A Víz Keretirányelv hazai megvalósítása

VÍZGYŰJTŐ-GAZDÁLKODÁSI TERV

Felszín alatti vizek mennyiségi állapotának meghatározása

6-5-4 háttéranyag

A felszín alatti víztől függő ökoszisztémák ökológiai vízigényének meghatározása

Projektvezető: Gondárné Sőregi Katalin (SMARAGD-GSH Kft)

Készítették: Gondár Károly, Király Zsófia, Könczöl Nándorné, Molnár Mária, (SMARAGD-GSH Kft.) Tóth György (MFGI), Ács Tamás, Dr. Kozma Zsolt, Muzelák Bálint, Simonffy Zoltán (BME VKKT), Szalay Miklós (OVF)

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS 2
2. VIZES ÉS SZÁRAZFÖLDI ÉLŐHELYEK VÍZIGÉNYE 3
2.1. A FAVÖKO-k tipizálása és lehatárolása 3
2.2. FAVÖKO-k ökológiai vízigényének meghatározása 4
2.2.1. Élőhely szintű ökológiai vízigény számítása 5
2.2.2. Víztest szintű ökológiai vízigény számítása 11
2.3 Eredmények 12
3. A FORRÁSOK ÖKOLÓGIAI ÉS KÖRNYEZETI CÉLÚ VÍZIGÉNYE 15
4. VÍZFOLYÁSOK ÖKOLÓGIAI VÍZIGÉNYÉNEK MEGHATÁROZÁSA 17

Ábrák

1. ábra: Abiotikus tényezők egy kombinációján végzett szimuláció eredménye 6
2. ábra: Talajvízszint figyelő kutak klaszterenként színezve és meteorológiai állomások hatásterületükkel 8
3. ábra: Kijelölt FAVÖKO élőhelyek térképe 13
4. ábra: Élőhelyek fajlagos felszín alatti vízigénye (q_{fav}) 14
5. ábra: A hegyvidéki, és karsztos víztestek jelentősebb forrásai 16
6. ábra Kisvízfolyások 17
8. ábra Leggyakoribb lefolyás 19
9. ábra Augusztusi mértékadó (Qaug80) fajlagos értékei 20

Táblázatok

1. táblázat: FAVÖKO-k által a víz állapotával szemben támasztott kritériumok 9

1. Bevezetés

Az Európai Bizottság WGC-2 munkacsoportjának 2008. szeptember 23-án kiadott (Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment – Final Draft 1.0) útmutatója alapján a felszín alatti víztestek mennyiségi állapotának minősítésében jelentős szerepet játszanak a felszín alatti vizektől függő ökoszisztémák (továbbiakban: FAVÖKO-k). Egy víztest akkor felel meg a mennyiségi állapotértékelés „vízmérleg tesztje" által rögzített követelményeinek, ha az emberi vízhasználatok nem akadályozzák a FAVÖKO-k vízigényének kielégítését, vagyis a FAVÖKO-k vízigényének felszín alatti vízből kielégítendő hányada rendelkezésre áll az élőhelyek számára.

Ilyen értelemben nem hagyományos vízmérlegről van szó, hiszen az ökoszisztémák vízfogyasztása nem az aktuális, hanem a jónak vélt állapot szerint szerepel a számításokban. Az ökoszisztémák célállapota ökológiai, gazdasági és társadalmi szempontok együttes figyelembevételével határozható meg. A felszín alatti vízgyűjtő (víztest-csoport) jó állapotának kritériuma, hogy a társadalom által közvetlenül felhasznált, vagy valamilyen tevékenységgel előidézett közvetett vízkivételek mennyisége ne haladja meg a hasznosítható/rendelkezésre álló vízkészletet.

Az ökológiai vízigény becslésénél általánosan elérendő célként fogalmaztuk meg a jelenleg is felszín alatti vízhatás alatt álló élőhelyek jó állapotban tartását, vagy, ha degradációjukat a felszín alatti víz mennyiségi állapotának megváltozása okozta/okozza, akkor ennek a folyamatnak a megfordítását. Azokon a víztesteken, ahol a prioritást élvező emberi vízhasználatok (pl. ivóvíz) és az ökológiai vízigény együttesen meghaladják a sokéves, átlagos utánpótlódást, vagyis hosszú távon a vízhasználatok nem fenntarthatóak, ez a célkitűzés nem reális. Ebben az esetben a társadalom érdekcsoportjai elfogadhatják a módosult, nem jó állapotot, amelyhez már csökkentett ökológiai vízigény tartozik. A módosult állapot elfogadásával a következményeket is el kell fogadniuk, miszerint a nem elegendő felszín alatti víz a FAVOKÖ-k állapotának romlásához vezethet.

FAVÖKO-nak tekintünk minden olyan társulást és azok közösségét, amelyek vízigényének kielégítéséhez a csapadékon, a felszíni lefolyáson és az ezekből származó talajnedvességen kívül **a felszín alatti vizek hozzájárulnak**. **Hidrogeológiai szempontból FAVÖKO-nak tekintünk minden olyan élőhelyet, amely a felszín alatti áramlási rendszerek kiáramlási területein alakulnak ki.**

Az alábbiakban először a felszín alatti víztől függő **vizes és szárazföldi ökoszisztémák** vízigényének, majd a **felszíni víztestek jó ökológiai állapotához szükséges alaphozam és forrásvízhozamok** meghatározási módszereit mutatjuk be.

A számítások eredményeit a VGT főszövegének melléklete tartalmazza.

2. Vizes és szárazföldi élőhelyek vízigénye

A VGT1 óta eltelt hat évben a témában a BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszékén végzett kutatások módszertani eredményei lehetőséget adtak arra, hogy a VGT1-ben alkalmazott robusztus „top down" megközelítés helyett a vizes és szárazföldi FAVÖKO-k kijelölése és vízigényük meghatározása részletes, térinformatikai elemzésekkel és szivárgáshidraulikai modellezéssel támogatott „bottom up" módszerrel történhessen.

2.1. A FAVÖKO-k tipizálása és lehatárolása

A FAVÖKO-k tipizálása a rendelkezésre álló térinformatikai fedvények részletességét és megbízhatóságág figyelembe véve történt. A tipizálás eredményeként 4 kategóriát különböztettünk meg:

a) állóvizek: összefüggő nyíltvizek, amelyek tájban való elhelyezkedésük alapján lehetnek édesvizű és szikes tavak vagy mentett oldali holtágak;

b) lápok és mocsarak: szikes v. édesvizű vizenyős területek, jellemzően csak időszakos vízborítással, jelentős makrovegetációval;

c) nedves gyepek: láprétek és mocsárrétek;

d) erdők.

Az egyes típusok nem ökológiai kategóriákat jelölnek, hanem olyan élőhelyek összességét, amelyek víztől való mennyiségi függése és a vizek állapotával szemben támasztott feltételei hasonlóak, ezért hidrológiai viselkedésük alapján elemzésünkhöz összevonhatók.

A FAVÖKO-k kijelöléséhez felhasznált térinformatikai fedvények az alábbiak voltak (az 1 ha-nál kisebb területű foltokat nem vettük figyelembe):

a) Corine 1:50 000 méretarányú felszínborítási térkép (továbbiakban: CLC50)
b) Ex lege lápok és ex lege szikes tavak térképei (továbbiakban: EXLEGE)
c) Állóvizek szegmens állománya (továbbiakban: LWSEG)
d) Állóvíz víztestek állománya (továbbiakban: LWBODY)
e) Natura 2000 területek térképe (továbbiakban: N2000)
f) Talajvíz terep alatti mélységének térképei 2006-os és 2013-as évekre (továbbiakban: TVT06 és TVT13)
g) Erdőtérkép 1km x 1km-es felbontású (továbbiakban: ERDŐ)

Állóvíz típusba soroltuk elsődlegesen az LWSEG természetes tavait, kivéve nagy tavainkat (Balaton, Fertő, Tisza-tó és Velencei-tó). Az LWSEG szerinti mentett oldali holtágak közül a jelentősebbeket, amelyeknél a jelentős nyílt vízfelület megtartása társadalmi igény is. Ezek a holtéágak az LWBODY szerint víztestnek lettek kijelölve. Valamint azokat a tározókat is állóvíz FAVÖKO-knak tekintettük, amelyek N2000-es vagy EXLEGE területeken találhatók, ezért a tározó hasznosításától függetlenül vélhetően értékes vegetációt tartanak fenn.

Lápok és mocsarak típusba soroltuk az LWSEG szerinti wetlandeket, valamint azokat a területeket, amelyek a CLC50 szerint szárazföldi vizenyős területek vagy állóvizek, de nincsenek átfedésben az LWSEG állóvíz foltjaival. Ezeket függetlenül a talajvíz terep alatti mélységétől FAVÖKO-nak tekintetük, bár egy részük valószínűleg csak felszíni vízből (lefolyás, élővíz) kap vizet. Amelyeknél ez igaz, ott a felszín alatti vízigény a számítás módszertanából adódóan 0 vagy nagyon kicsi lett. Ebbe a típusba kerültek azok az LWSEG szerinti mentett oldali holtágak is, amik az LWBODY szerint nem víztestek. Ezek a kisebb holtágak, ha nincsenek akár csak időszakosan összeköttetésben a vízfolyással, hosszú távon csak úgy tarthatók fenn állóvízként, ha mesterséges vízpótlásukról (vízátvezetés, gravitációs v. szivattyús vízpótlás, duzzasztás) gondoskodunk.

A *nedves gyepek* típusba azok a CLC50 szerinti legelők és természetes gyepek, természetközeli rétek kerültek, amelyeknél a TVT06 vagy a TVT13 szerinti átlagos terep alatti talajvízmélység nem haladja meg a 200 cm-t, vagyis a tavaszi, magas talajvízállású időszakban a talajvíz eléri a gyökérzónát vagy olyan közel kerül hozzá, hogy a talaj által kapillárisan felemelt vizet a növényzet hasznosítani tudja.

Erdő típusba soroltuk azokat a CLC50 szerinti erdőfoltokat, amelyeket az ERDŐ térkép szerint minimum 30%-ban őshonos fafajok alkotnak (vagyis nem akác, feketefenyő, nemes nyár vagy nemes fűz), hidrológiai viszonyok szerint időszakos vízhatású, állandó vízhatású, felszínig nedves vagy vízzel borított és a TVT06 vagy TVT13 szerinti átlagos terep alatti talajvízmélység nem haladja meg a 350 cm-t.

A leválogatás eredményeként országosan közel 17 000 FAVÖKO foltot jelöltünk ki, de a tényleges élőhelyek száma ennél kevesebb, mert főleg a síkvidéki területeken gyakran több tíz folt alkot egy-egy nagyobb, többé-kevésbé összefüggő élőhelyet.

2.2. FAVÖKO-k ökológiai vízigényének meghatározása

Egy élőhely vízigénye megadható a víz állapotára vonatkozó feltételekkel (átlagos vízszint, vízjárás, talajnedvesség tartalom, stb.) és kifejezhető vízhozamban is. A felszín alatti víztestek vízmérleg tesztjéhez a vízigényt hozamban, sokéves, átlagos viszonyokra vonatkoztatva kell megadni. Ennek megfelelően **a FAVÖKO-k felszín alatti vízből származó ökológiai vízigényén** (továbbiakban: $ÖVI_{fav}$) **azt a sokéves, átlagos, párolgási többletet értjük, amit az élőhely jó állapotának fenntartása érdekében a felszín alatti víznek kell fedeznie.**

A vízigényt „bottom up” megközelítéssel becsültük. Ennek lényege, hogy az $ÖVI_{fav}$-ot lehatárolt élőhely foltokra egyenként becsültük, majd ezek alapján számítottuk a víztestek ökológiai vízigényét.

Az elemzéseket napi időléptékben a 2006-2009 közötti négy éves időszakra végeztük[1].

2.2.1. Élőhely szintű ökológiai vízigény számítása

Egy élőhely vízigényét a következő egyenlettel számítottuk:

$$\ddot{O}VI_{fav}^{i} = \frac{q_{fav}^{i}}{365*1000} * A_{éh}^{i} \qquad (1)$$

ahol

$\ddot{O}VI_{fav}^{i}$: az i-edik élőhely felszín alatti ökológiai vízigénye [m^3/nap]

q_{fav}^{i}: az i-edik élőhely fajlagos vízigénye [mm/év], a talajvízből történő párolgás (ET_{tv}) és a talajvizet elérő beszivárgás (B_{tv}) különbsége, vagyis a nettó talajvízforgalom (FAVÖKO-k esetén általában $ET_{tv}>B_{tv}$)

$A_{éh}^{i}$: az i-edik élőhely területe [m^2], az előző fejezetben bemutatott térbeli lehatárolás alapján minden foltra ismert

Az egyenlet jobb oldalán a nevezőben megjelenő 365 és 1000 a mértékegységek átváltására szolgál.

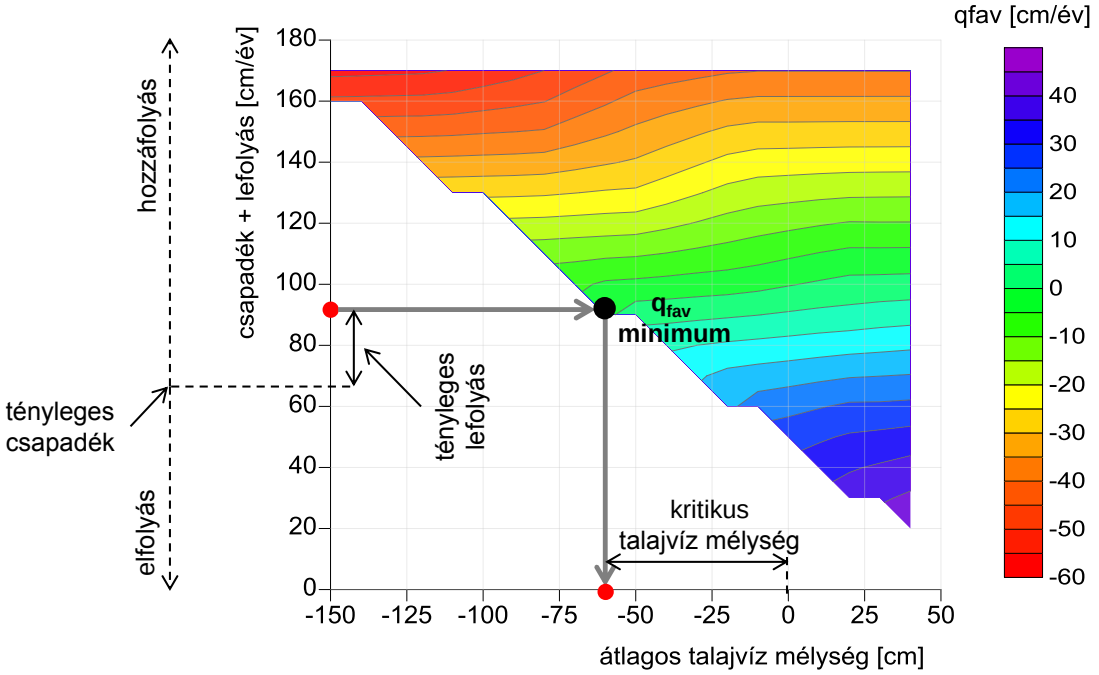
A feladat tehát q_{fav} meghatározása volt élőhelyenként. A FAVÖKO-k vízellátásához a felszín alatti vízen kívül hozzájárul a csapadék, a felszíni lefolyás és a felszíni vizekből kiszivárgó víz is, bár ez utóbbi sok esetben inkább megcsapolást, mint forrást jelent (pl. nyírségi lecsapoló csatornák). Ennek megfelelően q_{fav} értéke nagymértékben függ az egyéb vízforrásokból érkező vízmennyiségtől, ezért meghatározásához ezek szeparálására van szükség. A fajlagos vízigény ezen felül számos abiotikus tényezőtől is függ, így a talajvízjárás jellemzőitől, a meteorológiai viszonyoktól és az talaj szivárgási tulajdonságaitól.

Mivel az abiotikus tényezők értékeit (vagy jellemzőit) a felhasznált adatok térbeli felbontása miatt nem, vagy nem elég pontosan ismerjük az élőhelyek területén, ezért előzetes elemzésekkel tényezőnként olyan részterületeket határoltunk le térben, amelyeken belül az adott tényező változékonysága az adatok megbízhatóságát figyelembe véve elhanyagolható. Az így kapott, tényezőnként kvázi homogén részterületek térbeli átlapolódása alapján képeztük ezek kombinációit (*hidrológiai csoportok*). A hidrológiai csoportok vízforgalmi jellemzőit szivárgáshidraulikai modellel végzett szimulációkkal vizsgáltuk.

A szimulációk eredménye egy nomogram jellegű ábrasorozat („vízigény ábrák”), ahol minden ábra egy-egy jellemző hidrológiai csoportra megadja, hogy milyen átlagos csapadék (növelve a felszíni hozzáfolyással vagy csökkentve az elfolyással) és átlagos talajvízszint párok mellett teljesül az élőhely jó állapota (színes térrész, **1. ábra**). Az ábra áttekinthetősége

[1]Bár az időben változó alapadatok rendelkezésre álltak a 2010-es és 2011-es évekre is, de tekintve, hogy 2010 szélsőségesen nedves, míg 2011 az átlagosnál jóval szárazabb év volt, az ebben az időszakban mért adatok nem alkalmasak az átlagos hidrológiai viszonyok jellemzésére.

érdekében a pozitív talajvíz mélység felszín fölötti talajvizet jelent. A pozitív qfav értékek párolgási, a negatív értékek beszivárgási többletet mutatnak.



1. ábra: Abiotikus tényezők egy kombinációján végzett szimuláció eredménye

Egy konkrét élőhely esetén, ismerve a csapadék és a vízgyűjtőről történő hozzáfolyás összegét, az élőhelyre jellemző hidrológiai csoportnak megfelelő ábráról leolvasható a q_{fav} minimális értéke, illetve az a kritikus talajvízmélység is, aminél mélyebb átlagos talajvízállás esetén az élőhely vízellátottsága már nem megfelelő. Az élőhely vízigénye q_{fav} (1) egyenletbe való behelyettesítésével számítható.

Állóvizek esetében a klimatikus vízhiányt (potenciális párolgás és csapadék különbsége) a felszíni lefolyásnak és a felszín alatti víznek kell fedeznie, így q_{fav} a felszíni lefolyás ismeretében, részletes elemzések nélkül, direktben becsülhető:

$$q_{fav}^{\text{állóvíz}} = ETP - P - Lf \qquad (2)$$

ahol

ETP: a potenciális evapotranszspiráció [mm/év]

P: csapadék [mm/év]

Lf: felszíni hozzáfolyás a közvetlen vízgyűjtőről [mm/év]

A vízigény ábrák előállításának lépéseit a következő fejezetekben mutatjuk be.

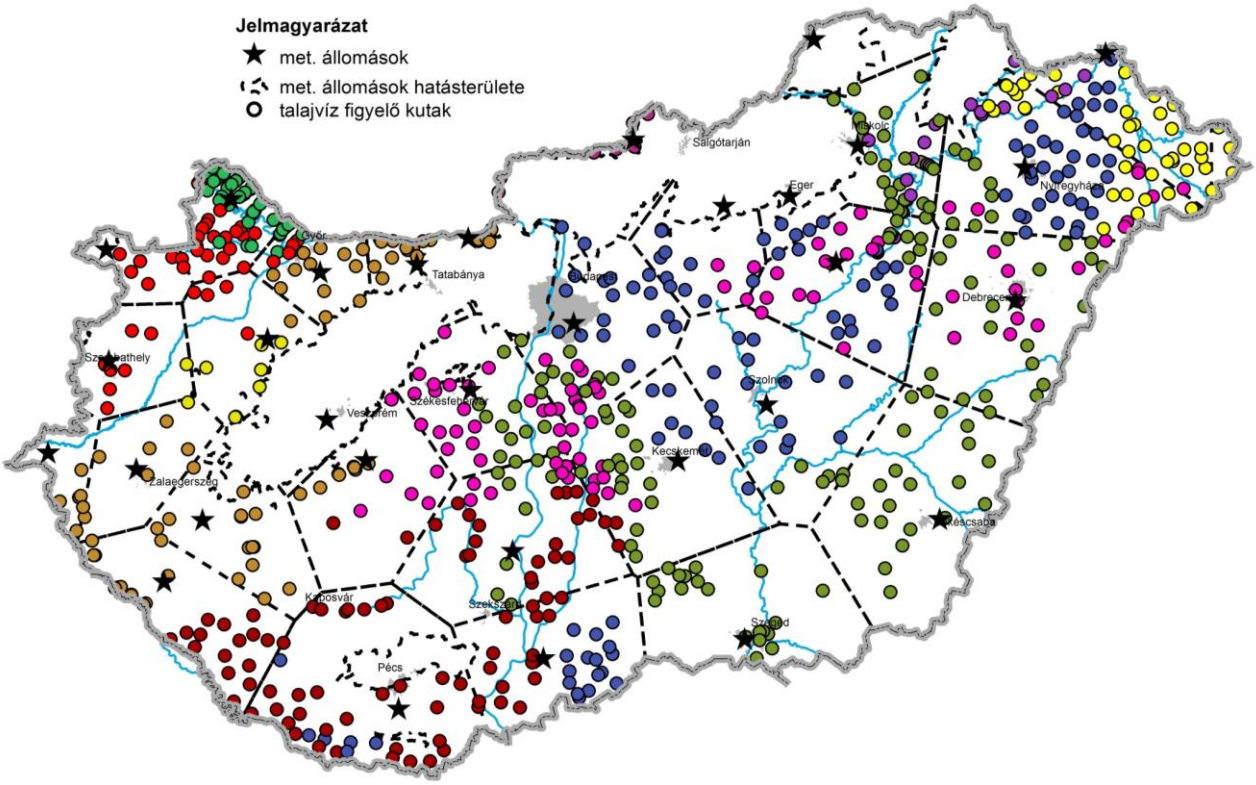
2.2.1.1. Hidrológiai csoportok meghatározása

Az abiotikus tényezők kombinációiból létrehozott hidrológiai csoportokat az alábbi megfontolások alapján határoztuk meg:

1. Talajvíz: A törzshálózati talajvíz figyelő kúthálózat (forrás: OVF) kútjait vízjárásuk hasonlósága alapján 11 csoportra osztottuk (**2. ábra**) és a csoportra jellemző talajvízszint idősort a csoportba eső kutak idősorainak átlagával adtuk meg. A csoportosítás a kutak 2006-2009 közötti időszak napi felbontású talajvízszint idősorainak klaszterelemzésével történt. A klaszterezésből előzetes elemzések alapján kihagytuk azokat a kutakat, amelyek vízjárása – vélhetően valamilyen lokális hatásra – a környezetükben található kutakban észlelt vízjárástól jelentősen eltért. Az élőhelyek tényleges talajvízjárását annak a klaszternek a talajvízszint idősorával jellemeztük, amelyikbe az élőhelyhez legközelebb eső kút tartozott.
2. Meteorológia: A meteorológiai viszonyok jellemzésére 31 állomás mért csapadék és származtatott potenciális evapotranszspiráció[2] idősorait használtuk fel. Az állomások „hatásterületét", vagyis azt a területet, amin belül eső élőhelyekre az adott állomás adatait tekintettük érvényesnek, Thiessen poligonok segítségével állítottuk elő (**2. ábra**). Ez az interpolációs módszer ugyan nem túl kifinomult, de a térben és időben rendkívül változékony csapadék tényleges térbeli eloszlásáról nem volt információnk.
3. Talajok: A talajtani elemzések alapját az *Országos felszín közeli képződmények kőzetkifejlődési térképe* (forrás: MFGI) jelentette. Térinformatikai eszközökkel leválogattuk az élőhelyek alatt előforduló valamennyi talajszelvény típust, majd víztest csoportonként 2-5 jellemző szelvényre szűkítettük a listát. Általános szabály volt, hogy minden víztest csoporton legalább annyi talajszelvény típust hagyjunk meg a további elemzésekhez, amennyivel az élőhelyek összes területének legalább 70%-át jellemezni tudjuk (a fennmaradó területeken a víztest csoport domináns talajszelvény típusát tekintettük érvényesnek).

A fentiek szerint lehatárolt részterületek átfedései alapján 124 hidrológiai csoportot határoztunk meg.

[2] A potenciális evapotranszspirációt a napi középhőmérséklet és relatív nedvességtartalom alapján Varga-Haszonits összefüggésével becsültük.



2. ábra: Talajvízszint figyelő kutak klaszterenként színezve és meteorológiai állomások hatásterületükkel

2.2.1.2. FAVÖKO-k jó állapotához tartozó kritériumok

Az élőhelyek „jó állapota” ökológiai fogalom, ami hidrológiai megközelítésben direkte nehezen kezelhető, ugyanakkor a FAVÖKO-k vízigénye egyszerűen fogalmazva a megfelelő vízellátottsághoz tartozó vízfelvételüket jelenti. Ezért egy korábbi, a Nyírség élőhelyeinek vízigény számítását megalapozó tanulmány[3] alapján a víz állapotára vonatkozó kritériumokat rendeltünk minden FAVÖKO típushoz (1. táblázat). Hangsúlyozzuk, hogy ezeknek a kritériumoknak a teljesülése csak az élőhelyek megfelelő vízellátottságát jelzi, ami nem feltétlenül jelenti azt, hogy az élőhelyek ökológiai értelemben jó állapotban vannak.

1. táblázat: FAVÖKO-k által a víz állapotával szemben támasztott kritériumok

FAVÖKO típusa	Hidrológiai kritériumok (szimulációs eredmények kiértékeléséhez használt kritériumok)
állóvizek	Egész éves vízborítás. Sokéves átlagban nincs tárolt készlet változás. (*nincs szükség szimulációra, q_{fav} direktben becsülhető)*
láp és mocsár	Legalább a vegetációs időszak első felében felszíni vízborítás szükséges. Ezt megelőzően és ez után talaja végig víztelített. (*február és június között legalább 90 olyan nap legyen, amikor van felszíni vízborítás)*
nedves gyepek	A vegetációs időszak elején minimum víztelített a felső talajréteg. Később a talaj víztartalma csökkenhet. (*február és május között legalább 90 olyan nap legyen, amikor a tényleges és potenciális párolgás aránya eléri a 70%-ot)*
erdő	A vegetációs időszak elején, tavasszal a talajvíz mélysége 150 cm-nél kisebb (állandó vízhatás). Későbbiekben, az év második felében mélyebbre is süllyedhet a talajvíz. (*február és május között az átlagos talajvízmélység 150 cm terep alatt*)

2.2.1.3. Szivárgáshidraulikai modellel végzett vizsgálatok

A vízigény ábrasorozatot a 124 hidrológiai csoportra 1D-s, telítetlen zónás szivárgáshidraulikai modellel (HYDRUS 1D) állítottuk elő. A modell a meteorológiai, talajfizikai és talajvíz viszonyok, valamint a növényzet jellemzőinek (gyökérmélység és eloszlás) függvényében számítja többek között a talajvíz szintjén jelentkező vízforgalmat, az aktuális evapotranszspiráció értékét és a vízborítás mélységét.

[3] MTA Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézete (2010) Felszín alatti vizektől függő ökoszisztémák Nyírségi előtanulmány

A hidrológiai csoportokhoz tartozó talajszelvények fizikai talajféleségeinek szivárgáshidraulikai paramétereit a *Magyarország részletes talajfizikai és hidrológiai adatbázisában* (MARTHA, forrás: MTA TAKI) található adatok részletes elemzése alapján adtuk meg.

A növényzet gyökérmélységét lápok és mocsarak, valamint nedves gyepek esetén 50 cm-re, erdők esetén 500 cm-re vettük fel.

A modell felső peremfeltétele a csapadék (hozzáfolyással növelve, vagy elfolyással csökkentve) és a potenciális párolgás idősora, alsó peremfeltétele a talajvízszint idősor. Ahhoz, hogy a különböző vízforrásokból származó hozamok a vízigény ábrának megfelelően szétválaszthatók legyenek, az adott hidrológiai csoport csapadék, valamint talajvízszint idősorainak párhuzamos eltolásával idősor sorozatokat állítottunk elő és ezeket adtuk meg peremfeltételként. Ez lápok és mocsarak, valamint nedves gyepek esetén csapadékra (lefolyás) 15, talajvízszintre 10 idősort[4] jelent, vagyis hidrológiai csoportonként 150 szimulációt végeztünk.

A peremi idősorokból számított átlagok megfelelnek a vízigény ábra tengelyei egy-egy pontjának, a modell által számított napi talajvízforgalom előjeles összege pedig az aktuális peremi kombinációhoz tartozó q_{fav}-val egyenlő. Ugyan q_{fav} értéke minden csapadék+lefolyás és talajvízjárás peremi kombinációra meghatározható, a „jó állapot" feltétel miatt csak azoknak a szimulációknak az eredményeit használtuk fel a vízigény számításánál, amelyeknél a FAVÖKO-k által támasztott hidrológiai kritériumok teljesültek.

2.2.1.4. Felszíni lefolyás becslése

Az élőhelyek vízgyűjtőjéről felszíni hozzáfolyást az alábbi egyenlettel számítottuk:

$$Lf = P * \alpha * \frac{A_{vgy}}{A_{éh}} \qquad (3)$$

, ahol az előzőeken túl

α: lefolyási tényező [-]

A_{vgy}: az élőhely közvetlen vízgyűjtőjének területe [m^2]

Az élőhelyek vízgyűjtőit 25 m x 25 m –es felbontású digitális terepmodell (forrás: OVF) alapján, térinformatikai eszközökkel határoltuk le.

Feltételeztük, hogy a lefolyási viszonyok az élőhely közvetlen vízgyűjtőjén megegyeznek az élőhelyet magába foglaló felszíni vízfolyás víztestek vízgyűjtőjére jellemzőkkel, vagyis a lefolyási tényező a két vízgyűjtőn azonosnak tekinthető. A vízfolyás víztestek mért és számított közepes vízhozamából (forrás: OVF) alaphozam szeparációval becsültük a mederbeli lefolyás felszíni lefolyásból származó hányadát, amiből a vízgyűjtő méretének és az átlagos csapadékösszegnek ismeretében számítottuk vissza a lefolyási tényezőt.

[4] Az erdőkre csak azzal az egy alsó peremi idősorral számoltunk, amelyikre teljesül az élőhely típus által támasztott hidrológiai kritérium.

2.2.1.5. Nagy vízfolyások felszín alatti vízigény csökkentő szerepe

A kijelölt élőhelyek egy része nagy vízfolyásaink hullámterén (ártéri erdők) vagy mentett oldalon, de a vízfolyáshoz közel található (mentett oldali holtágak és erdők). Ezek vízellátásában – főleg árhullámok idején – jelentős szerepe van a vízfolyásból talajvíz térbe szivárgó víznek, ami csökkenti a felszín alatti vízigényt. Mivel ez a hatás a vízfolyástól távolodva csökken, a vízfolyásoktól mért 500-3 000 m-es távolságon belül (a vízfolyás közepes vízhozamától függően) csökkentettük az érintett élőhelyekre számított q_{fav} értékét. A csökkentés a távolsággal lineáris, vagyis a hullámtéri élőhelyeken $q_{fav}= q_{fav}*0=0$, míg a hatótávolságon túl $q_{fav}=1* q_{fav}$.

2.2.2. Víztest szintű ökológiai vízigény számítása

2.2.2.1. A számítás menete

A víztest szintű vízigény látszólag csupán a víztesten található összes FAVÖKO vízigényének összegeként megadható. Azonban ahhoz, hogy az élőhelyek területén a vízigényük kielégítéséhez szükséges magas talajvízállás tartható legyen, az élőhelyek környezetében is ennek megfelelően magas talajvízszintekre van szükség. Ez az élőhelyen kívüli, közvetlen környezetüknél mélyebben fekvő területeken a talajvíz megcsapolását eredményezheti, függetlenül a területhasználati viszonyoktól. Ez a többletpárolgás közvetve ugyan, de része az ökológiai vízigénynek (részletesen lásd a következő fejezetben). Egy víztest felszín alatti ökológiai vízigénye tehát:

$$ÖVI_{fav}^{vt} = \sum_{i=1}^{n} ÖVI_{fav}^{i} + TP^{vt} \qquad (4)$$

ahol

$ÖVI_{fav}^{vt}$: a víztest felszín alatti ökológiai vízigénye [m^3/nap]

n: a víztesten található FAVÖKO-k száma

TP^{vt}: többletpárolgási területek vízfelvétele a víztest egészén [m^3/nap]

2.2.2.2. A FAVÖKO-k környezetének párolgási többlete

Többletpárolgási területekkel elsősorban síkvidéken és hátsági területeken kell számolni, mert dombvidékeken az élőhelyek jelentős része a kisvízfolyások mély, keskeny völgyeire korlátozódik, és az élőhelyen kívül általában sehol nincs felszín közelében a talajvíz. A hátsági területek FAVÖKOI már jellemzően szélesebbek, peremük felé a terepszint fokozatosan, de általában nem meredeken emelkedik, amit a talajvíz tükör tompítva követ. Ennek megfelelően az élőhely határán túl a talajvíz terep alatti mélysége is nő, de a kihalási mélység eléréséig hozzáférhető vízforrást jelent az élőhely környezetében levő növényzetnek. Síkvidéken a talajvíz csekély esése miatt magas talajvízállás csak úgy képzelhető el az élőhely területén, ha annak tágabb környezetében is hasonlóan magas a talajvízszint. Ráadásul a lapos részeken a FAVÖKO foltok kiterjedése (még ha nem is tökéletesen összefüggő módon) többszöröse a hátsági és dombsági élőhelyek méretének, amiből az következik, hogy élőhelyekben gazdag síkvidéki víztesteken az élőhelyek jó állapota

csak úgy biztosítható, ha a talajvíz tükör az egész víztest területén magasan van. Ez számottevő párolgási többletet jelent.

A 25 m x 25 m –es digitális terepmodell térinformatikai elemzésével meghatároztuk azokat az élőhelyeken kívül eső területeket, ahol az élőhelyek alatti magas talajvízállás fenntartásához olyan sekély talajvíz tartozik, hogy van talajvízből származó párolgás. A párolgási többletet az így lehatárolt terület és a nedves gyepek (feltételeztük, hogy a többletpárolgási terület gyep vagy szántó) fajlagos vízigénye alapján becsültük:

$$TP^{vt} = \frac{q_{fav}^{gyep}}{365 * 1000} * A_{tp} * a \qquad (5)$$

ahol

TP^{vt}: a többletpárolgásból származó vízigény a víztesten [m^3/nap]

q_{fav}^{gyep}: a víztesten kijelölt nedves gyepek átlagos fajlagos vízigénye [mm/év]

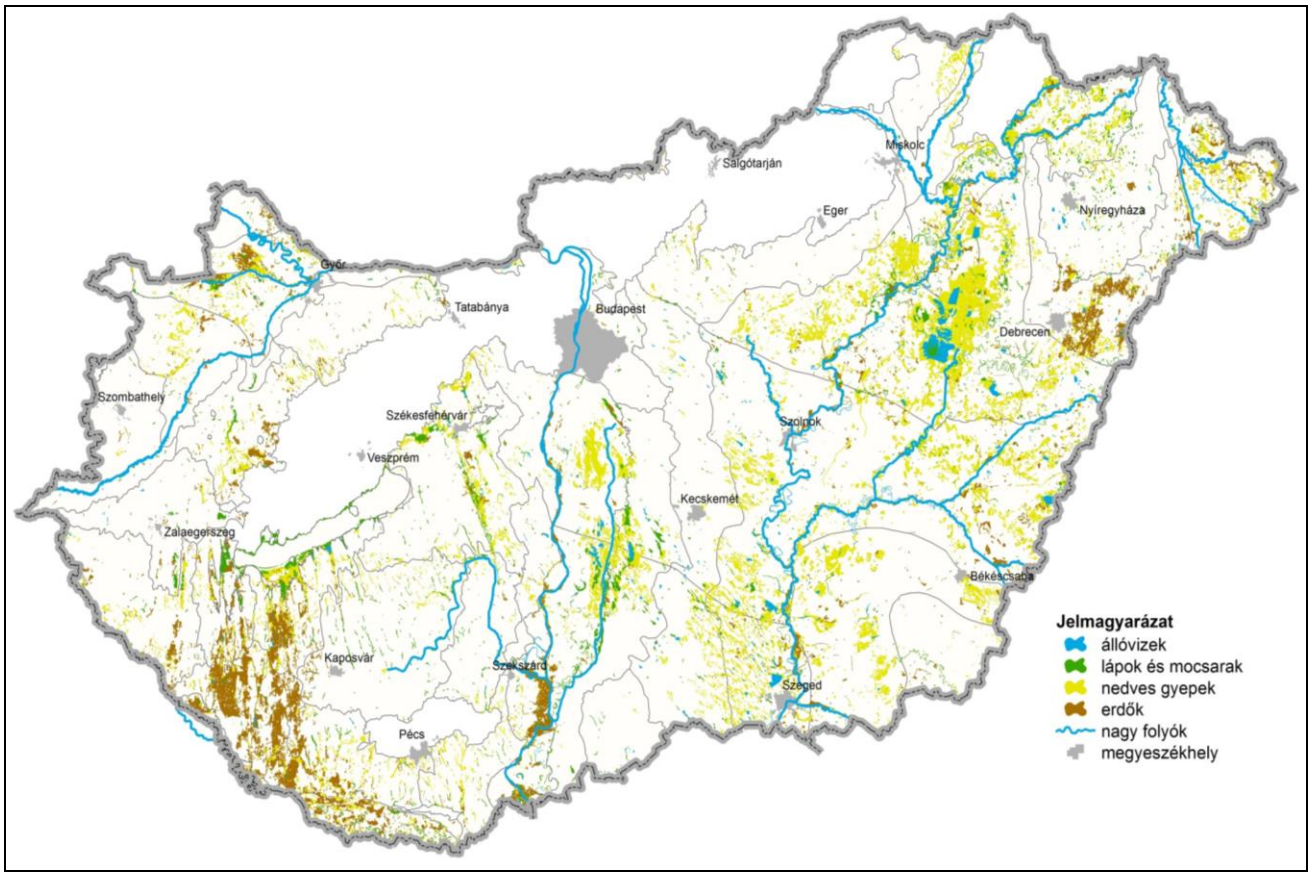
A_{tp}: a párolgási többlettel jellemezhető terület nagysága [m^2]

a: topográfiai viszonyoktól függő korrekciós tényező [-], értéke síkvidéken 1, hátsági területeken 2/3 a fokozatosan növekvő talajvíz mélység miatt, dombvidéki víztesteken 0.

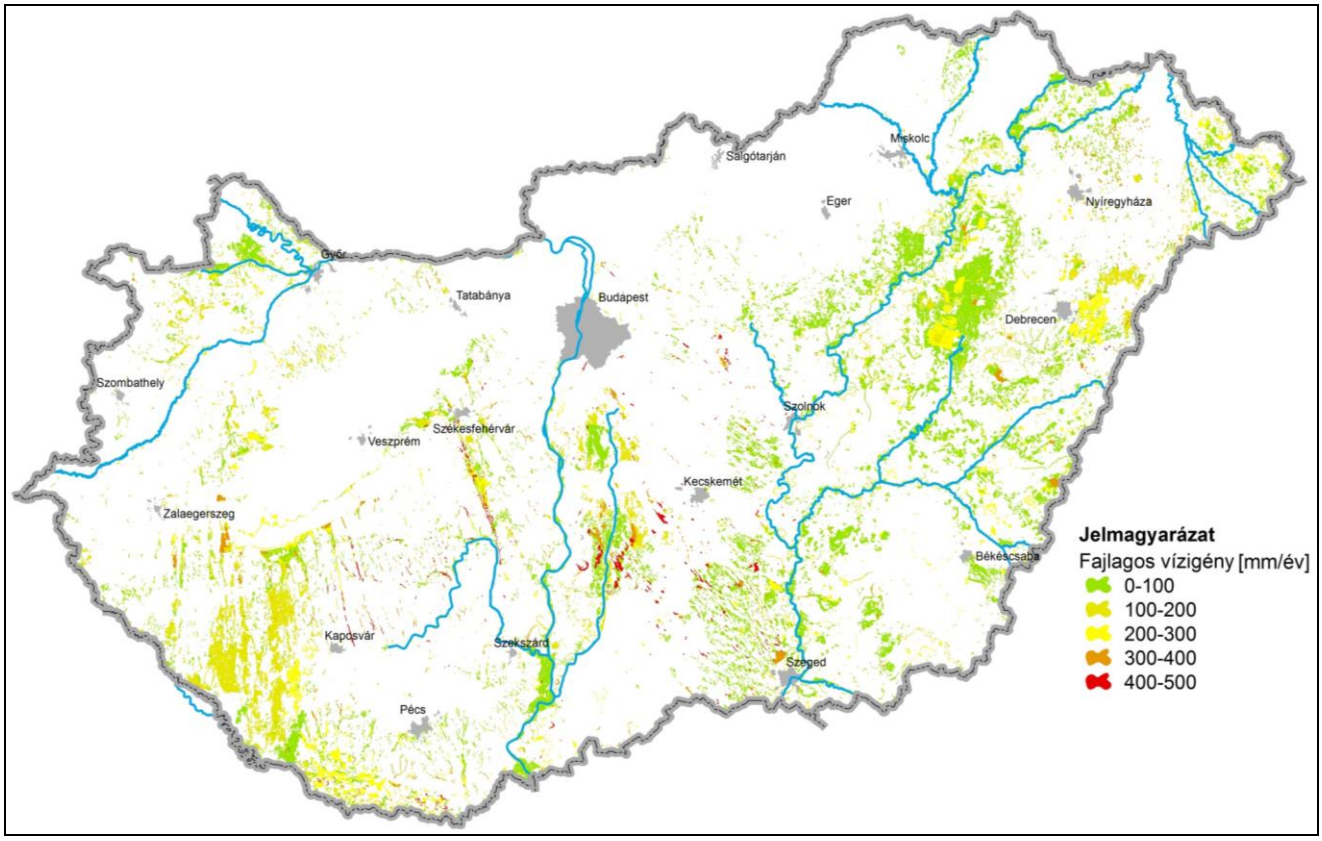
2.3 Eredmények

A kijelölt élőhelyek térképét (3. **ábra**) és az élőhelyekre számított fajlagos vízigény térképét (4. **ábra**) az alábbiakban közöljük.

3. ábra: Kijelölt vizes és szárazföldi FAVÖKO élőhelyek térképe



4. ábra: Vizes és szárazföldi élőhelyek fajlagos felszín alatti vízigénye (q_{fav})



3. A források ökológiai és környezeti célú vízigénye

A hegyvidékeken a források a felszín alatti vízkészlet legjelentősebb természetes megcsapolói. Az 1996. évi LIII. törvény a természet védelméről 23.§ - a erejénél fogva védelem alatt áll valamennyi forrás. E bekezdés alapján védett természeti területek országos jelentőségűnek [24.§ (1) bekezdés] minősülnek. Ez azt jelenti, hogy a források nem apadhatnak el, függetlenül attól, hogy függ-e tőlük ökoszisztéma vagy sem (pl. a budai meleg forrásoktól nem függ ökoszisztéma, mégis olyan nemzeti kincset jelentenek, amelyet védeni kell (környezeti célú vízigény). Számos nagyhozamú forrás vízműként van foglalva, ezek vízmennyiségét is biztosítani kell, bár ezt a VKI nem veszi figyelembe.

A forráshozamok összes mennyiségét nehéz becsülni. A karszt és a hegyvidéki víztestek esetében az egész vízmérlegben talán ez a legbizonytalanabb mennyiség. Országos szinten elmondható, hogy a források mérése rendszertelen, sem adott területre vonatkozó egyidejű, sem adott forrásra vonatkozó hosszútávú idősorokkal nem rendelkeznek. A jelentős hozamú, regionális jelentőségű források esetében (pl. Hévíz, Eger, Miskolctapolca) általában jobb a helyzet, mert kiemelt fontosságuk miatt hozamukat rendszeresen mérik, vagy a köze lmúltban előfordult környezeti problémák miatt számos szakértő foglalkozott működésükkel. Az expedíciós jellegű forráshozam felmérések általában közepes vízhozamokat mérnek, értelemszerűen kisvíz idején sokszor nem végezhető el a mérés.

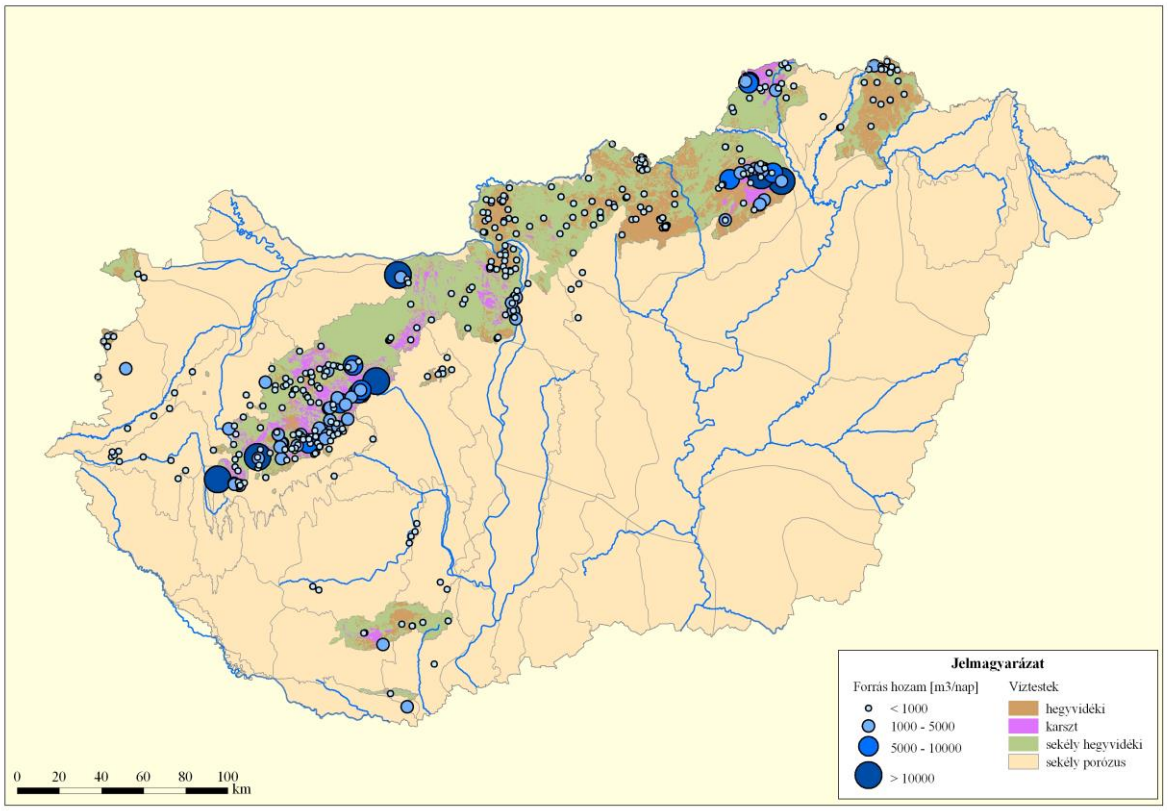
A források hozamának becslésére több adatbázis áll rendelkezésre. Sok esetben mivel nem készült pontosabb és megbízhatóbb felmérés, a VGT2 vízmérlegében a VGT1-ben meghatározott értékekkel számoltak.

- Információt ad a hozamokról a vízgazdálkodási tervek alapját képező törzstábla. A törzstáblában kétféle adat szerepel: egyrészt egy átlagos értékkel megadva, másrészt, ha forrásvízműről van szó, akkor a kitermelt forrásvíz mennyisége a 2008-2013 közötti időszakra éves átlagban. Az utóbbi adattal azonban az a probléma, hogy nem tartalmazza, vagy csak részben, a túlfolyó hozamokat. A túlfolyó hozam mérése ugyan a vízmű kötelessége lenne, azonban sok esetben sem a mérés, sem az adatszolgáltatás nem történik meg. Nagyobb forráscsoportok esetében a hálózaton kívül természetesen is szivárog el nagy mennyiségű víz. A 3. ábrán a törzstáblában szereplő jelentősebb forrásokat mutatják be.
- A Közép-dunántúli VIZIG beruházásában 2014-ben a Hydrosys Kft. expedíciószerű felmérés keretében mérte a visszatöltődés következtében újraindult nagyobb források vízhozamát a Dunántúli-középhegységben.
- VITUKI által készített forráskataszter, amely az adott objektumon különböző időpontokban végzett méréseket tartalmazza a 70-es, 80-as évekből.
- Az Aggteleki-hegység esetében a hozamokat egy, a területre készült regionális modell adatbázisából (MÁFI, SAMARAGD-GSH KFT. 2008) becsülték
- a Mecsek esetében a DÉDUKÖVIZG egészítette ki a törzstáblában szereplő értékeket.
- a Bükk-hegységre rendelkeztek konkrét mért, kisvízi és nagyvízi hozamokkal a 2005 és 2006-os évekre (ÉKÖVIZIG-MISKOLCI EGYETEM-SMARAGD-GSH KFT. 2008)

- a VM/FM Természetmegőrzési Főosztályán összeállított adatállomány, amely a 2000-2008 közötti éveket fedi le az egész országra. Az adatbázis automatikus használata azonban számos problámát vet fel, a forráskataszterrel az összes forrás tekintetében szinte lehetetlen egységesíteni. A geoadatbázisban a forrásokat nehéz a felszín alatti víztesthez rendelni, hiszen a forrás utánpótlása nem ott van, ahová a forrás esik.

A számos adatbázis mutatja, hogy rendezésük, új vízmérleg szemléletű körbemérés és forráskataszter elkészítése a következő hat évben mindenképpen szükséges.

5. ábra: A hegyvidéki, és karsztos víztestek jelentősebb forrásai



A ökológia vízigények meghatározásánál abból indultak ki, hogy a kisvízfolyások felszín alatti vízből történő alaphozama (amelynek számítását a következő fejezetben mutatjuk be) két részből származik. A vízfolyások utánpótlásuk egyrészét a forrásokból kapják, másrészt különösen a hegyvidéken jelentős a felszín alatti vízre gyakorolt drénező hatásuk (alluviális megcsapolás), aminek következtében folyásirányban a vízfolyás hozama folyamatosan gyarapodik.

A források ökológiai vízigényét a vízfolyások ökológia vízigányéhez igazítva úgy határozták meg, hogy az utánpótlási területükön létesített vízkivétel nem csökkentheti a forrás közepes (átlagos) hozamát egyharmadnál nagyobb mértékben, **vagyis az ökológiai vízigény a forrás közepes hozamának kétharmada.**

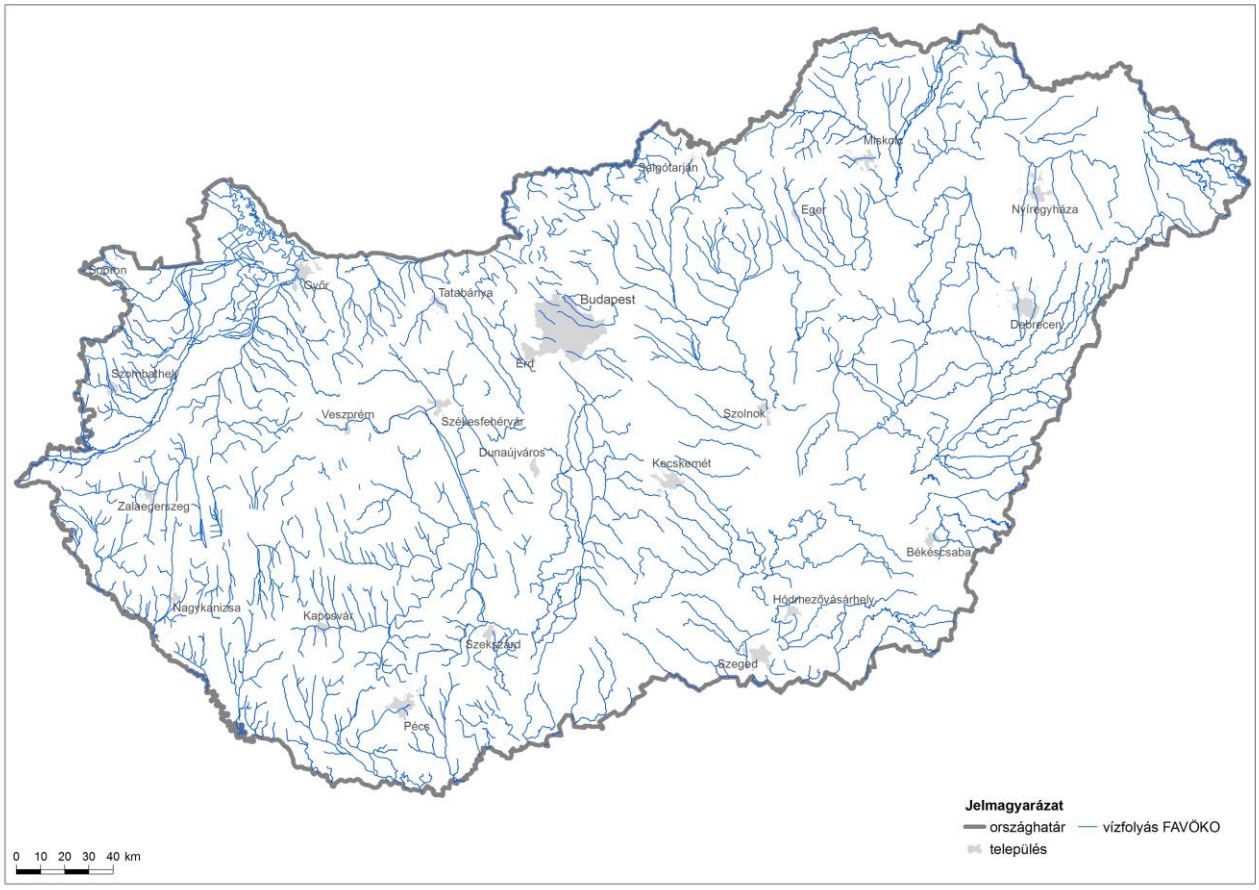
A Hévizi-tó esetében ettől a módszertől eltértek. A Hévízi-tó, mint felszín alatti víztől függő ökoszisztéma rendszer védelme érdekében az országban először víztest szinten kidolgozásra kerültek a felszín alatti víz felhasználhatóságát szabályozó mennyiségi küszöbértékek, valamint

megadásra került a mennyiségi küszöbértékekhez kapcsolódó vízgazdálkodási rend. Ennek keretében a Hévizi-tó meghatározott ökológiai vízigénye 33 700 m^3/nap.

4. Vízfolyások ökológiai vízigényének meghatározása

A vízmérleg készítéséhez víztest szinten szükséges az összes vízfolyás ökológiai vízigényének becslése. Az alábbi ábrán mutatjuk be azokat a vízfolyásokat, amelyek alaphozama jellemzően a felszín alatti vízből származik.

6. ábra Kisvízfolyások



Vízfolyások esetében kíváló állapotról akkor beszélhetünk, ha az áramlás mértéke és dinamikája, valamint a felszín alatti vizekkel ennek következtében kialakuló kapcsolata teljesen vagy közel teljesen a zavartalan viszonyokat tükrözi. Ha a hidrológiai viszonyok csak a biológiai minőségi elemek jó állapotának eléréséhez, fenntartásához elegendőek, akkor vízfolyás állapota csak jó vagy mérsékelt lehet.

Az ökológiai vízkészlet mennyiségét jelenleg a 30/2008. (XII. 31.) KvVM rendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó műszaki szabályokról, a következőképpen szabályozza:

8. § (1) Felszíni vizek igénybevételének tervezésekor a vízháztartási mérleg készítésére mértékadó időszak az augusztus hónap. **A mértékadó vízhozam statisztikai jellemzője a 80%-os tartósságú középvízhozam**. Rendkívüli esetben, amikor a vízigény egyéb hónapban is meghaladja ezen értéknek a 25%-át, ettől el lehet térni azzal, hogy ebben az esetben a szűkebb mérleget mutató időszak a mértékadó.

- (2) Felszíni vízkivételek, átvezetések tervezésekor **a mederben hagyandó vízhozam értéke legalább a mértékadó kisvízi vízhozam kétharmada, amitől részletes ökológiai és hidrológiai vizsgálat alapján el lehet térni.** A mértékadó vízhozam számításánál figyelembe kell venni az aktuális hidrológiai alapadatokat, a tározási lehetőségeket és a vízjogi állapotot.

Ugyanakkor a jó állapot megítélésnél a következő szempontokat is figyelembe venni:

- A vízi és vízközeli élővilág a teljes vízjárási tartományt és annak időbeli dinamikáját kihasználja => nem jellemezhető egyetlen vízhozamértékkel.
- Nemcsak a vízhozam, hanem víztér és vízsebesség is fontos.
- Kisvíz és jellemző tartóssága, nagyvizek nagysága és (az ártéri elöntések) gyakorisága, víztér (vízmélység) nagysága
- Víztest típustól (vízfolyás nagyságrendje, mederesés, mederanyag, víz kémiai adottságai) függ.

A VGT2 készítésekor minden egyes felszíni vízgyűjtőre meghatározták, hogy milyen **terület-arányban melyik felszín alatti víztestre esik, azon fedvény alapján, amely a felszínen** lévő víztartókat ábrázolja (sekély porózus, hegyvidéki és karszt).

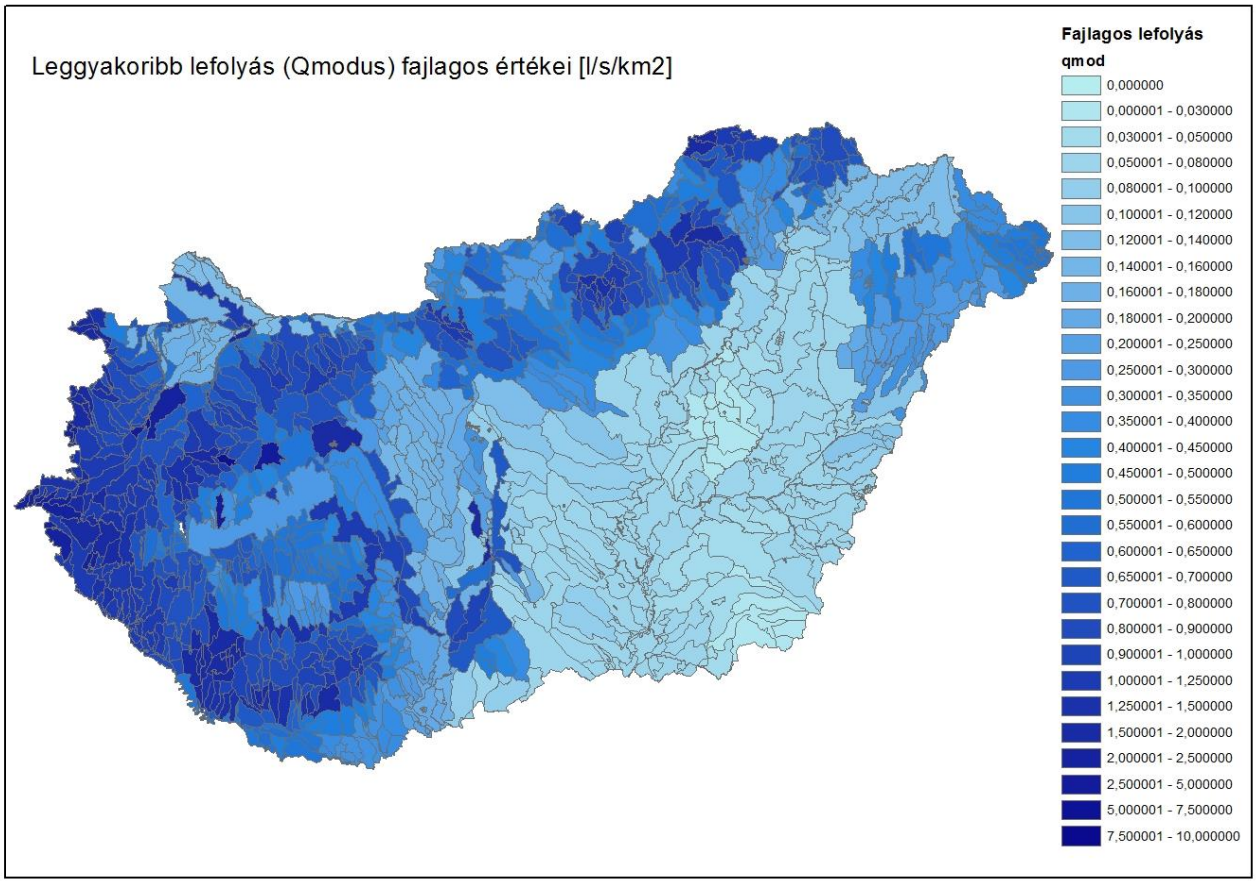
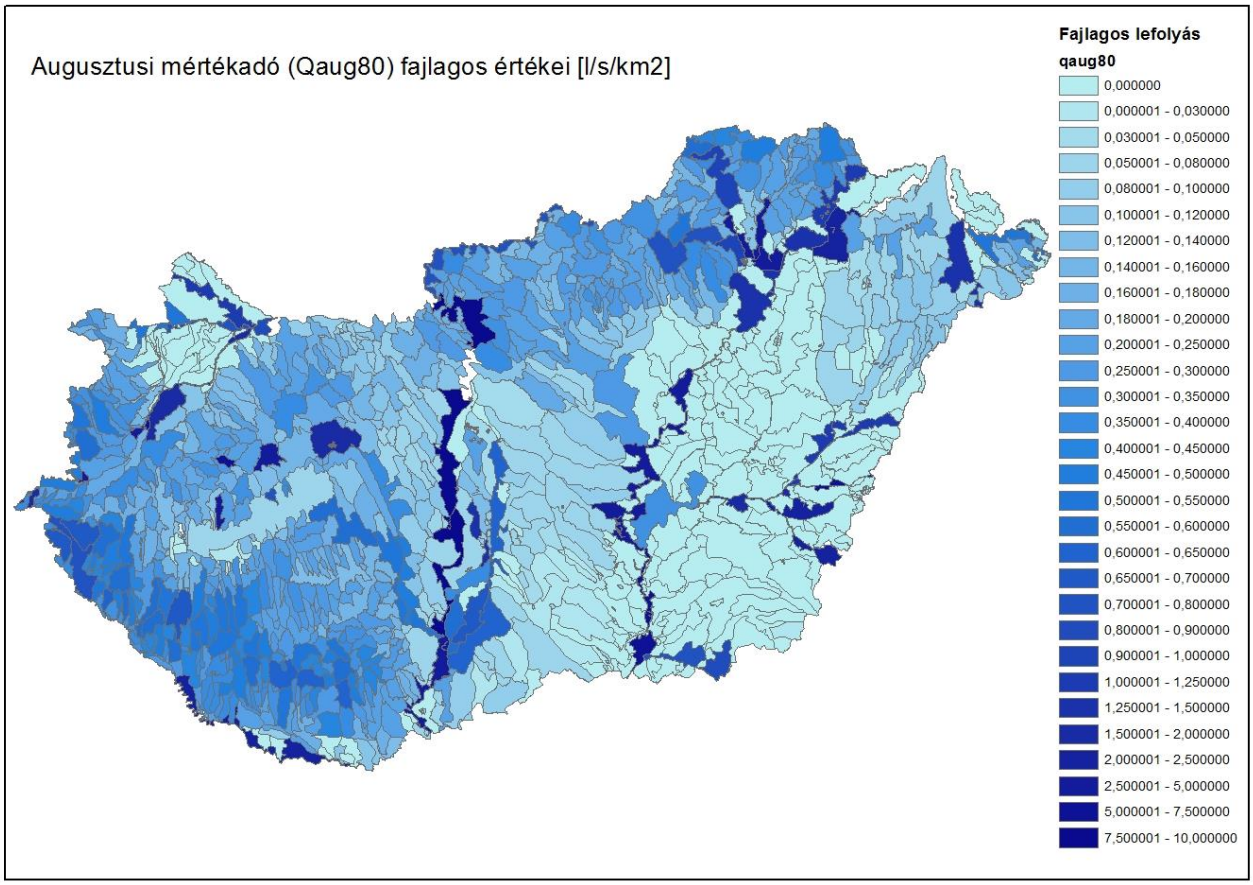
Alapesetben, a hegy- és dombvidéki víztesteknél a vízgyűjtőn keletkező ökológiai kisvíz növekményt területarányosan visszaosztották a megfelelő felszín alatti víztestre. A számításból kihagyták az egyértelműen nyelő jellegű képződményeket (karszt). Kompenzációként viszont a jelentősebb (karszt)források által szállított vízmennyiséget elszámolták a megfelelő felszíni víztest ökológiai kisvizében, illetve az érintett felszín alatti víztestre FEVÖKO-ként visszakönyvelték (értelemszerint persze nem területarányosan).

A síkvidéki vízfolyások nagy része időszakos jellegű és nincs számottevő felszín alatti eredetű ökológiai készlete (a közvetlen környezete talajvizének átmeneti megcsapolása nem jelentős). Ezeken tehát nincs mit visszaosztani a felszín alatti víztestekre. A síkvidéki víztestek egy részénél, a mélyebben beágyazott és feláramlási területeken lévő folyók (Tisza, Körösök, Hortobágy-Berettyó, Dunavölgyi-főcsatorna, Duna-Tisza-csatorna, stb.) esetében az ökológiai kisvíz a meder oldaltáplálása formájában jelentkezik. Ilyenekből nem sok van, és ezekre rendelkeznek a folyószakasz hosszára vonatkoztatott fajlagos értékekkel (l/s/km).

A Szigetközi hullámtéri vízpótló rendszerből (HTVP) történő elszivárgás két FA víztestet érint: nagyobb részben az "sp.1.1.1 Szigetköz", kisebb részt az "sp.1.1.2 Hanság, Rábca-völgy északi része" nevűt. Az elszivárgás teljes mennyisége 1,5 m^3/s, ami a legnagyobb vízszállítású és vízsebességű hullámtéri vízpótló főág hosszára vetítve 32 l/s/km. Ezt kb. 1,0 m^3/s mértékig ellensúlyozza az említett két FA víztestből a rajtuk keresztül húzódó vízfolyásokba irányuló oldaltáplálás, döntően a Hanság főcsatornába, illetve a bősi duzzasztó alatt a Dunába irányuló beszivárgás. A hullámtéri rendszer elszivárgásának és az említett oldaltáplálásnak az egyenlege az a -0,506 m3/s és -0,008 m^3/s, amely a felszíni vizek felől nézve veszteség, tehát negatív. (A

Duna elterelése előtti időben a szigetközi Duna valószínűleg nagyobb mértékben táplálta a FA vizeket, a hátrahagyott Duna meder az időközben végbement feliszapolódás miatt jelenleg valószínűleg jóval kevesebbet szivárogtat el.

7. ábra Leggyakoribb lefolyás



8. ábra Augusztusi mértékadó (Qaug80) fajlagos értékei