele van. Nyilván elsődleges, hogy rendelkezésre áll-e a kellő vízkészlet. Az öntöző vizet aztán a vízbázistól az öntöző gazdasági el kell juttatni, majd a mezőgazdasági területen szét kell osztani (ez a tulajdonképpeni öntözés). A mezőgazdasági vízszolgáltatásnak is vannak költségei, azonban ezek majdnem, hogy elhanyagolhatóak a táblán belüli vízszétosztás költségeihez képest. Ennek oka a magas beruházási és a még ennél is magasabb üzemeltetési költség. Öntözött körülmények között tehát ma Magyarországon olyan növényeket célszerű termelni, amelyek ezt magas terméseredménnyel „meghálálják”, azaz az optimális vízellátás (amelyhez kapcsolódniuk kell egyéb agrotechnikai tényezőknek) „kihozza” a genetikailag lehetséges maximumot. És persze a megtermelt többletterményt (többlettermést) értékesíteni, feldolgozni is kell, tehát jó élelmiszeripari háttér és kedvező piaci körülmények szükségesek.

Adódna a kertészeti ágazat fejlesztése. Ez egy speciális vízigényű, élőmunka igényes ágazat. Előnye, hogy kis területen nagy termelési érték állítható elő (zöldségtermesztés). És ehhez is kell háttéripar, élelmiszer feldolgozás, konzervgyár. A szabadföldi kertészet mellett a melegházi fejlesztések is szükségesek lennének geotermikus energia vagy hulladék hő felhasználásával.

A mezőgazdaságban, ha vízpótlásról van szó, persze mindenki a szántóföldi öntözésre gondol. Az átlagos öntözési víznorma ma Magyarországos 200 mm egy öntözési idényben. Akkor, amikor az öntözött terület nagysága 100 – 200 ezer hektár nagyságrendű, ehhez 200 – 400 millió $m^3$ szükséges. A tapasztalatok azt mutatják, hogy ekkora vízmennyiség tározókban és természetes víz utánpótlódása révén rendelkezésre áll.

A korábban maximálisan megöntözött terület 450 ezer hektár nagyságrendű (1980-as évek második fele), amikor főleg a táblán belüli vízszétosztás területén jelentős fejlesztések voltak (csévélhetők berendezések, lineár és körbeforgó öntözőgépek). A kérdés nyilván napjainkban is az, hogy meg lehet-e öntözni 400 – 500 ezer hektárt. Vízbázis oldalról nézve, ehhez kellene még (megemelt tározási kapacitással) két Tisza-tó! Ekkor terület megöntözésének vízigénye 800 millió – 1 milliárd $m^3$ víz. A Tisza völgyben az árvízvédelmi szükségtározóknak van ekkora tározási kapacitásuk. De persze sok más dolog is kell hozzá! Vízkivételi művek, átemelők, öntözőcsatornák, közcélú művek, harmadlagos művek – ha a vízszolgáltatási feladatokat nézzük. A vízszolgáltatás a szó szoros értelmében vett szolgáltatási tevékenység, tehát ehhez szolgáltató szervezetek szükségesek (korábban a szolgáltatási feladatok 80 %-át vízitársulatok végezték). És hatalmas

fejlesztés lenne szükséges a táblán belüli vízszétosztáshoz, korszerű energia- és víztakarékos öntözőgépek beszerzése nélkül a feladat megoldhatatlan. Arra a kérdésre, hogy ezt „meg lehet-e csinálni?" az a válasz, hogy Olaszországban 2,3 millió hektár, Portugáliában 600 ezer hektár az öntözött terület és nagy fejlesztések vannak Spanyolországba és Franciaországban is.

Bár nyilván egy 200-300 ezer hektáros öntözésfejlesztés forrásigénye nagy és technikailag időigényes, a mezőgazdasági vízgazdálkodás fejlesztésének húzóeleme az öntözés. Emellett nem elhanyagolható kérdés, hogy mi legyen a „maradék" 3,5 – 4 millió hektár vízgazdálkodásával. Mivel ezekre a területekre vizet jutatni csak nehezen tudunk, alapvető kérdés a csapadék hasznosítása, a vízmegtartás. Ehhez azonban talajfizikai információkkal és hidrológiai folyamatokkal kell tisztában lennünk.

## 9. Talajtulajdonságok és beszivárgás

A növényi életet, a növénytermesztést az teszi lehetővé, hogy a talaj képes tárolni a vizet és a növény ebből, a talaj által tárolt vízből veszi fel a szükséges nedvességet (sőt oldott állapotban a tápanyagokat is). Így a talajállapot, a kapcsolódó agrotechnika vagy talajjavítás nagy befolyással van a növények vízellátási lehetőségeire, így a terméseredményekre is.

A talaj porózus szerkezetű, a pórusokban a víz mozogni (szivárogni) tud. Ez a szivárgás a létrejöhet a gravitáció hatására, ez lényegében a beszivárgás. Vízmozgás indulhat meg nyomáskülönbség miatt (kétfázisú áramlás, talajvíz, rétegvíz szivárgása, áramlása) és nedvesség különbség hatására (háromfázisú vagy nedvesség-potenciál hatású szivárgás). A talajnak a gravitáció ellenében jó a víztartó képessége. Ennek oka a talajon belüli tömegvonzás, azaz a talajszemcsék vonzzák a felületükön lévő vízfilmet.

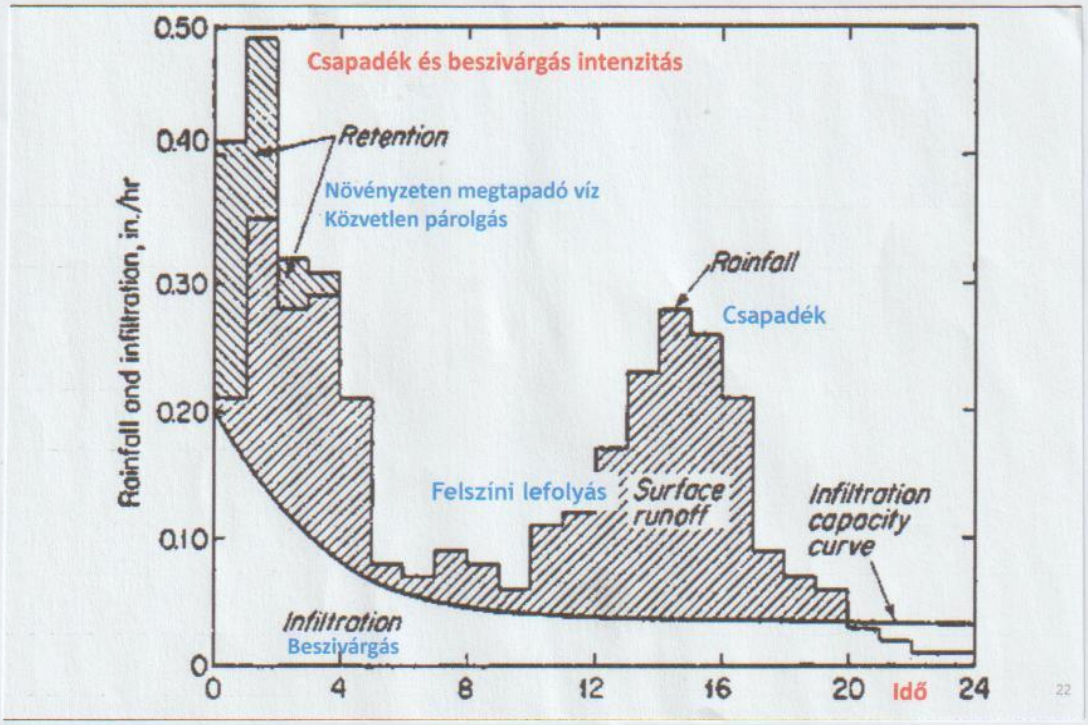
A talaj vízgazdálkodási tulajdonságai minősítik a talajt. Az a jó, ha a víznyelő képessége (a beszivárgás intenzitása) viszonylag magas, az vízáteresztő-képessége (vízvezető épessége) közepes, a víztartó képessége elegendő a porozitás 80 %-át kitevő vízmennyiség megtartására. Az ország talajainak vízgazdálkodási szempontból történő megítélését a **4. ábra** mutatja. Ebből az látszik, hogy a talajok 31 %-a jó, 26 %-a közepes, 43 %-a kedvezőtlen vízgazdálkodású. Problémát jelent a nagy agyagtartalom (rossz szivárgási viszonyok) és homoktartalom (rossz víztartó képesség), de a nagy sótartalom (szikesedés) is, mert ez talajszerkezeti romláshoz vezethet.

A csapadéknak általában csak egy része éri el a földfelszínt. A növényeken, épületeken, burkolt felületeken egy része megtapad és elpárolog. A legnagyobb vízvisszatartó képessége az erdőknek van, itt az intercepció (a talajt el nem érő csapadék) akár 10 mm-es nagyságrendű is lehet.

A beszivárgási intenzitás egy időben exponenciálisan csökkenő görbével írható le. Talajonként változik, értékét a talaj pórusainak nagysága, elhelyezkedése határozza meg. Amennyiben a talaj szerkezete olyan, hogy nagyobb méretű pórusok (makropórusok) találhatók benne, a kezdeti

**4. ábra**

**Magyarország talajainak vízgazdálkodási tulajdonságai**




**5. ábra**

**A beszivárgási intenzitás változása**


15

beszivárgási intenzitás nagyobb lesz. Az intenzitás a pórusok megteltével és a kisebb pórusok bekapcsolódásával csökken. Nullává is válhat, vagy beáll egy viszonylag állandó értékre, amit a talaj függőleges vízáteresztő képessége határoz meg. A beszivárgási és csapadék intenzitások időbeli változását egy grafikonra felrakva (**5. ábra**) látható, hogy mennyi víz szivárog be a csapadékból a talajba és mi az a vízmennyiség, amit már a talaj nem tud befogadni. Eséssel rendelkező területeken ez lefolyik, síkvidéki, esés nélküli területen pedig a felszínen pang.

## 10.A talaj, mint tározó tér

A növényeknek, a szántóföldi kultúráknak vízutánpótlásra van szükségük és a mivel a 4,5 millió hektár mezőgazdasági területnek csak a tört részére (200 ezer – 400 ezer (??) hektár) területre tudjuk eljuttatni az öntözővizet, a mintegy 4 millió hektár területen csak a természetes csapadékra számíthatunk. Kiemelt jelentősége van (lenne) tehát a csapadékvíz visszatartásnak, hasznosításának! Ennek a csapadékvízek részben a téli időszakban kellene beszivárogni a talaj felső rétegébe, de a tenyészidőszakban is fontos a csapadék megtartása.

Az elmúlt 50 év egyik kiemelkedő, talajok vízgazdálkodásával foglalkozó szakemberének, Dr. Várallyay György akadémikusnak az volt a véleménye, hogy „a talaj a legjobb tározótér”. Ennek a megállapításnak az alapvető igazságosságát nem lehet kétségbe vonni, hiszen a növények a talajban „tározott” vízből elégítik ki vízigényüket, sajnos mégis árnyalni kell ezt a megállapítást. Az egyik ok a 4. ábrán bemutatott minősítési eredmény, nevezetesen, hogy a magyarországi talajok nem egészen harmada tekinthető jó vízgazdálkodásúnak, további mintegy negyede közepes minőségűnek. A talajaink csaknem fele kedvezőtlen (rossz) vízgazdálkodású, azaz bizonyos szempontból nem felel meg a jó tározótér kritériumnak. Az is baj, ha nagyon lassú a beszivárgás, hiszen akkor a csapadék nagy része elfolyik és persze az sem jó, ha a talaj rossz víztartó képességű, mert így kevés víz marad a gyökérzónában a növények által felvehető módon. Mérési tapasztalatok mutatják, hogy egy agyag talajon a felső 20 cm-es réteg telített állapota és a rajta álló 20 cm mélységű belvíz ellenére 50 cm mélységben a talaj hervadáspontig száraz volt, azaz idáig nem szivárgott le a mégoly nagy vízterhelésből a víz. Ugyancsak vannak arra mérések, hogy a homoktalajok víztartó képessége mennyire csekély.

Nagyságrendi számítást végezve azt állapíthatjuk meg, hogy mivel a talajok átlagos porozitása (pórustartalma) 40-45 %, az 1 m mély talajszelvényben akár 400-450 mm víz is lehetne. A talajok víztartó képessége azonban átlagosan a porozitás 80 %-a (a nagyobb pórusok a gravitáció ellenében nem tartják meg a vizet), így a tartós vízkészlet 300-350 mm lehet. Ez egyébként megfelel a megkívánt víz-levegő aránynak, ami 80/20 %, azaz a pórusok 80 %-ában legyen maximálisan víz, 20 %-ában levegő. Ennek növényélettani okai is vannak, a növény károsodik, ha tartósan telített a gyökérzónája. A következő probléma a víznek a talajszemcsékhez kötődése (azaz a

tömegvonzás). Minél vékonyabb a vízfilm, annál jobban kötődik a talajszemcséhez, azaz a növénynek annál nagyobb szívóerőt kell kifejtenie ahhoz, hogy vízhez jusson. Egy bizonyos (kritikus) szívóerő kifejtése már azzal jár, hogy a növény nem fejlődik, hanem energiáját a víz megszerzésére fordítja. Ha a pórustartalom 80 %-át kitevő vízmennyiséget a növények által felvehető víznek tekintjük, akkor ennek kb. 70-%-a az, amit a növény könnyen fel tud venni. Így a tározott, hasznos víz 210 – 250 mm lehet. Persze az is nagyon jó lenne, ha talajainkban a vegetációs periódus megkezdődésekor (tehát áprilisban) 200 mm szabad vízkészlet lenne, de ez részben a téli 5 hónap csapadékviszonyaitól, részben a talaj vízgazdálkodási tulajdonságaitól függ.

## 11.Milyen folyamatok vannak, és mit tehetünk?

A csapadék – beszivárgás – lefolyás kapcsolatot megvizsgálva sajnos kedvezőtlen folyamatokat tapasztalunk. Ezek abba az irányba hatnak, hogy egyre nehezebb a csapadék helyben tartása, talajba szivárogtatása, a növények számára a talajban vízkészlet biztosítása.

A csapadék éves mennyisége a kedvezőtlen klimatikus hatások ellenére nem csökken, tehát egy éven belül az átlagos évi csapadékmennyiség lehullik. Romlik viszont a csapadék eloszlása, ami azt jelenti, hogy nő a csapadékmentes időszakok átlagos hossza. Viszont, amikor esik az eső, akkor „nagyon esik”, tehát nőtt a rövid idő alatt lehulló csapadék mennyisége, és ami ezzel együtt jár, az intenzitása. Ennek nem csak a lakott területeken kialakuló helyi vízkár egyre rombolóbb hatása a következménye (ami persze látványos), hanem a lefolyás növekedése is.

A beszivárgást elemezve láthatjuk, hogy a beszivárgás intenzitás az időben gyorsan csökkenő értékeket mutat és még a legkedvezőbb beszivárgás intenzitási adatok is nehezen veszik fel a versenyt a csapadék intenzitással. Ez azt jelenti, hogy a csapadékból egyre kevesebb víz tud a talajba szivárogni (ami vízháztartási probléma), viszont egyre több tud lefolyni (ami helyi vízkár probléma lehet).

Összességében tehát azt láthatjuk, hogy miközben egy-egy csapadékos periódusban a csapadék mennyisége és intenzitása nő (ez klimatikus hatás), a beszivárgási intenzitás viszonylag állandó (talajtípustól és agrotechnikától függ). A beszivárgás intenzitás növelése nem egyszerű feladat. A két intenzitás közötti különbség növekedése viszont a lefolyás növekedését okozza, ami vízgazdálkodási és vízrendezési szempontból egyaránt kedvezőtlen.

Mit tudunk tenni a csapadék helyben tartása, beszivárogtatása érdekében? Nem tudjuk befolyásolni a csapadék folyamatokat, tehát azt módosítani, hogy a csapadék ne rövid idő alatt, nagy intenzitással hulljon, hanem időben elhúzódva, „csendes eső” formájában. És amint láttuk, a beszivárgási

intenzitást is nehéz növelni. Ehhez agrotechnikai és talajjavítási beavatkozások szükségesek.

Az agrotechnikai módszerek vitatottak. Elterjedtek ugyanis a forgatás nélküli talajművelési eljárások. Ezekkel, szemben a hagyományos, forgatásos eljárásokkal (szántás, mélyszántás) lehet olyan makropórus rendszert létrehozni, amivel nagymértékben (még ha időlegesen is) meg lehetne növelni a beszivárgás intenzitását. Azt láthattuk, hogy a nagyobb pórusoknak (makropórusoknak) a beszivárgás intenzitásban nagy szerepe van, hiszen a kezdeti, magas intenzitás értékek éppen a nagyobb pórusok és azok gyors feltöltődése révén alakulnak ki. Ez azt jelenti, hogy a beszivárgási folyamat elején van nagyobb esélyünk a javításra, mert akkor, amikor már kicsi az intenzitás, annak bármilyen javítása nem eredményez nagyobb beszivárgó víztömeget. Nyilván azt a vitát le kell folytatni, hogy milyen előnyei vannak a fogatás nélküli talajművelésnek, és mennyire kedvezőek (vízgazdálkodási szempontból) a forgatásos agrotechnika beavatkozásai.

Kicsit feledésbe merültek az 1970-80-as évek talajjavítási megoldásai. Ezek között voltak olyanok, amelyek kifejezetten segítették a beszivárgást. A különféle talajlazítási beavatkozások (mélylazítás, vibrációs lazítás) olyan pórusszerkezetet hoztak létre (jobb porozitással, a makropórusok létrehozásával), amelyek növelték a talajba történő beszivárgás intenzitását. A kémiai hibás talajokon pedig a kémiai talajjavítás a létrehozott pórusrendszer stabilitását (megmaradását) segítette elő, így a létrejövő kedvező beszivárgási folyamat lehetőségét időben állandósította.

A lefolyás csökkentésével is van lehetőség a vízvisszatartásra. Ezek a módszerek az 1960-70-es években alakultak ki és döntően a talajvédelmet (a talaj erózió elleni védelmet) szolgálták. A vízmegtartó. de legalább is a lefolyást csökkentő talajművelési megoldások között a legfontosabb az esésirányra merőleges talajművelési irány, vagy legalább is a hegy-völgy irányú művelés elkerülése. De minden talajvédelmi megoldás abba az irányba hat, hogy a lefolyást csökkentsük, hiszen a talaj eróziós folyamatok éppen az intenzív lefolyás hatására alakulnak ki.

## 12. Vízkészlet növelés

A mezőgazdaság vízellátásában vannak vízminőségi kritériumok, de ezek főleg a sótartalomra, a szikesedési folyamatok meggátlására vonatkoznak. Összességében nem csak hogy „megengedőbbek” az előírások az ivóvíz vagy az ipari víz szabályozásához képest, de akár a tisztított szennyvizek, vagy a hígtrágyák mezőgazdasági elhelyezésére is van lehetőség. Ezek a „szennyvíz minősítésű” használt vizek elsősorban a nedvességpótlás szempontjából lehetnek hasznosak, de nem mellékesen szerves anyag tartalmuk miatt többlet tápanyagot is jelenthetnek a termelésben. A kommunális szennyvizek olyan kezelésében, hogy azok mezőgazdasági területen elhelyezhetők legyen, több évtizedes tapasztalat áll rendelkezősre. A hígtrágya elhelyezésben pedig kényszerhelyzet alakult ki, hiszen az állattartó telepek a mélyalmos

technológia helyett általában a vízöblítéses technológiát alkalmazzák, így nagy mennyiségben keletkezik hígtrágya.

Áteresztő talajú területeken (homokhátságokon, homoktalajú síkvidéki területeken) a talajvíz elhelyezkedése is fontos kérdés. Mivel a homoktalajok víztartó képessége rossz, viszonylag magas talajvízszint szükséges az elfogadható vízgazdálkodási körülményekhez. Így a Duna-Tisza közi Homokhátság talajvízszintjének lesüllyedése katasztrofális helyzetet idézett elő a térség mezőgazdaságában. Erre az első válasz a vízelvezetés megszüntetése, a vízelvezető árokhálózat betömése volt, aminek volt csapadék hasznosító, lefolyás csökkentő hatása. A víz idejuttatásának lehetőségét azonban csak olyan csatornahálózattal lehet biztosítani, amely magas vezetésű, amelybe gépi emeléssel jut be a víz, és amelyekből kiszivárogva emelheti a térség talajvízszintjét. Az is kedvező gyakorlat lehet, hogy a néhány méterrel magasabban fekvő terület talajvízszintjét „megtámasztják", azaz a terület határán egy olyan csatornát üzemeltetnek, amelyben magas a vízszint. Egy ilyen megoldást lényeges csökkentheti a területre természetes vagy mesterséges úton került víz elszivárgását.

Egy aszályos időszakban a vízhez jutás mindennél fontosabb, így a hagyományos módszerek mellett „vészmegoldások" is szóba jöhetnek. Egy ilyen a mezőgazdasági területek árasztásos vízellátása. Ahol erre lehetőség van, így magas vezetésű csatornák mentén, árvízi vésztározók területén el lehet árasztani a mezőgazdasági területeket, abban bízva, hogy ez a víz beszivárog, viszonylag egyenletesen oszlik el a talajszelvényben és a növények számára felvehető lesz. Természetesen minden ilyen megoldásnak talajtani és agrotechnikai feltételei vannak és nagy a kockázata.

## 13. Vízvisszatartás

A klasszikus vízvisszatartási megoldások nem vesznek igénybe szántóföldi területeket és a tározást sem soroljuk ezek közé. A lehetséges helyeket vagy közvetlenül a csapadék táplálja, vagy elemi lefolyás útján jut oda a víz. A vízvisszatartásra leggyakrabban felhasznált területek:

- kivett területek (fanet),
- rét, legelő területek,
- egyéb (átmenetileg) mezőgazdaságilag nem hasznosított területek,
- kisvízfolyás- és csatorna medrek.

A vízvisszatartás lehetőségének megteremtésére többnyire szükség van egyszerű szabályozó műtárgyakra, amelyekkel a lefolyást akadályozni, gátolni lehet. A leggyakrabban alkalmazott kisműtárgyak a tiltós átereszek és a kisméretű zsilipek. Ezek segítségével a kiválasztott területen vissza lehet tartani a vizet, vagy a zárás megszüntetésével részleges vagy teljes víztelenítés is elérhető.

A visszatartott víz felhasználása azonban általában korlátokba ütközik, azaz ezekkel a megoldásokkal nem mindig lehet korlátlanul felhasználható

vízkészletet létrehozni. Ennek elsődleges oka vízminőségi probléma lehet, de az is gyakran előfordul, hogy a visszatartás helyéről nehéz egy hasznosítási területre vezetni a vizet. Így az az elsődleges hatás, hogy vízkészletet hozunk így létre, elég korlátozott. Kedvezőek viszont a másodlagos hatások, párolgással a levegő nedvességtartalmának növelése, beszivárgással közvetlen hatás (a rét-legelő területeken) vagy a térség talajnedvesség készletének növelése.

A vízvisszatartás jól fel lehet használni a területi vízgazdálkodás védelmi feladatainak megoldásában. Amennyiben a mentesítendő területen vagy annak közelében a vízvisszatartás lehetséges, az értékes mezőgazdasági (települési) területek védelme egyszerűbb, hatékonyabb lehet. Az elvezető és védelmi rendszerek terhelését lehet csökkenteni és a visszatartott víz elvezetésére a veszélyhelyzet lecsengése után kerülhet sor.

## 14. Fejlesztések és források

A területi vízgazdálkodás hazai fejlesztési forrásai az elmúlt két évtizedben meglehetősen szűkösek voltak. 2004 óta a vízügyi fejlesztések döntő része Európai Uniós forrásokból valósult meg. Kiemelt szerepet kaptak az árvízvédelmi beruházások, amelyek részben a meglévő árvízvédelmi rendszerek felújítását és biztonság növelését szolgálták (árvízvédelmi gátak magasítása, töltéstestek növelése). Az időszak második részében az Új Vásárhelyi Terv szerinti szükségtározók építése gyorsult fel.

A területi vízgazdálkodásban, az 2004 – 2010 közötti időszakban a vízrendezési fejlesztések voltak jelentősek. Ennek oka az 1999 – 2000 időszak nagy belvizei voltak (450 ezer hektár maximális belvízi elöntéssel). Elsősorban a közcélú csatornák rekonstrukciójára került sor, mintegy 20 milliárd forint beruházási költséggel. A 2010 – 2012 évektől az öntözésfejlesztés került a középpontba. Ezek a fejlesztések és rekonstrukciós munkák jelentős EU támogatással valósultak meg.

Mintegy 30 éve jelent problémát a Duna-Tisza közi Homokhátság kiszáradása, talajvízszintjének jelentős csökkenése, vízpótlásának hiánya. Számos fejlesztési elképzelés és terv született az elmúlt három évtizedben, amelyek többnyire a Duna vizéből történő vízpótlásra, magas vezetésű szivárogtató csatornák segítségével a talajvíz mennyiségének növelésére alapozódtak. A megvalósítás azonban vontatott.

A területi vízgazdálkodás „fő bűne”, hogy az 1960 – 1990 között kialakított mezőgazdasági üzemi vízhálózat (az úgynevezett harmadlagos művek) tönkrementek. A mintegy 50 ezer km csatorna az 1990–es években a települési önkormányzatok tulajdonába kerül, akiknek azonban se forrásuk, se szakértelmük, se eszközük nem volt ezek karbantartására, üzemeltetésére. Hiába tartották a mezőgazdasági érdekképviseletek is fontosnak ezeknek a műveknek a rendbetételét, gyakorlatilag 35 éve nem volt forrás a rekonstrukcióra, a kezelésre.

## 15. Fejlesztési szükségszerűségek: „Vizet a tájba!”

A klímaváltozás és a mediterrán országok (Portugália, Spanyolország, Olaszország) tapasztalatai azt mutatják, hogy feltétlenül szükség lesz az öntözés fejlesztésére. Belátható időn belül el kellene érni, hogy 400 – 500 ezer hektár öntözött terület legyen az országban. Ehhez azonban a tározási kapacitást jelentősen fejleszteni kellene, és középtávon szükséges lenne elérni, hogy mintegy 1 milliárd $m^3$ tározási kapacitás legyen, főleg a Tisza-völgyben. Ehhez további duzzasztók és tározók építése szükséges, a meglévő tározókat intenzifikálni (kotrás, kitisztítás, bővítés, üzemi vízszint emelés) kellene, az ideiglenes tározókat jobban ki kellene használni (akár az árvízvédelmi szükségtározók igénybevételével). A meder tározási lehetőségeket sokkal jobban ki kellene használni. A meglévő átvezetési lehetőségekkel (Tisza – Körös rendszer) jobban kellene élni és újra meg kellene reálisan vizsgálni egy Dunából Tiszába való vízátvezetés lehetőségét.

Be kell látnunk, hogy még középtávon sem tudunk 400-500 ezer hektárnál többet megöntözni. Így a vízvisszatartási lehetőségeket lényegesen jobban ki kellene használni. Ez részben együtt járna a felszíni vízvisszatartási helyek kialakításával, bővítésével. Az agrotechnika korszerű használatával és kiegészítő beavatkozásokkal el kellene érni, hogy a csapadék beszivárgása a talajba jobb legyen, így a talaj tározási lehetőségeket jobban ki lehessen használni. És lényegesen nagyobb gondot kellene fordítani a felszíni lefolyás csökkentésére, a talajvédelemre korábban kifejlesztett módszerek segítségével. Ezzel nem csak a beszivárgást segítenénk elő (növelve a talaj vízkészletét), hanem az eróziós károkat is csökkentenénk, továbbá a települések helyi vízkár eseményei ellen is hatékonyabban lehetne fellépni.

A „Vizet a tájba” kezdeményezés nem másról szól, minthogy mindenki, akinek érkezése van rá (települési önkormányzatok, mezőgazdasági gazdálkodók, vízügyi szervezetek) tegyen meg mindent a csapadékvíz helyben tartásáért, azért, hogy minél több felszíni víz legyen a környezetünkben. Tehát valamennyire vissza kellene hozni a 200 évvel ezelőtti állapotok egy részét, amikor természetes volt az élő víz, a felszíni víz jelenléte. Természetesen ezt úgy kell végrehajtani, hogy elkerüljük a vízkárokat, a vizes veszély helyzeteket, a káros kapcsolódó folyamatokat (pl. talaj degradáció).

Melyek azok a megoldások, amelyeket ajánlani lehet? Legyen lényegesen több vízzel feltöltött vízgazdálkodási vonalas létesítmény (csatorna). A vízvisszatartás érdekében építeni kell sok kisebb-nagyobb szakaszoló (bögéző) műtárgyat, vagy a meglévő műtárgyakat kell kiegészíteni ilyen szerkezetekkel (pl. átereszhez tiltót építeni). Ne csak a vízszolgáltató útvonalak (öntöző csatornák, közcélú művek) legyenek feltöltve, hanem minél több elvezetést szolgáló rendszer is.

Ahogy arra elemzéseink rámutatnak, a mezőgazdaságban felhasználható víz forrása részben a csapadék (ezért erősíteni kell a visszatartó funkciókat), részben a főművi vízszolgáltatás, ahonnan a vízpótló rendszerek kapják a

vizet. Ingyenessé kellene tenni a főművi vízszolgáltatást és meg kellene teremteni a kiszolgáló, szolgáltató szervezetek állami finanszírozását, támogatását. Meg kell vizsgálni az esés irányú és az ellenesésben történő feltöltés lehetőségeit (kettős működésű csatornák, harmadlagos művek használata). Elengedhetetlen a harmadlagos művek felújítása, rendszerbe kapcsolása.

## 16. Tényleg elrontottuk?

Napjainkban egyre több kritika éri azokat a vízgazdálkodási beavatkozásokat, amelyeket döntően a XIX. században hajtottunk végre. Elismerve, hogy „az utólagos bölcsesség az egyetlen egzakt tudomány", azért célszerű megvizsgálni, ki, mikor, mit rontott el és elrontott-e egyáltalán?

Az ország XIX. század elejei vízgazdálkodási helyzetét a 1. ábrán látható térkép jól mutatja. Mivel akkor a gazdasági fejlődés fő iránya a mezőgazdasági termelés lehetőségeinek javítása volt, nem lehetett más döntést hozni, mint a kontrolálatlan vízállapotok megszüntetését. Szükség volt tehát a nagy folyók (Duna, Tisza és mellékfolyói) szabályozására, árvízvédelmi rendszerének megépítésére. Szükség volt a vízjárta területek lecsapolására, a kisvízfolyások rendezésére, a kor színvonalának megfelelő vízerő hasznosítás megteremtésére, vízi utak ki alakítására. Az akkori ismeretekkel, az akkori gazdasági helyzet és fejlesztési lehetőségei nem lehetett más felelős döntést hozni, mint a vízállapotok rendezését! És ezeknek az árvízvédelmi és belvízvédelmi munkáknak a finanszírozása is meglehetősen nehezen, komoly tulajdonosi áldozatokkal és állami támogatással valósult meg.

Már a XIX. század utolsó harmadában felvetődött az a gondolat (Kvassay Jenő), hogy a vízelvezetés centrikus beavatkozások miatt lesznek vízgazdálkodási problémák, de ez a gondolat Beszédes Józsefig visszavezethető. Beszédes arra figyelmeztetett, hogy hasznosítás nélkül ne engedjük el a vizet. Kvassay szerint pedig lehetnek olyan helyzetek, amikor vízpótlásra (öntözésre) lesz szükség. És bár a XIX. – XX. század fordulón már létesültek vízpótló művek is, kétségtelen tény, hogy a vízvisszatartásra, a tározásra, a vízpótlásra nem helyeztünk kellő súlyt. Csak az 1930-as években erősödött meg a vízpótlásra vonatkozó igény és akkor épültek ki ilyen rendszerek. A 1940-es évek nagy belvízei, a világháború, a vízitársulati rendszer államosítása, a mezőgazdaság szocialista átszervezése mind abba az irányba hatottak, hogy a vízpótlással ne foglalkozzunk.

Csak az 1970 – 1980-as években történtek komolyabb törekvések részben a korábbi öntözési rendszerek jobb kihasználására (Keleti-főcsatorna térsége), öntözővíz tározására (Kiskörei tározó, Körös rendszer bögézése) és további öntözött területek bevonása (Nagykunsági-főcsatorna térsége). Az utolsó jelentős öntözésfejlesztési időszak az 1980-as évek vége volt: csévélhető, lineár és körbeforgó öntözőgépek megjelenésével. A rendszerváltás nagy vesztese a mezőgazdaság, ezen belül is az öntöző gazdaságok, hiszen a

mintegy 450 ezer hektár megöntözött területről 2004-re 100 ezer hektár alá esett vissza a megöntözött terület nagysága.

A klímaváltozás vízgazdálkodásra gyakorolt hatásainak jó részét ismerjük. Azt azonban nem tudjuk, hogy a negatív szélsőségek (aszály, kiszáradás, vízhiány) mellett mikor következnek be pozitív szélsőségek: rendkívüli árvíz (ez 2024-ben volt!), nagy kiterjedésű belvíz elöntés (ebből az utolsó ugyan 1999 – 2000-ben volt, előtte 1940 – 1942-ben, de nem ismerjük a periódusát). Tehát nem baj az, ha van egy jó védelmi és vízelvezető rendszerünk, mert egy szélsőséges helyzetben ezekre szükség lehet!

Inkább az a baj, hogy az előzőekkel párhuzamosan nincs hatékony vízvisszatartás, kellő tározási kapacitás, vízpótlási lehetőség. Ezek kiépítésében nem csak hogy el vagyunk maradva, hanem hogy nem is tudnánk elég gyorsan kiépíteni ezeket!

És persze az is baj, hogy mindkét rendszer (vízelvezetés – tározás, vízpótlás) kellő szintű kiépítésére, üzemeltetésére, fenntartására nincs elég forrás!

Az ország mintegy 100 ezer km hosszúságú vonalas vízgazdálkodási rendszeréből (vízfolyás, csatorna) 50 ezer km harmadlagos mű gazdátlan!