

ERDŐ ÉS VÍZ

ERDÉSZETI VÍZGAZDÁLKODÁS



OEE Szaktudás Füzetek

3

Erdő és víz – Erdészeti vízgazdálkodás

OEE Szaktudás Füzetek 3.

a 161 éves Erdészeti Lapok tematikus különszáma

Szerkesztették:

Gribovszki Zoltán (Soproni Egyetem, EMK, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet)

Kucsara Mihály (Soproni Egyetem, EMK, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet)

Sorozatszerkesztő:

Csóka György (Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet)

Szerzők:

Ambrus András (Fertő–Hanság Nemzeti Park Igazgatóság), **Bolla Bence** (SoE ERTI), **Csóka György** (SoE ERTI), **Deli Tamás** (egyéni vállalkozó), **Frank Tamás** (Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet), **Gribovszki Zoltán** (SoE EMK), **Halmai László** (UTIBER Közúti Beruházó Kft.), **Heil Bálint** (SoE EMK), **Horváth László** (KASZÓ Zrt.), **Kalicz Péter** (SoE EMK), **Kovács Richárd** (ÉDUVIZIG), **Kucsara Mihály** (SoE EMK), **Lukács Balázs András** (Ökológiai Kutatóközpont, Vízi Ökológiai Intézet), **Magos Gábor** (Bükki Nemzeti Park Igazgatóság), **Papp Beáta** (Magyar Természettudományi Múzeum, Növénytar), **Puskás Lajos** (DALERD Zrt.), **Sáfrány László** (Sáfrány Pisztrángtenyésztés és Halfüstölde), **Szabó András** (SoE ERTI), **Szita Renáta** (Fertő–Hanság Nemzeti Park Igazgatóság), **Zagyvainé Kiss Katalin Anita** (SoE EMK)

Szakmailag véleményezték:

Csóka György (SoE ERTI), **Führer Ernő** (SoE ERTI), **Puskás Lajos** (DALERD Zrt.), **Haraszi Gyula** (Ipoly Erdő Zrt., OEE), **Nagy László** (Ipoly Erdő Zrt., OEE), **Lomniczi Gergely** (Indigo Communications Kft.)

Nyelvi korrektor:

Macskássy Zsuzsa

Grafika és tördelés:

EFFIX-Marketing Kft. (www.effix.hu)

A képek szerzői:

Ambrus András (©AA), **Bucsa Csaba** (©BCS), **Csóka György** (©CsGy), **Deli Tamás** (©DT), **Gergál-Gombási Mónika** (©GGM), **Grédics Szilárd** (©GSZ), **Gribovszki Zoltán** (©GZ), **Harmos Krisztián** (©HK), **Herceg András** (©HA), **Horváth László** (©HL), **Kalicz Péter** (©KP), **Kálmán Miklós** (©KáM), **Kiss Bence** (©KB), **Korda Márton** (©KoM), **Kovács András** (©KA), **Kovács Tibor** (©KT), **Kreiner Roland** (©KR), **Kucsara Mihály** (©KuM), **Lukács Balázs András** (©LBA), **Magos Gábor** (©MG), **Papp Beáta** (©PB), **Péterfalvi József** (©PJ), **Puskás Lajos** (©PL), **Rácz József** (©RJ), **Ujvári Zoltán** (©Uz), **Varga Balázs** (©VB), **Zagyvainé Kiss Katalin Anita** (©ZKKA)

Címlap-montázs:

Csóka György (SoE ERTI), **Eötvös Csaba Béla** (SoE ERTI), **Ficzere Mónika** (Egererdő Zrt.), **Ipoly Erdő Zrt.**, **Kaszó Zrt.**, **Kiss Bence** (Pilis Parkerdő Zrt.), **Kreiner Roland** (Zalaerdő Zrt.), **Nagy László** (Ipoly Erdő Zrt., OEE), **Puskás Lajos** (Dalerd Zrt.)

Kiadó: Országos Erdészeti Egyesület, 1021 Budapest, Budakeszi út 91.

Felelős kiadó: *Kiss László* elnök

Nyomdai munkák: Virtuóz Nyomdaipari Kft., Budapest

Felelős vezető: *Tolónics Gergely*

Példányszám: 7000

ISSN 2939-5682 ISBN 978-963-8251-90-9

A füzet pdf formátumban, díjmentesen letölthető az OEE honlapjáról (www.oee.hu)

Budapest 2023.

Tisztelt Olvasó!

Természeti környezetünk és az erdővel kapcsolatos igények gyors változásai, a korábbinál szélesebb látókörű felkészültséget kívánnak meg az erdészekről. Az Országos Erdészeti Egyesület kiemelt küldetése a szakmai ismeretek bővítése és az ismeretterjesztés támogatása – hivatásunk képviselői körében, emellett a társ szakterületek, valamint a nagyközönség irányában is.

Éppen egy esztendeje indítottuk útjára OEE Szaktudás Füzetek című sorozatunkat. E füzetek az Erdészeti Lapok tematikus különszámaiként, évente egy-két aktuális, friss ismereteket igénylő témakört tekintenek át. Az első füzetet *Habitat-fák és holtfa az erdőben* címmel, az OEE gödöllői Vándorgyűlésén vehettük kézbe. Második kiadványunk címe *Erdők a világban, Európában és Magyarországon*, mely Lapunk alapításának 160. évfordulójára, 2022 decemberében jelent meg.

Sorozatunk harmadik, jelen füzete nem kevésbé fókuszban álló témakört foglal össze: *Erdő és Víz. Erdészeti vízgazdálkodás* címmel, az erdő víz-vízviszonyairól és az erdei vizekkel való gazdálkodásról szól.

Az erdő és a víz számos vonatkozásban összekapcsolódnak. Egyrészt az erdő életéhez szükséges vízmennyiség a zárt erdő, egyáltalán a fás szárú vegetáció kiterjedésének egyik legfontosabb korlátozó tényezője. Ez a hatás egyre kizárólagosabbá válik a változó klímában. Másrészt az erdő is visszahat a vízviszonyokra – kiegyenlítősebbé teszi azt, csökkentve például a lefolyásban jelentkező szélsőségeket, de jelentősebb párolgásával nyáron hűvösebbé, élhetőbbé is teszi az erdei környezetet. A világ számos országában az erdőben eredő források és patakok kiváló minőségű vize adja a vízellátás megbízható bázisát. A víz tehát az erdő fennmaradásának feltétele, ugyanakkor az erdő és az erdőgazdálkodás is hozzájárul vízkészleteink jó állapotban tartásához.

Az erdőgazdálkodás is alkalmazkodik a vízviszonyokhoz, másrészt hatással is van arra. Az adott termőhely kulcsfaktora jellemzően a víz, így meghatározza az egyes fafajok telepíthetőségét, felújíthatóságát, az erdei ökoszisztéma összetételét. Megfelelő erdőművelési eljárásokkal sikeresebbé tehető az erdőállományok felújítása és nevelése, még a szárazodó klímában is. Észszerű fakitermelési módszerekkel, jól megtervezett, környezetbe illő feltáráshálózatokkal csökkenthető a felszíni lefolyás és az erózió. A hegy- és dombvidéki erdőkben a vizek megtartása, míg síkvidéki környezetben a vízpótlás lehet a jövőben az erdők megmaradásának egyik záloga. Az erdőgazdálkodó a források és erdei patakok védelmével, állóvizek létrehozásával mind-mind hozzájárul az erdei vizek élőhelyeket és az embert szolgáló, jobb működéséhez.

Csapadék szempontjából az idei tavaszra aligha lehet panaszunk. Azt azonban mindannyian tudjuk, hogy hosszabb távon ez még nem ad okot optimizmusra. Ha trendeket nézünk, akkor egyértelmű, hogy halmozódó csapadékhiánnyal kell szembenéznie az erdőknek és az erdészeknek egyaránt. Az is ismert, hogy a magyar erdők túlnyomó része többletvízhatástól független termőhelyen áll, azaz vízellátásuk szinte kizárólag az „égi csapadékra” korlátozódik. Abból pedig már régóta nincs elég. . .

A víz erdőben tartása, a vízpótlás, az erdei vizekkel való gazdálkodás ma fontosabb ügy, mint valaha volt. Erdeink egészsége, léte, ökoszisztéma-szolgáltatásai teljesülése függ ettől. A lehetőségek korlátozottak, de tennivalónk bőven van ebben a vonatkozásban is.

Bethlen Gábor erdélyi fejedelmet idézve:

„Nem lehet mindig megtenni, amit kell, de mindig meg kell tenni, amit lehet”.

Az OEE Szaktudás Füzetek 3. száma ahhoz nyújt tudást, segítséget, hogy mi, a jelenkor erdészei megtegyük, amit lehet!

Budapest, 2023. június



Kiss László

elnök

Országos Erdészeti Egyesület

1. Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben a környezetünkben bekövetkezett változások (klíma, biodiverzitás, vízkörforgalom stb.), s emiatt a társadalom részéről megnyilvánuló érdeklődés is ráirányította a figyelmet az erdők és a vízháztartás, az erdőgazdálkodás és a vízgazdálkodás közötti kapcsolatot újra-, ill. ártérítelésére. Jelen kiadvány e problémakör megvilágítása céljával is készült, erdész és erdőjáró nem erdész olvasók részére, ismeretmegújító és ismeretterjesztő szándékkal.

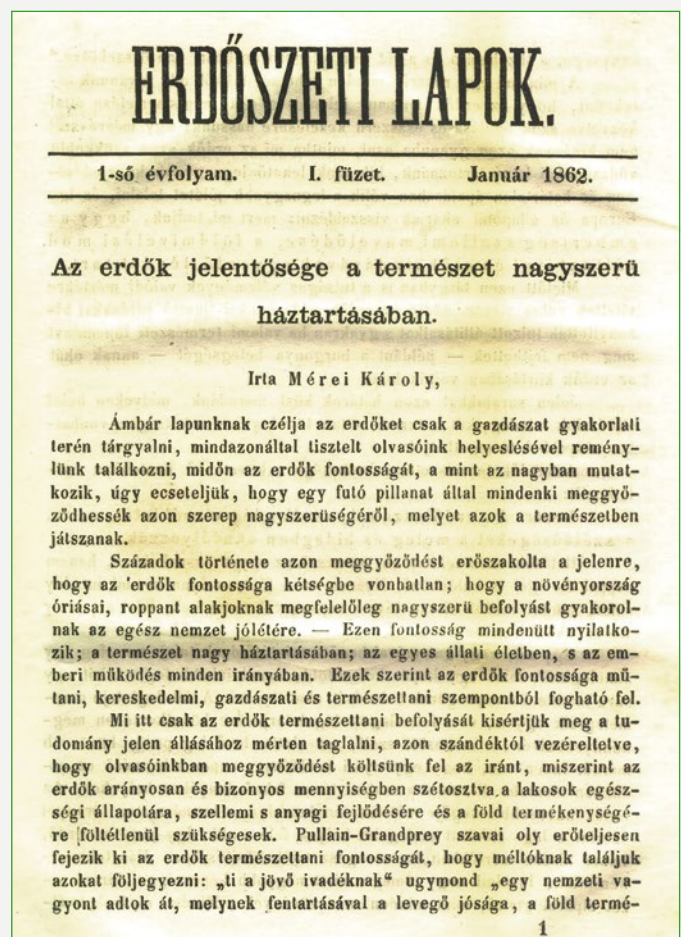
Az erdők és a vízviszonyok megismerése iránti törekvés igényét a szaklapok régi számainak írásai is jelzik. Talán nem véletlen, hogy az „Erdészeti Lapok” 1862-ben megjelent első számának első cikke, a Mérei (Wagner) Károly által publikált „Az erdők jelentősége a természet nagyszerű háztartásában” című írás, jelentős részben a vízháztartásról szól. Az Erdészeti Lapok, immár több, mint százhatvan éves története során, számos alkalommal foglalkozott az erdő és a víz kölcsönhatásával. Az érdeklődés azonban, ahogy az más dolgokkal is történni szokott, gyakran évtizedekre háttérbe szorul, majd időről időre felerősödik, leggyakrabban az erdők és az árvizek összefüggése kapcsán.

Az erdőgazdálkodó vízgazdálkodási tevékenységet is folytat, egyfelől az erdő- és vadgazdálkodási, természetvédelmi, közjóléti célú vízhasznosítások, másfelől a vizek kártételeinek mérséklése érdekében. A közvetlen tevékenységek mellett nagyon fontos az erdészeti vízgazdálkodás közvetett módon való megnyilvánulása is. Ez a vízviszonyok ismeretén alapuló alkalmazkodást jelent, és egy olyan szemléletet tükröz, aminek birtokában tudjuk, hogy a területhasználattal kapcsolatos erdészeti tevékenységeink hatással vannak a vízviszonyokra, amelyek azután természetesen visszahatnak az erdőre. Ilyen helyzetek a következők:

- Amikor erdőtervezés során, a termőhely jellemzősekor figyelmet fordítunk a talaj vízgazdálkodási (vízáteresztő, vízbefogadó, víztartó) sajátosságaira, a szivárgó vizekre, a talajvíz terepfelszínhez viszonyított elhelyezkedésére, az esetleges elöntések lehetőségére, gyakoriságára és tartósságára, akkor alkalmazkodunk a vízviszonyokhoz.
- Amikor olyan fafajt választunk, amely az adott vízviszonyokhoz jobban alkalmazkodik, mint egy másik, amely a rendelkezésre álló vízkészleteket jobban hasznosítja, mint egy másik fafaj, mert kisebb a vízigénye, kisebb a transzspirációs tényezője, akkor gazdálkodunk a vízzel.
- Amikor az erdőművelési beavatkozás során (tisztítással, gyérítéssel) befolyásoljuk a terület vízháztartását, mert csökken a növényborítottság, s ezért kisebb lesz az intercepció, nagyobb az állományi csapadékrész, s így növekedhet a beszivárgás lehetősége, akkor gazdálkodunk a vízzel.
- Amikor véghasználatkor előre látjuk egy terület elvizesedésének lehetőségét, mert drasztikusan csökken a vegetáció tömege, azaz gyakrabban és jóval nagyobb csapadékrész érheti el a talajfelszínt, s amikor e körülménnyel kalkulálunk a felújítás tervezésekor is, akkor alkalmazkodunk a vízviszonyok várható változásához.

- Amikor a földutak és közelítő nyomok kijelölésekor törekszünk az erózió mérséklésére, akkor egyben vízgazdálkodást is folytatunk, hiszen a víz okozta károk elkerülése érdekében cselekszünk.
- Amikor egy erdészeti feltáróút létesítésekor nemcsak annak víztelenítésére gondolunk, hanem arra is, hogy e vonalas létesítmények jelentősen befolyásolhatják a víz felszíni és felszín alatti lefolyását és összegyülekezését, akkor nemcsak utat építünk, hanem egyben a vízzel is gazdálkodunk.
- Amikor vizet tartunk vissza, vagy vizet irányítunk egy erdőterületen, akkor a természet értékeinek megőrzésén és gazdagításán is fáradozunk.
- Amikor elősegítjük, hogy az erdőterületen a víz a felszínen is megjelenjen vagy megmaradjon, akkor növeljük a tájpotenciált, fejlesztjük az erdők rekreációs szolgáltatásait.

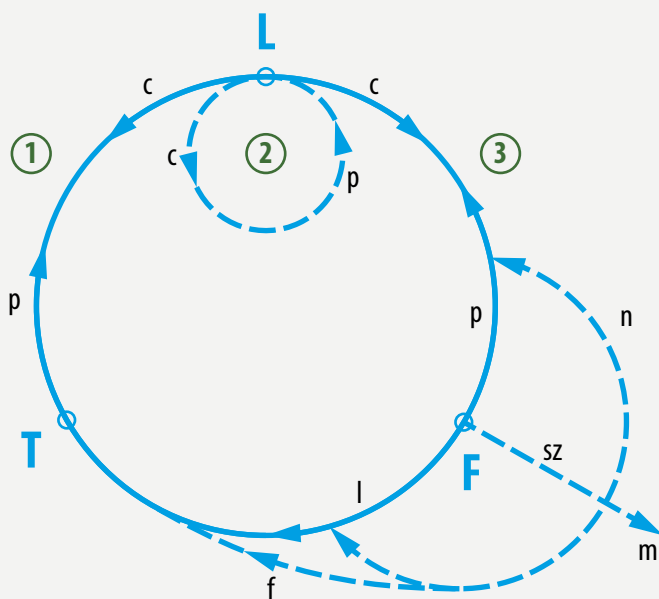
Az erdészeti vízgazdálkodás az általában vett vízgazdálkodás speciális esete, amely alapvetően az erdővel borított területekhez kötődik, ahol a vízi környezetben rejlő lehetőségek hasznosításában, a szélsőséges viszonyok elleni védekezésben, valamint a vizek, a vízkészletek védelmében és megőrzésében mutatkozik meg. Az erdészeti vízgazdálkodás továbbá magába foglalja az erdőgazdálkodást befolyásoló szempontok, megfontolások tárházát, azaz egy olyan szemléletet közvetít, amely a vízviszonyokhoz való alkalmazkodással, a vízháztartás befolyásolásával és a vizekkel való gazdálkodással közvetve, vagy közvetlenül kapcsolatos.



2. Természeti vízkörzés, vízháztartás, az erdőterület vízháztartása

A víz a természetben állandó körforgásban van, amelyet a Nap sugárzó energiája és a gravitációs vízmozgás tart fenn. A víz körforgalma a halmazállapot-változások (párolgás, kondenzáció, fagyás, olvadás), az időleges tározódások és a helyváltoztatások (páraáttranszport, felszíni lefolyás, felszín alatti szivárgás) folytonos sorozatának tekinthető.

A globális természetes vízkörzés során az óceánokból és tengerekből (T) elpárolgó (p) víz a légkörbe (L) kerül, amelyet a légáramlatok más térségek felé szállítanak. Amikor a pára kondenzálódik, a csapadék (c) nagyobb része a tengerekre hull vissza (1), kisebb része a szárazföldekre (3), s van olyan rész is, amely mielőtt elérné a felszínt, ismét elpárolog (2). A szárazföldre (F) hulló csapadék egy része benedvesíti a felszínt és elpárolog (p), más része beszívárog (sz) a talajba, harmadik része pedig a felszínen lefolyva (l) a patakokba, folyókba, s végső soron a tengerekbe jut vissza. Így zárul a körforgás. A talajba került víznek is több további útja lehetséges: források (f) formájában a felszínre bukkanhat, a vegetáció a talajból felveszi és elpárologatja (n), vagy továbbbszívároghat a mélyebb rétegek felé (m).

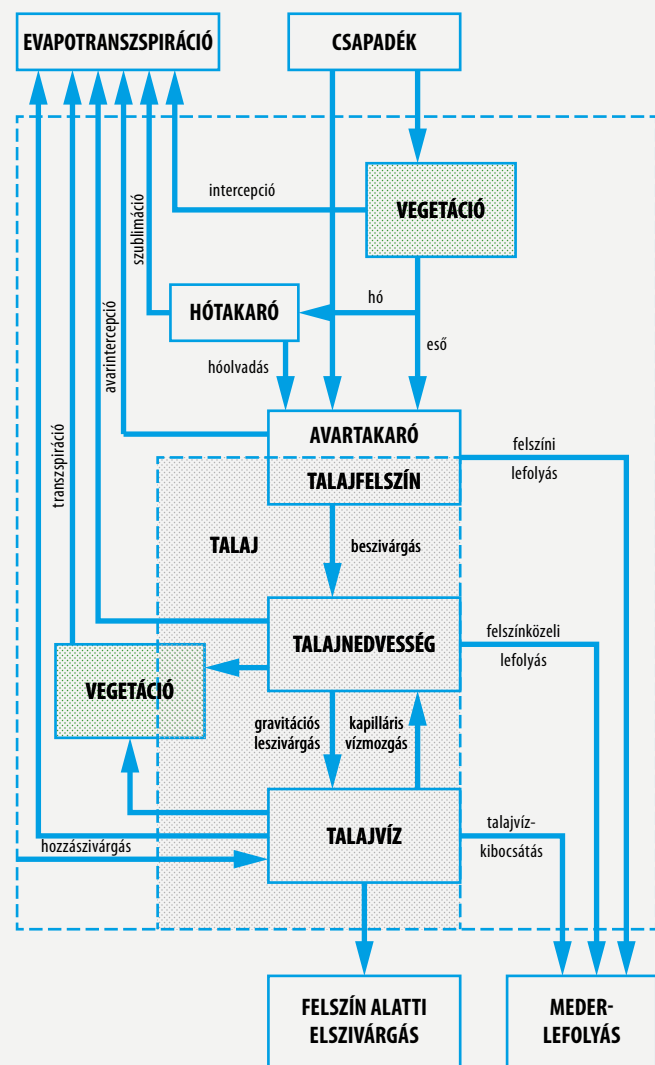


A víz globális körforgása (Németh 1954 nyomán)

A világtengerekből elpárolgó víz túlnyomó többsége visszahull a világtengerekre. A légköri áramlatok révén a szárazföldek fölé jutó rész aránya bár kevesebb, mint 10%, de a szárazföldről lefolyó vizek folyamatos pótlása vonatkozásában a jelentősége igen nagy. Ugyanis ez, a világtengerek sós vizéből elpárolgó és a szárazföldekre hulló víztömeg, amely a szárazföldi párologással és lefolyással (a folyók vízszállításával) tart egyensúlyt, jelenti a földi édesvízkészlet folyamatos megújulását. Az édesvíz aránya a globális vízkészletben ugyan mindössze 2,5%, de annak folyamatos megújulásában, a teljes globális vízkészlet részt vesz.

A vizet, mint a szárazföldi lét egyik legfontosabb feltételét tehát a természetes vízkörzés biztosítja. Ennek tér- és időbeli eloszlása alapvetően hat az adott térség „élhetőségére”, életközösségeire, az erdőkre is.

A globális vízkörzés valamely kisebb-nagyobb területen, illetve térben lejátszódó része a vízháztartás, amely a természetföldrajzi adottságoktól és a területhasználattól függően más-más sajátosságokkal bír. Az erdővel borított vízgyűjtő terület vízháztartását folyamatábrával is meg lehet jeleníteni, amelyet, mint a természeti vízkörzés részét, a különféle jellegű vízmozgások, halmazállapot-változások, valamint időleges tározódási és kiürülési folyamatok folytonos sorozatának lehet tekinteni.



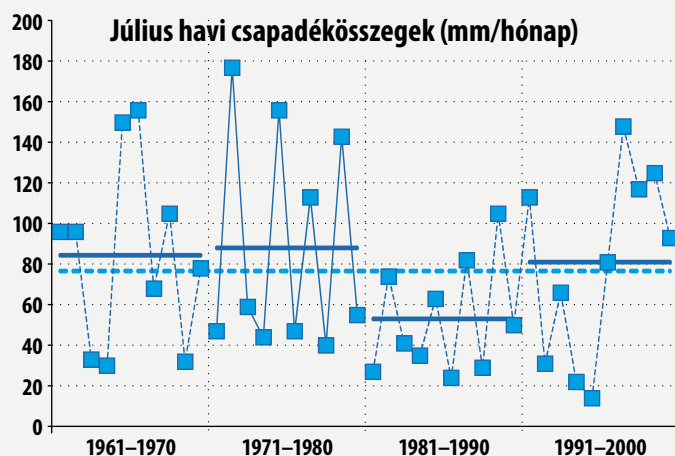
Erdővel borított vízgyűjtő terület vízháztartása (Forrás: www.oszdkd.oszk.hu)

A vízháztartás legfőbb bevétele a csapadék, amelyet némi felszín alatti hozzászívárgás egészíthet ki. A csapadék benedvesíti a vegetációt és az avart, majd beszivárog a talajba. Ha a csapadék intenzitása nagyobb a beszivárgás mértékénél, akkor felszíni lefolyás keletkezik. A felső, háromfázisú zóna nedvességének nagyobb részét a vegetáció veszi fel és párologtatja el, kisebb része továbbeszivárog a kétfázisú zóna felé. Az időlegesen tározódó talajvíz tovább mozog. Egyrészt növények veszik fel, másrészt a már nem telített háromfázisú zónába emelkedik a kapillaritás révén, harmadrészt források, szivárgók formájában jut a felszínre. A vízháztartás kiadási oldalán nagyobb súllyal a sok összetevős evapotranszpiráció áll, kisebb részben pedig a mederlefolyás, a folyamatábra szerinti három összetevővel.

2.1. Az erdő és a csapadékviszonyok

A csapadék a vízháztartási rendszer alapvető és legfontosabb bevételi eleme, amelyhez domb- és hegyvidéken a szivárgó vizek, síkvidéken a talajvizek, ártéren az időnkénti elöntések társulhatnak. A hazai erdők nagyobb része (többletvízhatástól független) kizárólag a csapadékra van utalva. Ezért a csapadékviszonyok megismerésének szükségességét erdész elődeink már régen felismerték. Először az erdészeti kísérleti állomások, majd számos erdész- és vadászház mellé telepített mérőhelyek hálózata alakult ki. Az erdészeti mérési helyek száma a kezdeti növekedést követően csökkent, de tény, hogy a múlt század közepén még volt erdészeti csapadékmérő hálózat.

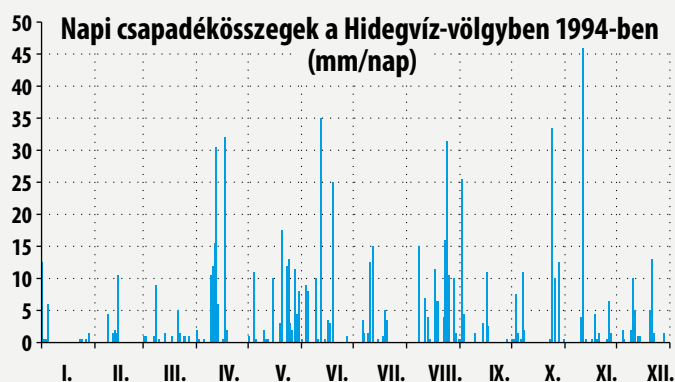
A csapadékviszonyok erdészeti célú jellemzésére leggyakrabban az évi, esetleg még a vegetációs időszak átlagos csapadékösszegeket szokás használni. Nem vitatható, hogy az egyes térségek közötti különbségeket az általában hosszabb időszakhoz tartozó átlagok is jellemzik. A középértékek mögött azonban mindig van egy változatosság, s nem mindegy, hogy az milyen jellegű, mivel a vegetáció nem az átlagos, hanem a valóságos körülmények között él. Az átlagok jelentős változatosságot „takarnak”, amely gyakran szinte megfoghatatlanul rendszeretlennek tűnhet. Mégis érdemes azokat valószínűségi vonatkozásban is elemezni, s nemcsak az évi és a havi, hanem különösen a napi csapadékok szinte hektikusan véletlenszerű adatsorait is. ➤



Július havi csapadékösszegek változatossága az átlagok mögött, Sopron térségében (Forrás: www.oszdkd.oszk.hu)

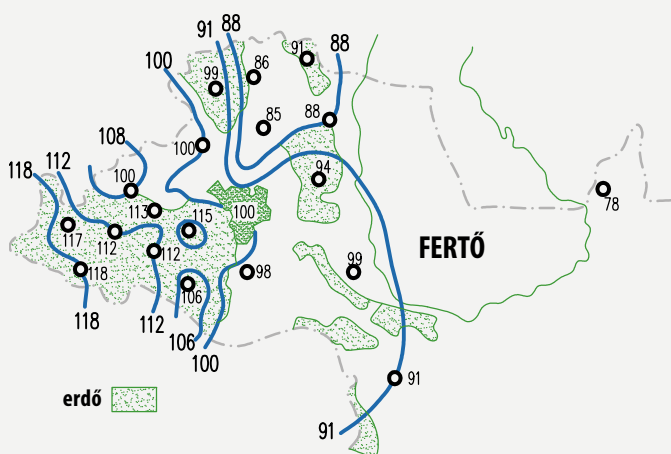
➤ Az erdészeti csapadékmérő hálózat, napi egyszeri méréssel és feljegyzéssel, a napi csapadékösszegek sokéves adatsorait produkálta, amely jó közelítéssel azonosnak vehető a csapadékesemények sokéves adatsorával. Mégsem került sor a csapadékoság részletesebb elemzésére, például az adatok nagyság szerinti eloszlásának leírására.

Az erdőterületre hulló kisebb-nagyobb csapadékesemények vízháztartási hatása meglehetősen eltérő, ugyanis az elpárolgásra, beszivárgásra és felszíni lefolyásra kerülő tételek aránya más és más. Különösen érdekes lehetne a vegetáció részére ténylegesen vízutánpótlást jelentő (a beszivárgásra is lehetőséget nyújtó) közepes és nagyobb csapadékesemények bekövetkezési gyakoriságának és előfordulási valószínűségének értékelése.



Napi csapadékösszegek változatossága egy naptári évben (Forrás: www.oszdkd.oszk.hu)

A csapadékoság nemcsak időben, de térben is meglehetősen változatos, helyenként mozaikosnak is nevezhető. Egy-egy erdőgazdálkodási térség csapadékviszonyai részletesebb ismeretének szükségességével minden bizonnyal sok szakember tisztában van, de csak kevesen voltak azok, akik ilyen elemzésekért tettek is valamit. Ilyen volt Martos András, az Erdőmérnöki Kar oktatója, aki minden nehézséggel dacolva, huszonkét csapadékmérőből álló hálózatot létesített és működtetett az 1958-62-es időszakban(!) Sopron környékén. Méréseivel a csapadékviszonyok kisebb térségekben is megmutatkozó eltéréseit igazolta, s ezzel ismételtén rámutatott az erdészeti csapadékmérő hálózat fenntartásának, sőt fejlesztésének szükségességére, valamint a mért adatok erdészeti szempontú feldolgozásának fontosságára.



A csapadékoság kistérségi eltérései Sopronhoz (100%) viszonyítva (Forrás: Martos 1965 nyomán)

Mint ismeretes, mindezek ellenére ez az erdészeti csapadékmérő hálózat megszűnt. Természetesen számos példa volt arra, hogy erdészek és vadászok, szolgálati helyeiken továbbra is lelkiismeretesen mérték és feljegyezték a napi csapadékösszegeket, amelyeket azután munkájuk során hasznosítottak.

Az utóbbi évek ígéretesnek tekinthető törekvése, hogy az Erdészeti Tudományos Intézet (ERTI) egy olyan kifejezetten erdészeti meteorológiai mérőhálózatot létesített, amely elsősorban a magas erdőszűlességgel rendelkező területeken gyűjt meteorológiai, köztük csapadékadatokat is. 2019-től működik az első 18 korszerű, elektronikus adatgyűjtővel rendelkező mérőállomás, s a további fejlesztés célja, az erdőterületi lefedettség növelése.

2.2. A lombkorona és az avar benedvesedése

Az intercepció, azaz a vegetáció és az avartakaró vízvisszatartása miatt, erdővel borított területen a talaj felszínét elérő csapadék lényegesen eltér a szabad területen mérhetőtől. A lombkorona alatt tartózkodva ez a jelenség főleg a csapadékhullás kezdetekor érzékelhető, amikor már hallani az esőcseppek koppanását a leveleken, de azok a törzstérbe még nem jutnak le. Az erdőre hulló csapadék egy része tehát nem éri el a talajt, sőt az avartakarót sem, hanem benedvesíti a leveleket, az ágakat, a törzseket, s onnan részben azonnal, a csapadékesemény alatt, részben pedig azt követően elpárolog. A csapadéknak eme visszatartott részét, mivel nem éri el a talajt, benedvesedési veszteségnek, vagyis intercepciónak nevezzük. A csapadék más része lefolyik a törzseken a fák tövéhez, további része lecsepeg a levelekről, vagy átesik a levelek között, s így éri el az avartakaró felszínét. A cserje- és lágyszárúszintnek is van hasonló hatása, de a faállományánál lényegesen csekélyebb mértékű.



A növénytakaró a gyeptől az erdőig sokféle lehet. Egy gyeptakaró kinézete, jellege közismert, mert nap mint nap felülről látjuk, tehát „rálátásunk” van a gyepre. Az erdő lombkoronájával kicsit más a helyzet, mert általában alulról látjuk. A lombkorona rétegszerű, takaró jellegét is akkor lehet jól érzékelni, ha egy mikroklima-mérőtorony, vagy egy lombkorona-tanösvény révén egy kicsit fölé kerülünk, és fentről tekintünk rá. Amikor azután lefelé ereszkedünk, s felülről bejutunk a koronatérbe, szinte kézzel fogható a lombkorona tömörsége. Erdővel borított területen a csapadék először ezzel a réteggel találkozik. Lefelé haladva, a törzstér már lényegesen szellősebb. A fotók egy középkorú bükkösben készültek, ahol a lombkorona (mintafák döntésével ténylegesen megmért) levélfelülete csaknem kilencszer nagyobb, mint az a terület, amelyen az állomány elhelyezkedik. A lombkorona és annak felülete más-más korú, fafajú és állományszerkezetű erdőkben természetesen különböző. ➤



➤ A faállomány eme csapadékmegosztó hatása kísérleti parcellákon jól mérhető, mert a lombkoronán áteső rész az állomány alatt elhelyezett kádakkal, vályúval vagy tölsérekkel gyűjthető össze, a törzseken lefolyó víz pedig törzsgallérokkal fogható fel. E kettő összegét azután kivonva a szabadtéri csapadékból, kapjuk meg az intercepció mennyiségét.

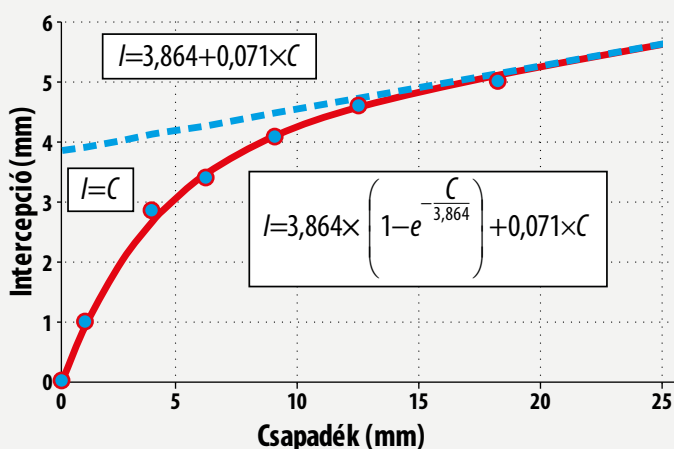
Az állományban a faegyedek magassága, lombzatának mélysége és szélessége, törzsvastagsága eltérő lehet, így a benedvesedési felület és a vízvisszatartás sem egyenletes. Ezért a lombkoronán áteső és a fatörzseken lefolyó csapadékrész meghatározásához megfelelő számú, felfogófelületű és elrendezésű mérőeszköz szükséges.



Törzsi lefolyás mérése az ERTI kísérleti területén a Mátrában (©KP)

A csapadék és az intercepció kapcsolatát számos körülmény befolyásolja, amelyeket az összefüggés számszerűsítésekor célszerű figyelembe venni. Ezek közé tartoznak a faállomány főbb jellemzői (fafaj, kor, záródás), valamint a csapadékesemények nagyság szerinti eloszlása, amely jó közelítéssel azonosnak vehető a csapadék napi összegeinek idősorával.

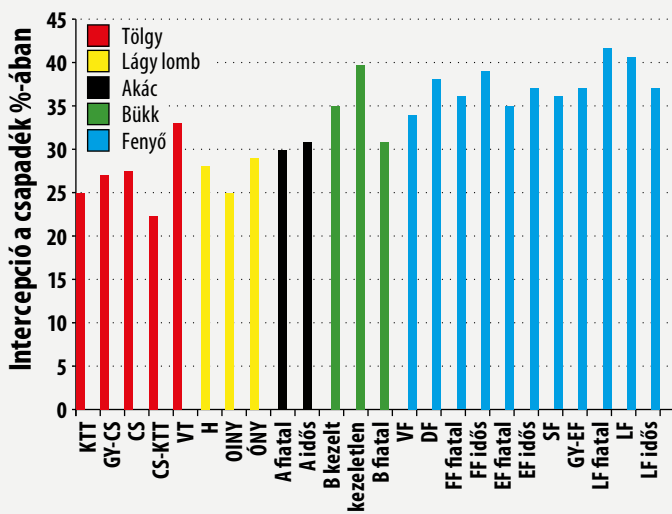
Ha különböző nagyságú csapadékokhoz gyűjtünk adatokat, akkor a csapadék és az intercepció kapcsolata matematikai formulával is leírható. A benedvesedést, vagyis a benedvesedési tér feltöltődésének folyamatát legjobban az ún. telítődési függvény írja le, mivel a folyamat kezdetben gyorsabb, azután pedig az egyre telítettebb állapothoz közelítve lassul.



Egy fiatal (20–30 éves) lucfenyves állományra felírt telítődési függvény (Forrás: www.oszkd.hu)

Ha a különféle korú és fajú faállományokra vonatkozóan rendelkezünk (kísérleti területeken meghatározott) függvényekkel, akkor a továbbiakban az aktuális csapadékadatsorokból is számítható, illetve becsülhető valamely erdőterület csapadék visszatartó hatása, vagyis az intercepció.

A hazai kutatók vizsgálatait (amelyek többnyire konkrét időszakokhoz kötődő mérésorozatok voltak) összegezve, a magyarországi erdőterületekben a lombkorona vízvisszatartása az éves csapadék 20–45%-a közötti átlagos értékeket mutat. Ez az arány a fenyőknél általában



Különféle hazai fajok vízvisszatartása a csapadék %-ában (Forrás: SOE EMK GKI)

magasabb, mint a lombos fajoknál, s nemcsak a téli, hanem a nyári időszakban is. A többszintű állományok esetében természetesen nagyobb a vízvisszatartás, mint az egyszintűeknél. Az állományjellemzők közül az intercepcióval való legszorosabb összefüggést a levélfelületi index (egységnyi termőterületre vonatkoztatott levélfelület) mutatja.

A vegetáció benedvesedésére, egyéb körülmények hatásától eltekintve, a kisebb csapadékokból ugyanannyi fordítódik, mint a nagyobbakból, azaz a kisebb csapadékoknak lényegesen nagyobb aránya fordítódik intercepcióra, a legkisebbeknek pedig az egésze. Ezért a csapadékesemények, vagy a napi csapadékösszegek nagyság szerinti eloszlása az egyik legfontosabb hidrológiai adat. Ezért a klímaváltozás miatt nemcsak a csapadék mennyiségének, hanem a csapadékesemények időbeli és nagyság szerinti eloszlásának módosulása is olyan tényező, amelynek önmagában is komoly vízháztartási következményei lehetnek.

A fajok hidrológiai szerepének különbözőségét jól szemlélteti az egyes fatörzseken lefolyó csapadék eltérő mennyisége. Vannak fajok, amelyeknek olyan az ágszerkezete, hogy a vizet a törzs felé terelik (bükk), s vannak olyanok, amelyeknek éppen ellentétes (lucfenyő). A változottságot a kéreg minősége, sima vagy durva, barázdás volta tovább növelheti. Ezért igen nagy különbség van a két faj törzsi lefolyásában. Egy középkorú bükkös fatörzsén az éves csapadéknak mintegy 10–12%-a folyik le, a hasonló korú lucosban ez a rész csak 3–4%.

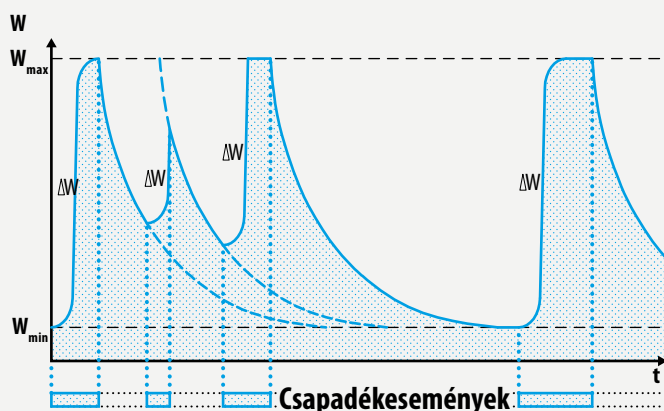
Azt lehet mondani, hogy ugyanakkora csapadékkal a két faj másképpen „gazdálkodik”, máshogyan befolyásolva saját élőhelyi körülményeit. Ennek különösen a nyári időszakban van jelentősége, amikor például egy negyvenéves, 10 m²-es koronavetületű bükk egyed, 10 mm-es csapadék során, amikor 100 liter (10 m² × 10 liter) csapadékvíz hull a lombkoronájára, akkor annak 10 százalékával, azaz 10 liter vízzel „öntözi önmagát”. A fatörzsön lefolyó vízből az avar nem sokat vesz el, az közvetlen a gyökerek felé szivároghat. Ez azért fontos, mert nyári időszakban a 10 mm-es csapadékot a lombkorona és az avartakaró szinte teljes egészében visszatartja, az avartakarón keresztül a talaj abból nem kap vízutánpótlást.

Az avarintercepció

Az intercepció fogalmán legtöbbször csupán a lombkorona vízvisszatartását szokták érteni, az avar intercepcióját sok esetben elhanyagolhatónak gondolják. Bizonyos helyzetekben ez talán valóban megtehető, de ha jobban megismerjük az avar vízvisszatartásának közegét és folyamatát, belátható, hogy az hidrológiai szempontból jelentős lehet. A lomblevelek csupán a felszínükön tárolják a vizet, szabadon állnak, így a csapadék megszűnése után (az aktuális időjárástól is függően) viszonylag gyorsan megszáradnak. Az avarlevelek azonban egymáson fekvő réteget alkotnak, s nemcsak a levelek között, hanem a „holt” levelek a belsejükben is tudnak vizet tárolni, ezáltal visszatartani az esőből.

Az avarszintben a leveleken kívül, vékonyabb gallyak, növények, gombák, szerves törmelékek, termések is találhatóak. Ezek az avaralkotók hatással vannak a szerkezetességre, ezért mennyiségük, arányuk befolyással van az avarban visszatartott és tárolt víz mennyiségére. Az avarintercepció nagysága egyébként minden olyan tényezőtől is függ, amelyek a lombkorona intercepcióját befolyásolják, hiszen azok a lombon áthulló csapadék által az avarra is hatással vannak.

A csapadék kezdetekor egy zárt állományban viszonylag kis mennyiség jut az avartakaróra, mivel először a lombkorona nedvesedik be. Ezt a szakaszt a szemléltető ábrán az alsó homorú lekerekítések jelzik. A lombfelület telítődésekor nő meg az avarra érkező vízmennyiség, amely benedvesíti a felső réteget, s az avarfelszín mélyedéseiben gyűlik össze. Ezekből a kis „víztartályokból” szivárog a víz az avarréteg belsejébe. A teljes telítettség elérése, a legbelső rétegek átnedvesedése, szintén egy lassuló vízbefogadási folyamat, amelyet az ábra felső domború lekerekítései illusztrálnak. Az avarfelszín ilyenkor szinte kisimul, de a levelek közötti kis résekben át a víz továbbszivárog a mélyebb rétegekbe, s a talajba.



Az avar benedvesedési és száradási folyamata a csapadékoság függvényében (Forrás: www.oszkd.hu)

A kiszáradás folyamata viszonylag lassú, mivel az avartakaró tömött szerkezetű, ami nedves állapotában kevésbé átjárható a szél számára, a napsugárzás is csak a felső réteget éri. Az avar száradásakor a felső réteg levelei felpöndörödnek, így csökken vagy megszűnik a kapilláris kapcsolat, s ez a körülmény az alatta lévő talaj kiszáradását is lassítja. Az avar a szerkezetessége, a talajjal való kapcsolata és a levegő páratartalma miatt soha nem szárad ki teljesen, mindig van egy minimális víztartalma.

A következő csapadékeseményig nem feltétlenül szárad ki minimális nedvességtartalmáig az avar, így az intercepció mértéke függ az előző csapadék óta eltelt időtől, valamint a napsugárzás, a páratartalom és a szél által befolyásolt száradási folyamatoktól. A vegetációs időszak is befolyásoló tényező, mivel az avar intercepció vesztesége nem nyáron, hanem tavasz elején a legnagyobb, ugyanis lombtalan állapotban nagyobb az erdő talajfelszínét elérő sugárzás és légmozgás, valamint a lombkorona hiánya miatt több csapadék érkezik az avarfelszínre.



Kocsánytalan tölgy, bükk és lucfenyő avarja (©ZKKA)

Az avarintercepció számszerűsítése nehézségekkel terhelt, mivel természetes viszonyok között az avar szoros kapcsolatban van a talajjal, a bomlása is elsősorban a talajjal érintkezve történik, ezért a talaj és avarréteg határa sem teljesen egyértelmű. További nehezítő körülmény, hogy az avar kiinduló nedvességtartalma sosem nulla, hanem minden csapadéknál más és más, a lassú száradás miatt.

Az avar által visszatartott vízmennyiség közvetlen összefüggésben van az avartömeggel. Terepi és laboratóriumi kísérleti vizsgálatok szerint az erdei avar vízraktározási kapacitása, fafajtól függetlenül, közel arányosnak vehető a lehullott avar tömegével. Hazai vizsgálatok arra utalnak, hogy legalább az évi átlagnövedék maximumának eléréséig a lombfáknál a korrallal növekszik az avar mennyisége.

A Soproni-hegységben az ERTI által 1988–1992 között folytatott mérések alapján télen (tárolási szakasz) idős kocsánytalan tölgyesben 16%, bükkösben 15%, lucosban 7% volt az avarintercepció a szabadtéri csapadékhöz képest. A május–július közötti (főfelhasználási) időszakban ezek az arányok 8, 13 és 7%-nak adódtak, a lucosban tehát ugyanannyi, mint télen. A Soproni Egyetem hidegvíz-völgyi kutatóhelyén a 2006–2008. évek vegetációs időszakainak csapadékvizsgálatai közepette az avarintercepció középkorú bükkösben 4,9–7,5%, a középkorú kocsánytalan tölgyre vonatkozóan pedig 3,3–5,0% között változott.

Az avar és a vele szoros kapcsolatban lévő humuszrétegnek igen jó a beszívóképesége, így az erdőkben, a faállomány alatt, a villámárvizeket is kiváltó felszíni lefolyás nem jellemző, helyette a jóval lassabb és mérsékelt felfelszínközeli lefolyás alakulhat ki, különösen a tartós, de nem túl nagy intenzitású nagycsapadékesemények idején.

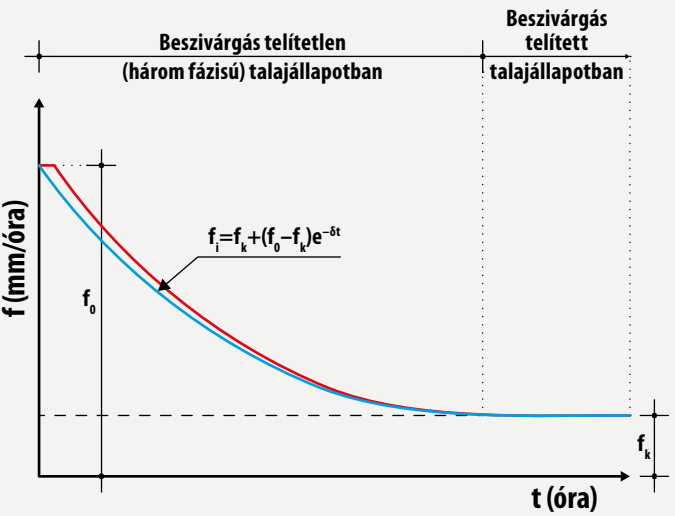
2.3. Beszivárgás és talajnedvesség

Erdőterületen a lombkorona és az avar benedvesedése és vízvisszatartása miatt, amely 8–10 mm is lehet, a talajba történő beszivárgás a csapadékhullás kezdetéhez képest csak később indul el.

A beszivárgás első fázisa a felületi beázás, a talajfelszín benedvesedése, és a víz összegyülekezése a felszíni egyenlőtlenségekben. Erdőtalajon ez a fázis hosszabb ideig tart, mint más kultúrák esetén, s a felfogott vízmennyiség a faállomány jellemzőitől (fafaj, kor, szerkezet) függően 5–30 mm is lehet.

Ezt követi a gravitációs beszivárgás, ami a nagy pórusok, repedések, a gyöker- és állatjáratok feltöltődését jelenti, amellyel egy időben, esetleg kissé eltolódva történik a kapilláris beszivárgás a kisebb járatokba és oldalirányba. A felső, háromfázisú talajréteg teljes telítődése után, a beszivárgás minimumra csökken, lassan megállapodik és gyakorlatilag egy állandó értéket vesz fel.

A beszivárgás időbeliségét az intenzitás időbeli változásával szokták jellemezni. Fedetlen területen a beszivárgás intenzitása az eső első perceiben a legnagyobb (f0), és rövid ideig állandó, mert ekkor a talaj még minden csapadékot elnyel. Az intenzitás ezt követően kezd csökkenni, amely csökkenés először közel egyenletes, majd ahogy a talaj egyre inkább telítődik, úgy az intenzitás mérséklődése is egyre inkább csökkenő mértékű, fokozatosan közelítve a teljes telítettség állapotában is meglévő szivárgási intenzitás (fk) szintjét.



Beszivárgási görbe (Forrás: www.oszkdok.oszk.hu)

A beszivárgás és a talaj legfelső rétegében kialakuló szivárgás közvetlen hatással van a vízháztartás más elemeire. Ha a beszivárgás intenzitása nagy, akkor csökken a lefolyás lehetősége, és a párolgás is csak a nedves talajfelszínről történik. Ha a beszivárgás lehetősége kisebb, akkor felszíni vízállások keletkezhetnek, amelyből nagyobb lehet a párolgás aránya és felszíni lefolyás is kialakulhat. A beszivárgás természetesen hatással van a talaj és a kőzetek vízkészleteire, a felszín alatti vizekre. A hatás a felszín közelében közvetlenebb, a mélyebb rétegekben közvetettebb, de még a nagyobb mélységekben lévő rétegvizek esetében is érvényesül.

A beszivárgás révén felszín alatti vizek keletkeznek, amelyek megnevezése és osztályozása figyelembe veszi a talajszemcsékben és a pórusokban érvényesülő erőhatásokat.

A TALAJSZEMCSÉK ÉS A VÍZ KAPCSOLATA			
RAKTÁROZÁS HELYE	ERŐHATÁS	MEGJELENÉSI FORMA	
Kőzetben		Kristályvíz	
Kőzethez tapadva	Adhéziós	Hidrátburok	Higroszkópos víz
			Hártyavíz (filmvíz)
Kőzet pórusaiban	Adhéziós kapilláris	Póruszegletvíz	
		Függővíz	
	Kapilláris	Nyílt kapilláris víz	
		Zárt kapilláris víz	
	Gravitációs	Szabad (gravitációs) víz	
		Gőz állapot	

A különféle talajok víztartó képessége meglehetősen különböző. Az avartalan állapotú hazai, löszalapközetű erdőtalaj például akár 250–300 mm csapadékot is képes tárolni 1 méteres termőrétegében. Ezzel szemben egy durva szemcséjű, kedvezőtlen fizikai tulajdonságú homoktalaj csupán 20–25 mm-t. Figyelembe véve, hogy a hazai klimatikus adottságok mellett a növények párologtatása és a talajfelszínről történő párolgás együttes napi mértéke nyáron elérheti a 7–8 mm-t, érthető, hogy a beszivárgás mellett, a talaj víztartó képessége mennyire fontos körülmény a növények számára.

A talaj víztartalma és nedvességformái állandóan változnak. A csapadékvíz beszivárgása és a felszín alatti hozzászivárgás növeli, a párolgás, a növényi vízfelvétel és a felszín alatti elszivárgás csökkenti egy adott területen a felszín alatti térrész vízkészletét. Ezekben a változásokban tehát felszín alatti vízmozgások is történnek.

A talajvíztükör helyzete a felszín és a vízzáró réteg domborzatától, valamint a vegetációtól is függ, ezért az gyakran nem vízszintes. Ilyenkor a gravitációs erő és a hidraulikus nyomáskülönbség hatására oldalirányú szivárgás jön létre.

A kapilláris vízemelés révén a talajvíztükör fölött kapilláris zóna van, amely a fás vegetáció vízfelvetele szempontjából nagy jelentőségű. A laboratóriumi kapilláris csövektől eltérően a talajban szabálytalan alakú, különböző átmérőjű, adszorpciós burokkal körülvett talajszemcsék közötti tekervényes, szűkülő-bővülő hézagok sorából álló „csőrendszer” található. Az emelkedést itt is a vízfilm nyomása, ill. a felületi feszültség hozza létre; az összetett szerkezet azonban bonyolult állapotot idéz elő. Ez elsősorban abban jelentkezik, hogy a hézagok különböző méretei miatt egyes helyeken kisebb, másutt nagyobb lesz az emelkedés. Ennek révén a kapilláris vízfelszívás után is háromfázisú marad a rendszer.

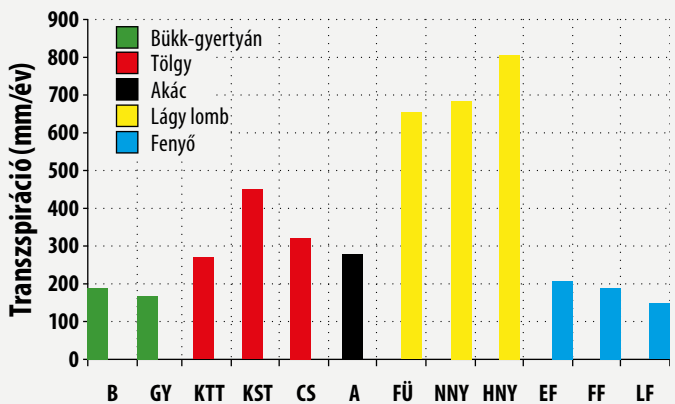
2.4. Transzspiráció

Az erdővel borított terület vízháztartásának egyik legfontosabb eleme a növényi párologtatás (más néven transzspiráció), mégis erről rendelkezünk a legkevesebb ismerettel.

A párologtatás jelensége sok vonatkozásban hasonló a párolgási (evaporációs) folyamathoz, mivel hasonló tényezők által befolyásolt, de legalább két vonatkozásban mégis egészen más. A párologtató felület nem élettelen, hanem élő növényi, többnyire levélfelület, amelynek a felületi ellenállása a páramozgással kapcsolatban sokkal lényegesebb szerepet játszik a folyamat során, mint egy élettelen felület. A másik fontos körülmény, hogy az erdő felületi érdessége, levélfelülete (levélfelületi indexe) igen nagy, ami a párologtatás mértékénél meghatározó körülmény.

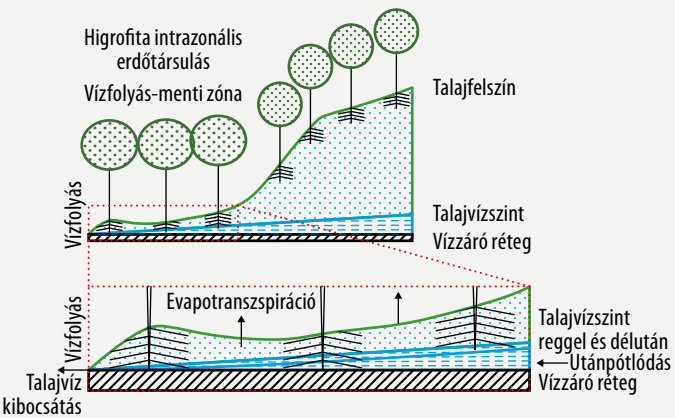
Mivel a párologtatás, mint vízháztartási elem nem mérhető, még közvetve sem, ezért a különböző kutatási programok, a transzspirációval feltehetően összefüggésben lévő jelenségek megfigyelése révén igyekeznek következtetésekre jutni. Ilyen eljárás például az ERTI által alkalmazott mérési módszer a mellmagassági kerület évközi változásainak nyomonkövetésére, mivel a növekedés és annak erője minden bizonnyal kapcsolatban van a transzspirációval, s annak intenzitásával. Egy egészen más jellegű kísérlet során a GGKI kutatói igazolták, hogy a fatörzsön mérhető elektromos potenciálkülönbségek idősora, a termometriás fanedváramlási mérési adatokhoz hasonlóan, szoros összefüggésben van a fatörzsben történő transzportfolyamattal.

ERTI-kutatások az erdőállományok évi transzspirációs vízfelhasználását a szervesanyag-termeléssel összefüggésben határozták meg. Megállapították, hogy a párás klímában tenyésztők vízfelhasználása kisebb (mivel az ő környezetükben a párolgási kényszer is kisebb), mint a száraz klímájú termőhelyeken élőké (ahol jelentősebb a párolgási kényszer). A klimatikus adottságokból adódóan a legnagyobb vízfelhasználásúak az olyan alföldi erdőállományok, melyek fennmaradásához a csapadékon kívül többletvízforrásra (pl. talajvízre) is szükségük van (ilyenek a nyár vagy a fűz). Ugyanakkor vannak olyan fafajok (erdeifenyő, feketefenyő, akác), amelyek a száraz alföldi klímában is nagyon alacsony vízfelhasználással jellemezhetők.



Egyes fafajok magyarországi transzspirációs vízfelhasználása (Forrás: Járó 1981 nyomán)

A domb- és hegyvidéki völgytalpakon tenyésztő növényzet a többletpárolgáshoz szükséges vizet a talajvízből fedezi, amely talajvíz a patakok alapvízhozamát is biztosítja. A vízfolyás menti zónában ezért nemcsak a talajvízszint ingadozása, hanem az alapvízhozam napi ritmusa is összefügg a növényi vízfelvétellel, s arányos a párologtatás mértékével.



A felszín alatti lefolyás és a transzspiráció kapcsolata a patak menti zónában (Forrás: www.oszkd.hu)

Távérzékelési adatokból is lehet vezetni olyan párolgástérképeket, amelyek alapján a fő fafajokra vonatkozó értéktartományok meghatározhatók. Ezen számértékek evapotranszpirációt (ET) jelentenek, tehát nemcsak a transzspirációt, hanem az intercepciót is tartalmazzák.

FAÁLLOMÁNYTÍPUSOK TÁVÉRZÉKELÉSI ADATOKBÓL LEVEZETETT ÉVI EVAPOTRANSZPIRÁCIÓJA (Forrás: Csáki 2020)	
FAÁLLOMÁNYTÍPUS	ET TARTOMÁNY (mm/év)
Bükkös	421–661
Tölgyes	352–634
Cseres	340–626
Akác	343–621
Nemesnyáras/ Nemesfűzes	322–664
Erdeifenyves	372–612
Feketefenyves	245–535

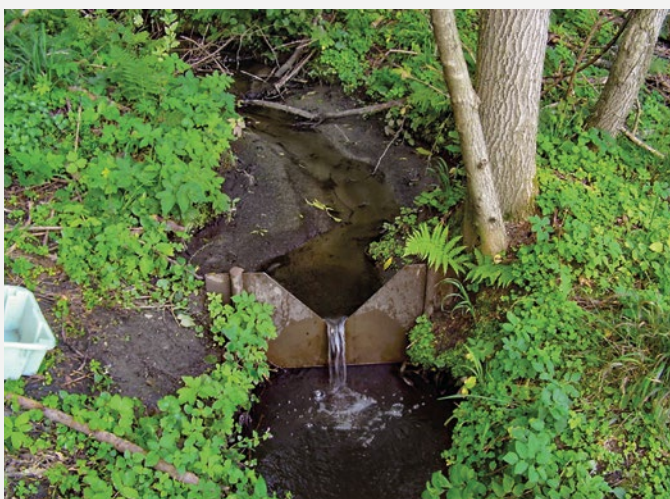
*az ET tartományok értékei az intercepciót is tartalmazzák

Az egységnyi szervesanyagképzéshez tartozó vízfelhasználás (transzspirációs tényező) vonatkozásában megállapítható, hogy az erdei fafajoknak, a faállományoknak a vízfelhasználása (170–590 g/g) lényegesen kisebb, tehát takarékosabb, mint a szántóföldi kultúráké (130–2300 g/g).

Az erdő a kiterjedt gyökérrendszere révén mélyebb talajrétegeket is feltár, és sok esetben a talajvíz fölötti, a talajvíz által folyamatosan ellátott kapilláris zónát is eléri. Így az erdő a rövidebb aszályos időszakokat, jelentős víztartaléka miatt általában könnyebben átvészeli, sőt környezetében élhetőbb klímát biztosít. A több éven át tartó száraz időszak azonban az erdő esetében is súlyos következményekkel járhat, az erdőtürsülés összetételének megváltozásához, vagy végső soron az erdő pusztulásához vezethet.

2.5. Felszíni és felszín alatti lefolyás

A vízgyűjtőkről patakmedrekben eltávozó vizek részben felszíni, részben az erdőterületekre jellemző ún. felszínközeli, részben pedig felszín alatti lefolyásból keletkeznek, amelyek együttesen mederlefolyásnak, vagy egyszerűen csak lefolyásnak nevezhetők. A felszíni és a felszín alatti lefolyás nemcsak térben és időben, de jellegükben, dinamikájukban is meglehetősen különböző folyamatok. Mérni azonban csak együttes vízhozam idősorukat lehet, amely a vízgyűjtőn történő vízháztartási folyamatoknak mintegy eredőjeként jelenik meg a patakmederben, a vízgyűjtő kifolyási szelvényében. A vízhozamok változásaiban nemcsak a csapadékjelenségek erőteljes és közvetlen hatása, hanem más vízháztartási elemek, mint a párolgás, a párologtatás, a beszivárgás, a készletváltozás lényegesen mérsékeltebb és közvetettebb hatásai is tükröződnek. E kapcsolatok jól érzékelhetők a kis kiterjedésű, néhány hektáros, illetve néhány négyzetkilométeres erdővel borított vízgyűjtőkön.



Eseti vízhozammérésre alkalmazott bukólemez (©GZ)



Vízhozamot mérő bukóláda a Rák-patak 92 ha-os mellékvölgyében, a Vadkan-árokban (©KuM)



A Rák-patak 6 km²-es vízgyűjtőjének vízhozammérő műtárgya (©KuM)

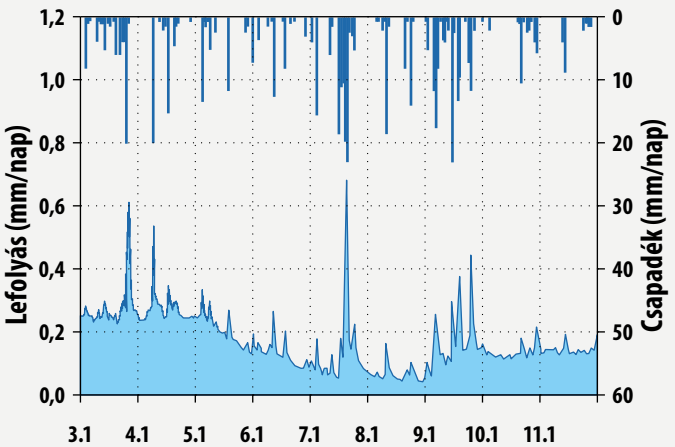


A Rák-patak 22,5 km²-es vízgyűjtőjének vízhozammérő műtárgya (©PJ)

► Erdőterületek vízháztartási sajátosságai közül legtöbbször a felszíni és a felszín alatti lefolyásra gyakorolt hatást szokták kiemelni. A tényleges vízviasszatartó képesség olyan kisvízgyűjtőkön ismerhető meg, amelyek túlnyomórészt erdővel borítottak. A 60–80 ha-os nagyságrend ilyennek tekinthető, bár már ekkora területen is vannak burkolt erdészeti utak.

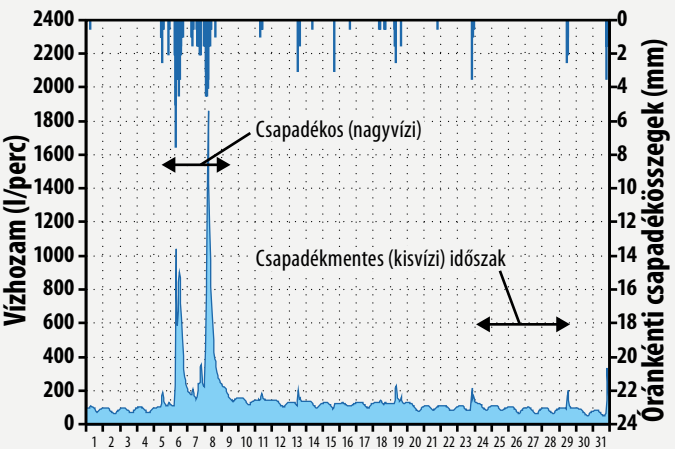
Ahogy a vízgyűjtő terület növekszik, úgy egyre több az erdészeti- és közút, épület, település, azaz növekszik a nem erdővel borított terület aránya, s ezeknek jelentős hatása van a lefolyásra. A Soproni-hegységben a Rák-patakon kialakított mérőhelysor (63 ha-os, 6 km²-es, 22,5 km²-es vízgyűjtők) alkalmas az erdő és más területek hatásának értékelésére.

Egy erdei patak éves vízjárását az alábbi ábra szemlélteti napi adatokkal. A felszín alatti lefolyásból (források és szivárgók) származó alapvízhozamnak (világoskék) van egy jellemző éves menete. Tavasszal a legnagyobb, azután ahogy csökken a vízgyűjtő felszín alatti vízkészlete, úgy csökken az alapvízhozam is. Nyár végére esetleg teljesen ki is merülhet, időlegesen ki is száradhat a patak. Ősztől drasztikusan csökken az evapotranszpiráció, a vízgyűjtő vízkészlete ismét feltöltődik, s az alapvízhozam is nő. Az alapvízhozamra rakódnak a kisebb-nagyobb csapadékok hatására keletkező árhullámok (sötétkék), amelyek többnyire rövidek, időtartamuk gyakran csak egy-két óra.



A patak vízhozamának változásai napi adatokkal bemutatva (Forrás: www.oszkdok.oszk.hu)

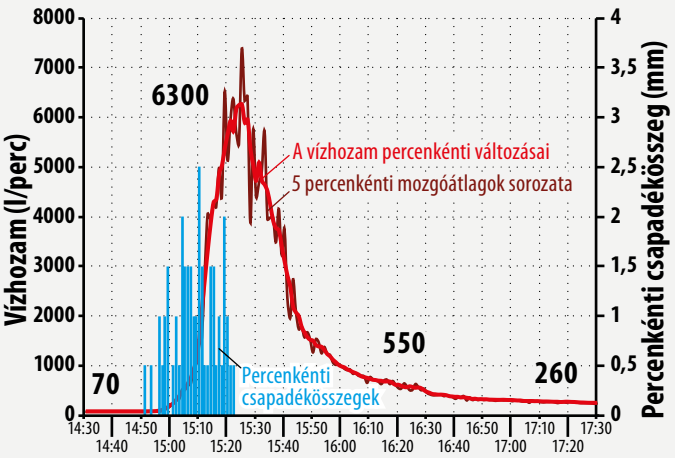
A következő ábra a vízhozam alakulását óránkénti adatokkal szemlélteti, egy nyári hónap időszakára vonatkozóan. Látható, hogy a kis csapadékokra a patak alig reagál, a nagyobb csapadékok esetén viszont a vízhozam rövid idő alatt a sokszorosára nő, de csak rövid időtartamra. Megfigyelhető az is, hogy az alapvízhozam egy napon belül nem egyenletes, csapadékmentes időszakokban is mutat egy jellegzetes napi ritmust, amely jelenségről kicsit később lesz szó.



A patak vízhozamának változásai egy hónap alatt, az óránkénti adatokkal szemléltetve (Forrás: www.oszkdok.oszk.hu)

Az erdőterület vízvisszatartását a teljes egészében erdővel borított kisvízgyűjtők példáján lehet jól bemutatni. Az első eset, az egyik fotón már említett 63 ha-os Farkas-árokban, egy 29,5 mm-es csapadék fél óra alatt hullott le, amely esemény megfelel egy zivatarnak. Kisvízgyűjtőn az összegyűlekezés gyors, különösen egy ilyen heves csapadék hatására, mint amelyet az ábra is szemléltet. A patak vízhozama rövid idő alatt

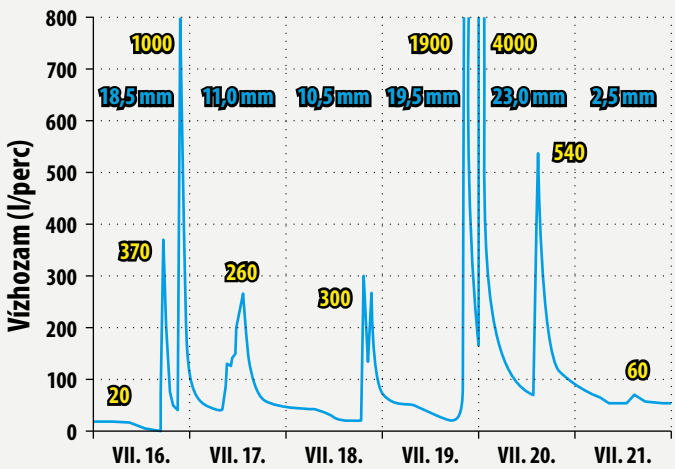
megemelkedik a korábbiak csaknem százszorosára, de az árhullám szinte ugyanolyan gyorsan véget is ér. Az egésznek az időtartama alig 1 óra. A 63 ha-os vízgyűjtőre hulló csapadék 18 585 m³ víznek felel meg. Az árhullám térfogata 179 m³, azaz kevesebb, mint a csapadék 1%-a. Az erdőterület a csapadék 99%-át visszatartotta.



Egy 29,5 mm-es záporoszerű csapadékesemény által keltett árhullám (Forrás: www.oszkdok.oszk.hu)

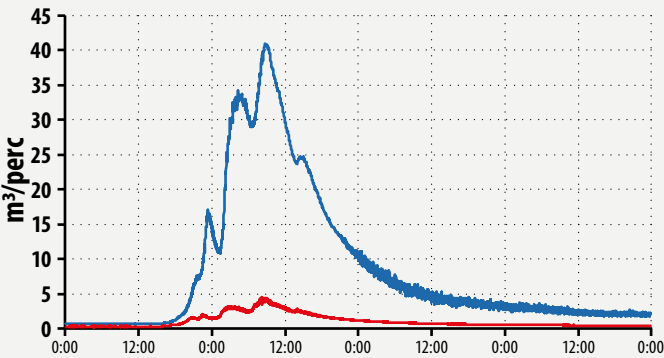
A másik példa egy meglehetősen csapadékos ötnapos időszak, amely alatt összesen 85 mm csapadék hullott, tehát szinte egy egész havi mennyiség. Ez sem az a bizonyos „százévente egyszer előforduló” rendkívüli eset, amikor egy nap alatt hull le ennyi, de azért nem tekinthető mindennaposnak sem. A 63 ha-os, tehát kis kiterjedésű vízgyűjtő terület és a rövid időtartamú csapadékesemények miatt az egymást követő árhullámok többnyire különállók. Ha közel vannak egymáshoz, akkor az egymásra rakódó hatás érzékelhető, s a tetőző hozam ekkor lényegesen nagyobb, a nyári alapvízhozam kettőszázszorosa is lehet.

Az előző példához hasonló módon meghatározva a vízgyűjtő területre hulló csapadék mennyiségét, valamint az árhullámok víztérfogatát, megállapítható, hogy az erdővel borított vízgyűjtő terület ebben az esetben is visszatartotta a csapadéknak csaknem 99%-át. A vízvisszatartó képesség tehát óriási, de nem korlátlan. Ha ez a 85 mm csapadék nem öt nap alatt, hanem egyetlen napon esik le, ami nem túl gyakran, de azért előfordulhat, akkor a vízvisszatartó képesség is más, akkor is igen-igen jelentős, de százalékos értéke kisebb, a lefolyás mértéke pedig sokkal nagyobb.



Többnapos, összesen 85 mm-es csapadék által keltett árhullámsor (Forrás: www.oszkdok.oszk.hu)

A harmadik példa esetében változó intenzitással, kis csapadékszünetekkel, de az egy tömbben lehullott 68 mm-es csapadékesemény hatására jelentős árhullám keletkezett a Soproni-hegységben lévő Rák-patakon. A 95 ha-os részvízgyűjtő és az azt is magába foglaló 600 ha-os nagyobb vízgyűjtő vízhozammérő műtárgyai által regisztrált adatok szerint hasonló alakú árhullámok keletkeztek.



Egy 68 mm-es nagycsapadék okozta árhullám (Forrás: www.oszkdok.oszk.hu)

A lefolyás és a csapadék m³-ben kifejezett mennyiségeinek aránya a 95 ha-os vízgyűjtőn:

$$\alpha = \frac{L}{C} = \frac{2\,572}{64\,600} = 0,04$$

A lefolyás és a csapadék aránya a 600 ha-os vízgyűjtőn:

$$\alpha = \frac{L}{C} = \frac{34\,580}{408\,000} = 0,08$$

Ez az eset jól érzékelteti, hogy a csapadékmennyiség és a vízgyűjtő terület (és az egyéb területek) növekedésével nő a lefolyási tényező (95 ha-on 4%, 600 ha-on már 8%), de a csapadék visszatartott mennyisége is jelentősen növekszik. A 600 ha-os vízgyűjtő vízvisszatartása, a csapadéklefolyás (408 000–34 580=373 420 m³) mennyisége szinte elképesztő.

Fontos sajátosság az is, hogy a hatszor nagyobb vízgyűjtőn az árhullám legnagyobb magassága tízszeres különbséget mutatott. A lefolyásra kerülő rész növekedésének alapvető oka, hogy a vízgyűjtő növekedésével egyre nagyobb részt és arányt képviselnek a nem erdővel borított területrészek, amelyekről a lefolyás mértéke akár 90–95%-os is lehet. A vízfolyáson lefelé haladva, a vízgyűjtőn már településrészek és egyre több burkolt felület van, így a lefolyási arány tovább nő, amelynek következtében ún. „villámárvizek” keletkezhetnek, amelyekről egy későbbi fejezetben lesz szó.

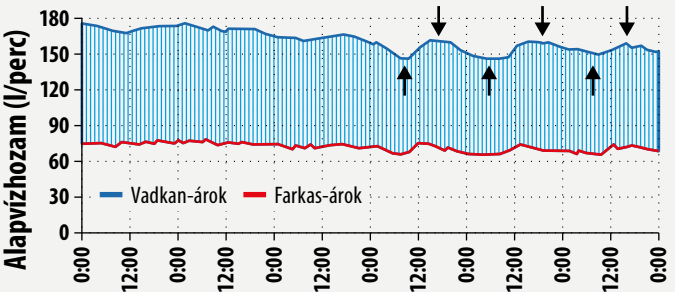
Az erdei patak alapvízhozama

Az erdei patakon gyakrabban vannak kisvízi időszakok, mint nagyvizek, s mivel erdővel borított terület vízháztartásáról van szó, ezért szólni kell egy olyan sajátosságról, amely talán kevésbé ismert, de szintén az „erdő pozitív vízgazdálkodására” utal. Az egyhónapos időszakot óránkénti adatokkal bemutató ábrán jól látható, hogy amikor nem esik az eső, az alapvízhozam nemcsak egy csökkenő tendenciát mutat, hanem egy határozott napi ritmus is érzékelhető.

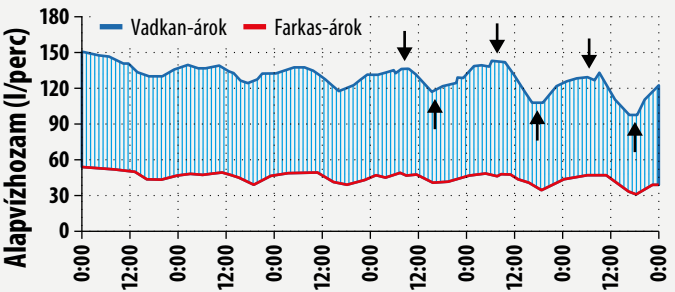
Az alapvízhozam a felszín alatti vízkészletből ered, amelynek felszínre bukkanását több körülmény is befolyásolja, például a hőmérséklet. Tél végén, amikor a hőmérséklet nulla fok körül ingadozik, akkor a felmelegedéssel növekszik, a lehűléssel csökken az alapvízhozam. A következő ábrán a 63 ha-os Farkas-árok és a 95 ha-os Vadkan-árok (Soproni-hegység) vízhozam időszora látható, amelyeken délelőtt hullámvölgyek, délután hullámhegyek mutatkoznak. Ez az alapvízhozam napi ritmusának ún. téli típusa.

Tavasszal, amikor a vegetáció életműködése fokozódik, egy ezzel éppen ellentétes ritmus alakul ki, délelőtt a reggeli órákban tapasztalhatók a maximumok, és délután a minimumok. Ennek okát az erdővel borított terület vízháztartási rendszerében lehet megtalálni. Arról van szó, hogy a felszín alatti vízkészlet nemcsak az alapvízhozam táplálására fordítódik, hanem ugyanezt a készletet használja a patak menti vegetáció is. Az alapvízhozam napi ritmusában a vegetáció életműködésének, a transzspiráció és az azzal kapcsolatos növényi vízfelvétel napi ritmusa tükröződik vissza.

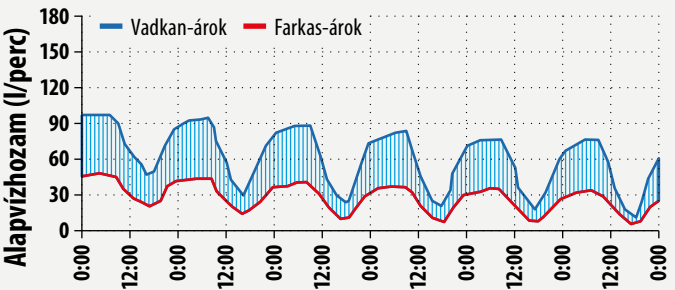
Ez a ritmusosság a nyár felé haladva egyre erőteljesebb. Csapadékszegény meleg időszakban az is előfordulhat, hogy a délutáni órákban a vízhozam minimuma eléri a nulla szintet (ábrán az x-tengelyt), s ilyenkor a patak „kiszáradt” képet mutat. Másnap reggelre azonban a patak vize akkor is „visszatérhet”, ha közben egyetlen csepp eső sem esett.



Az alapvízhozamnak a hőmérséklet által befolyásolt napi ritmusának téli típusa (Forrás: www.oszkdok.oszk.hu)



Az alapvízhozamnak a vegetáció által befolyásolt napi ritmusának nyári típusa (Forrás: www.oszkdok.oszk.hu)



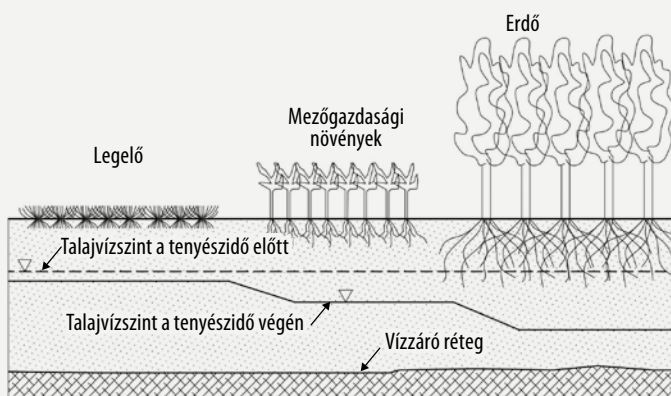
Erőteljes napi ritmus csapadékmentes, meleg nyári időszakban (Forrás: www.oszkdok.oszk.hu)

2.6. Talajvíz

A hazai síkvidéki területeken, valamint a domb- és hegyvidéki völgytalpakon található erdőtársulások életében a talajvíznek, mint többletvíznek, igen nagy jelentősége van. Az erdőössztyepp klímájú magyar Alföldön a csapadékmennyiség ugyanis önmagában nem elegendő a vízigényesebb fafajú állományok számára, így azok a fokozott párologtatáshoz szükséges vizet a legtöbb esetben csak a talajvízből pótolhatják. Az erdők fennmaradása, különösen az egyre melegedő és szárazodó klimatikus viszonyok között, nagymértékben függ ettől a vízforrástól. Ezért fontos tudni, megismerni, hogy a síkvidéki termőhelyeken található erdők milyen körülmények között és milyen mértékben képesek a talajvíz felvételére és hasznosítására.

A fás vegetáció mélyre hatoló gyökérzete és fokozottabb vízfelvétele révén többnyire jobban csökkenti maga alatt a talajvíz szintjét, mint más vegetáció formák. Megjegyzendő azonban, hogy vannak más növények is (pl. a szőlő), amelyek a gyökérzetükkel szintén képesek igen mélyre hatolni.

Hazai síkvidéki területeken az erdők alatt a vegetációs időszakban a talajvízszint általában 0,4–0,6 méterrel alacsonyabban található, mint a szomszédos mezőgazdasági kultúrák alatt. Az idősebb faállományok hatása nagyobb, mint a fiatalabbaké. Az erdők talajvízszintre gyakorolt hatása természetesen csak akkor érvényesülhet, ha a fák gyökérzete, gyökérzónája kapcsolatban van a talajvízrérral, illetve a fölötté lévő kapilláris vízemeléssel átmedvesedő réteggel.

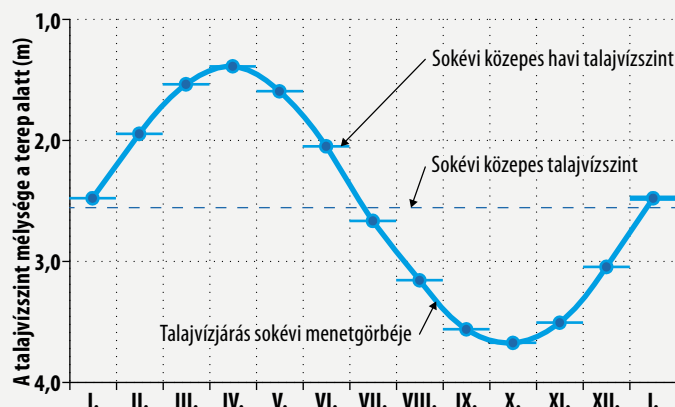


A talajvíz szintje vegetációs időszakban a különféle növényársulások alatt
(Forrás: www.oszkd.hu)

Az erdők alatti alacsonyabb talajvíztükör (lokális depresszió) a talajvíz odaáramlását váltja ki, azaz az erdő alatti talajvíz felszín alatti utánpótlást is kap. Az erdő és a szomszédos területek közötti talajvízszint-különbség a nyugalmi időszakban kiegyenlítődik, vagy legalábbis mérséklődik.

A vegetáció talajvíz-felhasználása manapság, ahogy a 2.4. alfejezetben is említésre került, távérzékelési alapú párologástérképek révén is kimutatható, hiszen a síkvidéki (de nem hullámtéri) erdőterület párologása többéves időtávot tekintve meghaladja a területre hulló csapadék mennyiségét, ami egyértelműen a talajvíznek, mint többlet vízforrásnak a felhasználását bizonyítja.

A talajvíz mindenkori szintjét felfoghatjuk egy mérleg eredményeként. A „bevételi oldalt” a leszivárgó csapadék, és az adott területre felszín alatt (a felszínnel párhuzamosan, vagy a mélyebb rétegekből) odaáramló vízmennyiség alkotja. A „kiadási oldalon” a talaj párologása, a növényzet vízfelvétele és párologtatása, valamint az esetleges eláramlások összege áll. A bevételek és a kiadások sem állandók, így az egymáshoz viszonyított arányuk is folyamatosan változik s egy sajátos, évszakos jellemzőkkel bíró, éves ciklusú talajvízszint-dinamika alakul ki.



Az évszakos talajvízjárás (Forrás: www.oszkd.hu)

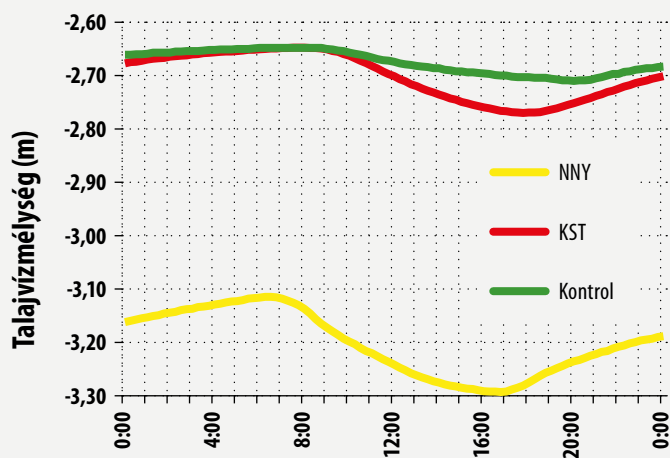
Ősztől a vegetációs időszak kezdetéig visszatöltődés jellemző, mivel ekkor a nyugalmi időszak párologást meghaladja csapadék mennyisége, még akkor is, ha az nem túl sok. Tavasszal viszont a növényzet jelentősebb vízfelhasználása miatt a folyamat megfordul és a vegetációs időszak végéig csökkentő talajvízszinteket lehet megfigyelni.

Az előbbieknél megfelelően a szezonális ingadozás egy áprilisi maximummal és egy októberi minimummal jellemezhető. Ehhez igazodik a hidrológiai viszonyok erdőszeti megnevezése is, amelynek során négy kategóriát a talajvíz áprilisi szintje alapján definiálnak. Megjegyzendő, hogy bár a hidrológiai kategóriák is „től-ig sávokat” jelentenek, az áprilisi talajvízszint mellett hasznos lehet a vegetációs időszak vízsztintváltozás ismerete is.

A hidrológusok az évszakos hullámozás miatt alkalmazzák a „hidrológiai év” fogalmát, amely november 1-től tart a következő év október 31-ig, mert általában és jó közelítéssel november elején végződik a talajvíz kiürülési (csökkenési), s ekkor kezdődik a feltöltődési (növekedési) időszak.

A növényzetnek, különösen a mélyebb gyökérzettel rendelkező erdőnek a hatása a talajvíz-dinamikára, nemcsak szezonális, hanem napi jellegzetességet is mutat. Ez a napi ingadozás igazolja a vegetáció talajvízfelvételét és információt is nyújt annak mértékére. Ugyanis a napi ingadozás mértéke szoros összefüggésben van a talajvízfelvétellel és a párologtatással. Érdemes még megjegyezni, hogy a napi talajvízszint-ingadozás lehetőséget nyújt a terület talajvíz-utánpótlódásának a meghatározására is.

A napi ingadozást felhasználó módszerekkel Magyarországon az elmúlt évtizedben néhány erdőállomány talajvízfelvételének becslését elvégezték. A becslések alapján az erdő és a szomszédos mezőgazdasági területek talajvíz-felhasználása között természetesen egyértelmű a különbség. Erdészeti vonatkozásban érdekesebbek a fajok közötti eltérések. A Nagyalföldön több, mint 20 talajvízkút napi ingadozást mutató adatainak elemzése alapján az akácoknak viszonylag alacsony volt a talajvíz-felhasználása (átlag: 0,4–1,0 mm/nap), míg a nyárasoké lényegesen magasabb értéket mutatott (1,7–6,0 mm/nap). Ezekhez képest a kontrollterületek lágyszárú vegetációja nem, vagy alig használt fel talajvizet, mivel annak szintje jóval a gyökérszínük alatt volt.



Jellemző napi talajvíz-dinamika különböző növényzettípusok alatt a vegetációs időszakban (Forrás: SOE ERTI)

Illusztrációként nemesnyáras, kocsányos tölgyes és egy kontroll mezőgazdasági kultúra alatti napi talajvízszint-ingadozás mértéke látható, a talajfelszíntől elég nagy mélységben. Az ingadozás amplitúdója szemlélteti a különbséget.

Az előbbiekkal is összefüggésben többször felmerült már, szinte vádként, hogy az Alföldi erdőtürelések vízfogyasztása okozza a Duna–Tisza köze kiszáradását. Számos szakcikk és konferencia foglalkozott a témával. Mértékadónak tekinthető megállapítások szerint azonban, a felszínborítás változásának hatása (beleértve az erdőterületek növekedését is) nem meghatározó, maximum 10%-ot jelent az egyéb okok, mint a csapadékviszonyok, a vízfolyás-szabályozás, a rétegvíz-kiemelés, a talajvízkutak sokasága stb. mellett.

Az erdészeti célú talajvíz-megfigyeléseket (a vízügyi ágazatot megelőzve) az 1900-as évek elején, Roth Gyula professzor javaslatára indították el. A kezdeti erdészeti talajvíz-megfigyelő hálózatot Ijjász Ervin munkássága révén továbbfejlesztették. A hálózat mérési eredményeit tudományos igényességgel dolgozták fel és értékelték. Már akkor javasolták a talajvízjárás vizsgálatát is, azaz a különféle vízszintek előfordulási gyakoriságának és tartósságának elemzését. Számos helyen és alkalommal hangsúlyozták eme többletvíz jelentőségét az alföldi erdőgazdálkodásban, s ezért a talajvízzel kapcsolatos hosszú távú adatgyűjtés és adatfeldolgozás szükségességét. Az ERTI évtizedek óta foglalkozik a talajvizekkel kapcsolatos kutatásokkal, amelynek jelen megnyilvánulása, a megújított erdészeti talajvíz-monitoring hálózat működtetése és fejlesztése.



„Talajvíz-megfigyelő hely” Kecskemét közelében a homokon (©KP)

3.1. Hidrológiai kategorizálás

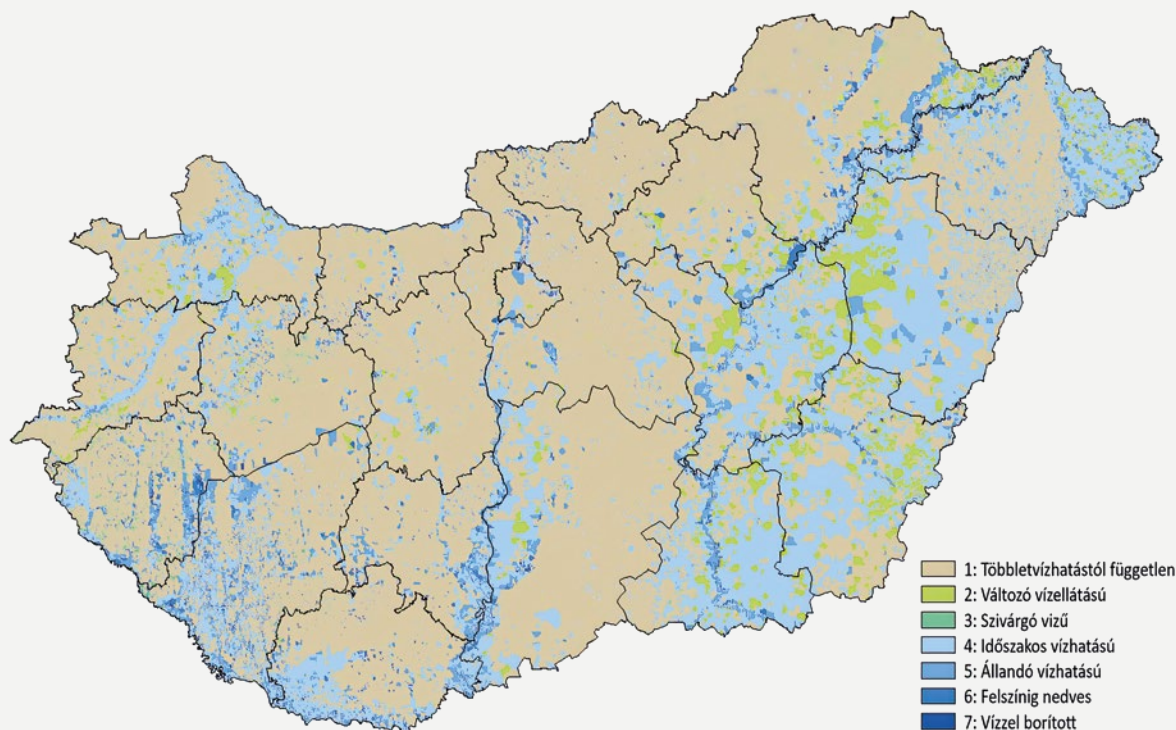
Az erdészeti hidrológiai kategorizálás a vízháztartás bevételi lehetőségei szerint tesz megkülönböztetéseket, és természetesen a fás vegetáció szempontjából, azaz alapvetően a gyökérzónára vonatkozóan foglalkozik a hidrológiai viszonyokkal. A csapadék, mint vízbevétel, különféle mértékben, de minden térséget érint. Sok helyen csak a csapadék jelenti a vízbevételt, de vannak területek, ahol a felszín közelében szivárgó vizek, a terepfelszínen összegyülekező vizek és talajvizek is lehetnek. Ez alapján négyféle vízhatás nevezhető meg, melyek érvényesülése révén a hidrológiai viszonyokat hét kategóriába lehet sorolni.

- „Többlet vízhatástól független” (VFLEN) a termőhelyek többsége, amelyeknek növényzete kizárólag a csapadékra és a talaj vízkapacitásából felvehető vízre van utalva, tehát többletvíz semmilyen más forrásból nem áll rendelkezésre.
- A „Változó vízellátású” (VÁLT) termőhelyek azok, ahol a felszínhez viszonylag közel lévő többé-kevésbé vízzáró, vagy gyengén vízáteresztő réteg víztorlasztó hatása miatt a hóolvadás és a nagyobb esők vize a felszín mélyedéseiben, vagy a talaj felső rétegében időszakos víztöbbletet jelent. E kategóriát az üzemtervekben nehéz nevesíteni, ha eme adottság nem egy térségre (pl. Cseri talajok), hanem csak kisebb területekre jellemző.
- „Szivárgó vízű” (SZIV) területek domb- és hegyvidéken találhatók, a lejtők lábánál, a völgyekben a meredekebb oldalak alatti enyhe lejtésű sávokban, az erdei patakokat kísérő alacsony fekvésű zónákban, ahol a magasabb térszínek felől szivárgó víz a felszín közelébe emelkedik. Az üzemtervekben ritkán nevesítik, mert többnyire csak kis részét jelentik egy-egy erdőrészletnek.

A talajvizek az elérhetőség szempontjából, vagyis a terepfelszíntől mért helyzetüktől függően további négy kategóriát alkotnak, a legalább 10–15 éves talajvíz-megfigyelési adatsor alapján meghatározott áprilisi közepes talajvízszint talajfelszíntől való mélysége szerint.

- „Időszakos vízhatású” (IDŐSZ) termőhelyen a többletvíz csak időszakosan, a tenyészidőszak első harmadában jelentkezik. Az időszakos többletvíz az áprilisi átlagosan 150–220 cm közt levő talajvízből származhat. Az évi talajvízszint-ingadozás 60–100 cm között változik.
- „Állandó vízhatású” (ÁLLV) termőhelyek azok, amelyeken a többletvíz állandóan biztosítja a fák gyökereinek vízzel való ellátását. Állandó vízhatást jelentenek az áprilisi átlagosan 80–150 cm közötti talajvízszintek.
- A „Felszínig nedves” (FELSZ) termőhelyeken az áprilisi közepes talajvízszint 50–80 cm között van, de az átlagosnál nedvesebb években a víz időlegesen akár a felszínig is emelkedhet.
- „Vízzel borított” (VÍZB) kategória az üzemtervekben ritkán fordul elő, mivel ezek a területek a gyakori és tartós felszínig nedves, vagy vízzel borított állapot miatt, már nem alkalmasak erdőgazdálkodásra.

A talajvíz felszín alatti mélysége nemcsak a felszín alatti vízháztartási viszonyoknak, hanem természetesen a terepfelszín alakulásának is függvénye. A mélyebb fekvésű területeken és a terepmélyedésekben a talajvíz szintje általában közelebb van a felszínhez. Erre is tekintettel kívánatos a terepfelszín ismerete, szintvonalas térkép révén.



3.2. Vízgazdálkodási fokok

Egy adott élőhely vízgazdálkodási tulajdonságaira nemcsak a hidrológiai adottságok, hanem számos más körülmény is hatással van. Ilyenek a domborzat és a kitettség, amelyek befolyásolják a mikroklímát, különösen a légnedvesség alakulását. Fontos a termőtalaj mélysége, összetétele, szerkezetessége, kémhatása stb. A hidrológiai adottságok, vagyis a csapadék, a szivárgó víz, az előntések és a talajvíz mérhetők. A termőhely vízgazdálkodására ható egyéb tényezők hatásait, s különösen az együttes hatást nem, vagy csak igen körülményesen lehetne mérni, értékelni és kategóriákba sorolni.

A termőhely vízgazdálkodásának értékelése tehát, a mérhető hidrológiai adottságok mellett, csak indirekt módon valósítható meg, nevezetesen ama régi felismerés alapján, hogy az adott élőhely vízviszonyait, szó szerint a leglátványosabban, az ott lévő növényzet, s annak összetétele tükrözi, különösen, ha az hosszabb ideje zavartalan.



Erdei madársóska (*Oxalis acetosella*) (©KP)



Szagos müge (*Asperula odorata*) (©KoM)



Medvehagyma (*Allium ursinum*) özön bükkös alatt (©KoM)

Ahogy az adott helyen tenyésző növények morfológiai adottságaiból lehet következtetni a szárazságtűrő, illetve nedvesséigényes jellegükre, hasonló módon lehet a növényzet alapján értékelni az adott termőhely vízviszonyait is, azaz szárazabb, vagy nedvesebb jellegét. Ez a megkülönböztetési lehetőség, egyebek mellett, a hazánkban meglehetősen nagy részarányt képviselő „többlet vízhatástól független” hidrológiai kategória némi tagolására is alkalmas.

Az erdészeti gyakorlat nyolc vízgazdálkodási kategóriát különített el, négy száraz és négy nedves fokozatot.

VÍZGAZDÁLKODÁSI FOKOZATOK			
1.	szélsőségesen száraz	„szsz”	hiperxerofil
2.	igen száraz	„isz”	ultraxerofil
3.	száraz	„sz”	xerofil
4.	félszáraz	„fsz”	szubxerofil
5.	üde	„ü”	mezofil
6.	félnedves	„fn”	szubhigrofil
7.	nedves	„n”	higrofil
8.	vizes	„v”	ultrahigrofil

A különböző fafajú erdőtársulásokhoz a vízgazdálkodási fok szűkebb, vagy szélesebb tartománya rendelhető. A fokozatok közötti elkülönítést a lágy szárú növények, mint „jelző fajok” segítik, egy-egy fokozatban akár több faj megnevezésével, és esetenként különbséget téve a talaj kémhatása szerint is. A rendszer illusztrálására az alábbi táblázat a bükkösök erdőtípusaihoz rendelhető „típusjelző” lágy szárú növényeket sorolja fel.

BÜKKÖSÖK „TÍPUSJELZŐ” LÁGY SZÁRÚ NÖVÉNYEI			
2.	isz	<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Dicranum-Polytrichum</i>	
3.	sz	<i>Luzula albid</i> a (acidofil), <i>Melica uniflora</i> (bázifil)	
4.	fsz	<i>Carex pilosa</i> , <i>Asperula odorata</i>	
5-6.	ü-fn	<i>Oxalis acetosella</i> , <i>Mercurialis perennis</i>	
6.	fn	<i>Aegopodium podagraria</i> , <i>Allium ursinum</i>	
7.	n	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Athyrium filix-femina</i> , <i>Impatiens noli-tangere</i> , <i>Lunaria rediviva</i>	

Az elmúlt évben kiadott, a hazai erdészeti tudományok és kutatások történetét összefoglaló kötet is foglalkozik az erdőtípológia szemléleti és gyakorlati vonatkozásaival, kialakulásával, „fénykorával” és jelenével. Sajnálatos, hogy a lágy szárúak ismeretére alapuló tipológia, s azzal együtt a vízgazdálkodási fok jelentősége csökkent a gyakorlatban, annak ellenére, hogy az jól illeszkedne a napjainkban egyre hangsúlyosabb ökológiai elvárásokhoz.

3.3. Hullámtéri hidrológiai kategóriák

Ártereken a vízviszonyok jelentősen eltérnek más térségektől, mivel a vízfolyás időnként elönti azokat és vízzel itatja át a talajt. A természetes ártér az árvízvédelmi gátak megépülése után, hullámtérre és mentett oldali ártérre különült el. A csapadék mellett a többletvíz hullámtéren az elöntések és az így feltöltődő talajvízkészlet, valamint a mederben (középvízi meder) maradó vizek mindenkori szintjétől függő oldalirányú talajvíz utánpótlódás adja. A mentett oldalon, a töltéshez közeli sáv is részesül többletvízből, az árhullámokból a talajban oldalt szivárgó vizek révén. A folyó vízállás-ingadozását a jó vízvezető, mélyen fekvő homokréteg pár nap vagy hét késéssel akár 0,5–1 km távolságra is közvetíti. A többletvízhatás mértékét hullámtéren a talaj magassági fekvése, a mentett oldalon a talaj oldalirányú szivárgató képessége határozza meg.

- Minden vízfolyás egyedi sajátossága a vízjárás, vagyis a vízhozamok, s az azoknak megfelelő vízszintek időbeli alakulása. A folyók többé-kevésbé rendszeres áradásai a hullámterek különböző magasságú részeit különböző gyakorisággal és tartóssággal öntik el. A magassági fekvések kategóriáit az átlagos középvízszinthez (a napi leolvasások sokévi átlaga) viszonyítva adják meg. A magassági kategóriák és főbb jellemzőik a következők:
- A nagyon magas fekvésű (NMA) hullámtereket az áradások ritkán öntik el, s csak rövid időre. Ez nem jelent többet, mint egy csapadékos tavasz víztöbblete. Az árhullámokból csak az alsó talajrétegek kapnak vízutánpótlást. Ezek a területek a többlet vízhatástól független hidrológiai kategóriába sorolhatók.

- A magas fekvésű területek (MA) csak a nagy árhullámokból kapnak elárasztást, ami általában kevesebb egy hétnél. A közép-magas fekvésekhez hasonlóan, az árhullámok okozta talajvízszint-emelkedés még a közepes árvizeknél is érvényesül, legalább a fák gyökérszintjében. A magas fekvésű hullámterek az időszakos vízhatású hidrológiai kategóriába sorolhatók.
- A közép-magas fekvésű területek (KMA) már jelentős elöntést kapnak. Ennek mértéke és időtartama egy héttől egy hónapig tart, de nem egy időben. A hordalék lerakódása még számottevő. Az időszakos vízhatású hidrológiai kategóriába tartoznak. Az árhullámok a talajvízszint emelésével fejtik ki előnyös hatásukat.
- A közép-mély fekvésű területeken (KME) az elárasztás mértéke és időtartama kedvező, a vegetációs időszak harmadától határáig tarthat. A zöldár a leghasznosabb, s vízkapacitásig feltölti a talajt. Ezek a termőhelyek már az állandó vízhatású kategóriába kerülhetnek.
- A mély fekvésű területek (ME) vízborítása a tenyészidőszak harmadánál hosszabb, de a felét nem haladja meg. A jelentősebb árhullámok már elöntik, a kisebbek pedig a talajvízszint emelésével töltik fel. A felszíni nedves hidrológiai kategória tipikus területei.
- Az igen mély fekvésű (IME) hullámtéri területeket a legkisebb árhullám is elönti. Az árhullámok között is felszínközeli van a talajvíz. Igen gyakran holt medrek, lefolyástalan zárványok, amelyekben a pangó vizek akadályozzák a fás növényzet kialakulását. Vízzel borított kategóriába tartoznak és nem erdősíthetők.



Hullámtéri faállomány időszakos elöntése Gemenc térségében (©KA)

Tóth Imre a magassági kategóriákhoz kapcsolt fekvésekben a megjelenő lágy száru vegetáció és az ezzel összefüggő vízgazdálkodási fok alapján határozott meg termőhely- és erdőtípusokat. A mentett oldalon eggyel felfelé eltolva javasolta a kategóriák alkalmazását. A hidrológiai kategóriák és a magassági fekvés összefüggéseit szemlélteti az alábbi táblázat.

HIDROLÓGIAI VISZONYOK JELLEMZÉSE AZ ÁRTÉREN			
Hidrológiai kategória	Áprilisi átlagos talajvízszint (cm)	Fekvés (ártéren)	Elöntési időtartama (nap/év)
VFLEN	220<	NMA	
IDŐSZ	150–220	MA	7>
IDŐSZ	150–220	KMA	7–30
ÁLLV	80–150	KMÉ	30–60
FELSZ	50–80	MÉ	60–90
VIZB	50>	IMÉ	90<

Tóth Imre a bajai vízmérce adataira alapján meghatározott alapszintre (az 1941–1950-es időszak középvízszintjére, amely 401 cm volt) építve állított fel, a bajai vízmérce skálája szerinti hullámtéri magassági kategóriákat.

MAGASSÁGI KATEGÓRIÁK A BAJAI VÍZMÉRCÉRE		
IMÉ	–450 cm	azaz az alapszint fölött – 50 cm
MÉ	450–550 cm	50–150 cm
KMÉ	550–650 cm	150–250 cm
KMA	650–750 cm	250–350 cm
MA	750–800 cm	350–400 cm
IMA	800– cm	400– cm

A magassági fekvés kategorizálásának fenti elve másutt is alkalmazható, valamely helyi vagy közeli alapszintre, amelynek során az alábbiakra kell tekintettel lenni:

- Adott vízmércén észlelhető változás csak a vízmérce szűkebb térségére vonatkozik. A vízszint változását okozó vízhozamváltozás a folyó egy másik szelvényében, illetve szakaszán más mértékű vízszintváltozást okozhat, mivel a töltések nem párhuzamosak, a folyó vízátbocsátó képessége, illetve az azt befolyásoló paraméterek km-ről km-re változnak.
- A folyó medrének és persze vízfelszínének is van lejtése. Ez a lejtés, ha csak néhány cm kilométerenként, 10, 20, 30 km távolság esetén ennek hatását figyelembe kell venni. A folyó felszínének lejtését kifejező ún. „felszín görbe” egyébként nemcsak a meder lejtését, hanem részben az előző pontban említett keresztmetszeti különbségek hatását is tükrözi.
- Ha a folyó medre mélyül, akkor az egymást követő időszakok átlagos középvízszintjei csökkennek. Ha a kategóriák geodéziai magasságban vannak megadva és változik a kategorizálás alapja, akkor ugyanolyan mértékben változni kell a kategóriákat elválasztó határértékeknek is.

- A hullámtér elöntésekor sok hordalék rakódik, ülepedik le, vagyis változnak annak magassági viszonyai, amely a kategóriák eltolódását is eredményezheti.
- A hidrológiai viszonyok feltárásakor nemcsak az elmúlt időszak váltoásaival és a jelen állapottal, hanem a faállományok hosszú élettartama miatt, amennyire lehetséges, a jövőre vonatkoztatható tendenciákkal és azok hatásaival is kell foglalkozni.

A mederből kilépő és a hullámtér elöntő, s így szétterülő nagyvizek által szállított hordalék jelentős része a part közelében rakódik le, gyakran ún. övzátonyt is létrehozva, amely azután az apadási szakaszban akadályozhatja a víz visszajutását a mederbe. Ezért a hullámtérben a magassági fekvés mellett lényeges körülmény a hullámtér és a folyó közötti kapcsolat megléte is. Lefolyástalan körülmények esetében különösen a mélyebben fekvő területeken okozhat problémát a túlságosan tartós elöntés, mivel pangó vizek jönnek létre, ahol a fás vegetáció nem tud megmaradni. A folyó és a hullámtér közötti kapcsolatot a nem teljesen lefűződött holtágak és a fokok jelenthetik. A fokok, függetlenül attól, hogy azok egykori holtágak lefűződésének maradványai, vagy mesterséges csatornák, igen fontos szerepet töltenek be a hullámtér elárasztása és leürülése során egyaránt.



Árhullámok okozta hordaléklerakódást szemlélteti a Baja közelében lévő Veránka-sziget szakadópartja (©KA)



Magas vízszintnél először a fokokon keresztül juthat be a víz a hullámtérbe (©KA)

4. Vizek, vízkészletek erdei gondozása, hasznosítása

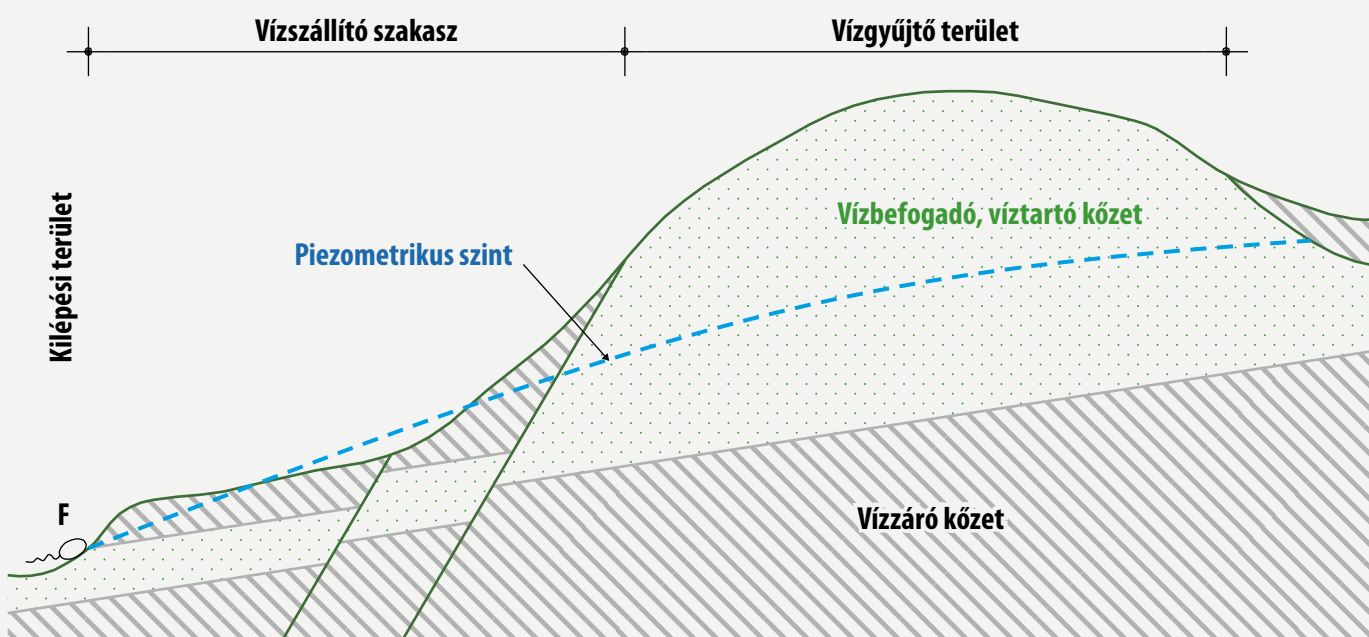
4.1. Források és forrásfoglalások

A felszín alatti vizek (talajvíz, rétegvíz, hasadékvíz, karsztvíz) többnyire természetes módon történő, állandó, vagy időszakos jellegű felszínre bukkanása a forrás. Ha a felszínre bukkanás nem egyértelműen helyhez kötött, határozott megjelenésű, hanem inkább nedvesedés, vizesedés jellegű, akkor az ilyen hely szivárgónak nevezhető.

A források jelentősége elsősorban abban áll, hogy mivel a vizük felszín alatti tározótérből ered, ezért túlnyomórészt megbízhatóan tisztának tekinthetők. A szennyeződés lehetősége ugyan nem kizárt (különösen manapság), de a nyílt felszínű vízfolyások, tavak veszélyeztetettségéhez képest, lényegesen kisebb annak eshetősége. Ezért a forrásvizeket a kisebb-nagyobb emberi közösségek már évezredek óta hasznosítják. Különösen a viszonylag állandó és nagyobb vízhozamú források kaptak szerepet egyes települések vízellátásában, fürdőhelyek, vagy gyógyászati létesítmények kialakulásában. Erre a régebbi időkben, de napjainkból is vannak példák Hazánkban is (pécsi Tettye-forrás, tatai Fényes-források, budai hévforrások, Hévízi-tó fenékforrása stb.).

E fejezet tárgyát azonban inkább azok a kisebb, s nem is mindig állandó vízhozamú források képezik, amelyek erdőterületeken találhatók, amelyek egy-egy erdész-, vadász-, vagy turistaház vízellátását biztosítják, vagy egyszerűen csak az erdei munkásoknak és az erdőjáró embereknek (kirándulóknak, turistáknak) nyújtanak felüdülést. A források többsége ez utóbbi célokat szolgálja. Ezért a forrásfoglalásokat (amelynek lényegéről később lesz szó) leggyakrabban erdészek és turistaegyesületek közösségei alakították ki és gondozták. Ennek kapcsán minden bizonnyal többeket is ki lehetne emelni, de a képzeletbeli felsorolás első helyén Firbás Oszkár áll, aki erdészgenerációkat oktatót a források „tiszteletére”, s aki a Soproni-hegységben erdészek és diákok bevonásával számos forrást újított fel, gondozott, ill. gyűjtött adatokat a források vízhozam és vízminőségi jellemzőiről.

A forrás fő elemei a felszínen értelmezhető vízgyűjtő terület (amely nem mindig azonos a terepfelszínen értelmezhető topográfiai vízgyűjtő területtel), a felszín alatti tározótér, a vízzállító szakasz és a forráskilépés helye vagy területe. A vízgyűjtő terület szélén fakadó forrás esetében nincs külön szállító szakasz. ➤



A forrás fő elemei (Forrás: Juhász 2002 nyomán)

➤ A működés időbeliségét tekintve a forrás lehet **állandó** és **időszakos**. Az utóbbi esetben, a felszín alatti vízkészlet időnkénti kimerülése következtében rövidebb-hosszabb kiszáradásos időszakok is előfordulnak. Az időszakosak közül **álforrásnak** tekinthető az a forrás, amelynek működése csak hóolvadáskor és esőzéskor tapasztalható, amelynek nincs felszín alatti tározó tere. A felszín alatti víz ilyen jellegű felszínre bukkanása az ún. felszín közeli lefolyáshoz kötődik. Az **árvízforrás** a hóolvadáskor és nagyobb esőzések során megjelenő alkalmi vízelőbukkanás, amely kapcsolatban van egy alacsonyabban elhelyezkedő állandó forrással, s annak mintegy túlfolyójaként funkcionál. Az árvízi jelenségek források esetében is szabálytalanul szakaszosak, mivel az azt kiváltó nagycsapadékok és jelentősebb hóolvadások is szabálytalanul szakaszosak.

Források tipizálása

A források meglehetősen sokfélék. A forrás típusa függ a felszínre bukkanás, a vízzállító út vonal és a tápterület egymáshoz viszonyított helyzetétől, a közegetől, amelyből ered, s amelyben a felszín felé mozog, a kőzetek minőségétől és térbeli helyzetétől, a víz nyomásvizonyaitól, a felhajtóerőtől.

A talajvízforrások víztartói finoman szemcsés üledékek (homokos kavics, homok, lösz). A gravitációs erőn kívül a molekuláris és kapilláris erők is hatnak, s lényeges szerepe van a párolgásnak, s a párolgás és a beszívargás arányának, mivel a felszínhez közeli vizekről van szó. A rétegvízforrások vize rétegvízből, azaz nagyobb mélységből, többnyire vízáró réteg alatti szemcsés üledékes víztartó rétegek vizéből ered.

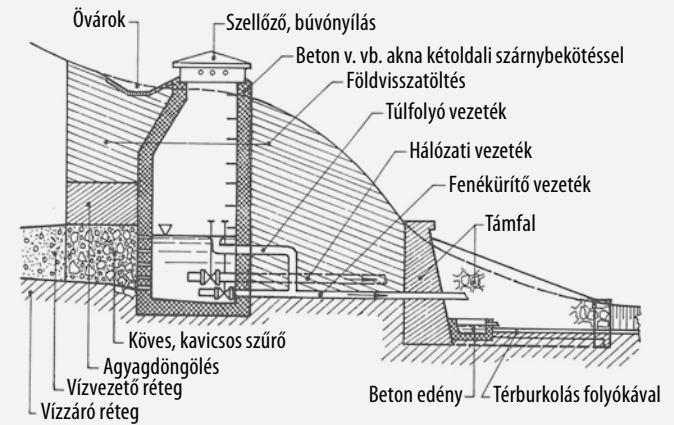
A gravitációs források víztartói repedéses vagy karsztosodott kőzetek, amelyek gravitációs hízagrendszerrel rendelkeznek, s így a víz mozgása alapvetően a gravitációs erőtől függ, amely mellett a párolgásnak és a kapillaritásnak nincs különösebb szerepe. Elsődlegesnek tekintve a felszín alatti vízfeleséget, amelyből a forrás ered, az alábbi főtípusok nevezhetők meg:

Talajvízforrás	Duzzasztott talajvízforrás
	Depressziós talajvízforrás
Rétegförás	Leszálló rétegförás
	Felszálló rétegförás
Gravitációs forrás	Leszálló gravitációs forrás
	Átbukó gravitációs forrás
	Felszálló gravitációs forrás

A talajvízforrások viszonylag kis vízgyűjtő területük miatt, kis hozamúak, akár időszakosak is lehetnek. A talajvízforrások vízhőmérséklete az évi közepes léghőmérséklet körül ingadozik. A mélyebbről eredő rétegförások kevésbé függnnek a felszíni hőmérséklettől. A gravitációs források általában bővízőek. Hazánk legnagyobb hozamú forrásai (Hévízi forrás, budai hévforrások, tatai Fényes-források) felszálló gravitációs források. Hőmérsékletük lényegesen magasabb is lehet, mint a közepes léghőmérséklet.

A források foglалása

A forrásfoglalás kétféle módon is értelmezhető. Jelentheti a felszínre bukkanó víz foglalatba helyezését, amellyel a forrást, mint víztani értéket megbecsüljük, mint természeti értéket védjük, de egyszersmind emberi szempontból használhatóbbá, élvezhetőbbé is tesszük. Másik értelmezésben a forrásfoglalás jelenthet kisajátítást, lefoglalást, amikor a vizét részben, vagy egészében elvezetjük (pl. erdész- vagy vadászház vízellátására), azaz a forrás a helyszínen időnként nem, időnként pedig túlfolyó jelleggel funkcionál. A forrásfoglalások túlnyomó többsége az első csoportba tartozik.



Vízellátást is szolgáló forrásfoglalás kialakítás (Forrás: Pankotai és Rácz 1975 nyomán)



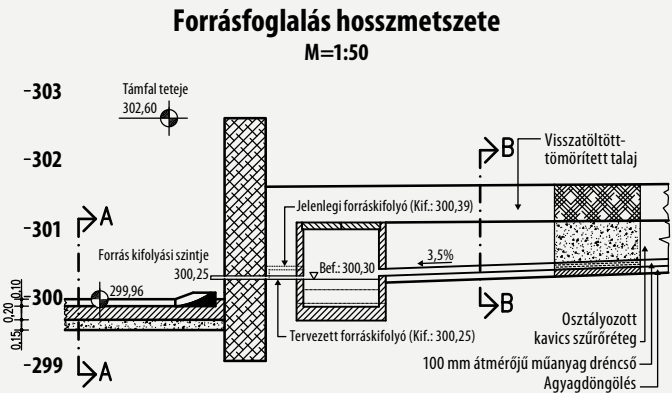
A Kun-forrás medenceszerű, kővel fedett foglалata a Börzsönyben (©VB)



A Nyír-réti-forrás medenceszerű foglалata kis faházikóval védve a Börzsönyben (©VB)

Medence- vagy kútszerű foglalat, amikor a forrásvíz a terepfelszín alatt marad, s abból merítéssel lehet vizet venni. Talán ennek kapcsán neveznek sok forrást kútnak (Pl.: az egyik legnevezetesebb Sopron-környéki forrás a Deák-kút, amelynek régebben kútszerű foglалata volt).

Támfalas-kifolyócsöves foglalat, amikor a forrásvíz egy kis támfalon keresztül, a mögötte lévő vízvezető rétegből, vagy esetlegesen kialakított kis medencéből, csövön jut a felszínre. A felhasználó így mindig az éppen felszínre bukkanó friss vízhez jut, s ezért a forrásvíz szennyeződésének lehetősége kisebb, mint a kútszerű foglalat esetében.



Támfalas forrásfoglalás kialakítása vízgyűjtő-ülepítő medencével (Forrás: Pankotai és Rácz 1975 nyomán)

A forrásfoglalásnál figyelembe veendő szempontok:

- Forrásfoglalás előtt érdemes előzetesen megfigyelni a vízhozam és vízjárás jellemzőit. Tartósan elapadó, vagy túlságosan kis vízhozamút nem érdemes kiépíteni.
- A forrásfoglaláskor a víz felszínre jutása ne legyen akadályoztatott, a felszín alatti víz ne kényszerüljön a korábbihoz képest új utak keresésére.
- A forrásfoglalás előtt a nagyobb területen, vagy vonal mentén felszínre bukkanó víz összegyűjtése drénnel lehetséges, még a felszín alatt.
- A hozamon túlmenően nem árt tájékozódni a felszínre bukkanó víz minőségét illetően is. A forrás lehetséges vízgyűjtő területének bejárása révén érdemes felderíteni a forrás vízminőségét veszélyeztető körülményeket.
- A forrásfoglalat közelében az erdei berendezéseket (pad, asztal, tűzrakó hely, hulladékgyűjtő) úgy kell elhelyezni, hogy azok ne veszélyeztessék a forrásvíz minőségét. Ki kell zárni annak lehetőségét, hogy a foglalat közeléből szennyezett víz szivároghasson a forrásvízbe.
- Új forrásfoglalást csak akkor érdemes készíteni, ha azt valami ténylegesen indokolja, például egy turistaútvonal, erdészház, erdei iskola, táborhely közelsége.
- A meglévő forrásfoglalatok rendszeres fenntartásáról gondoskodni kell. Azok foglalatait (romjait), amelyek már nem indokoltak, esetleg kiapadtak, el kell bontani.

Új forrásfoglalások kialakítása manapság már csak elvétve fordul elő. A korábbi foglalatok viszont időnkénti fenntartási, felújítási jellegű törődést igényelnek, különösen a közjóléti szempontból fontosabbak, a természetjárók által gyakrabban látogatottak. Nem lehet elégszer hangsúlyozni, hogy ilyen tevékenység során arra is gondolni kell (kellene), hogy a forrásfoglalással mintegy felkínáljuk a forrásvizet az arra járók számára, ezért nemcsak a forrás környezete, a víz hozzáférhetősége és a mennyisége lényeges, hanem a forrásvíz minősége is. Általános értelemben is kijelenthető, hogy ez az egyáltalán nem mellékes körülmény igen kevés figyelmet kap. A vízminőséggel kapcsolatos ellenőrzések ritkák és csak kevés forrást érintenek, annak ellenére, hogy a mintavételezések gyakran mutatnak kedvezőtlen eredményt.

A források védelme magától értetődően valódi közügy, amelyről „A természet védelméről” szóló törvény is rendelkezik oly módon, hogy védelem alá helyez valamennyi forrást, amelynek „vízhozama tartósan meghaladja az 5 liter/percet, akkor is, ha időszakosan elapad”. E törvényi kitétel szó szerinti teljesítése egyrészt nehézségekbe ütközhet, másrészt viszont könnyű túlteljesíteni. A nehézséget az ún. tartósnak mondható vízhozam meghatározása jelentheti, amelyhez rendszeres vízhozammérésre lenne szükség, s ez igen kevés helyen valósul meg. A túlteljesítés lehetősége pedig abban áll, hogy a gyakorlatban magától értetődően a megadott határérték alatti, akár 1–2 liter/perc vízhozamú forrás is értékes lehet, különösen, ha vízjárása egyenletes.



A Soproni-hegység egyik legjobb minőségű és hozamú forrása, a Természetbarát-forrás méltó foglalatban (©KuM)

4.2. Vízvisszatartás „vízterelgetéssel”

Az alábbiakban egy konkrét, azaz megvalósult vízvisszatartó rendszer leírása olvasható, mert amellett, hogy egyedi esetről van szó, mégis mint koncepció, mint vízgazdálkodási szemlélet, kifejezetten figyelemre méltó, követendő és követhető példa, ezért minden bizonnyal, hasonló dolgok másutt is megvalósíthatók.

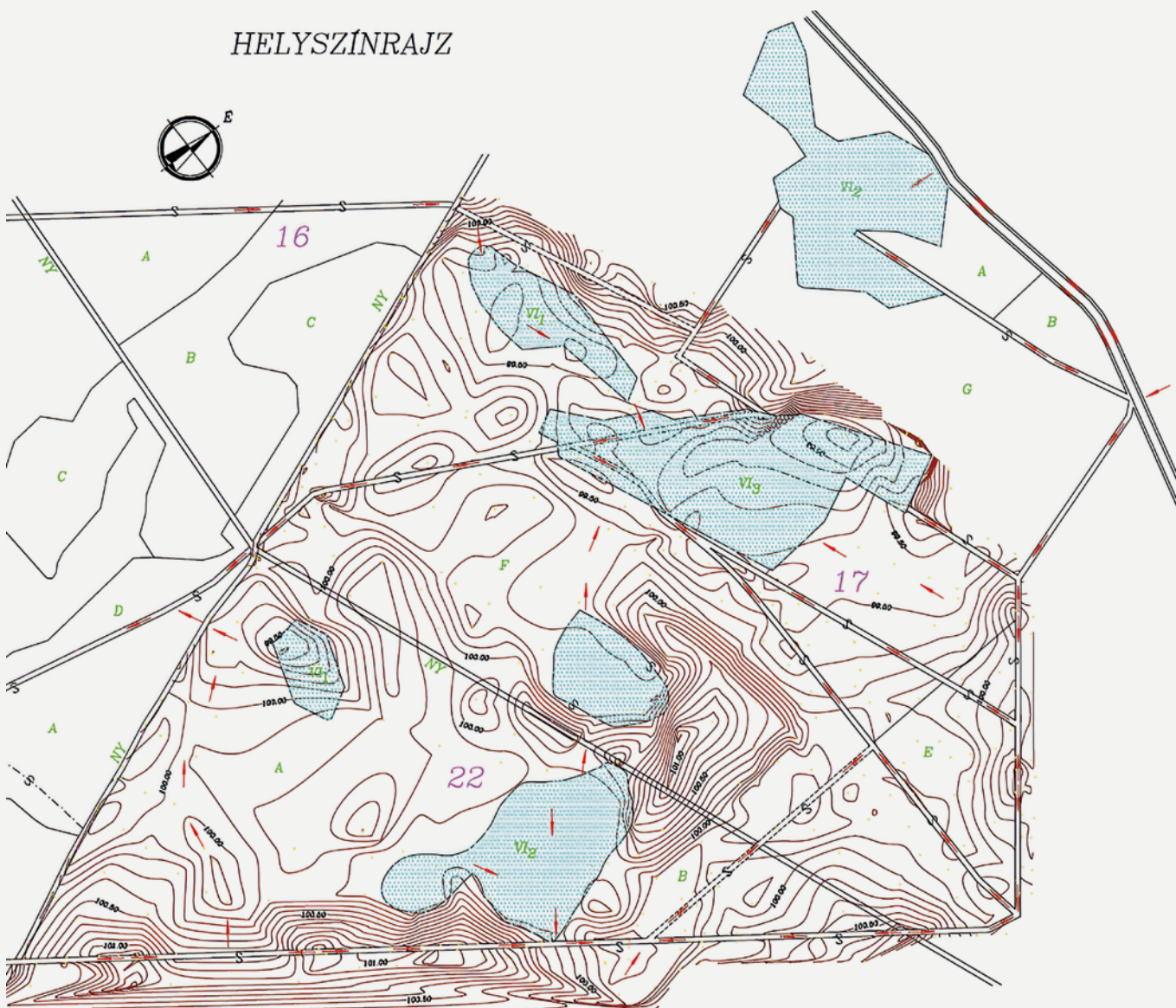
A BAKONYERDŐ Zrt. Devecseri Erdészete kezelésében lévő Felsőnyirádi erdő területén mintegy száz évvel ezelőtt egy vízszabályozó rendszert alakítottak ki, amelynek fő vonalait az üzemtervi térképek ma is ábrázolják, s az árkok többsége is fellelhető a terepen.

A rendszer létesítésének nyilvánvaló célja a vízviszonyok kedvezőbbé tétele volt, a területhasználati törekvések érdekében, s amelynek szükségességét a terület sajátos termőhelyi, elsősorban talajtani adottságai indokolták. A talajok ugyanis jellemzően kavics, homok és agyagrétegekben kialakult agyagbemosódásos rozsdabarna és pseudoglejes barna erdőtalajok, s már 30–40 cm-es mélységben vízzáró, víztorlasztó rétegek vannak. A terepfelszín sík, a „magaslatok” mindössze 0,5–1,0 m-es

lankás kiemelkedések, amelyek között időszakos vízállásokként megjelenő mélyedések vannak. Emellett az adottság miatt a terület átlagos csapadéviszonyok mellett is hajlamos az elviesedésre, ami a fás vegetáció tartós létét nem teszi lehetővé. Erdész elődeink azonban a területet erdőként, mégpedig kocsányos tölgyesként kívánták hasznosítani, s ezért kialakítottak egy kifejezetten egyedi vízszabályozást.

Azt lehet mondani, hogy csaknem egy évszázadig működött a rendszer, mivel nem merült fel probléma. Az 1990-es évek végén azonban az erdészeti munkatársai úgy tapasztalták, hogy az időszakos vízállások egyre tartósabbak és egyre kiterjedtebbek. A terület elviesedett, s ennek tulajdonították a fokozódó tölgypusztulást. A vízviszonyok szélsőségesebbé válásának okaként – az átlagosnál csapadékosabb időjárás mellett – úgy gondolták, hogy az egykori vízszabályozó rendszer az idők során feltehetően elvesztette működőképességét. Egyrészt azért, mert az árkok, átereszek eltömődtek, feliszapolódtak, másrészt azért, mert a talajba beszivárogni már nem képes és így a felszínen összegyűlekező víz nem tud az árkokba jutni, s a területet elhagyni.

HELYSZÍNRAJZ



Vízszabályozás vízvisszatartással, „vízterelgetéssel” követő vízelvezetéssel a Felsőnyirádi erdőben (Forrás: SOE, EMK, GKI)

Az Erdőmérnöki Kar munkatársai kapták azt a feladatot, hogy feltárják az egykori vízszabályozó rendszer működési mechanizmusát és meghatározzák felújításának lehetőségét és módját. A terepi felmérés során mintegy 1100 pont térbeli helyzetét határozták meg, s az adatokból olyan szintvonalas helyszínrajz készült, amely 10 cm-es magassági osztásközzel ábrázolja a terület domborzatát. Az üzemtervi térképeken vízállásokként szerepeltetett területeket a mellékelt ábra sraffozással emeli ki. A szintvonalak alapján meghatározható gravitációs irányokat nyilak jelölik.

A szintvonalas helyszínrajz alapján az egykori vízelvezető-szabályozó rendszer működése, legalábbis annak fő vonásaiban, rekonstruálható. A felmérési adatok és a terepbejárások során szerzett tapasztalatok alapján megállapítható, hogy az egykori vízszabályozást, – a vízelvezetés irányát és időbeliségét tekintve is –, kétütemű „vízterelgető” vízelvezető rendszernek lehet tekinteni, amelyből az első ütem a lényegesebb, a második pedig esetleges.

Az első ütem lényege és célja, hogy a termőhelyi (főleg a talajtani) adottságokból származó időnként kialakuló felszíni vízborítás területét mérsékeljék azáltal, hogy a „felesleges vizeket” a természetes mélyedések felé terelik. E cél elérését szolgálják a mélyedések, a vízállások felé irányított árok, amelyek kis eséssel, helyenként szinte vízszintes árokfenékekkel kerültek kialakításra. Ennek nemcsak domborzati oka van, hanem azt a törekvést is kifejezi, hogy nem a minél előbbi vízelvezetés, a terület víztelenítése, „szárazon tartása” volt a cél, hanem ellenkezőleg, a nedves jelleg minél további megőrzése. A cél csupán a túlságosan tartós, s ezáltal a földhasználat (kultúrerdő) szempontjából káros vízborítás korlátozása. Ezt látszik igazolni, hogy a területre kocsányos tölgyet telepítettek.

A második ütem feladata a területről való vízelvezetés a Szilonta-patak irányába, mégpedig ama vizek elvezetése, amelyeket a vízállások területek már nem tudnak befogadni. E célt szolgálja alapvetően a 17-es tag VI3 jelű részletétől induló árok, amely csak akkor funkcionál, ha a

vízállások teljesen feltöltődnek, vagyis, ha a vízállásokban a vízszint egy bizonyos magasságot, egy „átbukási szintet” meghalad, s ezért tekinthető ez az ütem csak esetlegesnek.

A víz területen tartását, a víz minél hosszabb ideig történő visszatartását igazolja, hogy a Szilonta-patak felé vezető vízelvezető árok nem fúzi fel a vízállásokat. A vízállások egymással vannak kapcsolatban, túlsorduló vizüket egymásnak adják át. Ebből is következik, hogy a vízállások vízszintjei nem azonosak, ugyanazon vizek adott esetben – időlegesen – a terület több pontján is visszatartásra kerülnek.

A létesítés és aktív működtetés óta eltelt sok-sok évtized alatt a vízszabályozó rendszert természetes és mesterséges hatások érték. Az árok feliszapolódtak, másutt kimélyültek, a vegetáció helyenként benőtte azokat, és az erdőgazdálkodási tevékenység (fahasználat, pásztás talaj-előkészítés, felújítás, kerítésépítés) is számos módosulást okozhatott.

A vízszabályozó rendszer és a vízszabályozási tevékenység felújításának ma is csak az lehet a célja, mint egykor: a vizek minél hosszabb ideig való visszatartása, s mindössze az esetleges feleslegek elvezetése. Dicséretes a felújítás gondolatának felvetődése, amelyre végül is nem került sor. Ennek ellenére, akik látták és bejárták ezt a területet bíznak abban, hogy eme különleges „vízterelgetős” vízszabályozó rendszer rehabilitálásának is eljön majd az ideje.

Talán nem irreális feltevés, hogy Hazánkban másutt is lehetnek hasonló adottságokkal rendelkező területek, ahol a Felsőnyirádi erdő vízszabályozási rendszere létesítéséhez közel azonos módon egy-egy új rendszer is kialakítható.

A Felsőnyirádi erdőtömb vízszabályozó rendszere (múltja, jelene, jövője) nemcsak erdőszeti vízgazdálkodási szempontból méltó a figyelemre, de több erdőszeti szakterület (termőhely, botanika, erdőművelés, erdőtörténet), valamint természetvédelmi vonatkozásában is tanulmányozásra érdemes alkotás.



Egykori „vízterelgető” árok maradványa (©GGM)



A terület legnagyobb vízállásos mélyedése (©GGM)

4.3. Vízpótlás domb- és hegyvidéken

Ez az alfejezet két, domb- és hegyvidéki térségben a közelmúltban megvalósult vízviszatarató, vízpótló programot mutat be, amelyekhez hasonló másutt is megvalósítható lehet.

A KASZÓ-LIFE projekt

A Dél-Dunántúli Belső-Somogyi-homokvidék, a nevével ellentétben erősen vízjárta kistérség. Az itt található kocsányos tölgyes és mézgas égeres erdők számára a megfelelő vízellátottság alapvető fontosságú, viszont a korábbi emberi beavatkozások (vízrendezések, lecsapolások), valamint a manapság egyre jellemzőbb egyenetlen csapadékeloszlás miatt a talajvízszint lecsökkent, aminek hatására a növényzet számára kedvezőtlen körülmények alakultak ki. Eme szárazodási folyamat hátrányosan hat az erdők, lápok élővilágára, a faállomány egészségi állapota romlik, hosszú távon megmaradásuk is veszélybe kerül. A nagy vízigényű égeres ligeterdők visszaszorulnak, helyükbe más, természetvédelmi szempontból kevésbé értékes élőhelyek lépnek. A szárazodás hatására megjelenhetnek és elterjedhetnek idegenhonos növényfajok, illetve megnőhet az erdőgazdálkodás szempontjából nemkívánatos rovarfajok kártétele is.

A 2013 és 2018 közt futó KASZÓ-LIFE projekt célja az időjárás okozta szélsőségek hatásainak kiegyenlítése a területre hulló csapadék helyben tartásával, ezzel biztosítva a faállományok egészségi állapotának javítását. Ezt a célt erdei tavak felújításával, létesítésével, valamint vízfolyások lefolyásának lassításával kívánta elérni a program.

A munkálatok eredményeként a Kúvölgyi-tórendszer felújítása és bővítése után az eredeti, összesen 7 hektár nagyságú vízfelület közel 16 hektárra bővült, ami 136 900 m³ vizet képes tárolni, ezzel folyamatos talajvíz-utánpótlást biztosítva a környező erdőknek. Emellett a tórendszerek párolgása kedvezőbb mezoklimát teremt a tavak partján lévő maradvány homoki bükkösöknek is, illetve a megnövekedett víztestek új szaporodó-, táplálkozó- és élőhelyet jelentenek különböző madárfajoknak (pl. kis vöcsök, cigány réce), és a vízi állatoknak (pl. sárgahasú unka, mocsári teknős, vidra).



A felújított Kúvölgyi-tórendszer (©HL)

Belső-Somogy erdeit sekély, kis vízhozamú, sőt időszakos vízfolyások hálózák be, melyeket a múltban a gyors vízelvezetés érdekében szabályoztak. A program keretében viszont az a cél, hogy a lehulló csapadéknak ama részéből, amely az erdei patakokon folyik le, minél több és minél tovább maradjon a területen.

Három vízfolyás mintegy 15 km hosszú szakaszára átlagosan 100 méterenként fából készült alacsony, egyszerű kivitelű mederbordákat építettek a folyásirányra merőlegesen elhelyezve a mederbe. A mederbordák lassítják a lefolyást, mögöttük megemelkedik a vízszint, kis tavacskák alakulnak ki, aminek hatására a medrekben folyó víz nagyobb arányban szivároghat a környező talajba, a talajvizet táplálva.



Mederborda visszaduzzasztó hatása (©HL)

A projekt keretében működtetett komplex monitoring rendszer által szolgáltatott adatok alapján kimutatható a műszaki beavatkozások jótékony hatása. A beavatkozások közül természetesen a tavak környezetében jelentősebb pozitív hatás tapasztalható a talajvízszintek vonatkozásában. A mederbordák mögötti kis duzzasztások is kapcsolatban vannak a talajvízzel, de azok hatótávolsága értelemszerűen kisebb.

A beavatkozásokat megelőző és követő két-két vegetációs időszakra vonatkozóan jelentős vízellátásbeli javulás volt megfigyelhető, különösen a tavakhoz közeli mintaterületek esetében. A projektterület talajvízszint-megfigyelő kútjaiban egészen csekély, ± 10 cm-es változásokat lehetett mérni, amelyeket a projektterületeken kívüli kontrollkutakban észlelt vízszintcsökkenések jelentős mértékben, 40–80 cm-rel is meghaladtak, természetesen negatív értelemben.

Az erdők egészségi állapotának mérése során az eddigi vizsgálatok azt mutatják, hogy mind a tölgyek, mind az égeresek esetében 2017-től már kisebb mértékű javulás jelentkezett a projekt területén, a kontrollterületekhez viszonyítva. Ez a javulás 2018-ban is folytatódott, mindkét fontos paramétert, a levélvesztést és ágelhalást tekintve egyaránt.

Kisvizes élőhelyhálózat létrehozása a Mátrában

A klímaváltozás eredményeként rendszeressé váltak a szélsőséges időjárási jelenségek. A vegetációs időben hulló csapadékösszeg csökken, a száraz és hőhullámos időszakok hossza növekszik, amely leginkább a vizes élőhelyeket és az ezekhez kötődő fajokat sújtja. Ezen élőhelyek védelme érdekében, azaz a hegy- és dombvidéki vízvisszatartási beavatkozásokra a Mátrában jó gyakorlat van kialakulóban.

Az egyre szélsőségesebbé váló vízviszonyok között az erdei életközösségek számára a víz megtartása kiemelt jelentőségű kérdés. Különösen érzékeny terület a hegyvidékek magasabb régiója, ahol a források, vízfolyások száma kevesebb és az erdei kisvízállások stabilitása szinte kizárólag a vegetációs időben lehulló csapadéktól függ.

A Mátrában, tapasztalva a negatív tendenciákat, a Bükki Nemzeti Park Igazgatóság 2020-ban természetvédelmi projekt megvalósításába kezdett. A célkitűzés egyértelműen a hegyvidéki kételtűfajok, kiemelten a közösségi jelentőségű sárgahasú unka (*Bombina variegata*) és a fokozottan védett alpesi gőte (*Ichtyosaura alpestris*) sikeres szaporodásának biztosítása volt.

A projekt során megfelelő előkészítést és tervezést követően, két nagy méretű erdei vízállást rehabilitáltak, valamint 189 kis méretű (2–40 m²) vízállás, ún. „műtőcsa” létrehozása valósult meg.

A két nagyobb erdei vízállás esetében komplett műszaki beavatkozások történtek, amelynek során megerősítették és stabilizálták a gáttestet, elvégezték a tómeder kotrását, valamint vízszintszabályozó és árapasztó műtárgyat építettek.

Az erdei „műtőcsák” jelentős része az erdészeti feltáróutak, köztük földutak mentén került kialakításra, kapcsolódva az utak víztelenítését és a vízelvezetést szolgáló árkokhoz. Számos kisvizes élőhelyet alakítottak ki utaktól távolabb, erdőterületen is, jellemzően szivárgóvízes környezetben. Az élővilág szempontjából különösen kedvező, ha a mégoly kis méretű víztestek mélységi viszonyai változatosak, azaz néhol mélyebbek, másutt sekélyebbek.

Az első év kivitelezése során 98 vizes élőhely készült el, melyek állapotát a következő évben már vizsgálni lehetett. Az élőhelyek legnagyobb része a következő tavaszra megtelt vízzel és a célfajok számára szaporodóhelyként szolgált. A 98 élőhelyből 68 esetén tudták kimutatni legalább egy kételtűfaj jelenlétét, ami 69%-os foglaltságnak felel meg, de volt olyan élőhely, ahol hat kételtű- és egy hullófajt figyeltek meg. A fajonkénti arányokat az ábra szemlélteti.

A 2021-es év száraz nyara rámutatott a mesterségesen létrehozott, jó vízmegtartású élőhelyek szerepére. Az egyik, több alkalommal felmért mintaterületen, amely egy 3 km hosszúságú erdészeti útszakasz, csak a műtőcsákban szaporodtak sikeresen kételtűek. A tendencia a 2022-es rendkívüli évben hatványozottan mutatkozott meg.

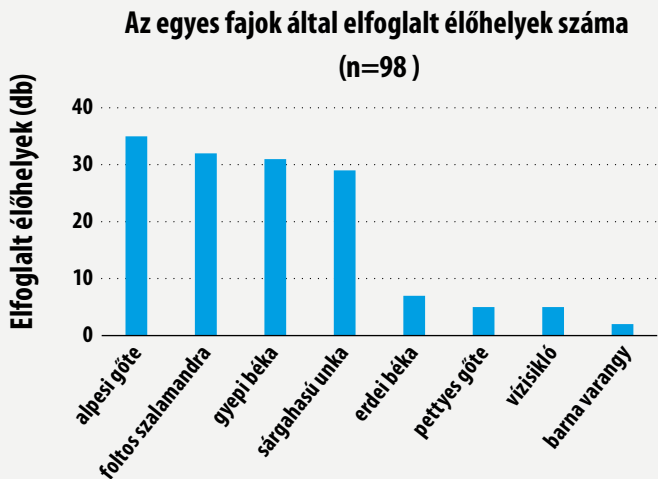
A „műtőcsák” nem csupán szaporodóhelyek, de egyben vízrezeróárok, azaz a beszivárogtatást elősegítő kis medencék. Minél nagyobb számban történő kialakításuk a jövőben, az egyik legfontosabb természetvédelmi beavatkozás lehet, a vízhez kötődő fajok védelme érdekében, a természetserű erdő- és vadgazdálkodás megvalósításával egyidejűleg.



Mesterséges kisvizes élőhely erdészeti dózerút részsíjában (©MG)



Változó mélységű kisvizes erdei élőhely (©MG)

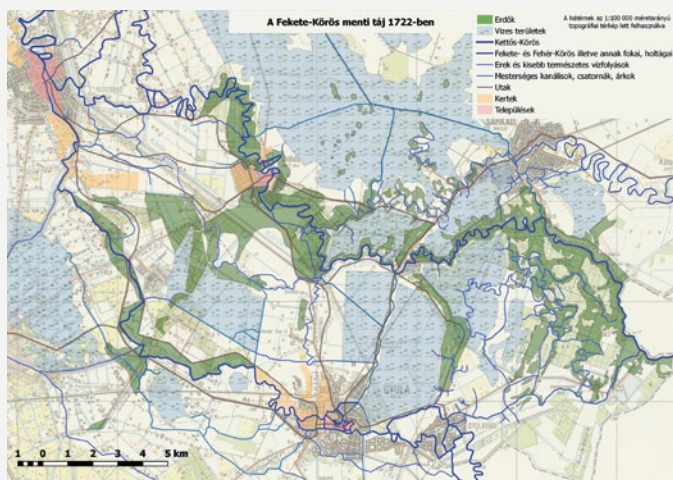


A medencék létesítése után egy évvel már vizsgálni lehetett azokban a fajok szerinti foglaltságot (Forrás: Harmos és Magos 2021)

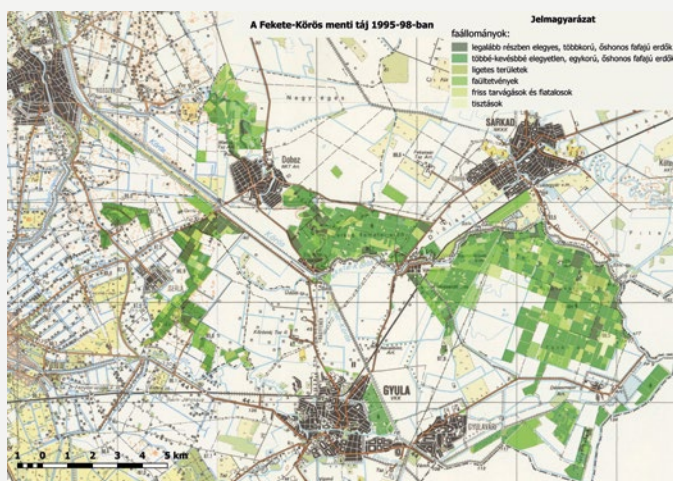
4.4. Vízpótlás síkvidéken a Fekete-Körös erdeiben

A folyószabályozások és a vízrendezések munkálatai jelentősen átalakították a tájat. A vízzel borított és az időszakosan vízjárta területek szárazra kerültek. Csak katasztrófák során öntötte el azokat a folyó. Az ember számára ugyan új honfoglalással is felért ez a tevékenység, élhetőbbé vált a vidék, de egyben szárazabbá is. A folyók gátak közé szorításával a hajdani galériaerdők a Fekete-Körös mentett oldalára kerültek. Sok helyütt szántókká alakították az erdőket, hiszen azok jobb minőségű földön növekedtek, mint a rétek vagy a régi mocsarak. Ahol megmaradtak – a nagyobb uradalmak területén –, főleg a 30-as, majd a 60-as évektől igen jelentős erdőtelepítésekkel egészültek ki, leginkább réti talajokon, kisebb részben szikeseken.

A DALERD Zrt. kezelésében álló Fekete-Körös menti erdők a 80-as évek száraz periódusának vége felé egyre súlyosabb stressztüneteket mutatnak. A rovargradációk mind nagyobb területen és a természetesnél sűrűbben jelentkeztek. 1992-ben már 2200 ha tarrágással tetőzött a gyapjaspile gradáció. A lombkárosítás után évekig megemelkedett az erdők mortalitása, tömeges jelenség lett a csúcsszáradás. A helyzet kezelésére az Erdőgazdaság vízügyi szakemberek bevonásával olyan programot indított, amelynek fő célja, hogy a mentett oldalon álló erdők kapjanak vissza valamennyit abból a vízből, amit az emberek vettek el tőlük a saját érdekében.



Fekete-Körös menti táj 1722-ben (Forrás: Puskás 2000)



Fekete-Körös menti táj 1995–98-ban (Forrás: Puskás 2000)

A vízpótlási rendszer tervezéséhez lefektettek néhány alapfeltételt, amelyet a munka során mindvégig figyelembe vettek. Törekedni kellett a meglévő művi és természetes elemek felhasználására, új csatornák minimális hosszban történő építésére, a művi elemek tájba illesztésére, a tájsebek begyógyítására, a működési költségek alacsony szinten tartására. Mindezt a gravitációs rendszer biztosította. Ezenkívül harmóniában kellett lenni más vízkezelési rendszerekkel. Fontos volt a közel párhuzamos tervezés és kivitelezés, hogy mielőbb eredmények mutakozzanak! Így sikerült eredményes kommunikációt folytatni és a pénzügyi forrásokat is előteremteni. Több mint negyedszázad távlatból megállapítható, hogy ezek az elvek biztosították, és biztosítják ma is a megszakítás nélküli működést. A létrehozott mű fő elemei a vízforrások, a gerinccsatornák és a vízszétosztó művek.

Vízforrások

Vízforrásként a Békésnél duzzasztott Fekete-Körös szolgál, mely a duzzasztási időszakban – márciustól novemberig, kilenc hónapig keresztül – áll rendelkezésre, amikor az öntözővízigény nem haladja meg a rendelkezésre álló vízkészletet. Kisebb mértékben ugyan, de felhasználásra kerül még az árhullámok leszálló ágában lévő vízkészlet egy része is. Így módon a mályvádi erdőtümb a sitkai zsilipen keresztül, míg a remetei erdőtümb a Bárkás-csatorna vízkivételi művén keresztül kapja az éltető vizet. Ezeken túl időszakosan rendelkezésre áll még a dénesmajori halastavak lecsapoló vize – mondhatnánk úgy is, hulladékveze –, amely a mályvádi erdőtümbbe kormányozva, ott felhasználódik. Így a visszaszivattyúzás művelete és költsége is elmarad.

Nyilvánvaló kérdésként merül föl, hogy miként kell értelmezni a vizek előbbiekből következő időszakos rendelkezésre állását a természetes életközösségek szempontjából. Ez a kérdés már a tervezést megelőző egyeztetések során sarkalatosnak bizonyult. Nagy energiát kellett befektetni a meggyőzésbe, hogy nem egy folyamatos üzemet szükséges létrehozni, mint egy halastó esetében, hanem a természetes folyamatokat kell utánmozni, és helyreállítani. Az eredeti Körös-völgyi életközösségeket a szélsőséges vízjárású folyók hozták létre. Azok a



Munkatérkép: Sitka, Mályvád és Törökérdo területekről (Forrás: Puskás 2000)

fajok maradtak meg, amelyek ezt elviselik, amelyeknek pont ez a sajátosság biztosítja a megmaradást, míg másokat távol tart. Ezért kapta a projekt az „Ökológiai vízpótlás a Körös-völgyben” nevet.

Gerinccsatornák

A gerinccsatornák korábban jellemzően lecsapoló és belvízelvezető csatornák voltak, a felszíni befogadó irányába mutató eséssel kialakítva. Annak érdekében, hogy az eredeti funkció is megmaradjon, s az új célok is elérhetőek legyenek, megszüntették a medrek folyamatos esését, az utak átereszeinek megemelésével vízvisszatartó kis medencék jöttek létre. Így a vízutánpótlás megszűnt, vagy szünetelése idején is víz maradhat a medrekben, amely onnét beszivároghat az altalajba. Ezek a vízpótló gerinccsatornák megőrizték mesterséges trapéz profiljukat. Feladatuk a víz eljuttatása a többnyire természetes eredetű vízsztosztó művekig, illetve a víz visszatartása a fenékgátak mögött.

Vízsztosztó művek

A vízsztosztó művek tervezése és kivitelezése volt a legizgalmasabb és legérzékenyebb feladat. Fel kellett deríteni azokat a többnyire természetes terephajlatokat, régi vízfolyásokat, erek medreit, amelyek magassági viszonyai alkalmassá tették azokat az „újászületésre”. A tervezői munka elején még nem állt rendelkezésre digitális technika, ezért hagyományos topográfiai, valamint régi katonai térképek, és az alapos helyismeret segítségével készültek a kiviteli tervek. A végrehajtás során a terepen, a lágy szárú növényzet nyújtotta segítséggel alakultak ki a medrek nyomvonalai.

Így sikerült természetes vonalvezetésű, tájba illő műveket létrehozni. A vízsztosztó műveket lapos, 1:3-as rézsúvú, 3 m fenékszélességgel alakították ki. Ahol lehetséges volt, a kotrási anyagot csak az egyik oldalra, vagy szakaszosan deponálták, hogy az esetleges felszíni lefolyásokat ne akadályozzák. A munkálatok során végig törekedni kellett arra, hogy minimális mennyiségben kelljen fát kivágni. További érdekessége is volt ennek a munkának a málványdi erdőtümbben. Lévéen ez a terület a Fekete-Körös árvízvédelmi szükségtározója, vadmentő dombok és az azok kialakítását szolgáló anyagnyerő gödrök találhatók benne, megannyi tájsebet alkotva. Ahol lehetséges

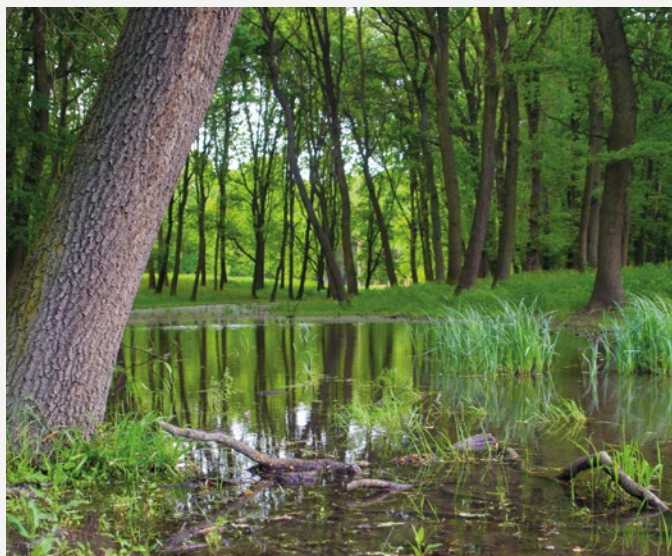


„Hulladékvízből” éltető víz az Oroszvágásban (©PL)

volt, ott a vízsztosztó művek az anyaggyödröket is feltöltötték vízzel, így a víz a tájsebekből kis vizes élőhelyeket hozott létre.

Az ökológiai vízpótlás műszaki eredményei önmagukért beszélnek. Létrejött mintegy 40 km időszakos vízfolyás, 95%-ban a DALERD Zrt. által kezelt állami erdőterületen. A tervezési vízszinttel számolva csaknem 16 ha nyílt vízfelület gazdagítja a két erdőtümböt. A tervezéskor azt feltételezték, hogy a víz szélétől legalább 50-50 m szélességben pozitív hatás lesz tapasztalható az érintett erdőkben. Akkor ennek a hatásnak a kiterjedését több mint 400 ha-ra becsülték. Ma már nem lehet ilyen jóslásokba bocsátkozni, mert a vízpótlási rendszer több mint negyedszázados szakadatlan működése óriási mértékben tágitotta ki a horizontot. A vízpótlás közvetlen ökológiai hatásán túl erdőesztétikai, turisztikai előnyöket is juttatott, nem feledve a kiterjedt kommunikációs eredményeket sem.

A vízpótló rendszer alkotói hiszik, hogy eleink helyesen cselekedtek, amikor az ember számára élhetőbbé tették a Körös-völgyet. Ugyanakkor azt is hiszik, hogy valamit vissza tudtak adni a természetnek, ami az itt élőket is szolgálja.



Feltöltött természetes meder (©PL)



A víz élettér és kaland (©PL)

4.5. Közjóléti kistavak létesítése

A közjóléti kistó olyan mesterségesen kialakított kis méretű vízfelület, víztér, amelynek elsődleges és szinte egyetlen rendeltetése, hogy turisztikai cél és látványosság legyen, s az éppen arra járók, a kirándulók pihenését és kikapcsolódását szolgálja. Mindemellett az ilyen kistavak is vizes élőhelyek (a récék szinte napok alatt felfedezik és birtokba veszik), természetvédelmi értéket képviselnek, s lehetőséget kínálnak bizonyos mértékű horgászati hasznosításra is.

A közjóléti kistó létesítésének első és legfontosabb eleme a „gondolat”, az ötlet, a helyszín kiválasztása, a lehetőség észrevétele. Ilyen „gondolat” általában és értelemszerűen a területet gyakran bejáró, jól ismerő fejében születhet meg.

A közjóléti célú kistó általában földanyagú völgyzáró gáttal épül, a felülete nem nagyobb 1–2 ha-nál, a legnagyobb mélysége 3–4 m és a térfogata sem több 30–40 ezer m³-nél. A földanyagú keresztgáttal kialakított kistó létesítésére általában az olyan helyszín kedvező, ahol a gáttest helyi völgyszűkületbe kerülhet, hogy a gát minél kisebb legyen, és ahol fölötte egy kiszélesedő, kis hosszúságú völgyszakasz található, ahol a talaj viszonylag vízzáró, s a vízfolyás, ha nem is nagy vízhozamú, de állandó. Persze más körülmények is kínálhatják a lehetőséget, például egy felhagyott vasúti töltés.

A mellékelt fotók a Soproni-hegységben található két közjóléti tavat mutatják be. A Görbehalmi-tavat a gyakran egészen kis vízhozamú Rák-patak táplálja, a Tacsi-árokit pedig a mindössze 150 ha-os vízgyűjtő területről érkező kis patak és egy forrás. Ennek ellenére mindkét tavacska vize, a legmelegebb és vízhiányos időszakokban is kiváló minőségű.



A Tacsi-ároki közjóléti kistó a feltöltés idején (©RJ)



A Tacsi-ároki közjóléti kistó napjainkban (©KuM)



A Görbehalmi-tó létesítését az egykori vasúti töltés (és a „gondolat”) tette lehetővé (©KuM)

4.6. Vadgazdálkodási vízigények biztosítása

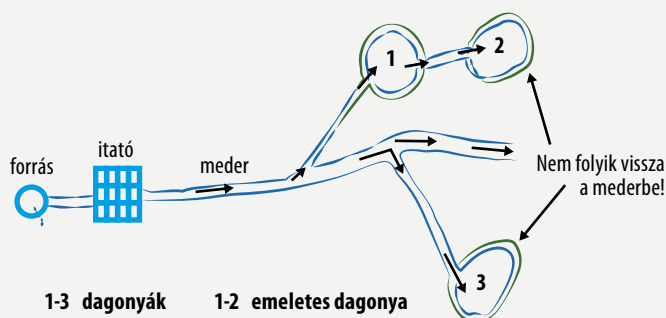
A vízviszonyok, mint az élőhely egyik legfontosabb eleme, alapvetően befolyásolják a vadállomány létét, a vadgazdálkodás lehetőségét és sikerességét. Ha egy terület nem rendelkezik természetes vizekkel (forrás, vízfolyás, állóvíz), vagy mesterséges vízgazdálkodási létesítményekkel (csatorna, víztározó), akkor a vad számára nélkülözhetetlen víz biztosításában a vadgazdálkodónak kell tevőleges szerepet vállalni, s ez a tevékenység a „vadgazdálkodási célú vízgazdálkodás”. Az állandóan rendelkezésre álló jó minőségű víz a vad számára életfenntartó tényező, amelynek hiánya az állomány ritkulását, vagy elvándorlását okozhatja. Zártkertben, ahol a vad mozgási lehetősége korlátozott, ott a víz életfenntartó szerepe még fokozottabb.

A vadgazdálkodás során megkülönböztetett figyelmet kell – de legalábbis érdemes – fordítani a hidrológiai adottságokra, a vad vízigényének kielégítési lehetőségére. A vadállomány és a vízviszonyok között ugyanis szoros kapcsolat van, amelynek földrajzi tájanként történő vizsgálatát Kóhalmi Tamás már a 70-es évek elején javasolta.

A vadgazdálkodási célú vízgazdálkodás olyan kisléptékű beavatkozásokat jelent, amelyek elősegítik a vadállomány folyamatos vízellátását. Ezek módját és mértékét az adott terület, térség természeti adottságai határozzák meg.

A **foglalatlan források**, szivárgók felszínre bukkánásának helyét a vad gyakran használja, ahol emiatt a víz gyorsan elszennyeződhet, s ott gyakran dagonya jön létre. A víz hasznosulásának ez is egy módja, s nem is tekinthető problémának, ha sok ilyen hely van a területen. Ha csak kevés, akkor alkalmazható a vadgazdálkodási célú forrásfoglalás. Az ilyen kialakítás lényege, a víz felszínre bukkási helyének rögzítése és védelme, azaz a gyors elszivárgás helyett a víz továbbfolyásának biztosítása, hogy a vad azt hosszabb szakaszon, nagyobb területen vehesse igénybe.

Nagyvadas itató és dagonya kialakítása



Forrás által táplált itató és dagonyák elhelyezése (Forrás: Kóhalmi 1972 nyomán)

Az **erdei patakok** általában meglehetősen változatos vízjárásúak. Szükséges nagy- és kisvízi helyzetek alakulhatnak ki, sőt hosszabb-rövidebb időszakokra a mederből teljesen eltűnhet a víz. A természetes vízfolyások azonban magukban hordozzák a vészhelyzetek áthidalási lehetőségét. Ugyanis a természetes vízfolyás medrének

mélyedéseiben (gyakran a kanyarulatok külső oldalán) ekkor is marad egy kevés víz, amely révén az állatvilág átvészeli a vízhiányos időszakokat.

A szabályozott (főként egyenletes esésű) vízfolyásokkal kapcsolatban, kissé paradox módon, „patakrendezési feladatok” lehetnek. Az ilyen, ökológiai célú patakrendezés feladata a természeteshez közeli állapotok visszaállítása, mind helyszínrajzi, mind hossz-szelvényi vonatkozásban. A medreket kanyargóssá, a hosszú egyenletes lejtésű szakaszokat változatosabbá kell tenni, a mederben mélyedéseket kell kialakítani. Ahol esetleg nincs lehetőség a természetszerű állapot létrehozására, ott a mederben elhelyezett kisműtárgyak, fenékgátak, vagy például a patakot keresztező mederátjáró mögött lehet vizet tartósan visszatartani. E műtárgyak mögött kis méretű vízfelületek alakíthatók ki.



Az időszakos vízfolyás fenékszintjéhez képest kissé kiemelt mederátjáró (©KuM)

A **dagonyák** szükségességét nem kell indokolni. Ha a területen nincs megfelelő számú természetes módon kialakult és fennmaradó dagonya, akkor létrejöttüket segíteni kell. Erdei kisvízfolyások mellett, ha a terepviszonyok arra alkalmasak, forrásos példához hasonlóan, oldalágak kivezetésével lehet kialakítani dagonyákat, amivel több dagonyázási lehetőséghez jut a vad és mérsékelhető a vízfolyás terhelése is.

A dagonya alapvető sajátossága, hogy megtartja a vizet. Olyan talajadottságok mellett, ahol a vízzáró réteg hiányzik, ott azt létre kell hozni. A dagonyák víztartásának fokozására alkalmazható egy természetes agyagásvány, a bentonit, amelyet földdel keverve terítenek a dagonya aljára. A tömörítés gyakorlati módja, a szemes kukorica kiszórása a tömörítendő helyre, s a kukoricát elfogyasztó vaddisznó taposása helyettesíti a tömörítést. Ugyancsak gyakorlati módszer a finomítatlan konyhasó terítése a dagonyagödör aljára, amely így először egyszerű sózóként működik, majd a tús és sófelvétel, valamint a taposás révén vízzáró réteg képződik.

Mesterséges dagonyák helyének kiválasztásakor ajánlatos alkalmazkodni a természetes adottságokhoz, azaz meg kell figyelni az elfolyó vizek útvonalait, s azokon a mélyebb helyeken kell kis medencéket kialakítani, ahol a felszíni vizek összegyűjthetők, s az utakon csordogáló vizek belevezetése is egyszerűen megoldható.

A dagonyákat célszerű etetőhelyek közelében elkészíteni, vagy a napali tartózkodási hely és az etetőhely útvonalán. A dagonya, ha nincs kitéve a közvetlen napsugárzásnak, akkor kevésbé melegszik fel, s kisebb a párolgási veszteség. Aszályos nyári időben a párolgás következtében a szivárgásmentes dagonya is elvesztheti vizét és kiszáradhat. A kiürült dagonyavíz pótlásáról zártkertekben mesterséges úton kell gondoskodni, amely költséges, de feltétlen szükséges.

A **földmedencék** olyan 60–80 cm mély, 2–3 m széles, 5–10 m hosszú mélyedések, amelyek valamilyen tolólapos vagy kanalas földmunkagéppel, különösebb tervezés nélkül, de azért megfelelő odafigyeléssel elkészíthetők. Helyszínül azokat a helyeket kell megkeresni, ahol a csapadékvizek összegyűlekeznek, és időleges, vagy tartósabb vízállásokat hoznak létre. Ezek a helyek igen gyakran földutakra esnek, járhatatlanná téve azokat. Ha eme helyeken a közelben kialakított földmedencével a víz összegyűlekezési helye az útról az út mellé kerül, akkor a földút állapota és használhatósága is javul.

A víz terelését és a földmedencébe vezetését faanyagú terelőkkal, kis méretű árokkal, töltéssel célszerű segíteni. Ha a földmedence vízzáró-sága nem megfelelő, akkor azt a dagonyáknál alkalmazott valamely egyszerűbb eljárással célszerű javítani. A területét jól ismerő erdő- és vadgazda sok lehetőséget találhat a víztároló földmedencék építésére, amivel a vízviszonyok javítása mellett jelentősen csökkenthető a területről feleslegesen távozó csapadékvizek mennyisége.



Üres földmedence lankás részükkal (©PJ)



Földmedence feltöltött állapotban (©PJ)

A **kistavak** tervezése és létesítése során követendő fő irányelv a természet által kínált, műszakilag legkedvezőbb, ugyanakkor a legkisebb költséget és beavatkozást igénylő helyek és megoldások kiválasztása. A kistó, a körülményekhez képest, minél jobban „illeszkedjen” a környezetébe.

A kistó többféle módon is létrehozható: kis magasságú töltéssel a terepfelszín fölött, vagy a terepbe süllyesztett mederként lemélyítve, a vízfolyáshoz képest a mederben keresztgáttal, ill. a meder mellett oldaltöltéses elválasztással.



Kisvízfolyásra telepített kistó a monostorapáti vaddisznókertben (©KuM)

Itatóhelyek kialakítása tárgyában a vadgazdálkodási gyakorlatban nem egységes annak megítélése, hogy szükséges-e kifejezetten itatási célt szolgáló helyek kialakítása, illetve eszközök kihelyezése. Vannak, akik úgy gondolják, hogy a vad ugyanazon helyen, ugyanazon vízből is ki tudja elégíteni az ivóvíz és a dagonyázási igényét, másoknak viszont az a véleménye, hogy a zárttéri vadtartás során, főleg egészségügyi szempontból helyesebb, ha vannak itatóhelyek is, ahol tiszta és fertőzésmentes vízhez juthat a vad. Számos lehetőség van a mesterséges itatóvíz-ellátási helyek és eszközök kialakítására, amelyek részletezésétől itt eltekintünk.

A **csapadék**, s főként a csapadékeloszlás szeszélyessége, jelentősen befolyásolja egy terület vízviszonyait, különösen, ha az adott területen nem található állandó forrás, patak, állóvíz. Az időről időre visszatérő szélsőséges helyzeteket a csapadékvizek visszatartásával lehet mérsékelni, amely gyűjthető a terepről (az utakról és nyiladékokról), a vadetetőkre és a vadászházak tetejéről, vagy akár a kifejezetten erre a célra létesített aláfóliázott parcellákról. Az összegyűjtött vizet dagonyák, kistavak vízutánpótlására lehet felhasználni.

A csapadékvíz visszatartása az erdészeti vízgazdálkodás általános és egyszersmind egyik legfontosabb feladata, amely előnyös az élővilágnak, benne a vadállománynak, javítja a mikroklimát, vízfelületekkel gazdagítja a tájat, s ugyanakkor az erózió és az árvíz elleni védelem szempontjából is hasznos. A területekre hulló csapadékvizek minél nagyobb mértékű visszatartása tehát számos vonatkozásban előnyös.

4.7. Halastavak, halgazdálkodás erdei kisvízfolyásokon

Az erdei patakok jellemzője a csekély vízhozam és a kiváló vízminőség. Ezek a tulajdonságok határozzák meg az erdei kisvízfolyások halászati és gazdasági hasznosításának lehetőségeit, amit nyilvánvalóan mindig a rendelkezésre álló vízhozam és a szakmai hozzáállás limitál. Az egész évben állandó, biztos vízhozamú patakokon kialakítható átfolyó rendszerű medencék jól használhatóak az áruhaltermelő jellegű pisztrángtenyésztésre.



Szalajka-patak a pisztrángos mellett (©GSZ)

Az időszakos vízfolyások esetében lehetséges völgyzáró gátas tavak építése, amelyek önmagukban véve a víz visszatartásán túl halászati, horgászati hasznosítást is kínálnak. Számításba lehet venni a hegyvidéki patakokon építhető (építendő) hordalékfogó gátak mögött kialakuló víztestek biztonságos használatát hal-életterékénti elsősorban horgászatra, de kisebb mértékben haltartásra, halászásra is.

Az erdei patakokon művelt halgazdálkodás mindezekén túlmenően, az épített műtárgyaival megvalósított víz visszatartás révén, gerjesztőleg hat a helyi vízi ökoszisztémákra.

Az erdészet szakmai kultúrájához régóta hozzátartozik a halászat, elsősorban a pisztrángtenyésztés révén. Selmecbányán a Bányászati és Erdészeti Akadémiának (1904-től főiskola) jól kiépített pisztrángos és pontyos tangazdasága volt, amelyhez hasonlólt szeretett volna létrehozni a Sopronba költözés után Roth Gyula professzor is.

A ma ismert, 1945 előtt épült magyarországi pisztrángtelepeket szinte kivétel nélkül erdészek építették és üzemeltették. Ezeken a telepeken jó ideig csak a helyi patakokban talált sebes pisztrángot, az erdő halát tartották, szaporították. Majd csak ezután kezdett teret nyerni a gazdaságilag jelentősebb szivárványos pisztráng tenyésztése.

A pisztráng az idők folyamán megőrizte rangját a táplálkozástudományban, a jó pisztráng ma is keresett árucikk. A valóban hazai őshonos genetikájú, tenyésztett sebes pisztráng pedig egyre nagyobb szerephez jut a pisztrángos vizek horgász célú hasznosításában, vagy a rehabilitációs törekvésekben.

Az erdészeti ágazat hal-, illetve pisztrángtenyésztői kultúráját az erdészet környezeti érzékenysége, a vadászat fegyelve, a vizek tisztaságának igénye és a halgondozás tisztessége alakította ki, amely máig megkülönbözteti a többi, különféle más technológiákat alkalmazó haltenyésztési módszerektől.



Szalajka-völgyi pisztrángos tavak (©GSZ)

4.8. Holtfa az erdei vizekben

Az erdei vizekbe kerülő holt faanyag esetében „nagy méretű holt faanyag”-nak (NHF) nevezzük a nagyobb méretű ágakat, főgököket, törzseket vagy teljes fákat, amelyet érdemes megkülönböztetni az akkumulálódott kisebb ágak, gallyak és avar alkotta „faanyagú törmelék”-től (FT).



Nagy méretű holt faanyag a Bükkös-patakban (©BCS)



Faanyagú törmelék a Rák-patak medrében (©GZ)

A vízfolyásokba bekerülő holt faanyag egy fontos alkotóelemét adja a vízfolyások életének, és eltávolítása nagymértékben ronthatja a vízfolyás természetességét.

A holt faanyag kedvező hatásai a természetszerű rehabilitáció kapcsán a következők:

Mini tározó létrehozása. A NHF vízvisszatartó hatása, s így növeli a vízfolyás medrében tározódó vízkészletet. A vízfolyásba kerülő nagy méretű faanyag (általában fatörzs) a kisvízfolyásokban keresztben elhelyezkedve egy kisebb tározóteret hoz létre a fatörzs mögött. A tározóterben csökken a vízsebesség és nő a víz tartózkodási ideje.

Élőhelyet hoz létre. A nagyobb méretű holt faanyag mögötti alacsonyabb sebességű áramlási tér jó pihenő, táplálkozási és ivóhelyek, de jó menedéket jelenthetnek a ragadozók elől is. A természetszerű

mederlépcső alatt azon a szakaszon, ahol az energia disszipálódik, a finom hordalék kimosódik a mederből, és durva köves mederszakasz jön létre egy merőben másfajta élőhelyként.

A part stabilizálása. A nagyobb méretű fák a mederben célszerűen elhelyezve stabilizálhatják a partot és a vízfolyás medrét. Nem szabad elfeledni viszont, hogy nagyobb árhullámok esetén a nagy méretű rönkök magával ragadása sokszor okozza keresztirányú vízépítési művek megrongálódását. Ezért kívánatos, hogy a természetes úton, vagy mesterséges módon mederbe került nagy méretű faanyagok a nagyvízi jelenségek során is a helyükön maradjanak.

Helyet és táplálékot biztosít a kolonizáció számára. A vízbe kerülő finom faanyagú törmelék és nagy méretű holtfás részek összetett üregekkel és résekkel tagolt felületeket jelentenek, amely az algák a mikrobák és gerinctelenek számára kolonizációs felületként szolgálnak.

Javítja a vízminőséget. Az egyik fő funkciója a vízben lévő holt faanyag, hogy kivonja a finomabb hordalékot az áramlásból és az általa képzett alacsony áramlású térben a hordalék csapdázódik. A vízfolyás vize a nagy méretű holtfán átbukva oxigénnel gyorsabban telítődik, így javul a vízfolyás oxigénellátása. Ha azonban nagy mennyiségben kerül finom faanyagú törmelék a vízfolyásba az jelentős mértékben leronthatja a vízminőséget a bomló szerves anyag oxigénelvonása miatt.

A természetes körülmények között a vízfolyások medrébe kerülő holt faanyag fontos szerepet tölt be egy vízfolyás ökológiájában, tehát annak eltávolítása a vízi ökoszisztéma szempontjából általában kedvezőtlen. A szakirodalomban számos példát találunk a NHF mederben való újbóli elhelyezésére elsősorban élőhely-fejlesztési, de mederstabilizálási célból. A túlzott mértékű holtfa mennyisége viszont már bizonyos ökológiai funkciókat zavarhat, sőt a NHF eltávolítására is szükség lehet bizonyos építési szempontból kritikus helyzetű műtárgyak közelében.



Part stabilizálása faanyagú művel (©KáM)

5.1. Az erózió értelmezése és formái

Az erózió a terepfelszín, vagyis a talaj és az alatta lévő kőzet lepusztulását (denudáció), a lepusztult anyag elszállítását (transzport) és más helyen való felhalmozódását (akkumuláció) jelenti. E folyamat a víz (fluviális erózió), a szél (eolikus erózió) és a jég (glaciális erózió) hatására történhet. Hazánk területén régebben a szél is, napjainkban viszont főként a vízerózió fejt ki hatását, s nemcsak a mezőgazdasági, de az erdőterületen is.

A víz által okozott erózió a csapadékból származó vizek felszíni összegyülekezéséhez és lefolyásához kötődik, vagyis e jelenséghez a csapadék mellett bizonyos domborzati adottságok, nevezetesen szintkülönbségek szükségesek. Ezért e kettő, a csapadék és a domborzat nevezhető az eróziót kiváltó tényezőknek. Ezek nélkül vízerózió nem alakulhat ki.

Az erózió lefolyását, megjelenési módját, intenzitását és következményét számos körülmény befolyásolhatja. Mindenekelőtt a két kiváltó tényezőhöz kötődő sajátosságok, nevezetesen az eső cseppnagysága, hevéssége, mennyisége és időtartama, a hóolvadás intenzitása, valamint a lejtő hosszúsága, meredeksége, kitettsége. További tényezők a talaj sajátosságai, mint a szervesanyag- és víztartalom, a talajfizikai jellemzők és a talajszerkezet. Az eróziós jelenségek továbbfejlődésében, esetleges szélsőséges megnyilvánulásában az alapkőzet fajtája, minősége tekinthető a legfontosabb körülménynek, mivel a vízmosásokban – értelemszerűen – már nem a talaj, hanem az alapkőzet erodálódik. Végül, de korántsem utolsósorban, fontos tényező a növényi borítottság és annak jellemzői, elsősorban a fajösszetétel, a színtezettség, a fenológiai állapot.

Az emberi tevékenység hatásáról az erózió kapcsán külön kell szólni, s ki kell emelni az előzőekben felsorolt természeti adottságok közül, mert minden más körülmény hatását messze felülmúlhatja. Kiváltó oknak és befolyásoló tényezőnek egyaránt tekinthető, mert a különféle területhasználatok révén jelentős mértékben módosíthatja a természeti körülményeket, különösen a terület növényborítottsága, és a mesterséges lefolyási vonalak létrehozása által.

Az erdők eltávolítása, a legeltetési-, vagy növénytermesztési célú területhasználat kedvezőtlen irányba befolyásolhatja az eróziós folyamatokat. Ugyanakkor mindez fordítva is igaz, mivel a talajvédelem szempontjából is átgondolt mezőgazdasági tevékenység, a veszélyeztetettebb területek erdősávokkal történő tagolása, vagy teljes erdősítése jelentős mértékben csökkenti a talajpusztulás lehetőségét.

A természetes erózió a Föld szilárd és egyenetlen felszínének kialakulásától kezdve létezik. A térszíni különbségeknek a jég, a szél és a víz általi kiegyenlítődése folyamatosan történik. A természetes erózió mértéke többnyire mérsékelt. Sok helyen annyira, hogy a mállási és talajképződési folyamatok mértékét sem éri el. A természetes erózióknak is vannak azonban erőteljes megnyilvánulásai. Időnként a természeti

körülmények is lehetnek olyan különlegesek (széldöntés, tűzvész, özönvízszerű esőzés), hogy akár nagyobb területek termőrétegének teljes lepusztulását okozhatják. Erre utalnak az ún. természetes kopárok. Mindemellett a terep mélyvonalai, a vízfolyások, a medrek mentén természetes (ember által érintetlen) körülmények között is jelentős mértékű az erózió. Az erodálódott anyagot a vízfolyások görgetett és lebegtetett hordalék formájában szállítják, amely helyenként lerakódik, felhalmozódik, sőt jelentős mennyiségben a tengerekig is eljut.

A mesterséges, vagy más szóhasználattal, a gyorsított erózió az emberi tevékenység következménye. Ezek általános jellemzője, hogy csökken a terület vízvisszatartó képessége, felgyorsul, és egyes helyeken koncentráldódik a felszíni összegyülekezés. A természetes növénytakaró, különösen a korábban állandó borítottságot biztosító erdei vegetáció eltávolítása, a lejtős területek gyakran lejtőirányú szántóföldi művelése, és a különféle művi létesítmények jelentős mértékben növelhetik egy-egy térség erózióját.

A kiváltó és befolyásoló körülmények jellegétől függően az erózióknak különféle megjelenési formái vannak, amelyek egyszersmind az erózió mértékének fokozatait is jelentik, az enyhébbektől az erőteljesebbekig. A felszíni vizek összegyülekezése a kezdeti fázisban felületi, amely azonban egyre inkább, sőt igen gyorsan vonalmentivé válik. Ennek megfelelően az erózió is először felületi jellegű, majd pedig egyre jobban vonalak mentén érvényesül. Az erózió enyhébb formái tehát a felületiek, az erőteljesebbek pedig vonalmentiek, amely utóbbiak a mélység szerint barázdásnak, árkosnak, vagy vízmosásosnak nevezhetők.



A korábban egyenletes felülettel kialakított földúton is gyorsan létrejön a vonalmenti lefolyás és erózió (©GZ)

A felületi erózió csak a talaj felső rétegére, mezőgazdasági területeken csak a művelt talajrétegre korlátozódik. A lejtős terepen lefelszerűen mozgó víz sebessége és elragadó ereje csekély, csak a kisebb talajszemcséket képes elsodorni. A talajvesztés kismértékű és viszonylag egyenletes. Erdőterületen a lepelerózió, még a vágásterületeken sem jellemző.

A felületi erózió erdőterületen való lehetőségének és mértékének meghatározása céljával az ERTI munkatársai hosszú távú (már az 1950-es évek közepétől kezdődő!) kísérleti mérésorozatot folytattak és folytatnak ma is, a Kiskisnád melletti Dolina-völgyben. A terület az erózió által korábban jelentős mértékben károsodott, de a vizsgálatok kezdetekor már bizonyos mértékű borítottsággal bírt. A felületi erózió mérése hat, különböző növényi borítottságú típusú területen kialakított parcellán történt.

Az adatok időnkénti feldolgozása számos megállapításra adott lehetőséget. Az egyik legfontosabb, hogy a 4,8 ha-os kísérleti területre vonatkoztatott felületi erózió 95%-a fedetlen riolittufa részterületen jelentkezett, azaz a vegetációval borított területeken gyakorlatilag nem, vagy alig volt felületi erózió. Az első, mintegy 25 éves kutatási időszak egy másik igen érdekes eredménye szerint az ebben az időszakban lehullott csapadéknak mindössze 10%-a folyt le, vagyis még ennek a gyenge minőségű és sekély erdei talajnak is igen jelentős volt a vízvisszatartó képessége.



Felületi erózió meghatározása mintaparcellán az ERTI Kiskisnád melletti Dolina-völgyben kialakított kísérleti területén (©KP)

5.2. Vonalmenti erózió

A terepfelszínen összegyülekező és lefolyó vizek igen gyorsan vonalak mentén rendeződnek. Eme jelenség gyors kialakulása talán leglátványosabban a frissen készült töltések részeit figyelhetjük meg, ahol a peremtől 1–2 m-re már finom érhalózat alakul ki, amely lefelé haladva ugyan ritkul, de egyre mélyül, s a rézsú alján már barázdákban folyik a víz.

A vonalmenti erózió egy természeti folyamat, amely az ember által lakatlan térségekben is érvényesül, túlnyomórészt a már meglévő domborzati mélyvonalak mentén, a völgyekben, a vízfolyások medrében. Mértékét a térszíni különbségek és lejtések, a csapadékviszonyok, s az alapkőzet minősége határozza meg.

A természetes vonalmenti erózió mérséklése érdekében csak akkor szükséges beavatkozni, ha az erodáció és az akkumuláció (a hordalék felhalmozódása) veszélyeztet valamilyen létesítményt, építményt, települést. A beavatkozások lényege az időnként kialakuló nagyvizek áramlási sebességének csökkentése és a hordalékmozgás akadályozása a vízfolyás szakaszolása révén.

A kisvízfolyások felső szakaszain, ahol nagycsapadékok esetén sem túl nagy a vízhozam, ott rúdából kialakított kisebb fenékgátak létesíthetők, amelyek nemcsak a vízsebességet csökkentik, hanem vízvisszatartásuk révén ökológiai szempontból is hasznosak. Amikor azután a vízterük feltöltődik, akkor mint fenékküszöbök funkcionálnak tovább.



Rúdából kialakított kis fenékgát a Bükkös-patak felső szakaszán (©BCS)

Nemcsak a kisebb, de a nagyobb műszaki beavatkozások esetében is szorgalmazni kell a helyi anyagok (fa, rőzse, kő, föld) felhasználását. Ennek előnye, hogy az ilyen művek csupán a munkaeszközök helyszínre juttatásával, viszonylag kis költséggel létrehozhatók és a leginkább környezetbe illők. Hátrányuk is a természetes anyagaikból következik, mivel a faanyagok korhadnak, töredeznék, a nagyobb igénybevétellel szemben kevésbé ellenállóak, elmozdulhatnak, élettartamuk miatt viszonylag rövid. Folyamatos ellenőrzéssel, gyakori karbantartással, rendszeres felújítással azonban akár huzamosabb ideig is betölthetik feladatukat.

Görgeteges völgyfenéken, időszakos vízű oldalvölgyekben, a várható terheléseket figyelembe véve, kissé erőteljesebb faműveket szükséges alkalmazni, például fésűs hordalékfogókat, akár többet egymás mögött. Visegrád mellett az Apátkúti-völgyben számos ilyen művet létesítettek és létesítenek napjainkban is, amellyel jelentős mértékben érvényesül a hordalék visszatartása, s ezzel együtt a vonalmenti erózió mérséklése.



Fésűs hordalékfogó az Apátkúti-völgy oldalágában (©KB)



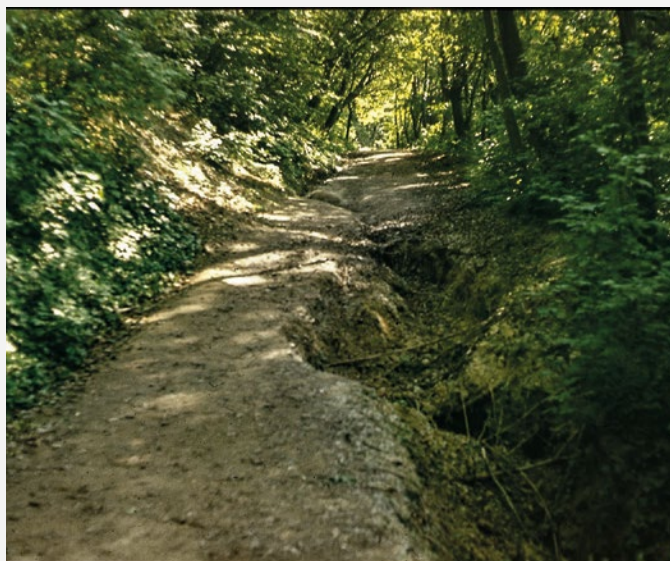
A fésűs hordalékfogó mögötti feltöltődéssel mederlépcső keletkezett, s a széles és kis esésű mederszakaszon csökken az időnként összegyülekező nagyvizek sebessége (©KB)

Az Apátkúti-völgy és mellékvölgyei rendkívül görgetegesek, amely sajátosság szinte kínálja a gabion-szerkezetek, azaz a horganyzott drótkeretekbe rakott, azzal összefogott kőművek létesítésének lehetőségét. Az építmény anyagának túlnyomó része a helyszíni kőanyag, csupán a drótkereteket és a munkaeszközöket kell a helyszínre juttatni. Ennek révén akár a „legeldugottabb” helyeken is létesíthetők ilyen kőművek. Méreteit az adott helyszín adottságai alapján lehet meghatározni. Robosztus keresztmetszeti kialakításuk miatt nem igényelnek különösebb statikai méretezést. Teherviselő képességük igen nagy.



Nagy méretű gabion-gát az Apátkúti-völgyben (©KB)

A természetes mélyvonalak, vízfolyásmedrek mellett vonalmenti erózió alakulhat ki az erdőterületet feltáró vonalas létesítmények, a föld- és burkolt erdészeti utak mentén is. A kis esésű és a vegetáció által fedett területeken ez a folyamat lassabban és csak hosszabb szakaszon jön létre, de erdei földutak, sőt gyalogutak mentén is keletkezhetnek néhány deciméter mélységű eróziós barázdák, amelyek tovább mélyülve árkokká fejlődhetnek.



Turistaúton, faállomány alatt kialakult vonalas erózió (©RJ)

Az erdőterületet feltáró régebbi szekérutak gyakran spontán módon alakultak ki, olyan meredek szakaszokkal, amelyeken a szekerek csak bekötött hátsó kerekekkel tudtak lejutni. A földúton csúszó vasabroncsos kerekek nyomán eróziós barázdák, árkok jöttek létre, amelyet elegyengetve, a dolog többször ismétlődött. Végül mélyút keletkezett, amit idővel felhagyva, melllette új nyomvonalat használva, előlről kezdődött a folyamat. Ezek a párhuzamos mélyútmaradványok sok helyen ma is láthatók az erdőkben.

A „szekeres korszak” utáni motorizáció és gépesítés már tervezett szállítási és közelítési útvonalakat igényelt, elvileg eróziómentes vízelvezetéssel. A gyakorlatban ennek ellenére manapság is előfordulnak viszonylag rövid idő alatti erodálódások, eróziós jelenségek, amelyeket „észrevéve”, egészen kis beavatkozással meg lehetne szüntetni.



Eróziós árokká alakult rossz vonalvezetésű földút (©KuM)

Az erózió elleni védelem műszaki módszerei közé tartozik az erdei úthálózat vonalvezetésének, hosszesésének és főleg keresztmetszésének megfelelő kialakítása, hogy a csapadékvíz minél előbb az út menti árokba juthasson. A földutakon (javított földutakon is) keréknyomok alakulnak ki. Ezekben a vonalmenti erózió egyszerű vízterelővel történő szakaszolással csökkenthető, aminek ugyan van fenntartási igénye, de azzal az útfelület leromlása előzhető meg.



Keréknyomokban folyó vizet kivezető vízterelő (©KB)

A burkolt erdészeti feltáróutak tervdokumentációjának önálló munkarésze a vízelvezetés, amely részletesen foglalkozik a burkolat és a pályaszerkezet víztelenítésével, az árok lejtésével, szükség szerinti burkolásával és lépcsőzésével, az összegyűlekező víz út alatti át-, s végül oldalirányú kivezetésével, valamely közeli árok vagy vízfolyás felé. A tervek többnyire eddig követik a víz útját. Pedig a csapadékvizek ilyen jellegű összegyűjtése jó lehetőséget kínál az erdőterület vízvisszatartó sajátosságának erősítésére. Ezeket, az „elvezetendő” csapadékvizeket, nemcsak a vízfolyásokba, hanem a lehetőségekhez képest minél nagyobb mértékben lehetne az út menti mélyedésekben, mesterséges medencékben és árokban visszatartani. A víz erdőterületen tartása mérsékelné a vonalmenti erózió, a hordalékmozgás, sőt a villámárvizek kialakulási lehetőségét is.

5.3. Hordalék-visszatartás

A hordalék-visszatartásnak számos oka és célja lehet. A vonalmenti erózió akadályozásával kapcsolatos hordalék-visszatartást az előző 5.2. fejezet tárgyalja. A villámárvizek által okozott káresemények mérséklésével összefüggésben az uszadékkal és görgetett hordalékkal a következő 5.4. fejezet foglalkozik. A hordalék-visszatartásnak ezeken túlmenően vannak és lehetnek még más céljai, megfontolásai, amelyek közül három esetet ez a fejezet ismertet.

Vízmosás feltöltése a hordalék visszatartásával

Ha a vízgyűjtőről még jelentős mennyiségű hordalék várható, akkor annak visszatartásával a vízmosás feltölthető. A vízmosáskötés a vízmosásfej (a vízmosás kezdete) megkötéséből és hordalékfogó gátak építéséből áll, egymástól a hatótávolságoknak megfelelő kiosztásban. A vízmosás katlanjába (fölső szakaszára) épített magasabb gátak mögötti gátudvarokban az érkező hordalékos víz lelassul, időlegesen tározódik, s a hordalék jelentős része lerakódik. Ebben az esetben a befogadó jelentős mértékben mentesül a hordaléktól. A gátudvarok így fokozatosan feltöltődnek. A vízmosás lépcsőssé alakul, a gátak a továbbiakban fenéklépcsőként funkcionálnak, vagyis széles, kis esésű szakaszok és jól védett lépcsők követik egymást.



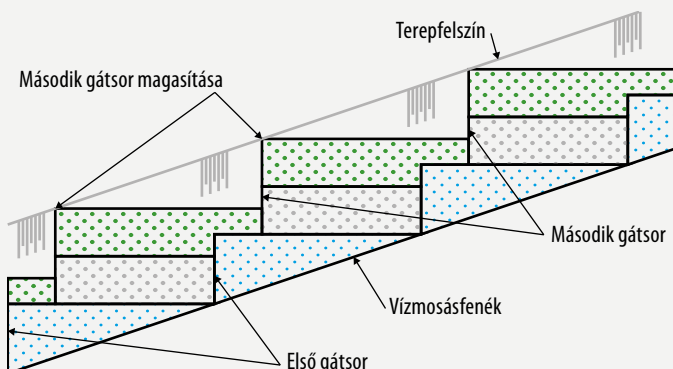
Vízmosáskötő kőgát vízládás utófenékkal (©RJ)



Vízmosáskötő kőgát feltöltődött, széles, kis hosszesésű, s a vegetáció által is „birtokba vett” gátudvara (©RJ)

A vízmosás feltöltődése több lépcsőben

Amikor a vízmosáskötő gátak fölötti terek feltöltődnek, akkor két lehetőség van a hordalékfogó képesség ismételt létrehozására: egyrészt a már meglévő gátak magasításával, másrészt új gátak, gátsor megépítésével. A megoldás kiválasztása az adott vízmosás morfológiai adottságaitól, a még várható hordalék mennyiségétől és gazdaságossági megfontolásoktól is függ.



Vízmosás feltöltése a hordalék visszatartásával, több lépcsőben (Forrás: www.oszkdok.oszk.hu)

A vízmosáskötő gátak létesítésének és funkcionálásuknak csak akkor van értelme, ha egy időben a vízgyűjtő területen is megtörténnek azok az intézkedések, amelyek az eróziós jelenségek mérséklését eredményezik.

A vízmosásosság jelensége hazánk több térségének is sajátossága, s nemcsak „történelmi” léptékben, hanem manapság is. A jelentősebb vízmosáskötő tevékenységek emléke mégis szinte a történelmi időkbe vész, bár a nyomok, a műtárgyak, vagy azok romjai még fellelhetők. Korunkban nem jellemző a vízmosásokkal való törődés, mintha már minden és véglegesen meg lenne oldva. Ez nem így van, s éppen azért érdemes emlékezni ezekre a munkálatokra, mert valahol valakik talán készletet éreznek majd hasonlók megvalósítására, akár napjainkban is.

Közzóléti tó feltöltődésének mérséklése

Egy másik példa a hordalék-visszatartásra, amikor hordalékfogó kistóval lehet és célszerű egy-egy közzóléti tó feltöltődését mérsékelni, s így eredeti állapotát minél tovább megőrizni. Erre jó példa a Soproni-hegység Tacsi-árok nevű völgyében az 1970-es évek közepén létesített közzóléti tó fölött kialakított hordalékfogó tó. A mintegy 150 ha-os vízgyűjtő területen található néhány forrás révén egy állandó, de meg lehetőségen kis vízhozamú patak táplálja a tavakat. Nagycsapadékok hatására azonban természetesen itt is nagyvizek, árhullámok alakulnak ki, amelyek görgetett és lebegtetett hordalékot szállítanak.

A hordalékfogó kistó lankás rézsúkkal kialakított, füvesített földtöltés mögött jött létre, viszonylag kis víztérrel, amelynek szélessége 30 m, hossza 40 m. Legnagyobb mélysége a létesítéskor sem érte el a 2 m-t. A kisebb és nagyobb vizek tovább-vezetését egy bukóaknás-csőáteresztő biztosítja.

A tó funkcionálásának, azaz hordalék-visszatartásának és feltöltődésének számszerűsítése érdekében több alkalommal felmérték a fenékszínt, a gáttest tengelyével párhuzamosan kijelölt kereszt-szelvényekben. A 8-8 évenkénti mederfenék-változás mértékét például képpen a gáttengelytől 20 m-re kijelölt kereszt-szelvény szemlélteti.



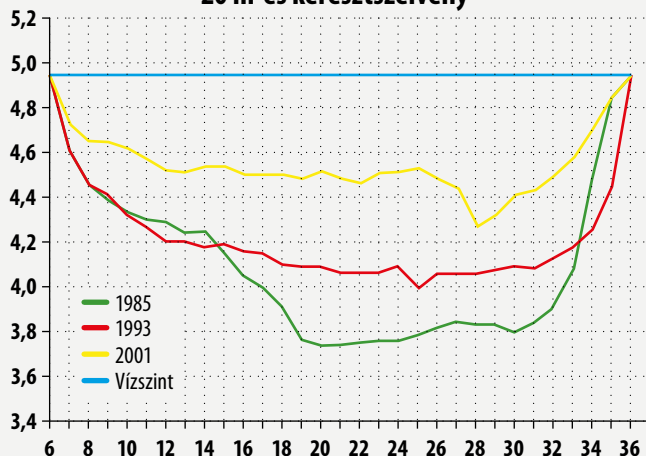
A Tacsi-árok közzóléti tavát védő hordalékfogó kistó még feltöltetlen állapotban (©RJ)



A hordalékfogó kistó a beüzemelés után néhány évvel (©KuM)

Az ötméterenkénti kereszt-szelvények adataiból meghatározható volt a lerakódott hordalék mennyisége, amely a vízgyűjtő területről távozó eróziós talaj (kőzet) veszteséggel vehető azonosnak. A vizsgált időszakban a csaknem 100%-ban erdővel borított vízgyűjtő területre vonatkoztatott fajlagos eróziós veszteség mintegy 0,1 és 0,5 t/ha/év között alakult, a csapadékviszonyok változatosságától függően. Ez az értéktartomány csekélynek tekinthető, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy a hordalék túlnyomó része a patakmederből, kis része pedig egy-két földútról, árokból származhat. A felületi erózió lehetősége erdőterületen gyakorlatilag nullának tekinthető.

20 m-es kereszt-szelvény



A gáttest tengelyével párhuzamos, attól 20 m-re lévő kereszt-szelvény fenékszintjének nyolcévenkénti feltöltődése (Forrás: www.oszkdok.oszk.hu)

A kistó hordalékviszatartó képessége igen nagy, de természetesen nem lehet 100%-os, mert bár az árhullámokkal érkező görgetett hordalék teljes egészében lerakódik, a lebegtetett hordalék egy része továbbjuthat, amelynek mértéke kezdetben csekély, de a hordalékfogó vízterének, víztérfogatának csökkenésével növekszik.

A hordalékfogó kistó mintegy 40 éven át töltötte be funkcióját, viszatartotta a patak által szállított hordalék jelentős részét, s közben persze feltöltődött. Jelenleg nem túl jó állapotban van, de egy kotrással, felújítással ismét alkamassá tehető a közjóléti tó védelmére.



A kistó hordalékfogó funkciójának beteljesedése, a feltöltődés (©HA)

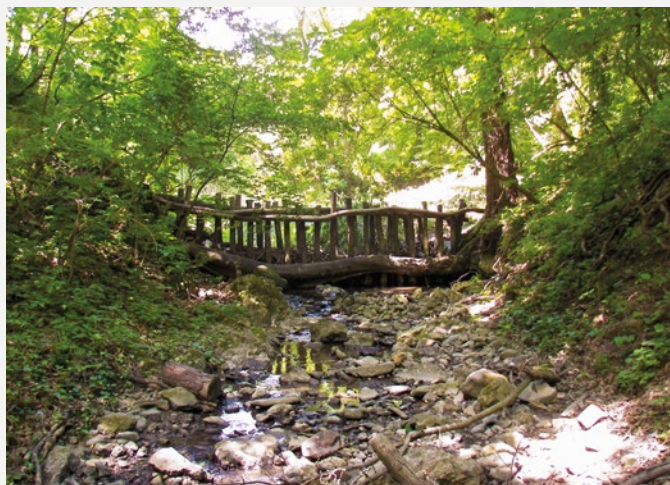
A Dera-patak Szurdokvölgyének védelme

Egy különleges, de tanulságos eset a Dera-patak Pilisszentkereszt közelében található Szurdokvölgy elnevezésű szakasza. Természeti adottságai és szépsége miatt kiemelten védett terület és kedvelt kirándulóhely.



A Dera-patak Szurdokvölgy elnevezésű szakasza (©KuM)

A Dera-patak eme szakasza időszakos vízfolyás, de a nagycsapadékok hatására kialakuló és levonuló árhullámok által, jelentős mennyiségű hordalékot és uszadékot mozgat. Természetvédelmi és közjóléti érdek is, hogy abból minél kevesebb kerülhessen a Szurdokvölgybe. Már korábban is foglalkoztak a hordalék visszatartásával, amire egy régi kőgát utal, amely egy ideig betölthette szerepét, majd tönkrement. Később fából készült fésűs hordalékfogókat helyeztek el a Szurdokvölgy előtti mederszakaszon, amelyek ugyancsak sok hordalékot megfogtak. A fésűs hordalékfogó a kisebb uszadékok elakadása révén bizonyos mértékig falként funkcionál, amely mögött nemcsak a görgetett, de részben a finomabb szemszerkezetű hordalék is lerakódik.



Fésűs hordalékfogó a Szurdokvölgy bejáratánál (©KuM)

A Szurdokvölgy hatékonyabb védelme érdekében a Pilisi Parkerdő Zrt. kezdeményezésére 2007-ben egy hordalékfogó kistó létesült, amely az uszadék és a görgetett hordalék mellett, a lebegtetett hordalék egy részének visszatartására is alkalmas. Annak ellenére, hogy a Dera-patak gyakran vízmentes, elvárás volt a gát mögött állandó, de legalábbis tartós vízfelület kialakítása. További szempont volt, hogy a gát méretével és szerkezetével ne tűnjön ki túlságosan a környezetből, s helyi anyag (terméskő) felhasználásával készüljön.



A Szurdokvölgy előtt létesített hordalékfogó kistó (©KuM)

5.4. Villámárvízi károk mérséklése

Ahogy a korábbi fejezetekből is kitűnik, az erdőterület vízbefogadó, vízvisszatartó képessége igen nagy, de nem korlátlan. A viszonylag nagyobb, 20–30 mm-es csapadékok, a rövid időtartamú, intenzív zivatarok hatására az erdei patakon rövid idő alatt árhullámok alakulnak ki, amelyek ugyan jelentős vízhozam-növekedést okoznak, de többnyire kisebb területet érintenek, rövid időtartamúak, s mire az ilyen árhullám a legközelebbi települést eléri, már ellaposodik, s nem okoz különösebb problémát, szinte észre sem veszik.

Időről időre azonban adódik rendkívüli (ritkán előforduló), akár 80–100 mm-es csapadékesemény. Ha a vízgyűjtő területet a megelőző időszak csapadékosága részben már telítette, akkor igen rövid idő alatt, igen nagy vízhozam-növekedéssel, ún. villámárvíz keletkezhet, amely ugyan rövid időtartamú, de jelentős károkat okozhat. A villámárvíz olyan gyors kialakulása és lefolyása, hogy az esemény alatti védekezés lehetősége korlátozott. Villámárvizek ellen csak megelőző intézkedésekkel lehet hatékonyan védekezni.

A villámárvízi károk okaként a rendkívüli víztömeget szokták emlegetni, pedig a tényleges okozók a nagyvízhez kötődő két, minden bizonnyal közismert körülmény, amelyeket ennek ellenére igen gyakran nem vesznek figyelembe:

- Az egyik, hogy a növekvő vízhozammal növekszik a vízmélység és a vízsebesség, s jelentősen nő a víz elragadó ereje. Ennek következtében a kis- és középvízi időszakokban nyugalomban lévő, egyes helyeken felhalmozódó hordalékot és uszadékot a nagyvíz megmozdítja, elsodorja, magával ragadja. Az uszadék és a hordalék pedig minden akadálynál, akár a széles átterszeknél, hidaknál is feltorlódik, útját állva ezzel a víznek.



Uszadéktorlasz az erdészeti kishídnál (©KuM)

- A másik, hogy nemcsak a folyókra, de a patakokra is igaz, hogy a kanyargós vízfolyás vize a tehetetlenségi erő folytán a külső oldalra jobban „támaszkodik”, s azt erodálja. Ettől lesznek egyre kanyargósabbak a természetes (nem szabályozott) vízfolyások. Ez a sajátosság a nagyobb víztömegre fokozottan érvényes, ami abban nyilvánul meg, hogy a nagyobb víztömeg nagyobb íveket „használ”, s a középvízi ívekre nem hajlandó „ráfordulni”. Adott esetben nem kanyarodik be a kishíd alá, hanem új utat keres, például bekerül a hídfő mögé, azt elmosza, s a hidat összedönti.

Ilyen eset történt 1999-ben a Börzsönyben a Kemence-patakon, amikor a rövid idő alatt több százszorosára duzzadt patak a medréből kilépve, korábbi folyását sok helyen jelentősen megváltoztatta. Torlaszokat épített, máshol új medret alakított, helyenként az erdészeti utat is meg rongálta, elmosta egyes szakaszait, némely műtárgyat pedig részben vagy egészen le is rombolt.



A Kemence-patak által elmosott, lerombolt erdészeti kishíd (©KuM)



A Kőszegi-hegység Hámori útján keletkezett villámárvízi kár (©PJ)

A villámárvízet és az általa okozott káreseményeket településekkel kapcsolatban szokták emlegetni, pedig az ilyen jelenségek során az erdőterületen is keletkeznek károk. Az előző és a következő eseteírás is az összegyülekező árvízi áradattal összefüggő, tulajdonképpeni valódi károkozó körülményekre igyekszik rámutatni, mert ezek tudomásulvétele szükséges a megelőző védekezéshez, s nemcsak az erdőterületen, hanem a településeken is.

A Börzsönyihez hasonló eset történt 2009 júniusában a Kőszegi-hegységben a Hámori út és a Hármás-patak (helyi elnevezés) keresztezésében lévő áteresztőnél. A középvízi meder ívesen, egy bal ívvel érkezett a 2,50 m széles, 1,60 m magas helyszíni betonozással kialakított áteresztő befolyási oldalához, ahol a jobb csatlakozást ferde szárnyfalak biztosították. A megnövekedett víztömeg azonban módosította és kifelé tolta a kanyarodás ívét. Az áradat a jobb oldali partot és domboldalt erodálta, s a jobb oldali szárnyfal mögé kerülve az áteresztőt oldalról és alulról is kimosta és a 30–35 cm-es falvastagság ellenére összetörte. A bal oldali szárnyfal, amely a fő sodrástól messzebb került, épségben a helyén maradt. Az áteresztő mellett és annak helyén áttörő víz az erdészeti utat is megrongálta, egy szakaszát elmosta.

Az új áteresztő 3,00 m szélességű, 1,31 m magasságú, körselet keresztmetszetű, azaz a régihez hasonló méretű. A felvízi és alvízi oldal olyan kialakítású, hogy az áteresztő eltömődése esetén, amikor a nagyvizet az áteresztő már nem képes át bocsátani, amikor az áradat más utat keresne, akkor azt időlegesen visszatartsa és védje a felvízi oldalt addig, amíg a vízszint megemelkedve eléri az út szintjét, s azon szélesen szétterülve átjuthat az alvízi oldalra.

Az áteresztőt megelőző mederszakasz ívben van. A közepes és nagyvizek megfelelő irányba terelése céljából nagyon fontos, hogy a meder külső oldala szilárd legyen. Mindezt jobb oldalon egy ívesen kialakított gabion-fal, az áteresztő mellett és fölött betonba rakott terméskő, az útpadkában pedig kőpaplan (ugyancsak gabion-szerkezet) burkolatok biztosítják. A patak gyakori hordalékszállításából származó koptató hatás miatt előnyös, ha a meder anyaga az eredeti mederanyag marad. Ezért a mederfenék nem kapott burkolatot. Az áteresztő előtt időnként felhalmozódó uszadék és görgötett hordalék könnyen eltávolítható.



A Kőszegi-hegység Hámori útján újjáépített áteresztő (©PJ)

Az erdészeti utakat keresztező nagyobb átmérőjű áteresztők védelme a körülményektől függően, kisebb műszaki beavatkozással is megoldható. Jó megoldás a gabion-szerkezet, amely a terhelésekre rugalmasan reagál, bármilyen méretben és formációban megépíthető, a vegetáció gyorsan benövi és eltakarja, különösen, ha a kövek közé kis földterítés is kerül, s nem utolsósorban (ha van a közelben, a mederben kőanyag) olcsó is. Csőáteresztők elő és utófejének kialakítására, rézsűburkolatok készítésére igen jól alkalmazható megoldás.



Gabion-előfejjel védett nagy méretű hullámacél áteresztő (©KuM)



Természetes uszadék és görgetett hordalékfogó torlasz a Bükkös-patakon (©BCS)

A nagyobb áteresztők és a kishidak többnyire a ritkán előforduló nagyvizekre, az ún. mértékadó vízhozamra vannak méretezve. Ha nem lenne uszadék és görgetett hordalék, akkor az ismertetett esetekhez hasonló okok miatt kialakuló káresemény sem következne be. A vízbátókat a víz zavartalanul áthaladhatna. Ezt figyelembe véve az is egy célravezető megoldás, hogy meg kell akadályozni, hogy az uszadék és görgetett hordalék eljusson a veszélyeztetett műtárgyhoz, vagyis előtte fel kell tartóztatni. Ez sokszor teljesen természetes módon is megtörténik, ami azt is jelenti, hogy ezek a torlaszok a természetes meder részei. Így nem tekinthető a kisvízfolyás életébe történő drasztikus beavatkozásnak, ha hasonló torlaszok kialakulását kis „beavatkozások” elősegítik.

Az erdei patakok alsóbb szakaszain az uszadék és a görgetett hordalék elleni hatékony védelemhez akadályokat kell elhelyezni a nagyvizek útjába. Ilyenek lehetnek az 5.2. fejezetben bemutatott fésűs hordalékfogók. Egyet-kettőt beépítve, nem túl messze a védendő kisműtárgy előtti mederszakaszra elérhető, hogy az uszadék és a görgetett hordalék ezeken akadjon fel. Az elhelyezésükhöz célszerű olyan helyeket választani, ahol a nagyvíz az akadályon megtorlódva szétterülhet és tovább folyhat, immár uszadék és hordalékmentesen a kisműtárgy felé, másrészt előnyös, ha ezek a helyek gépjárművel és munkagéppel is megközelíthetők, a nagyvíz után, az uszadék és hordalék elszállítása, s a hordalékfogó karbantartása érdekében.

Nagyobb csapadékesemények során összegyülekezett vizek patakmederben történő levonulásának lassítása is mérsékelheti a villámárvízi károk keletkezését. E cél elérését a patakmeder szakaszolása és lépcsőzése révén lehet segíteni.

A Bükkös-patak alsó, Szentendréhez közeli szakaszát elődeink hordalékfogó kőgátakkal szakaszolták. A visszatartott görgetett hordalék a gátak fölötti részt, azaz a gátudvarokat feltöltötte, s így e műtárgyak immár fenéklépcsőként funkcionálnak. A műtárgyak közötti kis esésű szakaszok mérséklék a nagyvizek levonulási sebességét, a fenéklépcsők pedig energiaelnyelő hatásúak, s ugyancsak csökkentik a vízsebességet. A Bükkös-patak kőművei már felújításra érdemes állapotban vannak, de így is betöltik szerepüket, mérséklék Szentendre belterületi szakaszán a villámárvízek kártételének lehetőségét.



Fenéklépcső (egykori hordalékfogó gát) Szentendre közelében a Bükkös-patakon (©KUM)

A visegrádi Apátkúti-völgy patakmedre meglehetősen görgeteges. A kőanyagot egyrészt érdemes felhasználni (partvédelemre, fenéklépcsők kialakítására) gabion-művekben. Másrészt meg kell akadályozni a görgeteg Visegrádig jutását, ami kisebb-nagyobb kistavakkal oldható meg, amelyek a nem árvízes időszakokban közjóléti funkcióval is bírnak.



Helyszíni anyagból készült gabion-partvédő fal (©KP)



Görgetegcsapdaként is funkcionáló kistó (©KP)

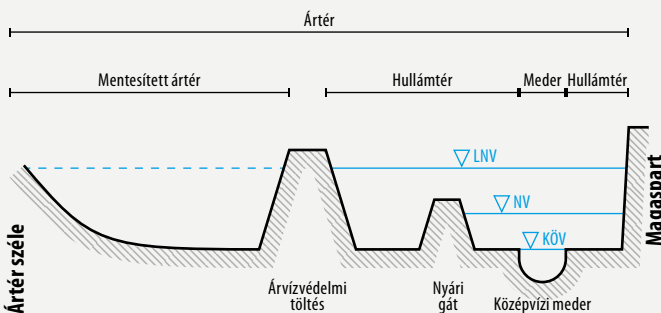
5.5. Hullámtéri erdők szerepe az árvízvédelemben

A vízfolyásmeder, amely a partok közötti mélyedésként értelmezhető, csak a közepes és annál kisebb vizek áramlásának szintere, ezért középvízi medernek is nevezhető. A közepesnél nagyobb vizek, a kisebb-nagyobb árvizek kiöntenek a mederből, s a domborzati adottságoktól függően elárasztják a vízfolyás szűkebb vagy tágabb környezetét. Az árvizek által elöntött terület a természetes ártér, amelynek szélét a legnagyobb árvizek jelölik ki. Síkvidéki területen az ártér akár több tíz kilométer szélességű is lehet. Az ártér tekinthető a vízfolyás nagyvízi medrének. Az ártér határát ún. magaspart, dombvonulat, vagy tereptörés is alkothatja.

Ármentesítés töltések építésével

Az árvízmentesítés egyik legősibb és ma is leggyakoribb módja a folyóvölgy nagyvízi szabályozása, amely a természetes árterület egy részének árvízi elöntésektől való mentesítését jelenti. A töltéseken belüli terület a hullámtér, amelyet az árvizek továbbra is rendszeresen elöntenek. A töltéseken kívüli terület az ún. mentesített ártér, amelyen az árvízi elöntésektől és károktól mentes területhasználatot lehet folytatni. Előfordul, hogy a hullámtér egyes részeinek részleges védelmére ún. nyári gát is épül, amely természetesen mindig alacsonyabb az árvízvédelmi töltésnél.

A síkvidéki folyók mentén egyes szakaszokon az árvízvédelmi töltések megépítése előtt is erdők voltak, de korántsem mindenhol. A töltések létesítését követően azonban azt lehet mondani, hogy a hullámterek szinte kivétel nélkül beerdősültek, vagy beerdősítésre kerültek. Így a hullámterek elöntése során az ottani erdők természetesen közvetlen kapcsolatban vannak az árvizek levonulásával és az árvízvédelemmel. A kapcsolat kettős: egyrészt az erdősáv léteével és megfelelő módon való kialakításával a hullámverés és a jég romboló hatása ellen védelmet nyújt az árvízvédelmi töltésnek. Másrészt a hullámtér bizonyos részein az erdő akadályozza, lassítja az árhullámok levonulását, amellyel vízszintemelkedést okoz, vagyis veszélyezteti az árvízvédelmi tevékenység sikerességét. Ezek az erdők a szélesebb hullámterek középső, vagy esetleg partközeli sávjában találhatók.



Folyóvölgy nagyvízi szabályozása árvízvédelmi töltésekkel (Forrás: www.oszkd.hu)

A hullámtéri véderdő

A közepesnél nagyobb vizek, amelyek már viszonylag több hordalékot is szállítanak, a mederből kilépve szétterülnek a hullámtéren, ezért a víz mozgása lelassul, s a hordalék egy részét a part közelében rögtön le is teszik. Ilyen módon alakul ki a part mentén az ún. övzátony, amely az árhullám

elvonulását követően akadályozhatja a hullámtér leürülését. A középvízi meder partja mentén elvileg van egy szabadon tartandó sáv, amelyet vegetációmentesen kell tartani annak érdekében, hogy kedvezőbb legyen a nagyvizek áramlási lehetősége. A gyakorlatban ez ritkán van így, általában inkább azt látni, hogy a növényzet egészen a partélig tart.

Ahol a hullámtér széles, ott van egy középső sáv, amelyen erdő- vagy mezőgazdasági tevékenység folyhat. Ebben a sávban többnyire, az időnkénti elöntést elviselő erdőtársulások találhatók. Ahol a hullámtér viszonylag keskenyebb, vagy a középső sávban nincsen erdő, ott az árvízvédelmi töltés közelében egy olyan erdősávot alakítanak ki, amely kifejezetten a töltés védelmét szolgálja, elsősorban a hullámsér erodáló hatása ellen. Ez az erdősáv a hullámtéri véderdő, amely mivel vízügyi létesítményt véd, ezért vízügyi rendeltetésű. A hullámtéri véderdők vízügyi kezelésben vannak.

A hullámtéri véderdő általában 30–100 m széles, és két részből áll. A vízfolyás felőli oldalt, a szél- és jégtörő pásztát, szálerdő üzem módban kezelt faállományként alakítják ki olyan fafajokból (hazai- és nemesnyár, kocsányos tölgy, amerikai kőris), amelyek az időleges elöntést elviselik. A töltés felőli oldalt, a hullámtörő pásztát, ún. fejesfa üzem módban tartott fűz állományként hozzák létre. A fűzek visszametszését úgy végzik, hogy a vékony vesszők és gallyak sűrű szövevénye a legnagyobb víz szintjében legyen, s így mérsékelhesse a hullámsér. A hullámtéri véderdő és a töltésláb között 10–15 m-es gyepes sávot kell fenntartani, részben a fás növények (különösen a gyökerek) töltéstől való távoltartása érdekében, részben pedig azért, hogy árvízi védekezési munkálatok során a töltés a hullámtér, azaz a víz felől is megközelíthető legyen.



Az árvízvédelmi töltés védelmét szolgáló hullámtéri véderdő a szabadon tartandó sávval (©RJ)

A nagyvízi levonulási sáv és az erdő

Nem vitatható, hogy a hullámtereken lévő erdei vegetáció, még a nemesnyár ültetvény is, jelentős mértékben hat a nagyvizek levonulására. A nagyvizek fő áramvonalai, az árvízi lefolyási sávok ugyanis nem, vagy nem mindenhol azonosak a középvízi mederrel. Ahol eltérnek attól, vagy szélesebbek, ott a hullámtéri erdők akadályt jelenthetnek.

Az árvízvédelmi töltések létesítésének egyik sajátossága, hogy azok nem mindenhol párhuzamosak a középvízi mederrel, sok helyen attól jelentősen eltérnek. Van, ahol a töltés egészen közel van a mederhez, másutt jelentősen eltávolodik attól, kiöblösödéseket alkotva. A töltések elhelyezését a

főmeder és a holtágak kanyarutai és kapcsolatai, valamint a települések elhelyezkedése mellett, nem kis mértékben befolyásolták a korabeli tulajdonviszonyok. Az ilyen módon kialakult változatos szélességű, kiterjedésű hullámtér érintettsége különböző az árvizek levonulása során.

Az ezredforduló közeli években bekövetkezett jelentős árvizek nyomán elhatározással vált a már korábban többször felvetett gondolat, hogy időszzerű átgondolni az árvízmentesítési és árvízvédekezési megoldásokat. Ennek egyik első fázisa a „Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése” elnevezésű program volt, amelynek megállapításai és javaslatokai nemcsak a Tisza, hanem más folyók esetében is alkalmazhatók.

A hullámterekre vonatkozóan az árvízvédelem szempontjából már régtől fogva vannak törvényi előírások, köztük a területhasználatot illetően is, de azok gyakorlati megvalósulása nem volt megfelelő. Ezért is vált szükségessé a 2014. évi jogi szabályozás, amely egyebek mellett, a nagyvizek levonulása szempontjából, a hullámtereken zónák megkülönböztetését rendelte el, az alábbiak szerint:

- a. Elsődleges levezető sáv: a nagyvízi meder azon része, ahol az árvízi vízhozamok és a jég a legkedvezőbb áramlási viszonyok mellett vonulnak le.
- b. Másodlagos levezető sáv: jelentősen részt vesz az árvizek levezetésében.
- c. Átmeneti levezető sáv: az árvizek által időszakosan elöntött területrészt, amely a másodlagos levezető sávnál kisebb mértékben vesz részt az árvíz levezetésében.
- d. Áramlási holtter: olyan területrészt, ahol nincs áramlás, de mint tározó tér, szerepe van az árvizek levonulásában.

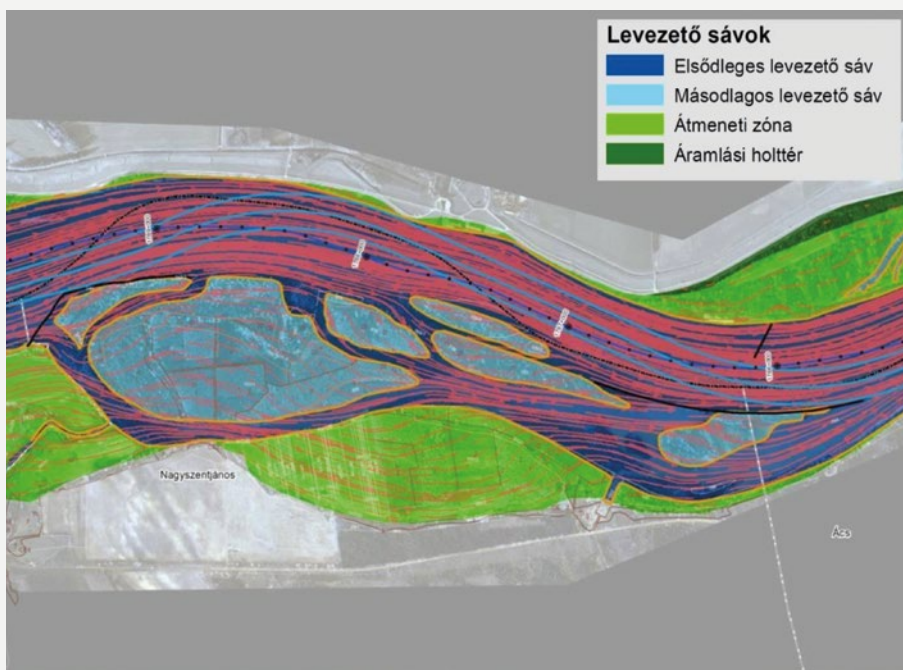
Ezek a sávok árvízi események során szerzett terepi tapasztalatok, digitális modellezések és fizikai kismintakísérletek révén határozhatók meg. Az így kijelölt sávok sem feltétlen párhuzamosak a mederrel, hanem

igazodnak a mellékágak, holtágak, szigetek, helyi „magaslatok” elhelyezkedéséhez is. Az egyes sávokban csak olyan területhasználatot lehet folytatni, amely a nagyvizek levonulását nem akadályozza.

- a. Elsődleges levezető sáv: nem lehet erdő. A meglévő állományokat le kell termelni, a fátlan állapotban tartás érdekében a spontán befásodást is meg kell akadályozni. Ezeken a területeken csak legelő tartható fenn, sőt a legeltetést érdemes ösztönözni és támogatni is.
- b. Másodlagos levezető sáv: erdő lehet, de a lefolyást nem akadályozhatja. Új erdő nem létesíthető. A meglévő erdőkben gyakori és érélyes erdőművelési eljárások szükségesek. Felmerülhet a fafaj és az állománytípus cseréjének elrendelése is. Törekedni kell a cserjeszint visszaszorítására. Ebben a sávban is lehetséges a legeltetés.
- c. Átmeneti levezető sáv: erdő lehet, de a lefolyási viszonyok nem romolhatnak. A meglévő erdők kezelése hasonló az előző kategóriához, azaz ebben a sávban is gyakoribb és erélyesebb nevelővágások szükségesek, és a cserjeszint maximális visszaszorítása. Új erdőterület csak az ezen követelményeknek megfelelő állománnyal létesíthető. Spontán befásodás esetén is szükséges a fentiek biztosítása.
- d. Áramlási holtter: az erdő lefolyást akadályozó hatásának csökkentése nem elsődleges szempont. Ebben a zónában korlátozás nélkül folytatható a korábbi erdőgazdálkodási gyakorlat.

A vízviszonyok változásának hatása az erdőre

Hullámtéren a termőhely vízviszonyai néhány évtized alatt megváltozhatnak, kedvezőtlen irányba is. A folyó vízjárásának esetleges változatlansága mellett ugyanis, a nagyvizek hordalékossága és hordalék lerakódása miatt a térszín lassan, de emelkedik, a meder viszont más okok miatt mélyülhet. Amikor ez a két folyamat együttesen hat, akkor a hullámtéren a mindenkori vízszint hatása alatt álló talajvízszint csökken. Az évenkénti egy-két elárasztás mellett, az év nagyobb részét vízhiány jellemezheti. Ilyen helyzetekre már vannak konkrét esetek, például a Rába hullámtérében.



Árhullámot levezető sávok kijelölése (Forrás: ÉDUVIZIG)



Leromlott állapotú (kiszáradó) Rába-ártéri erdő (©KR)

6. Az erdei vizek élővilága

Az erdei vizes élőhelyek rendkívül fajgazdag flóra és fauna életfeltételeit teremtik meg, amit kiválóan érzékeltet az ártéri erdők kiemelkedően sokszínű élővilága. Jelen kiadványban azonban természetesen meg sem próbáljuk ezt a sokféleséget a teljesség igényével tárgyalni. Szándékosan nem térünk ki az olyan, természetvédelmi szempontból kiemelkedő jelentőségű, ikonikus, közismert fajokra, mint például a fekete gólya, a rétisas, vagy éppen a vidra. A szűk terjedelmi korlátok szabta keretben – a néhány színes, látványos, így közismert élőlénycsoport, illetve faj mellett – többségében olyanokat említünk, amiket az „átlagember” kevésbé ismer, vagy nemigen vesz észre. A legkisebb erdei víztestek, a dendrotelmák élővilágáról itt nem teszünk említést, mivel a „Szaktudás füzetek” sorozat 1. számában ezekről már szóltunk. Az erdei patakok haláról, a sebes pisztrángról e kiadványban másutt esik szó.

6.1. Mohák

A vízcispe (*Riccia fluitans*) láperdőkben, erdőkben kialakult kis tavakban, csatornáknál előforduló májmoha. Telepei világoszöldek, szagszerűek, 0,5–1 mm szélesek, többszörösen, villásan elágazók. A víz felületén úsznak, lebegnek, illetve a víz visszahúzóódásával a nedves talajon is megélnek.



Vízcispe (©PB).

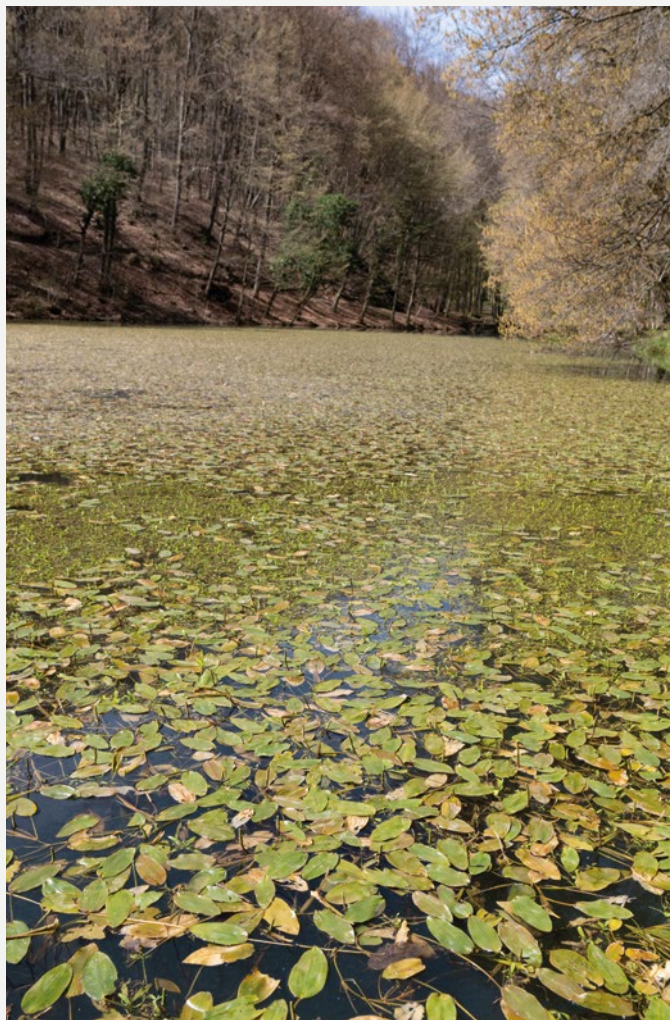


Vastagerűmoha (©PB).

A vastagerűmoha (*Cratoneuron filicinum*) láperdőkben, patakok mentén, főleg meszes alapkőzetű helyeken gyakori faj. Sűrű, a sötétzöldtől a sárgászöldig változó színű gyepeket alkot. A szár gyakran szabályosan szárnyasan elágazó. Az ágak rövid, két oldalra állók. A vízi karcsútókú moha (*Leptodictyum riparium*) láperdőkben, holtágak, tavacsák szélén, talajon gyakori, de vízbe esett korhadt fákon és fák tövében is előfordul. A gyepek laza, sárgászöld vagy sötétzöld. A hajtások 5–15 cm-esek, elterülő, ritkán, szabálytalanul elágazók. A levelek felálló, szétálló és gyakran a hajtás csúcsa felé egy oldalra hajlók. A vízi hosszúcsőrű moha (*Rhynchostegium riparioides*) az erdei patakok medrében, főleg köveken a leggyakoribb vízi moha. Nagyszerű. A gyepek fénylő, sötétzöld, feketészöld, az aljathoz erősen tapadó, akár 10–12 cm hosszú, szabálytalanul elágazó hajtásai gyakran a vízfolyás irányába állnak, lebegnek. A levelek tojásdadok, széles tojásdadok, fokozatosan kihegyesedők vagy tompák. Magyar nevét a spóratokfedő alakjáról kapta.

6.2. Vízi virágos növények

A szárnyatlan mocsárhúr (*Callitriche cophocarpa*) tápanyagban szegény, álló- vagy folyóvizet kedvelő faj. Állományai főleg agyagos vagy homokos talajokon kialakult kisebb, tiszta vízű erdei pocsolókban, keréknyomokban találhatók meg. Másik jellegzetes előfordulása a



Úszó békaszőlő (©LBA).



Békaliliom (©LBA).

gyors folyású patakmedrekben van, ahol szintén az iszaposabb vagy homokosabb részeket kolonizálja. A fésűs békaszőlő (*Potamogeton pectinatus*) kozmopolita növény, gyakori, sőt tömeges is lehet eutróf sekély- és mély, nagy- és kis tavakban, folyókban, erdei patakokban és pocsolyákban. Az úszó békaszőlő (*Potamogeton natans*) egyik fő ismertető jegye a mindig redukálódott, gyorsan lehulló alámerült levelek, a többnyire lekerekített v. szíves levélváll. Megtalálhatjuk oligo-, mezo- és eutróf vizekben, kistavakban, tavakban, tározókban, homok- és kavicsbánya tavakban, csatornáknban, de gyors folyású patakokban is. A békaliliom (*Hottonia palustris*) a lápi hínárosok esernyőfaja, természetes élőhelye az égerlápokban, fűzlápokban van. Nálunk visszaszorulóban lévő faj, melynek állományait ma már legtöbbször másodlagos termőhelyeken (csatornák, mesterséges tavak) találjuk meg.

6.3. Puhatestűek

Tornai patakcsiga (*Bythinella pannonica* - korábban *Sadlerina pannonica* néven volt ismert) a Bükk hegység és a Gömör–Tornai-karszt közös endemizmusa (bennszülött faja). Hazánk említett két hegységén kívül még a Tornai karszt szlovákiai területein él csupán. Apró termetű (2–4 mm), kifejezetten mészigényes faj, ami a karsztforrások megfelelő sodrású és hőmérsékletű felső szakaszain él. Kedvező körülmények között,

kifejezetten tömeges is lehet. A köveken és egymás házáan keletkező algabevonatokkal táplálkozik. Nagyon érzékeny a szennyezésekre és a patakmedrek, forráskifolyók bolygatására. Korábban ismert lelőhelyeinek legalább feléről mára eltűnt. Ennek legfőbb okai között lehet a források elapadása, a tömegturizmus és oda nem figyelés, illetve különféle helytelen kezelések, vagy éppen a gondatlanul végzett fakitermelés. Magyarországon védett, közösségi jelentőségű vízicsigafaj. A faj állományának zöme hazánk területén él, így fennmaradása első-sorban a mi felelősségünk.



Tornai patakcsigák csoportja (©DT).

Hozzá nagyon hasonló faj a kácsi patakcsiga (*Bythinella thermophila*), vagy korábbi népszerű nevén a kácsi fantom, ami egy új felfedezés. 2015-ben különítették el a vele együtt élő tornai patakcsigától. Az egész világon csak a Kácson lévő melegvizes forrásból és az innen induló patak felső szakaszáról ismert.

6.4. Makroszkopikus vízi ízeltlábúak

Erdősült területeinken leggyakrabban különféle kisvizekkel, forrásokhoz kötődő, esetenként lápi jellegű állóvizekkel, erdei tócsákkal, dagonyákkal, ezek elfolyó vizeiből, vagy közvetlenül fakadó vizekből, forrásokból, szivárgókból táplálkozó erekkel, kisebb időszakos és állandó vízfolyásokkal, patakokkal találkozunk. A vízellátottságtól, a vízborítás tartamosságától, tápanyag-ellátottságtól, áramlási sebességtől és a



Patakvizben élő *Electrogena* kérészlárva és *Gammarus* bolharákok (©UZS).

besugárzás mértékétől függően eltérő összetételű makroszkopikus gerinctelen közösség népesítheti be ezeket az élőhelyeket. Szerepük igen jelentős a vízbe hulló tápanyag (lomb, faanyag stb.) felaprózásában, lebontásában, az alsóbb folyási szakaszok görgetett és lebegő tápanyagokban való ellátásában.

Gyorsabb áramlású vízfolyásokban számukra különösen fontos a lesodródás elleni védekezés, az időszakos vízhiánnyal fenyegetett részekben pedig a kiszáradás negatív hatásainak kivédése. A lesodródás ellen bizonyos mértékig hatékony megoldás lehet az erőteljes kapaszkodó képesség (pl. álkérészek, színesszárnyú szitakötők lárvái), kihasználva az áramlási holtterek – nagyobb kövek, uszadékfa, növényzet – adta védelmet. Hasonlóképp hasznos lehet a jó úszási képesség, mely egyes kérész csoportok (*Baetidae*) és bolharákok (*Gammaridae*) esetében jól megfigyelhető. A tízlábú rákok jól tudnak kapaszkodni, szükség esetén úszni is, de akár üreget is vájhatnak maguknak (kövi rák, folyami rák).

Az áramvonalas testfelépítés a legtöbb vízi gerinctelen csoport esetében megfigyelhető, de talán a legfeltűnőbb a „laposfejű” erezett kérészek (*Heptageniidae*) lárváinál, ezek a fajok rendkívül hatékonyan tudnak megtapadni és mozogni a patakok zúgóinak kövein is (kihasználva a kövek felületén található vékony, áramlásmentes réteg adta lehetőséget). Az aljzathoz való rögzítés sajátos módját alkalmazzák a tegzes lárvák. A szövötegeselek (*Hydropsychidae*) például nem is építenek tegezt maguknak, hanem kövekhez rögzített szövedékből készült hálóval fogják ki a sodródó táplálékot.

Más csoportjaik kövekhez rögzített tegezt építenek, ami gyors áramlás esetén hatékony, mérsékelt áramlású szakaszokon viszont a nehezebb szemcsékből épített tegez és jó kapaszkodó képesség biztosítja a mozgás lehetőségét a lesodródás elleni védelem mellett. Sajátos védekezési mód (és egyben táplálkozási forma) az aljzatba való beásás, amikor a kisebb medencék lazább üledékébe beásva csak a légzőnyílás és szájszerv „lóg ki”, ami az arra vetődő zsákmány számára végzetes lehet. Ezt a stratégiát folytatják a hegyiszitakötők (*Cordulegaster* spp.) akár 3–4 évig is fejlődő lárvái. A kiszáradás ellen legegyszerűbben a vízből kirepülni képes, szárnyas fajok – vízi bogarak és vízi poloskák kifejlett példányai – tudnak védekezni. A vízben kifejlődő és onnan kirepülő (szemiakvatikus) rovarok, szerencsés esetben a kiszáradás előtt befejezik fejlődésüket, és el tudják hagyni a kiszáradó pocsolyát, tócsát, eret, patakot, a száraz időszakot nyugalomban lévő petéik révén próbálják túlélni. Egyes fajok képesek még a kiszáradás előtt mélyebbre beásni magukat, hogy a felszín alatti (intersticiális) víztérben, részben nyugalomban próbálják meg túlélni a kiszáradás időszakát, több-kevesebb sikerrel. Az erdei tócsákban olykor találkozhatunk a túlélés igazi bajnokaként letűnt földtörténeti korok élő kövületeiként velünk élő pajzsosrákok és tócsarákok egyes képviselőivel is, melyek R-stratégistaként (gyors kifejlődés, rövid élettartam, tömeges megjelenés) kihasználva a tavaszi időszakos kisvizet nagy egyedszámban jelenhetnek meg egyes területeken.



Frissen kelt balkáni hegyiszitakötő (*Cordulegaster heros*) levedlett lárvabőre mellett (©AA) és a nagy álkérész (*Perla abdominalis*) nősténye (©KT).



Tavaszi pajzsosrák (*Lepidurus apus*) (©AA).

Kár volna megkerülni, hogy az erdei vizekhez kötődő makroszkopikus gerinctelenek között számos „nemszeretem” faj is van.



Erdi szúnyog (*Aedes cantans*) nőstény, potrohában emberi vérről (©CsGy).

Legismertebb képviselőik a csípőszúnyogok, amik még a legkisebb erdei víztestekben is (pocsolyák, dendrotelmák stb.) is kifejlődhetnek, hogy aztán keserítsék az erdész, vadász, kiránduló életét. Mentségükre szolgáljon, hogy a lárvák és a kifejlett szúnyogok is számos más állatfajnak szolgálnak meghatározó, nélkülözhetetlen táplálékbázisul. Meg azt se felejtjük el, hogy a „szúnyogos évek” általában a csapadékos tavasz és nyár következményei. A tavaszi, nyári csapadékokra pedig erdeinknek ugyancsak nagy szüksége van. Másként szólva, a sok szúnyog jót tesz az erdő egészségének.

6.5. Kételtűek, hüllők

Hazánkban a kételtűek és hüllők valamennyi faja védett, közülük jó néhány rendszeresen megtalálható erdei vizes élőhelyeken. Ezek az erdei kételtűek szaporodása szempontjából nélkülözhetetlenek is. Megjegyzendő, hogy a kételtűek többsége rendszeresen fogyaszt rovarokat is. A levelibéka gyakran zsákmányolja a fágakon közlekedő lombfogyasztó lepkehernyőket, de az erdei béka és a barna varangy is fogyasztja a talajszinten elérhető lárvákat, így erdővédelmi szerepük sem elhanyagolható. A vizek erdőkben való megtartásáról, illetve az erdei kisvizes élőhelyek mester-séges létrehozásáról jelen kiadványban már szó esett.

A sárgahasú unka (*Bombina variegata*) a domb- és hegyvidéki területeken, egészen kis víztestekben (kis tavak, pocsolyák, útszéli vizesárkok) is megél. Gyakran mélyebb keréknyomokban összegyűlt vizekbe rakja le petéit, porontyai ezekben is kifejlődhetnek. Ha ezek az ideiglenes „tavacsók” nem száradnak ki túl gyorsan, lárvái itt is kifejlődhetnek. Az erdei vizek elvezetése és a szárazodás, de a túlszaporodott nagyvadállomány is negatív hatással van populációira. Az utóbbi években egy terjedő kórokozó, a bőrbetegséget okozó kitridgomba is veszélyezteti a fajt, hasonlóan más békafajokhoz. Közele rokona a vöröshasú unka (*Bombina bombina*) inkább síkvidéki, nagyobb víztestek gyakori faja. Az átmeneti területeken a két faj hibridizálódik, „tisztá” sárgahasú unkákat egyre ritkábban lehet találni.



Sárgahasú unka (©MG).



Párosodó barna varangyok (©CsGy).



A két unkafaj hibridje (©CsGy).

A barna varangy (*Bufo bufo*) az év nagyobb részében szárazföldi életmódot folytat. Párzási, peterakási időszakban találkozhatunk vele leggyakrabban, amint tömegesen vándorolnak az erdőkben található, illetve azokhoz közeli tavakhoz. A szaporodóhelyek közelében vezető forgalmasabb utak jelentős pusztítást okozhatnak a vizek felé vándorló varangyokban, ahogy a többi kételtű esetében is.

A levelibéka (*Hyla arborea*) talán a legnépszerűbb kételtű. A nőstények állóvizek sekélyebb részeibe, vízzel telt gödrökbe rakják le petéiket. Az erdei tavacskákból kifejlődött békák meglehetősen nagy távolságra is képesek elvándorolni. Kertekben, parkokban, ligetes erdőkben, tópartokon találkozhatunk velük. Gyakrabban lehet őket hallani, mint látni, ugyanis testméretüket meghazudtoló erőteljes hangadásra képesek.

A nálunk szórványos előfordulását gyepi béka (*Rana temporaria*) a hegyvidéki erdők lakója.



Levelibéka (©CsGy).

Petéit sekély álló-, vagy lassú folyóvízbe rakja, a békafajok közül a legkorábban. Kocsonyás petecsomói a víz felszínén úsznak.



Gyepi béka (©CsGy).



A gyepi béka víz felszínén úszó petecsomói (©CsGy).

Domb- és hegyvidéki lombos erdők árnyas, humid erdeit kedveli az eleventhűlt foltos szalamandra (*Salamandra salamandra*). Hegyi patakok csendesebb öbleinek vizében ad életet utódainak. A vizek szennyezése, illetve a patakok időnkénti kiszáradása veszélyezteti populációit.

Az alpesi götte (*Ichtyosaura alpestris*) az üde bükkösök és gyertyános-tölgyesek faja. Magyarországon az Őrségből, a Bakonyból, a Bükkből, a Mátrából és a Zemplénből ismert.



Foltos szalamandra (©CsGy).



Alpesi götte nőstény (©HK).

A párzási időszakban patakokban, kiöntésekben, vagy akár útszéli vizesárokban találkozhatunk vele. A kifejlett állatok elhagyják a vizet, kövek, holtfák alatt, kisebb üregekben bújnak meg. Tápláléka vízi rovarokból, férgekből, kisebb csigákból és pókokból tevődik össze. Populációit a klímaváltozás velejárójaként egyre gyakrabban jelentkező súlyos aszályok, az idős állományok letermelése, illetve erőteljes megbontása, valamint a kétéltűek idegenhonos kórokozók által okozott betegségei egyaránt veszélyeztetik.

A folyamatos erdőborítást fenntartó erdőgazdálkodás és a megfelelő mennyiségű erdei holtfa jelenléte pozitívan hat állományaira.

A Kárpát-medence egyetlen őshonos teknősfaja a mocsári teknős (*Emys orbicularis*). Elsősorban a síkvidéki álló, illetve lassú folyású vizekben él. A vízinváziával sűrűn benőtt, napsütötte kisebb erdei tavacskákat, illetve holtágakat kedveli. Táplálékát a vízi ízeltlábúak, puhatestűek és kisebb kétéltűek alkotják. Minden hüllő és kétéltű fajunk védett.



A mocsári teknős és kedvelt élőhelye (©CsGy).



6.6. Madarak

Az erdei vizeket, illetve közvetlen környezetüket számos madárfaj használja különböző módon (táplálkozás, ivás, fürdés stb.). Itt csak két olyan, hegyvidéki patakokhoz kötődő madárfajt említünk, amik élőhelyét – és ezáltal a fészkelő párokat – a vízszennyezés és a patakok menti erdők letermelése veszélyeztetheti. Ezen erdőtársulások érintetlenül hagyása, vagy folyamatos erdőborítást fenntartó kezelése óvhatja meg leginkább ezeket a számukra létfontosságú, érzékeny erdei élőhelyeket.

A vízirigó (*Cinclus cinclus*) területiális madár, a hegyvidéki erdők sebes folyású, kizárólag tiszta és bő vízü hegyi patakjainak állandó madara. A vízfolyást részben, vagy egészében árnyaló természetes fás társulás, erdő jelenléte fontos jellemzője élőhelyének. Néhány középhegységünkben biztosan csupán a fészkelése (Kőszegi-hegység, Zempléni-hegység), de fészkelőként előfordulhat a Soproni-hegységben, a Mátrában, a Bükk hegységben és az Aggteleki-karszton, hazai állománya mindössze néhány párból áll. Fészket különféle mikroélelőhelyekre építi: patak menti faodúba, élő fa alámosott gyökerei közé, vagy kifordult gyökértányérba, sziklarésbe. Időnként az emberi építményeket is elfoglalhatja, például hidak alatt, terméskő lábazatban is költ. Nagyon érzékeny a víz minőségére, hiszen a táplálékául szolgáló apró vízirovarok (bolharák, kérészek, tegzesek, vízi bogarak), a tiszta vizű kisvízfolyások indikátor faja a szennyezett vizekből hiányoznak. Hazánkban fokozottan védett.

A hegyi billegető (*Motacilla cinerea*) a vízirigóhoz hasonlóan tiszta, sziklás, köves, gyors folyású hegyi patak mentén él. Az előző fajnál gyakoribb faja a középhegységi erdők kisvízfolyásainak. Több hegyvidéki erdőterületünkön költ. Természetes állapotú élőhelyen fészket a

patak-mentén kidőlt fa gyökértányérjába a gyökerek közé, sziklafalra, vagy partoldalra építi. Fészkelhet a kisvízfolyás menti műtárgyak, kőfalak, hidak üregeiben is. Tápláléka főként a vízben és víz mentén előforduló rovarokból (szúnyog- és kérészfajok) és kis csigafajokból áll. Védett.

Jelen fejezetben tált „csipetnyi kóstoló” remélhetőleg jól érzékelteti, hogy az erdei vizeknek az erdei fák növekedése és egészsége mellett az erdei életközösségek diverzitása szempontjából is pótolhatatlan szerepe van. A klímaváltozás kedvezőtlen hatásait figyelembe véve az erdei vizekkel való bölcs és előrelátó gazdálkodás tehát egyidejűleg ökonómiai és ökológia jelentőségű.



Vízirigó (©KR).



Hegyi billegető (©KR).

7. Összegző gondolatok

Az erdők és a vízviszonyok kapcsolata a teljesen természetes körülmények között is meglehetősen változatos, az erdőgazdálkodás és a vízgazdálkodás által befolyásoltan pedig különösen sokrétű. Eme kölcsönhatás térben és időben, dombvidéken és síkvidéken, nedvesebb vagy szárazabb környezetben más és más módon érvényesül. Az erdők igen jelentős mértékben, gyakran meghatározó módon kötődnek a vízviszonyokhoz. Kijelenthető, hogy az erdők létét és létezésének módját, formáját, minőségét a hidrológiai adottságok alapvetően befolyásolják. A magyarországi erdők sokfélesége, egyebek mellett a vízviszonyok sokféleségének is a visszatükröződése. Mindemellett az erdők (telepítésükkel, létükkel, hosszú élettartamukkal és esetleges megszűnésükkel egyaránt) visszahatnak a vízviszonyokra, a patakok, folyók vízjárására, a talajvízszintek, az erózió, az árvizek alakulására, a kisebb-nagyobb területek, térségek vízháztartási sajátosságaira.

A vízháztartási folyamatok természetes egysége a vízgyűjtő terület, amely lehet néhány hektár, vagy többezer négyzetkilométer kiterjedésű is, de mindnek közös ismérve, hogy domborzati és hidrológiai kategória. Általános megfogalmazásban egy olyan terület, amelynek felszínén mozgó, összegyülekező víz egy meghatározott közös befogadó felé gravitál, amely lehet valamely vízfolyás szelvénye, vagy szakasza. Az éppen lehatárolandó és figyelembe veendő nagyságrend attól függ, hogy milyen vonatkozásban foglalkozunk vele.

Az erdészeti területhasználatához is rendelhető egy nagyságrend, az „Erdészeti kisvízgyűjtő”, amely az erdészeti szakmai és vízgazdálkodási szempontok alapján fogalmazható meg. A vízgazdálkodási szempontok nem ellentétesek az erdészeti érdekekkel, hanem éppen ellenkezőleg, erősítik azok érvényesülési esélyeit. Ennek megfelelően az erdészeti kisvízgyűjtő olyan területnagyság, amely legalább akkora, de nem sokkal nagyobb, mint ahol már kialakítható, s ahol egyszersmind kialakítandó a vízháztartási szempontból is kedvezőnek tartott erdőszerkezet, amely némiképp leegyszerűsítve, az egyenletes és hosszú távon is állandó fafaj- és kormegoszlást jelenti, mivel ezáltal tekinthető leginkább állandónak a terület növényzettel való borítottsága.

Az erdészeti kisvízgyűjtő minimális nagysága tehát kifejezetten erdőgazdálkodási szempontokhoz köthető, amely egyben vízháztartási vonatkozásban is kedvező. A kiterjedés felső határértékének rögzítése inkább elvi jelentőséggel bír, amely az alapelv megvalósulását segíti és ösztönzi, nevezetesen, hogy ahol már lehetséges, ott valóban kialakításra kerüljön az optimális erdőszerkezet. Az adott esetben alkalmazott területnagyság természetesen függ a nagyobb térség domborzati, vízhálózati rendszerétől is. Az elmondottak figyelembevételével erdészeti kisvízgyűjtőként a legalább 50–100 ha, de legfeljebb 2–3 km² kiterjedésű terület látszik elfogadhatónak.



Egy térség erdőszerkezetének kialakítása jelentős mértékben függ az erdőterület tagolásától is. Erdeink többségének gazdasági, de még inkább vadászati célú, nyiladékokkal történt tagolását már az 1800-as évek második felében megtették. Több, mint százharminc évvel ezelőtt (1891-ben) erről a tagolásról, nem túl elismerően, így írt Illés Nándor:

„Az erdőnek beosztása tagokra vagy pagonyokra (talán a szláv pohony-hajtás szóból) nem könnyű feladat, ámbár rendesen nem sok gondolkozással oldják meg. Többnyire az erdő határának vagy átlójának leg-hosszabb vonalával egyenlő közül vonalakat, s azokra derékszögűeket húznak és készen van a beosztás. Hogy a természetre miképp illik az rá, azt nem igen kérdezik, arra csak később jön rá a gazdálkodó erdész.”

Az erdészeti tevékenységet szolgáló erdőbeosztásnak, egyebek mellett, de főként, alkalmazkodnia kell a terület domborzati tagolódásához, amelynek természetes egysége a vízgyűjtő terület. Erdőbeosztásunk ma sincs mindig tekintettel erre. Figyelembe veszi ugyan a domborzatból adódó sajátosságokat, de a vízgyűjtő területet, mint a nagyobb térség hidrológiai rendszerének önálló elemét, nem tekinti a tervezés és a gazdálkodás lényeges alapjának, egységének. Akadály a vízgyűjtőben való gondolkodásnak és cselekvésnek az is, hogy a használatban lévő térképek nem mindegyike szintvonalas, amelyekről a vízgyűjtő terület határait következtetni lehetne. Ezért az üzemtervek sem tartalmazznak kifejezetten a vízgyűjtőkre vonatkozó információkat, adatcsoportokat, terveket vagy elképzeléseket.

A sok-sok tagból, illetve erdőrészből álló erdőterületet (erdészeti területet) akár erdőrendezési, akár erdőgazdálkodási szempontból nézzük, gyakran célszerű kisebb, áttekinthetőbb részekben kezelni. Eme áttekinthető részek kialakítása különféle szempontok figyelembevételével történhet. Így nagyobb mértékben függhetne a domborzattól is, amely önmagában az egyik legfontosabb tényező, s amely számos más megfontolásra is hatással lehet. Ebből is következik, hogy ahol csak lehetséges, ott a nagyobb területek erdőgazdálkodási célú tagolását célszerű erdészeti kisvízgyűjtők formájában megtenni.

Mindezen érvek alapján a domb- és hegyvidéki erdőterületekkel összefüggésben megfogalmazható ama elérendő cél, hogy a megfelelő szerkezetű, fajaj- és korösszetételű erdőállomány ne csak egy nagyobb térség, egy erdészeti nagyságrendű terület átlagában, hanem erdészeti kisvízgyűjtőnként is legyen meg, amely által az erdő vízháztartást befolyásoló hatása is jobban és egyenletesebben érvényesülhetne.

Összegzés helyett

Az erdők és a vízviszonyok kölcsönös kapcsolatával foglalkozó jelen kiadványban az erdőterület vízháztartásával, az erdőgazdálkodók vízviszonyokhoz való alkalmazkodásával, a vizek erdő- és vadgazdálkodási célú hasznosításával, amelynek kedvező ökológiai és közjóléti hatása is figyelemreméltó, valamint a vízkárok mérséklésével összefüggő ismereteket törekedtünk összefoglalni, amelyet együttesen erdészeti vízgazdálkodásnak lehet nevezni, s amelynek fontosságát és jelentőségét többször igyekeztünk hangsúlyozni. Mindezek ellenére azonban tapasztalati ténynek lehet tekinteni, hogy az ún. erdészeti vízgazdálkodás – tisztelet a kivételes eseteknek – többnyire csak kényszerű módon valósul meg, azaz csak akkor, amikor elkerülhetetlen. A vízzel és a vízviszonyokkal való, tudatos, tervszerű gazdálkodásra vannak ugyan említésre és elismerésre méltó példák, de az erdőgazdálkodók többsége erre nem fordít megfelelő figyelmet. Ennek ellenére ki lehet jelenteni, hogy e többség is úgy gondolja, hogy az erdőgazdálkodáshoz szükség van a víztani-vízgazdálkodási ismeretekre, amelyek ezért fontos elemei úgy a közép-, mint a felsőfokú erdészeti szakoktatásnak és a gyakorlatnak egyaránt.

E kiadvány célja az emlékeztetés, a figyelemfelkeltés, az erdészeti vízgazdálkodásra történő ösztönzés és buzdítás, annak az örök érvényű gondolatnak jegyében, amelyet Bedő Albert 1888-ban írt le az erdők és az árvizek kapcsolatával foglalkozó cikkében, hogy

„... vannak dolgok, melyeket addig és annyszor kell ismételni, míg kellő meghallgatásra találnak.”

A szerkesztők:



Gribovszki Zoltán



Kucsara Mihály

Sopron, 2023. június

8. Felhasznált / javasolt szakirodalmi és internetes források

- Bartha D., Csóka Gy., Mátyás Cs. (szerk.) 2022: Az erdészeti tudományok története Magyarországon. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron, 399 pp.
- Bedő A. 1888: Árvizek és erdők. Erdészeti Lapok, XXVII (5–6): 393–407.
- Bolla B., Szabó A. 2019: A NAIK-ERTI hidrometeorológiai monitoring rendszerének kezdeti eredményei a 2019. évi mérések alapján. Erdészettudományi Közlemények, 10 (1): 41–54.
- Csáki, P. 2020: A klímaváltozás hatása a vízkészletekre a felszínborítás figyelembevételével. Doktori (PhD.) értekezés, Sopron, 122 pp.
- Danszky I. (szerk.) 1972: Erdőművelés, irányelvek, eljárások, technológiák I. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest
- Firbás O. 1977: A Soproni heggyvidék vízrendszerének vizsgálata. Szakmérnöki diplomaterv, Sopron
- Führer E. 1994: Csapadékmérések bükkös-, kocsánytalantölgyes és lucfenyves ökoszisztémában. Erdészeti Kutatások, 84: 11–35.
- Gribovszki Z., Csáki P., Kalicz P., Zagyvainé Kiss K. 2020: Az erdő vízháztartása a változó klímában. Erdészeti Lapok, CLV évf. 10: 294–299.
- Günther F. 1903: Az erdészeti kísérleti állomásokon 1902. évben gyűjtött meteorológiai adatok. Erdészeti Kutatások, 5: 38–41.
- Harmos és Magos 2021: Bombina. Kételtűek és hullók védelme a Mátrában. Bükki Nemzeti Park Igazgatóság, Eger, 200 pp.
- Ijjász E. 1939: A fatenyészet és az altalajvíz, különös tekintettel a nagyalföldi viszonyokra. Erdészeti Kísérletek, 42: 1–107.
- Illés N. 1891: Utak és nyiladékok az erdőben. Vadász-Lap, január 15. 30–31.
- Járó Z. 1970: A hidrológiai viszonyok szerepe a termőhelyértékelésben. MÉM Kísérletügyi Közlemények, 1–3:3–17.
- Járó Z. 1981: A hazai erdők vízfogyasztása. Agrártudományi közlemények, 40: 353–356.
- Juhász J. 2002: Hidrogeológia. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1176 pp.
- Kaliczka L., Rakk T. 2000: „Vizeinket is védjük erdeinkben” (Vízgazdálkodás a HM VERGA Rt. területén). Hidrológiai Közöny, 2. 107–110.
- Kőhalmi T. 1972: A hidrológiai viszonyok szerepe vadállományunk környezeti kapcsolataiban. Doktori értekezés, Baja, 146 pp.
- Léczfalvy S. 1963: A források osztályozása. Hidrológiai Közöny, 1. 46–57.
- Majer A. 1968: Magyarország erdő társulásai. Akadémiai Kiadó, Budapest, 515 pp.
- Manninger M. 2017: A csapadék változatosságának vizsgálata. Erdészettudományi Közlemények, 7(2): 99–113.
- Martos A. 1965: Sopron környéki erdők csapadékeloszlása és ennek termőhelyi vonatkozása. In: Az erdészeti meteorológia néhány kérdése. (A MMT X. Vándorgyűlésén elhangzott előadások és hozzászólások) Budapest, MMT. 71–80.
- Mérei K. 1862: Az erdők jelentősége a természet egyszerű háztartásában. Erdészeti Lapok, I(1):1–14.
- Németh E. 1954: Hidrológia és hidrometria. Tankönyvkiadó, Budapest
- Pankotai G., Rácz J. 1975: Erdészeti vízgazdálkodástan. Egyetemi jegyzet. EFE, Erdőmérnöki Kar, Sopron
- Papp L. 1954: Az 1952/53. gazdasági év csapadékviszonyainak erdőgazdasági értékelése. Erdészeti Kutatások, 89(3): 31–45.
- Pálfai I. 2010: A Duna-Tisza közti hátság vízgazdálkodási sajátosságai. Hidrológia Közöny, 90(1):40–44.
- Puskás L. 2000: Ökológiai vízpótlás, avagy fokgazdálkodás. Előadás. Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap, Szeged
- Thyll Sz. (szerk.) 1992: Talajvédelem és vízrendezés dombvidéken. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Tóth I. 1958: Az Alsó-Dunaártér erdőgazdálkodása, a termőhely és az erdőtípusok összefüggése. Erdészeti kutatások, No. 1–2: 77–160.
- Ujvári F. 1981: Az erdők szerepének értékelése a vízgyűjtő területek hordalék-lemosódásának megakadályozásában. Erdészeti Kutatások, 74: 107–124.

SOE, EMK, GKI: Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet

SOE, ERTI: Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet

Web-címek:

www.oszkd.hu/storage/00/01/42/67/dd/1/viztan.pdf

www.agrarklima2.nyime.hu/dtr/

Tartalomjegyzék

OEE elnöki előszó	1
1. Bevezetés	2
2. Természeti vízkörzés, vízháztartás, az erdőterület vízháztartása	3
2.1. Az erdő és a csapadékviszonyok	4
2.2. A lombkorona és az avar benedvesedése	5
2.3. Beszivárgás és talajnedvesség	8
2.4. Transzspiráció	9
2.5. Felszíni és felszín alatti lefolyás	10
2.6. Talajvíz	13
3. A vízviszonyokhoz való erdészeti alkalmazkodás	15
3.1. Hidrológiai kategorizálás	15
3.2. Vízgazdálkodási fokok	16
3.3. Hullámtéri hidrológiai kategóriák	17
4. Vizek, vízkészletek erdei gondozása, hasznosítása	19
4.1. Források és forrásfoglalások	19
4.2. Vízvisszatartás „vízterelgetéssel”	22
4.3. Vízpótlás domb- és hegyvidéken	24
4.4. Vízpótlás síkvidéken a Fekete-Körös erdeiben	26
4.5. Közjóléti kistavak létesítése	28
4.6. Vadgazdálkodási vízigények biztosítása	29
4.7. Halastavak, halgazdálkodás erdei kisvízfolyásokon	31
4.8. Holtfa az erdei vizekben	32
5. Vizek kártételei elleni védekezés erdőterületen	33
5.1. Az erózió értelmezése és formái	33
5.2. Vonalmenti erózió	34
5.3. Hordalék-visszatartás	36
5.4. Villámárvízi károk mérséklése	39
5.5. Hullámtéri erdők szerepe az árvízvédelemben	42
6. Az erdei vizek élővilága	44
6.1. Mohák	44
6.2. Vízi virágos növények	44
6.3. Puhatestűek	45
6.4. Makroszkopikus vízi ízeltlábúak	46
6.5. Kételtűek, hüllők	47
6.6. Madarak	50
7. Összegző gondolatok	51
8. Felhasznált / javasolt szakirodalmi és internetes források	B3



AGRÁRMINISZTERIUM

A kiadvány megjelentetését az Agrárminisztérium támogatta.