

Ökoszisztéma-szolgáltatások nagyságrendi becslése vízgyűjtő szinten a vízkörforgást leíró vízháztartási jellemzők alapján

Készítette: Ungvári Gábor

Közreműködtek:

Molnár Zsolt, Varga György, David Ellison

2012 március

Készítette: Ungvári Gábor;

közreműködők: Molnár Zsolt, Varga György, David Ellison

e-mail: gabor.ungvari@uni-corvinus.hu

Dátum: [2012 március]

Ungvári Gábor REKK Vízgazdasági Csoport - Budapesti Corvinus Egyetem –
www.rekk.eu/viz blog: www.szeliidvizorszag.hu

Molnár Zsolt MTA Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézet,
molnar@botanika.hu

Varga György tudományos főmunkatárs, osztályvezető - "VITUKI" Környezetvédelmi és
Vízgazdálkodási Kutató Intézet Nonprofit Közhasznú Kft.

David Ellison tudományos főmunkatárs – MTA-KRTK Világgazdasági Intézet -
www.vki.hu/~ellison/David_Ellison%27s_Homepage.shtml

TARTALOMJEGYZÉK

1. Röviden (Abstract).....	2
2. A természeti tőke mibenléte.....	2
2.1. 1. Kulcsterület: A természet jótéteményeinek rendszerezése: az ökoszisztéma szolgáltatásai és a társadalmi jól-lét pillérei.....	3
2.2. 2. kulcsterület: Az ökoszisztéma-szolgáltatások alapfolyamatainak jelentősége – a természeti tőke azonosítása	5
2.3. 3. Kulcsterület: Egy táj vízháztartási és területhasználat jellemzőinek felhasználása a táj természeti tőke szintjének azonosításában.....	13
3. A természeti tőke változásának értelmezése a Kárpát-medence történelmi léptékű tájhasználat-változásai során	15
3.1. A természeti tőke változása történelmi léptékben	15
3.2. A természeti tőke szintje és a vízháztartás pályái	18
4. A természetitőke-szint becslése – első közelítés.....	21
4.1. A módszer	21
4.2. Alkalmazás a Tisza magyarországi vízgyűjtőjére.....	22
5. Következtetések.....	27
6. Függelék.....	30
7. Irodalomjegyzék:	31

1. Röviden (Abstract)

Az írás célja, hogy rámutasson: egy táj természetitőke-ellátottsága meghatározható annak vízháztartási alapfolyamatai alapján. Az ökoszisztéma-szolgáltatások értékelésének a tájhasználati különbségekből érdemes kiindulnia, ehhez nyújt első lépésben közelítést a természetitőke-ellátottságról nyerhető információ.

A cikk gondolatmenete a Kárpát-medence területére alkalmazza a Millennium Ecosystem Assessment (MEA) és a The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) kutatások során kialakított elemzési keretet, a ökoszisztéma-szolgáltatások és a természeti tőke szemléletmódját. Az alkalmazott példa segítségével továbblep a természeti tőke értelmezésében, rámutat annak szoros kapcsolatára a kis-vízkör táji folyamatával. Ez a kapcsolat lehetőséget nyújt arra, hogy egy táj vízháztartási folyamatairól rendelkezésre álló információk alapján elhelyezzük a táj jelenlegi, megvalósított állapotát a természeti adottságaiból fakadó, potenciális természetitőke-szinthez képest.

A Tisza magyarországi vízgyűjtőjére alkalmazva a vízháztartás alapú összevetést kiderül, hogy a jelenlegi természetitőke-szint a megújuló természeti erőforrások biztosította potenciál felén áll. A szélsőséges vízháztartási helyzetek gyakoribbá válása jelentős részben ezen alacsony természetitőke-szintből fakadó hiányjelenség, és emellett nagyok a helyzetből fakadó haszonlehetőség-költségek (elszalasztott lehetőségek) is.

E kedvezőtlen helyzetből a területhasználat differenciálását lehetővé tevő és azt egyben igénylő tájfenntartási-szolgáltatások (vízkárelhárítás, területi vízgazdálkodás) alkalmazkodásán keresztül lehet továbblépni. Ezt az elkerülhetetlen folyamatot akkor lehet a legolcsóbban véghezvinni, ha mind a területhasználat, mind az azt kiszolgáló tájfenntartási rendszerek alkalmazkodása során figyelembe veszik a természetitőke-szint emelésének követelményét.

2. A természeti tőke mibenléte

Az ökoszisztéma-szolgáltatások és a természeti tőke szemléletmódja azért érdemel különleges figyelmet, mert a természet-társadalom kapcsolatrendszerrel való gondolkodás azon fejlődési fázisaként értelmezhető, amely az ipari forradalom kezdete óta először biztosít közös értelmezési felületet mindkét alrendszer számára úgy, hogy nem erőszakolja meg (végzetesen) egyik rendszer belső logikáját sem.

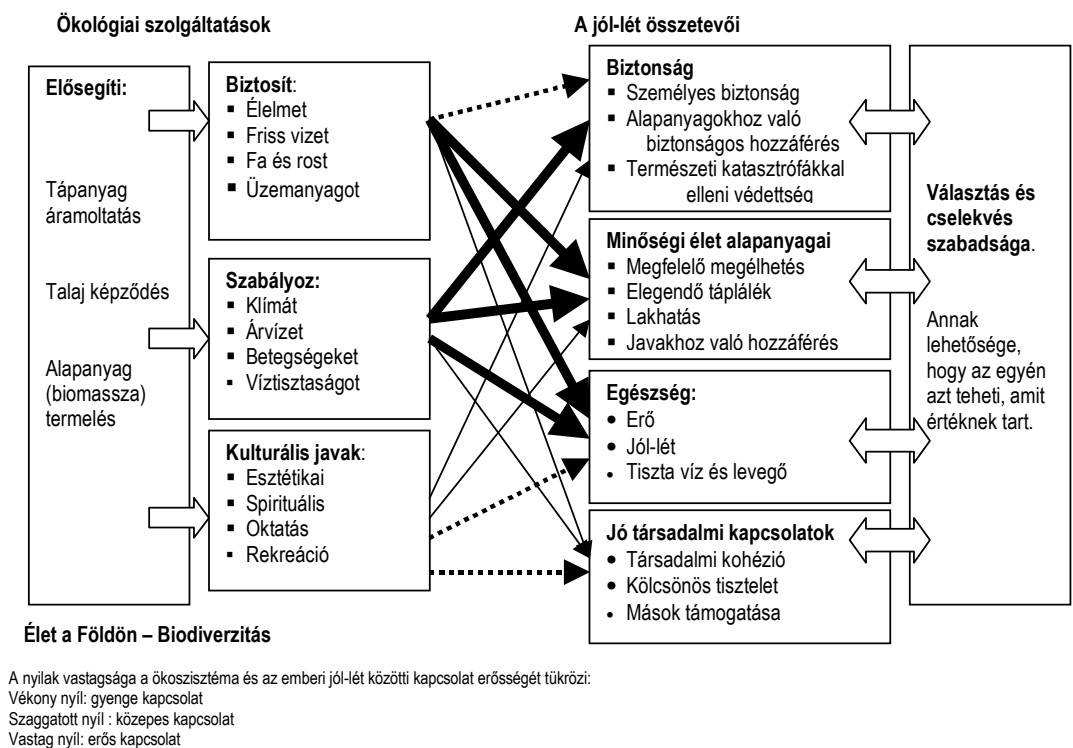
A szövegben a legtöbb referencia a The Economics of Ecosystem and Biodiversity – TEEB kutatásra található. A Millennium Ecosystem Assessment mára alapvető hivatkozási alappá vált a szakmai közbeszédben, a TEEB ennek egy közgazdasági továbbértelmezése (TEEB, 2010).

A természeti tőke megközelítés három kulcsterületet kapcsol össze szerencsés módon, amiből azonban jellemzően csak kettőt tárgyalnak nagy terjedelemben a szakirodalomban.

2.1. 1. Kulcsterület: A természet jótéteményeinek rendszerezése: az ökoszisztéma szolgáltatásai és a társadalmi jól-lét pillérei

Az alap – a kikristályosodási pont a természeti folyamatokból nyerhető haszonvételek szolgáltatásként való megfogalmazásának szemléletmódja, röviden az ökoszisztéma-szolgáltatások megjelenése. Ez egy taxonómia, ami a Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005) keretében nyerte el letisztult formáját. Ennek a rendszernek az alapsémája látható az alábbi ábrán (bal oldali doboz – Ecosystem services). Ennek a megközelítésnek meg volt az előzménye a közgazdasági gondolkodásban. Fontos lépés volt Costanza és szerzőtársai (Costanza, 1998) érték szintetizálási kísérlete, amely a fő élőhelytípusok szerinti bontásban tett kísérletet az ökológiai rendszer szolgáltatásainak értékelésére.

1. Ábra A természetirendszer-szolgáltatásai, mint a társadalmi „jól-lét” pillérei



Forrás: (angolul) Millennium Ecosystem Assessment (2005) pp 13

A Millennium Ecosystem Assessment kutatás legfontosabb eredménye az ökoszisztéma-szolgáltatások szemléletmódjának az összekapcsolása egy másik struktúrával, az egyének jól-létét (well-being) alakító társadalmi alappillérek szempontrendszerével. A MEA szintézise egyértelművé és explicitté tette ennek a kapcsolatrendszernek a teljességét. A társadalmi jól-lét pillérei a természet biztosította alapokon nyugszanak függetlenül attól, hogy azok egyes elemeinek számszerűsítése hol tart (ezt a kapcsolatrendszert szemlélteti a fenti ábra két fele közötti nyílzápor). Analógiaként talán nem túlzás a periódusos-rendszer felállításának a kémiára gyakorolt hatását megemlíteni: felállt a rendszer, az alap összefüggések tisztázódtak, és definiálódtak a betöltendő ismerethiányok is.

Az ismerethiányok ebben az esetben a még hiányzó természeti-társadalmi kapcsolódások azonosítását és ezek értékbecslési elemeit jelentik. Az értékadáshoz szükséges összefüggésrendszert a MEA összeállításban foglaltak biztosítják. Egy-egy ökoszisztéma-szolgáltatás jóléti hatásairól pedig a közgazdaságtan „teljes gazdasági érték” megközelítése alapján lehet összeállítani, hogy milyen értéktartalom-típusokkal rendelkezik.

Az értékösszesítés gondos kidolgozásával elkerülhetőek azok a beavatkozások, amelyek a természet átalakítása során csak a természetirendszer-szolgáltatásokat rendezik át, és pozitív hozamokat kizárólag egyes szolgáltatások előtérbe helyezése, koncentrációja árán, más természeti szolgáltatások és haszonélvezők kárára valósítanak meg. Ezek a beavatkozások ugyanis összességében nem növelik meg a származtatott társadalmi hasznok nagyságát. Ez a megközelítés a korábbiaknál jobb beruházási döntések meghozatalát eredményezheti, de rá kell mutatni az eredmények értelmezésének két fontos elemére.

(1) Ez a megközelítés is csak azokat a természet-társadalom kapcsolatokat tudja figyelembe venni, amelyeket a társadalom már ismer. Bárhogy csűrjük csavarjuk, egy nagy produktivitású, összetett ökológiai rendszer visszafordíthatatlan felszámolásakor nem tudjuk, hogy mekkora ennek a lépésnek - egy későbbi időpontból nézve - a haszonlehetőség költsége (annak a jövőbeni haszonnak a nagysága, amelytől pont e döntés miatt esünk el). A józan elővigyázatosság követelményét ezzel nem lehet kiváltani.

(2) Egy-egy terület ökoszisztéma-szolgáltatásainak értéke alapvetően függ attól, hogy az adott területen ezen szolgáltatások közül melyeket, milyen mértékben és mire használnak (függetlenül attól, hogy ennek a használatnak tudatában vannak e). Ugyanakkor, ha egy természeti rendszer által nyújtott lehetőségeket az ott élők nem használják ki, akkor potenciálja lehet a területnek, de a szolgáltatásoknak ezen értéke nulla lesz (nem gyűjtenek gyümölcsöt az erdőn, nem tisztítják a szennyvizüket a közeli vizes élőhely segítségével). Vagyis a „szennyvíz asszimiláló képesség” szolgáltatás értéke nulla, mindazon vizes élőhelyek esetében, amelyek mellett nem található szennyvizet kibocsátó.

Ez utóbbi szempont az oka, hogy ezen a ponton a természet értékelésében jelentős változatosság lép fel, amelyet lényegében lehetetlen területi részleteiben és aggregálandó általánosíthatóságban egyszerre kezelni. **Ökoszisztéma-szolgáltatásokat nem lehet csak modellekkel, általában becsülni. Csak konkrét területekre lehet őket értelmezni, kell hozzá az érintettek részvétele, a csak náluk rendelkezésre álló információk beépítése arról, hogy kik, mit, hogyan hasznosítanak aktív, vagy passzív módon a környezetükből.** Egy döntést támogató elemzés során a kérdés pont az, hogy mi az ésszerű költségekkel begyűjthető információknak az a köre, amely hatékonyan tudja segíteni a természetirendszer-szolgáltatások rendelkezésre állását is érintő gazdasági döntéseket. Annak ellenére ugyanis, hogy a közgazdasági megközelítést „teljes gazdasági értéknek” hívják, a területhasználatot és rajta keresztül az ökoszisztéma-szolgáltatásokat is érintő döntések szempontjából nem az a lényeges, hogy ezt a teljes értéket elő lehet-e pontosan állítani, mint egy számot, hanem az, hogy mit érdemes / kell / elegendő ezen értékadási lehetőségekből egy elemzés során elvégezni ahhoz, hogy a felmerült döntési alternatívákat össze lehessen hasonlítani. A döntési terek pedig helyszínről helyszínre változnak.

Az információk megfelelő körének azonosításához ad segítséget a természeti tőke szemléletmódja, amely a természeti-rendszer szolgáltatások alapvető hierarchiájára épül, ezért két döntési változat összehasonlításakor az első szűrő szerepét tudja betölteni.

2.2. 2. kulcsterület: Az ökoszisztéma-szolgáltatások alapfolyamatainak jelentősége – a természeti tőke azonosítása

2.2.1. A természet működésének alapfolyamatai

A Millenium Ecosystem Assessment a természetrendszer-szolgáltatások struktúrája során 3+1 szolgáltatás csoportot fogalmazott meg, amelyeket az 1. ábra bal oldalán találhatunk.

Gondolatmenetünk szempontjából kiemelt jelentősége a +1-edik csoportnak van. Ezek az ökoszisztéma alapvető szolgáltatásai. Ezek mennyisége, rendelkezésre állása határozza meg a másik három (ellátó, szabályozó és kulturális) szolgáltatáscsoport elérhető szintjét. Az alapfolyamatok körébe tartozó ökoszisztéma-szolgáltatásokat sorolja fel az alábbi táblázat. Részletes felsorolását lásd:

1. Táblázat A természeti rendszer alapfolyamatai

Az ökoszisztéma által ellátott feladat	Folyamat
Elsődleges biomassza produkció	Fotoszintézis. Növények tápanyag-felvétele
Lebontás	Mikrobák légzése. A talaj és hordalék élelmihálózat-dinamikája
Nitrogén körforgatása	Nitrifikáció, denitrifikáció, nitrogén megkötése
Víz körforgatása	Növények légzése, gyökerek aktivitása
Talaj képződése	Ásványi anyagok szétmállása, talajvegetáció szerveződése
Biológiai kontroll	Ragadozó-préda dinamika

Forrás TEEB F2 p7.

A felsorolásból látszik, hogy ezek (az utolsó elem kivételével) a természet működésében megtestesülő anyag- és energiaáramlásokat – körfolyamatokat - adják vissza. Lényegében az elsődleges (biomassza-) produkcióhoz szükséges anyag- és energiaáramok meglétének és a keletkezett biomasszána a helyszínen maradását jelentő talajképződés feltétele fogalmazódik itt meg. Minél teljesebben zajlanak le ezek a „+1” csoportba tartozó alapfolyamatok egy adott terület ökológiai rendszerén keresztül, annál több lehetőség adódik az e folyamatokra épülő szolgáltatások megvalósulására, megvalósítására. Mivel itt egy lehetőséghalmazról beszélünk, amelyből szolgáltatások, haszonvételek eredeztethetőek – jogosan adódik, hogy erre az alapvető, a rendszerfenntartó folyamatokat tartalmazó csoportra, mint egyfajta tőkére tekintünk: természeti tőkére.

Az értékadások szempontjából ez kicsit csalóka lehet, mivel a tőkére, mint egy pénzben pontosan kifejezhető dologra szokás gondolni, azonban ez inkább a tőke mibenlétéről való gondolkodás túlzott leegyszerűsítéséről szól. A tőke rendelkezésre állása képességek felett való rendelkezés lehetőségét jelenti. Önmagában a párnában tartott tőke nem igazi érték, mert nem hasznosul, nem forog. Ugyanazt a pénzmennyiséget sokféle dologba lehet fektetni, és innentől kezdve már egyre több problémába jelentkezik, ha pontosan meg akarjuk mondani, mekkora is éppen a tőkénk és mire is vagyunk képesek általa. (Az is az analógia része, hogy a nagyobb tőke nem csak mennyiségi, hanem egy adott küszöb felett minőségi különbséget is jelent a

felhasználhatóságában.) **A kapcsolati tőke talán még jobb analógia, ez egy lehetőség halmaza, ami nagyban függ attól, hogy hogyan élünk és viszonyulunk másokhoz, de teljesen eseti, hogy melyik szála az, amit aktivizálunk, és mire. Egyes elemeit, ha nagyon muszáj, ki lehet pénzben fejteni, de látszik, hogy ez nagyon esetleges. Ugyanakkor az egyértelműen belátható, hogy két különböző kapcsolatitőke-szint karakteresen eltérő életminőséget eredményezhet.** Két egyén kapcsolati tőkéjében rejlő lehetőségek nagyságáról értelmesebb lehet a kapcsolati hálók – rendszerszintű - összehasonlításából információt nyerni (mekkora a kapcsolatok száma, mennyire sokféle e kapcsolatok összetétele, milyen e kapcsolatok intenzitása...), mint néhány, vagy akár nagyon sok egyedi kapcsolatot egyenként megvizsgálni, hogy azokon keresztül melyik egyén milyen plusz jólét elemre tett/tehet szert. Például különösen akkor igaz ez, ha mind időben, mind pénzben korlátozottan kell arról döntenünk, hogy vajon két egyén közül melyiktől várhatjuk előre nem látható problémák megoldását a kapcsolati tőkéjük segítségével. Ugyan így tartjuk célszerűnek a természetitőke-szintek meghatározását, összevetését egy-egy területi egység esetében az egyes természetrendszer-szolgáltatások értékelése előtt (részletesen később).

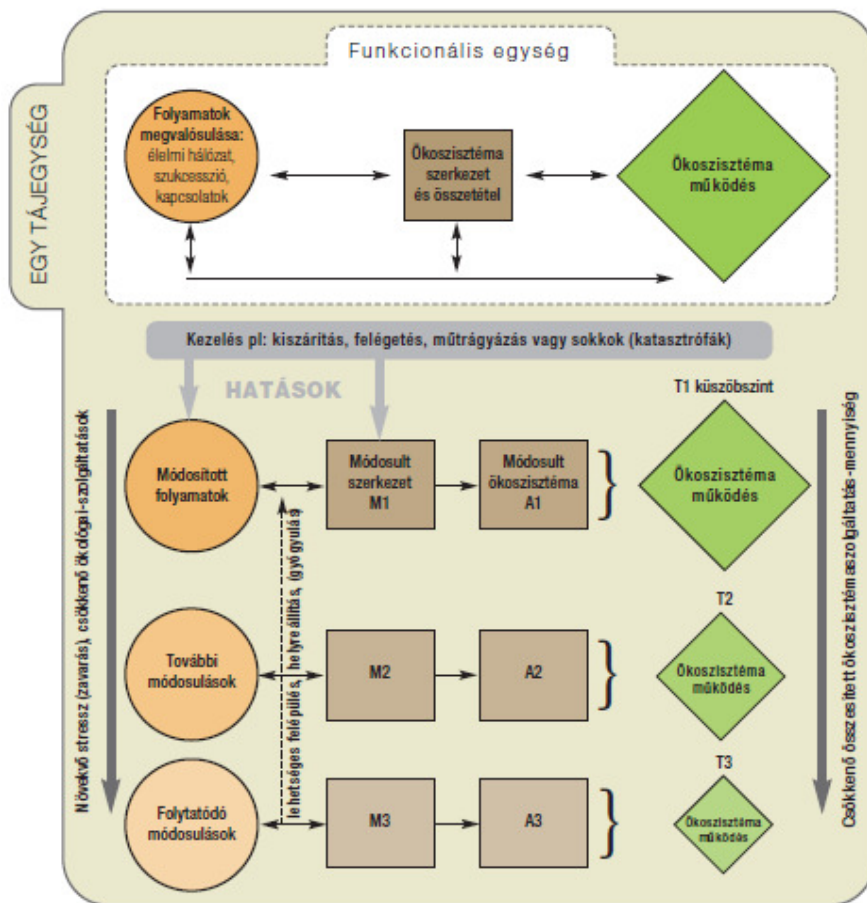
Az összetétel sokfélesége az az aspektus, ami miatt a természeti tőke értékelése egy adott ponton túl modellezési eszközökkel egyre kevésbé fogható meg, mivel a variációk lehetősége nagy és helyspecifikus abban a tekintetben, hogy konkrétan mit használnak (tudott, vagy nem tudott módon) az adott táj szolgáltatásaiból. Ezért lehet ésszerű egy részletességi szinten túl a természeti tőke potenciálját indikátorozni az egyes szolgáltatások értékének meghatározása helyett.

2.2.2. Szintlépések a táj természeti tőkéjében

A TEEB jelentés részletesen tárgyalja az élőhelyek külső változásokra való reagálásának képességét, azt, hogy a változó feltételek között milyen mértékben tud egy-egy szerveződés önmaga maradni. Ezt nevezi a jelentés rugalmas stabilitás, „resilience thinking” megközelítésnek. Lényege, hogy a természet, de ez igaz más önszabályozó rendszerre is, a benne megvalósuló anyag és energiaáramlási pályák sokfélesége és nagy fokú összetettsége okán rugalmasan tud reagálni a külső változásokra. E rugalmasságok összességükben az élőhelyen belül az életfeltételek stabilitását eredményezik.

Van azonban a zavarásoknak és a külső feltételek változásának egy olyan mértéke (lehet ez nagy erejű hirtelen változás, de lehet kis léptékű, azonban nagyon hosszú ideig ható erő is), aminek következtében már nem a korábbi állapot súlypontja felé térülnek vissza a folyamatok, hanem egy karakteresen új (egyensúlyi) állapot lesz jellemző. A területen új természetitőke-szint alakul ki. Lényeges, hogy nem a természetitőke-szintek folyamatos átmeneteiről, hanem elkülöníthető szintekről kell beszélni, ahogy azt az alábbi ábrán a TEEB jelentés (TEEB F2, 2010. p 53) bemutatja.

2. Ábra Élőhelyek állapotának és hasznosíthatóságának változása



Forrás: TEEB F2 p 53 alapján fordítás

Az ábra mondanivalója, hogy egy területen a különböző élőhely típusok (pl a T1-ből – T3 helyzetbe való elmozdulás mentén), ilyen küszöbátlépések hatására jöhetnek létre egymásból.

A TEEB Report e küszöbök átlépésének kiváltó okaiként a következő hatásokat azonosította: (1) nem megújuló erőforrások kimerítése; (2) környezeti sokkok és zavarások hatásai; (3) változó környezeti feltételrendszer: **kiszáritás!**, felégetés, műtrágyázás hatása.

E küszöbökön való átbillenés azután már más és más ön-maga-valóságú élőhely létrejöttét eredményezi. Ugyanazon a területen a természeti tőke különböző szintjei mellett különböző élőhely típusok jöhetnek létre (pl. természetes erdő után cserjés, majd jellegtelen, fajszegény gyepek, később gyomtenger).

Az ábrán a T1-T3 rombuszok mérete lefelé haladva csökken, ez arra utal, hogy T1-ből T3 felé haladva egy-egy természetitőke-küszöbszintet átlépve már csak egyre csökkenő lehetőség-halmazból lehet gazdálkodni, ahogy azt a jobb oldali nyíl mutatja: a teljes rendelkezésre álló természetrendszer-szolgáltatás mennyisége csökken.

Egy fontos, de a fő gondolatmenetünkben kiágazó szempont a biodiverzitás – a sokszínűség szempontja. A sokszínűség indikátor, amely rámutat arra az összefüggésre, hogy egy élőhelytípus milyen mértékben rendelkezik az önmaga megőrzéséhez szükséges funkcionális belső szerveződés, visszaszabályozó folyamatainak sokféleségével, mennyire sérülékeny, mennyire érett. Ráadásul egy érett rendszerben, ahol a belső folyamatok hatékonyabbak a teljes produkció is nagyobb lehet.

Gondolatmenetünkbe beemeltük tehát a természetitőke-szintek fogalmát, amely szintek a teljes rendelkezésre álló természetrendszer-szolgáltatás mennyiségét határozzák meg.

2.2.3. A természeti tőkéből származó teljesítmény felosztása (allokációja) az ökoszisztéma-szolgáltatások között

A természeti tőke nagysága tehát meghatározza, hogy egy területen mekkora az ökoszisztéma-szolgáltatások együttesében megtestesülő maximum ökológiai teljesítmény, de a természeti tőke nagysága nem határozza meg, hogy a lehetséges természetirendszer-szolgáltatások közül melyeket, milyen összetételben és az egyes elemeit tekintve milyen volumenben nyújtja az adott terület (vagy úgy is fogalmazhatunk, hogy melyiket milyen volumenben vesszük igénybe az adott területen).

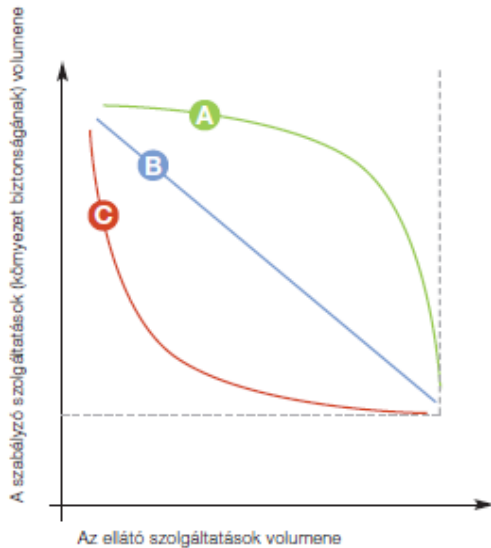
A természeti tőke esetében ökológiai összteljesítményről van szó, véges lehetőségekről, ezért az egyes természetirendszer-szolgáltatások volumenének növelése csak a e rendszer más szolgáltatásainak csökkenése árán valósulhat meg¹. Az összefüggést a TEEB Report ábrája illusztrálja (3. ábra), melyen három átváltási függvény (A, B, C) látható. Az ábra rávilágít, hogy eltérő élőhelyek (ökoszisztéma-típusok) milyen jelentős különbséggel és ezáltal „jól-léti” következménnyel reagálhatnak, ha beavatkozunk az élőhely működésébe, rendszerint egy-egy ellátó típusú ökoszisztéma-szolgáltatás arányának a kiterjesztése érdekében.

Egy-egy ökoszisztéma fajta robusztussága, önmaga megőrzésének képessége nagyban függ attól, hogy mekkora a működési folyamataiban megnyilvánuló természeti tőke nagysága. Ez az, ami végső soron meghatározza a különböző ökoszisztéma-szolgáltatások mekkora össz-volumene származtatható a területről. Az A, B, C görbék azt mutatják meg, hogy a különböző természeti tőke szintek esetén az ökoszisztéma-szolgáltatások ellátó és szabályozó csoportjának szolgáltatásai között milyen volumen párok valósíthatóak meg. Ahogy csökken a természeti tőke szintje (váltás a görbék között A->B->C irányba) látható az ábrán, hogy az egyes görbék mentén csökken a két típusú szolgáltatáscsoport együttes nagysága. Ugyan ezt a folyamatot illusztrálták a 2. ábra csökkenő méretű rombuszai).

A három görbe a szabályozó és az ellátó ökoszisztéma-szolgáltatások közötti átváltás (trade-off) eltérő lehetőségeire utal.

¹ A szukcessziós folyamatok jelentik azt az erőt, amely ha kibontakozhat, a területet egy magasabb természetitőke-szintre emelheti, magasabb ökológiai összteljesítménnyel és ebből fakadóan az ökoszisztéma-szolgáltatások szélesebb, nagyobb volumenével.

3. Ábra A természetirendszer-szolgáltatások átcsoportosítása a szabályozó és ellátó típusú ökoszisztéma-szolgáltatások között.



Forrás: TEEB F2 p 45

A 3. ábra egyrésztől érzékletesen mutat rá, hogy egy-egy ellátó szolgáltatás (pl. termés előállításának) részarány-növelése érdekében végzett tájtalakító beavatkozások a többi szolgáltatás össz volumenének csökkenése árán valósulnak meg. Egy táj véges természet nyújtotta lehetőségei okán egyes ellátó szolgáltatások arányának növelése – értsd pl. vizes területek (erdők, legelők) szántóföldi termelésre való berendezése fokozatosan lecsökkenti az ugyanazon területen működő szabályozó szolgáltatásokat. Csak a hatások tisztázatlansága, késése, szétaprózottsága és mindezek miatt a negatív következmények kompenzálásának elmaradása az, ami a folyamat mögött álló egyéni hajtóerőt – a táj eltartó-képességének koncentrálsát kifizetőddé teszi a koncentráls haszonélvezője számára.

A TEEB Report F2 3.2 alfejezete 44-47 oldal jó szemléletű áttekintést ad a természeti rendszer e két szolgáltatás-csoportja közötti átváltások dilemmájáról. A környezeti problémák közgazdasági megközelítésének korai elméletei nagyon sok esetben ennek a természeti összefüggésrendszernek a jóléti következményeit ismerték fel és dolgozták fel.

Összességében elmondható, hogy az ökológiai szolgáltatások fent bemutatott átcsoportosítása esetén valamilyen homogenizálással járó átalakítás zajlik le, aminek csak egyik, a látványosabb eleme a területek átalakítása, a másik összetevő az energia- és anyagáramlási folyamatok (szándékolt és szándékolatlan) megváltozása. A területhasználat és a vízgazdálkodás gyakorlati kivitelezése ezért önmagán túlmutató jelentőséggel bír, hiszen ezen áramlási folyamatok öltenek testet egy terület természeti tőkéjét meghatározó alapfolyamatokban. A 2.3 alfejezet arról fog szólni, hogy ennek a jelenségnek az értelmezésében miért kiemelt jelentőségű a víz nyomon követése).

A 3. ábra azonban nem adja vissza az átrendeződés teljes dinamikáját. Egy ökoszisztéma természetesen megváltozik, ha különböző eszközökkel beavatkozunk annak érdekében, hogy

egyek szolgáltatásait előnyben tudjuk részesíteni más szolgáltatásaival szemben. A nagy kérdés az, hogy e beavatkozások csak a haszonvételek között okoznak-e átrendeződést, vagy kihatnak-e magára a „+1” csoportra, a 2.2.1 alfejezetben tárgyalt fenntartó folyamatokra is, amelyek a természeti tőke szintjét határozzák meg. Visszaulva az előző alfejezetre, az ellátó szolgáltatások növeléséhez szükséges beavatkozások pl. lecsapolás, felégetés, műtrágyázás az adott élőhelytípus (önmaga-valóságát) stabilitását fenntartó összetettséget számolják fel. Paradox módon egy-egy funkció produktivitásának az előtérbe helyezése, azoknak a szabályozó típusú ökoszisztéma-szolgáltatásoknak a leépülése árán történik meg, amelyek ezen preferált ellátó szolgáltatás előállításához szükséges stabil feltételeket biztosítanak. A külső hatásokkal szembeni stabilitás gyengülése növeli a termelés kockázatát: csökken a jó évek száma, és lassan az időjárás nem tud jól produkálni, az mindig ártani fog: ha sok, ha kevés, ha hideg, ha meleg... (ismerős valahonnan?)

Mivel az átalakítások pl. erdőirtás, lecsapolás, burkolás hatással vannak a természeti tőke szintjére, így nem csak egy görbén haladhatunk jobb felé, hanem kényszerűen görbét is váltunk (A-B-C sorrendben). Ugyanis egy ponton túl a természeti tőkében bekövetkezett változás átrajzolja a nyújtható ökoszisztémaszolgáltatás-csomagok együttes nagyságát - potenciálját (erre utalt az 2. ábrán a T1-ből T3 rombusz felé haladás során a rombuszok csökkenő mérete).

A görbék közötti A – B – C sorrendű váltás az ökoszisztéma-szolgáltatások kiaknázása közben tehát azt is jelentik, hogy egyre kisebb természetitőke-szint mellett halad a folyamat. Az ellátó szolgáltatások marginális bővítési lépéseinek megvan az ára a tájból nyerhető összjólét szintjének szempontjából is. Egyre kisebb tortából próbálunk meg egyre nagyobb részt kiharítani.

Érdemes megjegyezni, hogy az ökológiai rendszerek sajátságainál fogva ezek az átcsoportosítások, ún. „trade-off”-ok nem tetszőlegesen, azaz leginkább, meghatározott összetételű csoportokban állnak rendelkezésre, diszkrét és nem folytonos átmenetek mentén. Ez a jellemző hozza be a helyi ökológiai tudás szükségességét a képbe.

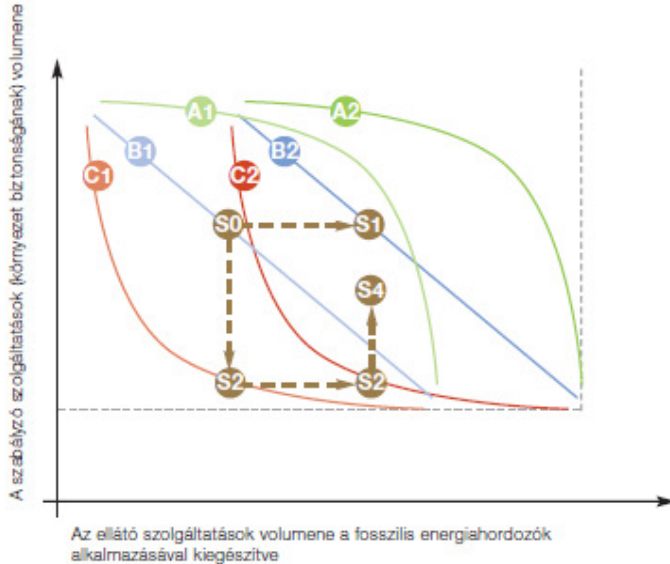
A fő gondolatmenetünkben kilépve megemlítendő, hogy a fenti ábrában megragadható a mai kor jellemző dilemmája, csapdája is. Ahogy a természeti tőke szintje lecsökken (A- görbe felől az C görbe felé) egyre kisebb az a jóléti veszteség, amit az adott természeti környezet esetében a feláldozása árán elveszítünk. Mivel nem ismerjük, hogy mi volt, mi lehetne: csak a degradált jelen ismereteink alapján döntünk². Ebben a helyzetben lehetséges (az C görbe mentén), hogy a további átalakítások már lényegében nem csökkentik a szabályozó típusú ökoszisztéma-szolgáltatások értékét, és az adott körülmények között a további átalakítás tűnik a racionális megoldásnak. Ez az olvasat áll fenn mindaddig, amíg nem kerül be a célok közé a lehetőség, hogy tájrekonstrukcióval, táj-rehabilitációval, ökológiai restaurációval a természeti tőke magasabb szintjét érjük el, amihez szükségünk lenne a terület ökológiai rendszerében tárolt információra, összefüggés-rendszerekre. (Ennek a helyzetnek a szomorú illusztrációját ma nap mint nap láthatjuk az elszegényített, jellegtelen élőhelyek szűklátókörű beáldozásakor.).

² A jelenséget „changing base-line syndrome”-nak is nevezik. A viszonyítási alap folyamatosan változik, ahogy majdnem mindenki a gyerekkorában megszokott környezeti állapotokat tekinti referenciának („bezzeg az én koromban”).

2.2.4. Egy kiegészítő megjegyzés a fosszilis energianyelhasználás hatásáról

A fosszilis energia felhasználásának lehetősége kilendítette a tájhasználatot a kizárólag helyben hozzáférhető lehetőségek kötöttségéből. A fosszilis energia felhasználása tette lehetővé a gépesítést, amivel a mezőgazdaság új korszaka nyílt meg, ahogy ez az energia forrás tette lehetővé a műtrágya előállítását is, amely megnöveli a termelés számára átalakított terület produktivitását.

4. Ábra Fosszilis energiahordozók ellátó funkciókra gyakorolt bővítő hatása



A fosszilis energiahordozók megnövelik az adott környezeti feltételek között elérhető ökológiai teljesítményt. Ezt a hatást a fenti ábrán a görbék x tengely mentén való eltolásával lehet érzékelteni. Az A1, B1, C1 görbék által leírt lehetőség-halmazok helyét az A2, B2, C2 görbék által leírt lehetőségek veszik át. A képességek növekedése azonban nem csak a már művelésbe vont területek teljesítményének növelését eredményezte, hiszen lecsökkent az ellátó funkciók további koncentrálásának költsége, ami, további területek művelésbe vonását is eredményezte. Ez a folyamat az egyes görbék mentén történő jobbra mozdulást jelent. Az eredménye azonban eltért a várakozásoktól, amit a B1 egyenes példájával illusztrálunk. A B1 egyenesen a tájtalakítás hatására a terület az S0 pontba jutott. A termelési teljesítmény növelő beruházás célja, hogy az S1 ponttal jellemezhető ökológiai szolgáltatás csomagot biztosítsa a területről (a szabályzó és az ellátó szolgáltatások összességét). Megnőtt azonban a természeti rendszerekre gyakorolt hatás is, ami közben kiváltja a szabályzó szolgáltatások leépülését (ezt tárgyalta a 2.2.2. fejezet). Ráadásul a megnövekedett képességekkel könnyebben érhető el, hogy a környezeti feltételeket biztosító ökoszisztéma túllendüljön az önmegőrzését még lehetővé tevő kritikus küszöbön. A bekövetkező természetitke-szint csökkenést a B1-ről a C1 görbére történő átmenet jelenti, az S0 pontból tehát az S2 pontba jut a folyamat és ezen kedvezőtlenebb környezeti feltételek között valósul meg a teljesítménynövelő beruházás S2 pontból S3-ba jutunk. A területen rendelkezésre álló ökoszisztémaszolgáltatás-csomag kisebb elmarad a várakozásoktól a termelés biztonságának lecsökkenése miatt. Ebben a helyzetben újra belép az alacsony költségen, nagy mennyiségben rendelkezésre álló fosszilis energiahordozók szerepe, mivel ezzel a külső erőforrással pótolhatóak a

kiesett szabályozó típusú ökoszisztéma-szolgáltatások, az ehhez szükséges infrastruktúrák kiépítését és működtetését jelzi az S3 pontból az S4 pontba való elmozdulás. Az S4 pont által biztosítani képes összjólét jellemzően el fog maradni az S1 ponttal megcélzottól, és ez a különbség S1 és S4 között újabb és újabb beruházásokat fog generálni. A kérdés azonban nem az, hogy elérhető-e S4 pont az S1 pontba, hanem az, hogy bármilyen S4 pont által jelzett állapotnak a fenntartását meddig teszi lehetővé az az előállított érték, amit e rendszer keretében a táj előállít?

Ha az ellátó szolgáltatások nagy produktivitásához szükséges stabil körülmények biztosításának költsége megnő - akár az olcsón rendelkezésre álló nagymennyiségű energia felhasználásának szűkülése, akár a produktivitást rontó szélsőséges időjárási helyzetek gyakoriságának növekedése miatt - a fennálló egyensúly felbomlik. De ez akkor is bekövetkezhet, ha az e rendszer keretei között előállított érték csökken le. Szükségsszerűvé válik az alkalmazkodás. Ez egyrészt az ökológiai teljesítmény és a külső erőforrások szerepének újraértékelése mentén, másrészt az ökológiai teljesítményen belül az ellátó és szabályozó típusú ökoszisztéma-szolgáltatások közötti felosztás megváltoztatása keretében történhet meg.

A fejezet további részében ezt az értelmezési sémát egészítjük ki, a víz indikátor szerepének bemutatásával.

2.3. 3. Kulcsterület: Egy táj vízháztartási és területhasználat jellemzőinek felhasználása a táj természeti tőke szintjének azonosításában

Szükséges tehát, hogy valamifajta mértékkel rendelkezünk arra nézve, hogy egy-egy területen milyen élőhelytípusok teljesíthetők ki (akár az idő előrehaladtával), azaz milyen természeti tőke szintek érhetőek el a „+1” csoport, az ökoszisztéma alapszolgáltatásainak táji volumenváltozása, változtatása mentén. Ezen ismeretek alapján lehet azonosítani e szintek közötti átlépések lehetőségeit. Ez a kérdéskör lényegében az anyagkörforgások intenzitásának vizsgálatára.

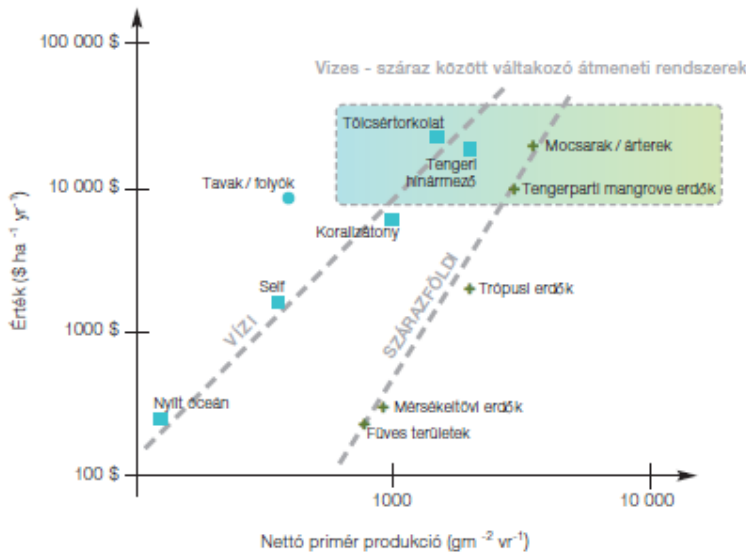
E tekintetben nyer fontosságot az ökológiai rendszerműködés azon szemlélete, amelyet Agócs József dolgozott ki (Agócs, 1996). A szukcesszió folyamatának felső határa az az úgynevezett klímax állapot, amely állapothoz képest a terület nem tudja fokozni az anyagáramlás intenzitását (örvényelmélet). Az anyagáramlás intenzitása alapján sorrendiséget állapíthatunk meg élőhelytípus és élőhelytípus között, abból a szempontból, hogy mennyire közelítették meg az általuk elfoglalt terület klímax állapotát.

Gondolatmenetünk szempontjából ez azért fontos, mert egy tájegység klímax helyzettől való távolsága egy jól használható viszonyítási mérték, ráadásul összekapcsolódik ugyanezen terület ökológiai rendszerének vízfelhasználási jellemzőivel is. Minél többet hasznosít egy terület rendelkezésére álló vízmennyiségből, annál jobban megközelíti a terület klímax állapotát. A vízfelhasználás nagysága, a másik oldalról összefüggést mutat a terület természetirendszer-szolgáltatásainak a volumenével. A vízfelhasználás hatékonysága így információt biztosíthat különböző tájhasználati változatok várható természetirendszer-szolgáltatás volumeneinek egymáshoz viszonyított sorrendjéről.

A rendelkezésre álló vízmennyiséggel korreláló elsődleges biomassza-produkció és az ökoszisztéma-szolgáltatások értéke közötti összefüggésre Costanza (1998) hozott érdekes példát. Az 5. ábrából látható, hogy a szárazföldi rendszerek közül az ártérekhez találták a legnagyobb

értékű szolgáltatásokat. Ugyanakkor az is leolvasható az ábrából, hogy mind a tengeri, mind a szárazföldi élőhelyek esetében a legnagyobb értékű szolgáltatásokkal a víz és szárazföld közötti átmenetet kihasználó rendszerek bírnak. Az 5. ábrával illusztrált jelenség - az árterek jó teljesítményének - oka, hogy a szárazföldi rendszerek közül ennél tud lehatékonyabban teljesülni az élőhelytípusok közül a vízutánpótlás produktív felhasználásának folyamata (ebben az esetben a legmagasabb a megőrzött, majd biomassza-produkcióra fordított vízmennyiség aránya).

5. Ábra Ökoszisztéma szolgáltatások becsült értéke tájfélesonként



Forrás: Costanza, 1998 (fordítás)

Remélem, az eddigiek rálátást adtak a természeti tőke, mint értelmezési keret megalapozottságára, kb. eddig a pontig tart a konvencionálisan szakirodalmazható gondolkodás. Itt áttérünk a harmadik kapcsolódási pontra: a természeti tőke és a víz kapcsolatára.

Ha visszatekintünk az 1. Táblázattáblázatra, a „+1.” ökoszisztémaszolgáltatás-csoportra, amely természeti rendszer alapszolgáltatásait sorolja fel (elsődleges produkció, tápanyag köráramoltatás, vízkörforgás, talajképződés...) egy eddig kellően nem hangsúlyozott jellemzőt is felfedezhetünk. Ezek a folyamatok valamiképpen mind kapcsolódnak a vízhez: a biomassza-produkció a víz növényi elpárologtatása, a szén körforgása, azaz a széndioxid beépülése lényegében ugyanez a folyamat, a tápanyagáramlás, amely a biomassza-produkcióhoz szükséges tápanyagokat szállítja, szintén a vízhez kapcsolódik, ami ebben az esetben a hordozó anyag szerepét tölti be. A talajképződés pedig mindezen folyamatok által létrehozott növényi anyag üledése – aggregálódása, lebomlása. A természeti tőke volumene tehát azzal van összefüggésben, hogy egy adott területen a természeti folyamatok keretében – a víz „helyben történő használatának” milyen hatékonysága érhető el. A biomassza-produkció létrejötte a szükséges alapanyagok jelenlététől függ. Az alapanyagok jelenléte pedig attól, hogy az adott élőhely milyen mértékben képes a szükséges anyagokat körfolyamatokba terelve a saját maga számára megőrizni.

Ebben az anyagmegőrző szemléletben a lehullott csapadék vándorlása lefelé a térszintek mentén egy lehetőség elvesztése az őt kibocsátó élőhely szempontjából. Minél hatékonyabb vízlassító és

vízvisszatartó szerkezetet tud egy élőhely kialakítani, annál hatékonyabban tudja a rendszertelenül, rövid időtartam alatt érkező csapadékot megőrizni a biomassza-produkciót hajtó, hosszú ideig tartó, napenergiában gazdag időszakok számára (pozitív visszacsatolás). Ahol a talajfejlődés folyamata nem sérül ott a megőrzés magasabb színvonala érhető el. Az erózió, szintén a vízkörforgáshoz kapcsolódóan ebben a tekintetben pontosan azt jelzi, hogy az anyagmegőrzés hatékonysága nem megfelelő.

Ott, ahol a biomassza-produkció (a növényi párologtatás) effektív korlátja a víz rendelkezésre állása - és többek között hazánk is egy ilyen hely - a víz nyomon követése, megőrzésének mértéke információt tud szolgáltatni az anyag- és energiaáramlás kihasználtságáról. A kihasználtság mértéke azt jelenti, hogy a rendelkezésre álló víz mekkora hányada hasznosul az élőhely ökológiai produkciójában. Ennek a kihasználtságnak a felső korlátját jelenti a fejezet elején bevezetett klímax állapot. Az ehhez az állapothoz való viszonyításból lehet következtetni az ökoszisztéma alapfolyamatainak kiterjedtségére és intenzitására, azaz a természeti tőke szintjére, és arra, hogy a jelenlegi szint az adott vízgyűjtő esetében (magasabb és alacsonyabb irányt is tekintve) a lehetőségek skáláján hol helyezkedik el.

Összegezve: egy vízgyűjtő esetében a víz áramlási pályáinak számszerűsítésével információt nyerünk a vízgyűjtő természeti tőke szintjének lehetséges maximális és ténylegesen rendelkezésre álló szintjéről. E természeti tőke lehetőség kihasználtságának becslésére teszünk kísérletet a 4. fejezetben, előtte azonban az eddig bemutatott elemzési keretet vonatkoztatjuk a Kárpát-medence arculatának változására.

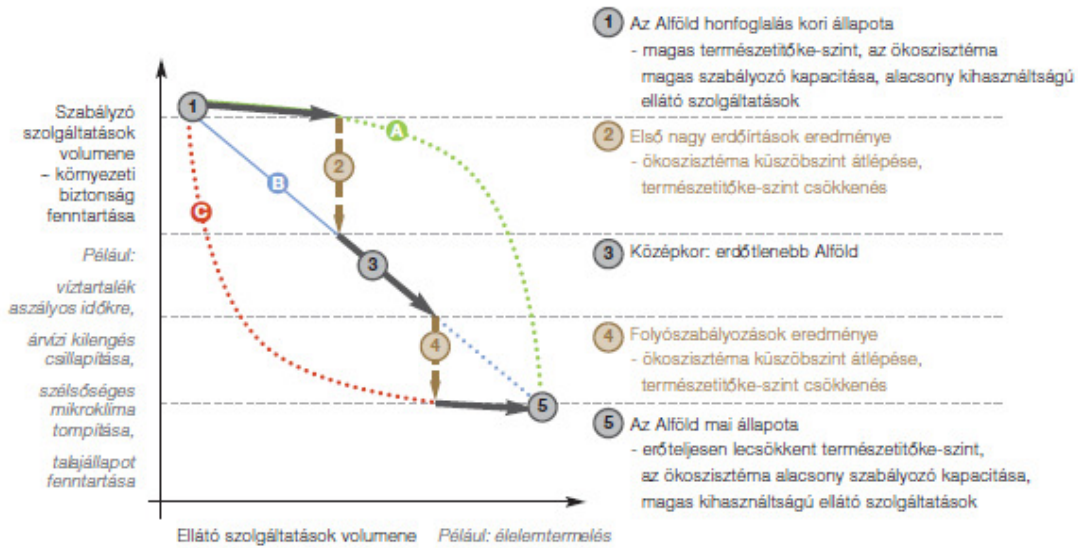
3. A természeti tőke változásának értelmezése a Kárpát-medence történelmi léptékű tájhasználat-változásai során

Ebben a fejezetben azt mutatjuk be, hogyan értelmezhető az a sok évszázados folyamat, amelynek során a Kárpát-medence belső területei elnyerték jelenlegi képüket.

3.1. A természeti tőke változása történelmi léptékben

Az alábbi ábra az előző fejezetben ismertetett összefüggésekre alapoz. A tájtalakítás folyamatát értelmezi, és ezáltal lehetőséget ad arra, hogy értékeljük jelenlegi helyzetünket, amelyet X-szel jelöltünk az ábra jobb alsó sarkában.

6. Ábra Ökoszisztéma-szolgáltatások közötti átváltás történelmi folyamata



Az 1-es pont a görbén a táj honfoglalás kori állapota. Az A görbén való elmozdulásként értelmezhető a Honfoglalástól nagyjából a XIV-XV. századig tartó időszak. A Honfoglaláskor a mai országterületen az erdőszültség aránya 60% körül lehetett (Bartha, 2003). Ebben az időszakban alföldeken a meghatározó tájhasználati forma a fogszállalkodás lehetett (Andrásfalvy 2007), amely a víztöbblet szétterítését, felhasználását tette lehetővé.

Az ökoszisztéma működésére kis lépésekben, de hosszú időtávon ható zavarás az erdőirtások formájában jelentkezett, amelynek célja a legelő és szántóterületek kiterjesztése volt. A folyamat hatóereje nemcsak a növekvő hazai népesség lehetett. A XIV. században lassan kedvezőtlenebbé váló klíma (Behringer, 2010) nemcsak nagyobb területeket igényelt ugyanannyi ember eltartására – ez önmagában is elegendő hajtóerőt jelenthetett az erdők legelővé és szántóvá alakításához – hanem új keresletet is generált. Közép-Európa mezőgazdaságilag már átalakultabb részei kevesebb pótlólagosan bevonható területtel rendelkeztek, ahol a gyakoribbá váló éhínségek (Behringer, 2010) minden bizonnyal megnövelték a keresletet a kor legmobilabb élelmiszerforrása az állattenyésztés lábán eljutó termékei iránt is. A településszerkezet XIII-XIV. századi átalakulására, a pusztásodásra (Andrásfalvy, 2007) és az extenzív állattartás térnyerésére e folyamatok leképeződéseként is lehet tekinteni.

Az ökológiai, vízháztartási és társadalmi folyamatok összefüggésére Molnár Géza is rámutatott (Molnár, 2004/a 38, 172.o): a XIV. század folyamán tűnnek el az Alföldről az Ortvyai Tivadar által a XIII. század időszakára még rekonstruált kisvízfolyások (Ortvay 1882). Mindez történik annak ellenére, hogy ez az időszak a kisjégkorszak kezdete, amely nedvesebb, hidegebb időszakot hozott (Behringer, 2010). A magyarázat erre a látszólagos ellentmondásra: a fokozatos tájálakítás miatt a szabályozó ökoszisztéma-szolgáltatások lecsökkenése (lefelé mozdulás az A-ról B görbe felé a 6. ábra 2. szakasza). A környezeti biztonságot nyújtó szolgáltatást ebben az esetben a térszintkülbségek ellenére időben kiegyenlített nedvesség-utánpótlás biztosításaként lehet értelmezni. Ez az állapot a magasabb térszintek, vízmegőrzést is szolgáló erdőinek eltűnésével párhuzamosan egy ponton túl, e területileg általában kiegyenlített vízháztartás helyett a térszintek mentén szárazabb és vizezebb területek létrejöttét eredményezte. Az Alföld magasabb térszintjein

a víz hiányzott e kis belső vízfolyások táplálásához, a mélyebb területeken pedig belevesztek a lassan teret nyerő mocsarakba³ (ezt illusztrálják Molnár Géza magyarázó ábrái Molnár 2003. 14.2 a-b és -15.1 ábrái) .

A folyamat tehát a XIV. század környékén átlépett egy kritikus küszöböt, amely után a táj átalakult egy új jellemzőkkel bíró ökológiai rendszerré. Ebben az új állapotban már a korábbinál kisebb mértékű aktív kiegyenlítés is elegendőnek bizonyult a természeti működés fennmaradásához. (pl. A kiegyensúlyozott nedvesség-utánpótlást igénylő fajok helyét a különböző térszinteken átvették olyan növények, amelyek jobban alkalmazkodtak a vízháztartás egy-egy szélsőségéhez. A létrejött természetállapot a korábbinál robusztusabbá vált, de kevesebbet használt ki a természeti erőforrások nyújtotta lehetőségekből. Ezt a folyamatot nevezzük a természetitőke-szint csökkenésének. Ekkortól válik megfoghatóvá az Alföld területén a magasabb térszintek szárazabbá válása és a mélyen fekvő területek elmocsarasodása. Emiatt tartjuk indokoltnak, hogy a 6. ábra rendszerében a görbék közötti váltásról beszéljünk, és innentől az elmocsarasodás kiteljesedését az alacsonyabb természeti tőke szintet reprezentáló B görbén található 3. szakasszal jelöljük.

Ennek a folyamatnak a keretében a XVIII. század végére (az ország mai területen) az erdőszűcség 30% alá csökkent (Bartha, 2003). A hajtóerőt a további erdőirtásra a már korábban is említett okok mellett a hamuzsír export, a bányászat, a kohók, az erődítési munkálatok és sok helyen a kialakuló városok építési és tüzelőanyag-igénye növelte. A XIX. században a folyamat lényegesen felgyorsult, az I. Világháború végére az arány 11%-ra süllyedt. Az Alföldön ez az arány ugyanakkor csak 5% volt.

Ez az a folyamat, amelynek a XVIII. századra előállt eredményét, a vadvízországot, korabeli eleink a fejlődés legnagyobb kerékkötőjének látták. A megoldás érdekében a XVIII-XIX. század folyamán megvalósított folyószabályozások és lecsapolások a korábbi tájtalakítások következtében haszontalanná vált (ökológiai produkcióban részt nem vevő) vízmennyiség eltávolítására irányultak. Ekkor az ellátó ökoszisztéma szolgáltatások további koncentrálására a hajtóerőt egy új kereslet kielégítése mozgatta: az Örökös Tartományok és Közép-Európa hadakozó területein fellépő élelmiszerigény. A beavatkozások célja kettős volt, egyrészt a termelésre alkalmas területek kiterjesztésének és a termelési feltételek stabilitásának javítása, másrészt a cél a termények szállításához szükséges hajóvontató utak kialakítása volt. A két folyamat eredményeképpen az árvédelmi töltések és a lecsapolások nagy területeket kapcsoltak be a nagyüzemi mezőgazdálkodásba, de ezzel párhuzamosan megvalósult a folyó és ártere közötti (felszíni, direkt) kapcsolatok teljes felszámolása, a maga hosszabb időléptékben jelentkező hatásaival.

Noha célzott kutatások nem folytak a szikesedés és a tájhasználat átalakulásának összefüggéséről, elméletileg a talajban tárolt nedvességet a mély gyökérzetükön keresztül elpárologtató erdők eltűnése okán jelentkező párolgási folyamatok a felszínen keresztül zajlanak amivel együtt jár a talaj s tartalmának a felszín felé vándorlása. Mindez növelheti a szikesedésre való hajlamot.

³ A folyamatot összefüggéseiben részletesen mutatja be (Molnár, 2003) könyvének második fejezete.

A tájtalakítás e szakaszát az ellátó és a szabályozó ökoszisztéma-szolgáltatások közötti nagyléptékű átcsoportosítás megvalósításaként lehet értelmezni. A szabályozó képesség csökkenésének, megnyilvánulása, hogy a létrejött táj alkalmazkodóképessége az idő- és vízjárási folyamatok természetes változékonyságához egyre inkább leromlott. Azonban a beavatkozások nem hagyták érintetlenül a természetirendszer-szolgáltatások alapfolyamatait sem, hiszen nagy mennyiségű víz kivonását eredményezték a tájból. A gyors vízvezetésen alapuló tájhasználati rendszer következtében csökkent a megőrzött és az ökológiai produkcióban hasznosított víz mennyisége, növekedett az erózió. Ezek a folyamatok a természetitőke-szint csökkenését jelzik, ezért tartjuk indokoltnak, hogy a XIX. században lezajlott folyamatot a 6. ábra 4. szakaszaként a B-ről a C görbére történő átmenetként jellemezzük.

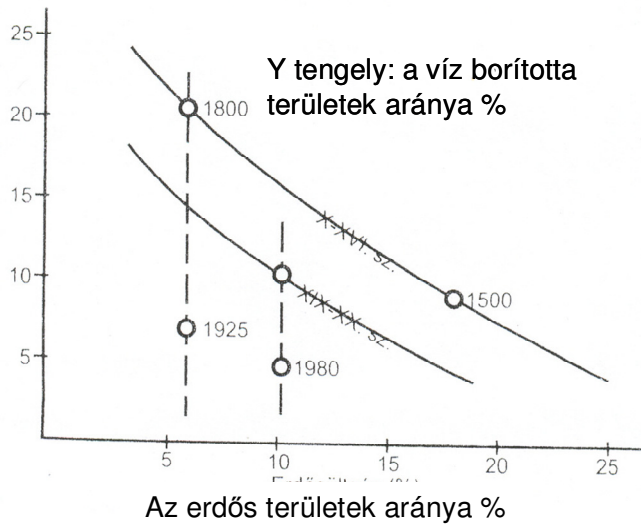
A folyók szabályozását és a vizes területek lecsapolását eredményező beavatkozások első hulláma óta kis lépésekben, de tovább folytatódott a táj használatban az ellátó típusú ökoszisztéma-szolgáltatások arányának a növelése. Az 1980-as évek végéig ez a folyamat (a további ármentesítési munkálatok, a vízvezető rendszerek kapacitásának növelése, a tájszerkezet egyre egységibbá tétele mentén) egyértelműnek tekinthető. Mindezeket figyelembe véve nem meglepő, hogy a mai helyzetünket az összefüggésrendszert bemutató ábra jobb alsó sarkában kell keresnünk, az 5. szakasz végpontjában.

A táj hasznosításának természeti tőke szemléletű megközelítését alkalmazva törvényszerű, hogy ha az ellátó szolgáltatások részarányának növelése érdekében megvalósított beavatkozások lecsökkentik a természeti tőke rendelkezésre álló szintjét, akkor a szabályozó funkciók nagyléptékű leépülése következik be. Nem véletlen tehát, hogy azt tapasztaljuk, egyszerre növekszik az ár és belvizek, valamint az aszály és a szárazabbá válás fenyegetése. A kialakított területhasználat stabilitását és termelési tényező szükségletét csak egyre növekvő költségek árán lehet, a természeti rendszerszolgáltatások helyett külső erőforrásokból fenntartani. A szabályozó funkciók jelentős leépültsége önmagában is e szélsőségek gyakoribbá válását eredményezi. Ez a kedvezőtlen állapot teszi ma még inkább érzékennyé az országot az éghajlatváltozás hatására megnövekedett külső instabilitásra.

3.2. A természeti tőke szintje és a vízháztartás pályái

A fejezet további részében a vízháztartási jellemzők változásain keresztül mutatjuk be a természetitőke-vesztés folyamatát. A vízmennyiség és a területhasználat összefüggése tekintetében a kulcselemet ragadta meg Szesztay (2000) cikke, és hasonló ábrát közöl Szlávik (2001) is. Szesztay itt idézett ábrája egyrészt az erdőszűltség és a vízjárta területek változása közötti összefüggésre mutat rá, másrészt rendszerszinten értelmezi a vízkivonás hatását. A 7. ábra kitűnően illusztrálja a természetitőke-szint és az ökológiai rendszerműködésben résztvevő víz mennyisége közötti összefüggés XIX-XX. századi folyamatát.

7. Ábra Erdősültség és vízjárás változása az Alföldön



Forrás: Szesztay 2000.

7. ábra magyarázata: Az ábra alapja, hogy a párolgás / párologtatás szempontjából az erdő és a szabad vízfelszín párologtatási képessége közel hasonló, ezért a természetes vízkörforgásban résztvevő vízmennyiségre megjelenési formái között önszabályozott kapcsolat van. Ha az erdőterület csökken, lecsökken a párolgás, és megnő a lefolyás, a korábban a kistáji vízkörforgásban tartott víz a mélyen fekvő területeken gyűlik össze, de területi hatásának mértékét szab, hogy az azonos beeső napenergia ebben az esetben, mint vízfelszín párologtatja el. Az ábrán az Alföld által hasznosított víz mennyiségének történelmi korok alatti változása látszik. A Honfoglalás kori 40% erdősültség nincs feltüntetve, de látható az elmocsarasodás folyamata a felső görbén való balra tolódás eredményeként. Továbbá a folyószabályozás és a lecsapolás következményeként a természeti rendszer vízvesztése az 1800-as és az 1925-ös állapot között.

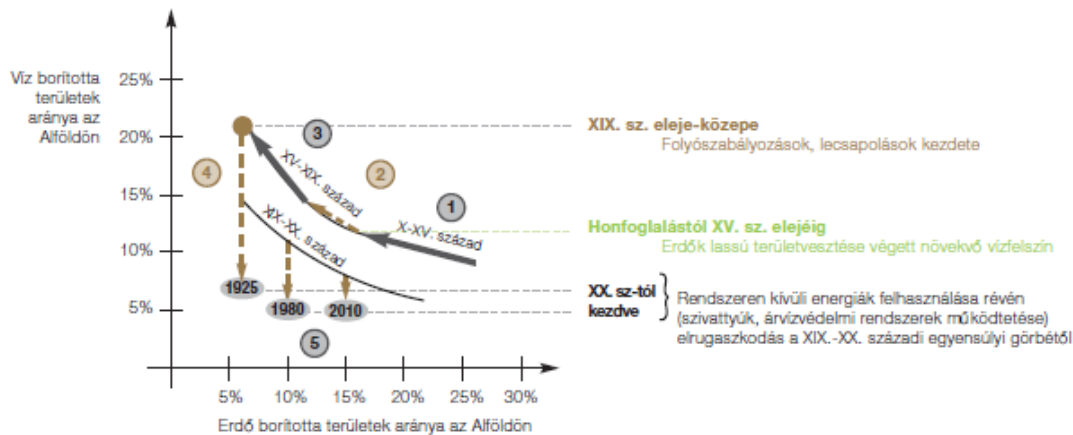
Az ábrán egy-egy görbe, egy-egy azonos víz mennyiségű párologtatási-párolgási szintet jelent (a közgazdasági görbék hasonlatával iso-evapotranspirációs görbék). Szlávik (2001) ábrája abban különbözik Szesztay fent bemutatott ábrájától, hogy egy harmadik görbe is szerepel rajta az 1925-ös és az 1980-as állapotokat jelző pontokon keresztül. A két ábra különbsége egy lényeges szempontra hívja fel a figyelmet. Szesztay két, 1925-ös és 1980-as pontja és helyettük nem egy görbe alkalmazása arra utal, hogy ez a két pont a XIX-XX. század görbét megtestesítő vízmennyiség jelenléte mellett a görbe kijelölte egyensúlyi pályától eltávolodva található. Az egyensúlyi helyzettől való eltérést a rendszeren kívüli energiák felhasználásával lehet fenntartani. Ennek hiányában csak az egyensúlyi pálya mentén lehetne elmozdulni, ahogy az a XVIII. századig végéig történt a felső görbe mentén. A vízháztartási összefüggések rendszerében a jelenlegi tájhasználat nem egyensúlyi, a párolgásban és párologtatásban jelentkező vízmennyiség mellett energiát kell befektetni a vízmennyiség egy részének kivonására ezekből a folyamatokból (pl. belvízszivattyúk működtetésével, az árvíz védelmi rendszer folyamatos fejlesztésével...). Ezért nem lenne indokolt három görbe elhelyezése az ábrán.

A 7. ábra és a 6. ábra együttes mondanivalója, hogy a természeti rendszer által használt vízmennyiség nagysága és a területhasználat fő jellemzői - a párolgásra/párologtatásra fordított vízmennyiségek összefüggésén keresztül - közösen kielégítően le tudják írni egy terület természeti

tőke változását. E két jellemző legalább egyikének karakteres változása esetén lehet nagy valószínűséggel a természeti tőke szint változását feltételezni (annak összes jóléti következményével). A görbék pontos alakját, elhelyezkedését szintetizált ökológiai-tájhasználati-gazdaságtörténeti elemzések elvégzéseivel határozhatjuk meg egy-egy vízgyűjtő esetében.

A két ábra közötti koherenciát úgy teremthetjük meg, ha a 7. ábra X-XVIII. század közötti elmozdulást jelző görbét két karakteresen különböző meredekségű szakaszra osztjuk. Ezt a módosított ábrát láthatjuk a 8. ábrán, amelyen feltűntettük a 6. ábra szakaszainak számozását is. Jobbról balra haladva a X-XIV. századot-ot jelző időszakban az átalakított területek aránya még nem lépte át a szabályozó-kiegyenlítő funkciók megroppanásának küszöbértékét ezért az erdősültség csökkenésének hatása még csak kis mértékben érzékelhető a vízjárta területek nagyságának változásában (1. szakasz). A 6. ábrán a C görbéről B görbére történő váltással járó természetitőke-szint csökkenést a 7. ábra rendszerében a X-XVIII. századot jelentő görbe meredekebbé válása jeleníti meg a XIV-XIX. század közötti időszakban (2. szakasz). Ekkor már az erdősültség további csökkenése – a szabályozó-kiegyenlítő funkciók hiányában – a korábbinál nagyobb léptékben növelte a vízjárta területek nagyságát (3. szakasz). Emellett egyértelműen megjelenik a 6. ábra B görbéről A görbére történő váltás (4. szakasz), amely a hasznosuló vízmennyiség csökkenése miatt következett be, és a XIX-XX. század állapotát leíró görbére alá süllyedést eredményezte (az 5. időszak pontjai).

8. Ábra Erdősültség és vízjárás változása az Alföldön és a kapcsolódó természetitőke-szintek



Ebben a szemléletben látszik igazán egyértelműen, hogy a termelési feltételek növekvő instabilitása nem véletlenszerű események láncolata, hanem törvényszerű következménye a természeti tőke leépülésének. A szintek közötti küszöbök átlépésének korábban felsorolt kiváltó okai, „drivereik” (amint arra a TEEB jelentésből származó, 2. ábra alapján már rámutattunk) a lecsapolás, erdőirtás, tápanyag túlterhelés. A bekövetkező instabilitás természetes következményei az árvíz, a belvíz és az aszály fenyegetettség egyidejű növekedése, amit a szikesedés és a talajpusztulás folyamata kísér a táj termelésre beállított területein.

A fejezetben bemutatottak alapján egy-egy vízgyűjtőre láttelepet a dinamikus vízviasszatartási – vízfelhasználási mérlegekre alapozva lehet elkészíteni. Mekkora a rendelkezésre álló vízmennyiségből a természeti rendszerfenntartó folyamatokba belépő víz mennyisége és milyen

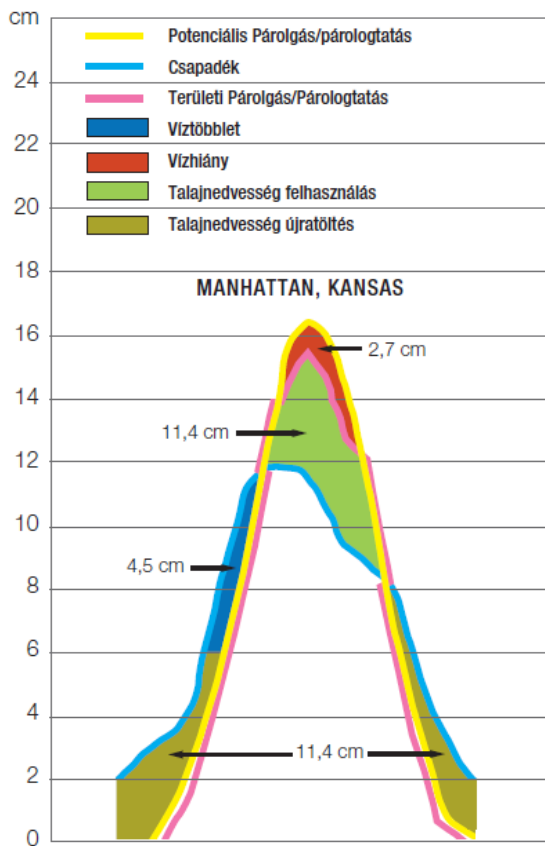
ennek a mennyiségnek a hasznosulása, azaz az egyes tájhasználati arányok (erdő, gyepek, szántók stb. arány) megvalósulása esetén mekkora a biomassza-termelés, a beszivárgtatás, negatív irányból az erózió, vagy a tápanyagterhelés. Valamint mennyi hasznosíthatatlan energia marad, amely víz hiányában a talajt, majd általa a légkört melegíti? A 4. fejezetben ezen gondolatmenet alapján végezzük el a természetitőke-szint becslését a jelenlegi helyzet jellemzésére.

4. A természetitőke-szint becslése – első közelítés

4.1. A módszer

Idáig a vízháztartási jellemzők hosszú időléptékben változó összefüggéseit vizsgáltuk. Ebben a fejezetben egy kitüntetett pillanatnyi állapotot, a jelenlegi helyzet értékelését mutatjuk be. Az alábbi, 9. ábra Thornthwaite (1955) alapján a vízforgalom és hóháztartás kapcsolatát mutatja be.

9. Ábra A hó és vízháztartás összekapcsoltsága



Forrás: Thornthwaite, 1955

Az ábra magyarázata: A párolgáshoz energiára és vízre van szükség. Egy energiamennyiség ezért kifejezhető annak a vízoszlop magasságával, amely elpárologtatható az adott energiamennyiség hatására. Ezen összefüggés alkalmazásával az energia és a víz mennyisége megjeleníthető egy közös ábrában (Thornthwaite alapján, 1955). A vízszintes tengelyen a hónapok találhatóak januártól januárig, a függőleges tengelyen az adott hónaphoz tartozó vízháztartási és

energiaérték található vízoszlop-magasságban kifejezve (cm-ben). Az ábrán a csapadék görbe (kék) az év egyes hónapjaiban a területre leesett vízmennyiséget mutatja be. A potenciális párolgás görbe (sárga) az év során havonként beeső napenergia nagyságát adja meg annak a vízmennyiségnek a mértékében, amelyet a területéről elpárologtatni lenne képes. A területi párolgás görbéje pedig azt, hogy a számítások szerint mekkora volt az elpárologtatásra került vízmennyiség. Az ábra dinamikája azt mutatja be, hogy mindaddig, amíg több csapadék esik, mint amennyinek az elpárologtatásához elegendő energia áll rendelkezésre, addig a csapadék beszívárog (barna terület), majd lefolyik (kék terület). A tenyészidőszakban a rendelkezésre álló energia növekedésével a párolgatatás üteme növekszik, aminek azonban a víz mennyisége határt szab. A görbék viszonyából az is látszik, hogy a nyári hónapokban nemcsak az éppen leeső mennyiség, hanem a korábbi időszakok feleslege (zöld terület) is felhasználásra kerül. A felhalmozott mennyiség elfogyása után vízhiányos helyzet alakul ki (piros terület), ekkor a beeső energiamennyiség – víz hiányában – a felszín és rajta keresztül a levegő felmelegedésére fordítódik. Majd a beeső energiamennyiség csökkenésével újra a felhalmozási, elfolyási szakasz veszi kezdetét.

A területi párolgás görbe - nem laboratóriumi körülmények között, teljes mértékben - soha nem éri el a potenciális párolgás görbét, túl azonban ezen az elvi különbségen, a két görbe különbsége a biomassza-termelés és a területi párolgás lehetséges és megvalósult szintje közötti különbség bemutatására is alkalmas. Ez az arány a legfontosabb rövid távú indikátora egy terület esetében a lehetséges és megvalósult természetitőke-színvonalak közötti különbségnek. (Statikusabb, mert lassabban változó jellemző a talajképződés és a táj biológiai szerveződöttségének a folyamata).

Az ábra alapján is belátható, hogy a párolgatatás összvolumenére nagyon nagy hatással van az, hogy mekkora a tenyészidőszakon kívüli víztöbbletből a nyári vízhiányos, de a párolgatatásra fordítható energiából bőségesen ellátott időszakokra visszatérhető víz mennyisége. A természeti tőke nem más, mint az az ökoszisztéma, amely ezt a vízallokációs funkciót (maga és környezete számára) be tudja tölteni.

Ennek az allokációs funkciónak a hatásosságát úgy lehet becsülni, hogy megvizsgáljuk: a rendelkezésre álló vízmennyiségből mekkora az a mennyiség, amit ideális esetben a rendelkezésre álló energia el tudna párolgatatni, és ezzel szemben mekkora az a vízmennyiség, amely ténylegesen elpárologtatásra került.

4.2. Alkalmazás a Tisza magyarországi vízgyűjtőjére

Ennek a fejezetnek a célja annak bemutatása, hogy a vízháztartási adatok tükrözik az elemzés eddigi gondolatmenetéből fakadó megállapításokat, ezért alkalmasak egy terület természetitőke-szintjének nagyságrendi becslésére. Ez a fejezet a megközelítés logikáját mutatja be. Sokkal pontosabb becslések készíthetők egy-egy terület esetében a pontos vízháztartási és domborzati információk figyelembevételével. A becsléshez a vízháztartási adatok mérlegszerű megközelítését alkalmaztuk. A rendszeren belüli folyamatokkal ebben az esetben nem foglalkozunk. A cél, hogy a jelenleg is hozzáférhető információknak adjunk a természeti tőke megközelítés keretében értelmet.

Az alábbi táblázat a Tisza magyarországi vízgyűjtőjének fő vízháztartási adatait mutatja be az 1971-2000 évek átlagai alapján (Vituki 2008). Mivel ebben a fejezetben egy konkrét, kiterjedéssel bíró területről beszélünk, az előző alfejezetben bemutatott ábrát nem vízoszlopban, hanem területi vetületet is figyelembe véve $\text{km}^3/\text{év}$ -ben adjuk meg.

2. Táblázat A Tisza-vízgyűjtő magyarországi részének hő- és vízháztartási adatai 1971-2000 évek átlagai alapján km³/év-ben

Jellemző	Volumen km ³ /év
Potenciális párologtató képesség*	46,8
Csapadék	26
Belépő felszíni vízmennyiség	24,9
Kilépő vízmennyiség	27,3
Számított területi párolgás	23,5

Forrás: V.Gy. * a teljes országterületre rendelkezésre álló adatokból származtatott érték (Vituki 2008)

A sokéves átlagok alapján a potenciális párolgás éves nagysága az elpárologtatandó víz mennyiségében kifejezve 46,8 km³. A terület számított területi párolgása 23,5 km³ egy átlagos évben. A rendelkezésre álló energia szempontjából a párolgási/párologtatási folyamatok kihasználtsági szintje 50 %-os, amit a potenciális párologtató képesség (kék) és a számított területi párolgás (sárga) görbéje közötti terület ad ki..

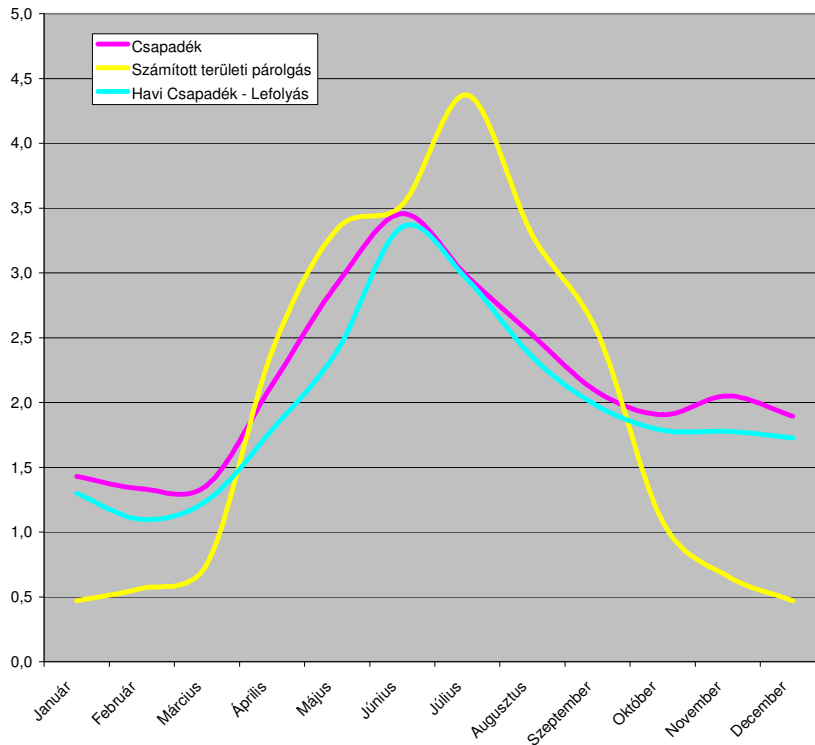
A víz oldaláról vizsgálva a kérdést a helyzet korántsem ennyire egyértelmű. A kérdés pont az, hogy mennyi víz áll rendelkezésre, pontosabban mekkora és milyen forrású vízmennyiséget indokolt figyelembe venni a párologtatási folyamatok számára a teljes energiamennyiségben rejlő lehetőség kihasználásához képest?

Azt gondoljuk, hogy a reális kép kialakításakor a teljes rendelkezésre álló vízmennyiség figyelembevételéből kell kiindulni. Magyarország földrajzi helyzetéből adódóan ugyanis félreértésre adhat okot, hogy milyen vízmennyiséget tekintünk a viszonyítás alapjául. Mind Thornthwaite cikke, mind a területi párolgás változását nyomonkövető hazai statisztikák a területi párolgást és a csapadék mennyiségét vetik össze egymással (Vituki, 2010, 3.táblázat⁴). Ezért is tartottuk fontosnak kiemelni az előző fejezet 7. ábrája kapcsán az egyensúlyi vízháztartási pályáktól való eltérés kérdését, mivel a folyamatokat nem a területi párolgásban hasznosuló vízmennyiséghez képest, hanem az egyensúlyi vízháztartási pályához tartozó vízmennyiséghez kell viszonyítani.

Ezt támasztja alá, hogy a szűk értelmezés önellentmondásokhoz vezetne, a következő módon: A talajnak Thornthwaite megközelítésében csak tározási funkciója van. Ezt a szemléletmódot jeleníti meg a 10. ábra.

⁴ A 3 táblázat a területi párolgás és a csapadék mm-ben kifejezett értékeit és a kettő különbségének alakulását mutatja be.

10. Ábra Területi párolgás és a csapadék havi alakulása az 1971-2000 évek átlagában (km³/hó)

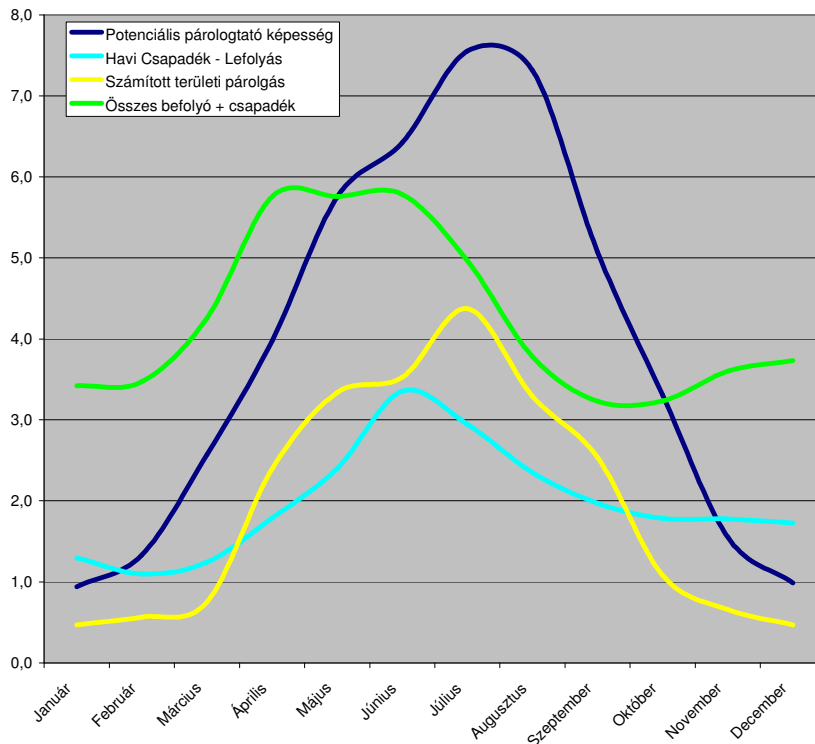


A 10. ábrán a területi párolgás és a csapadék görbéje mellett egy harmadik görbét is szerepeltetünk. E görbe esetében a havi csapadék mennyiségét a lefolyás értékével (a befolyó és kifolyó víz mennyisége közötti többlettel) csökkentettük. Azaz mérlegszerűen meghatároztuk az adott hónapban (tározás figyelembevétele nélkül) rendelkezésre álló vízmennyiséget. Az ábrán a számított területi párolgás görbéje és a vázolt módon számított, a rendelkezésre álló vízmennyiséget jelző görbe közötti terület adja meg a vízmegőrzéssel fedezett párologtatási teljesítményt. Ez a felhasználás az áprilistól szeptemberig tartó időszakra esik, mennyisége 4,6 km³. Ha csak a csapadékot tekintjük e párologtatási teljesítmény forrásának, akkor ez 4,9 km³ dinamikus (időszakosan jelenlévő) készletből keletkezett. Ez az érték a rendelkezésre álló vízmennyiség és a számított területi párolgás görbéi közötti terület nagysága az októbertől márciusig tartó időszakban. Ez azt jelentené, hogy szinte a teljes nem közvetlenül elfolyó, hanem beszivárgó mennyiség rendelkezésre áll (nincs pl. mélyebb szintekre szivárgás, felszín alatti töltődés). Továbbá, ha valóban csak ennyi víz venne részt ebben a folyamatban, a kiingások egy átlagos értékeiben ilyen nagy mértékben kihasznált rendszerbe nem férnének bele. Ez a megközelítés ellentétes azzal, pl a klímaváltozás kapcsán kifejtett talajtani állásponttal is, hogy a talaj víztározó kapacitásait sokkal nagyobb mértékben kellene hasznosítanunk. És furcsán hatatekintetben is, hogy a területhasználat változásai pont az ezzel ellentétes előjelű folyamatokat erősítik, majd kétszáz éve. A helyzet értékelésénél tehát nem csak a csapadék, hanem a táj folyamataiba belépő teljes vízmennyiség figyelembe veendő.

A 11. ábrán a természeti tőke értelmezése szempontjából szerintünk célravezető megközelítést mutatjuk be. Az ábrán a potenciális és a számított területi párolgás görbéi mellett egyrészt a rövid távon a párolgás számára rendelkezésre álló vízmennyiség görbéje szerepel (ez a csapadék és

lefolysis különbségéből adódik), másrészt a teljes rendelkezésre álló vízmennyiség görbéje (ami a csapadék és a befolyó vízmennyiség összege). A számított területi párolgás erőforrásául felhasználásra kerülő vizek széles értelmezését támasztja alá a görbék alakja közötti hasonlósága is. A számított területi párolgás görbéjének alakja némi késleltetéssel követi a teljes rendelkezésre álló vízmennyiség és az energiamennyiség görbéjét, majd ez utóbbi válik a lefutás meghatározójává. Ez a párhuzam erősebbnek látszik, mint önmagában a csapadékot leíró görbe alakja az előző, 10. ábrán.

11. Ábra A vízháztartási adatok a teljes rendelkezésre álló vízmennyiséghez viszonyítva, havi értékek alakulása az 1971-2000 évek átlagai alapján km³/hó.



Mit tudunk mindezen információk alapján elmondani a régió természeti rendszer fenntartó folyamatainak állapotáról, a terület természeti tőke fenntartási hatékonyságáról?

Ha tehát figyelembe vesszük, hogy a talaj nemcsak a csapadéknak tározója, de minden, más forrásból érkező víz is hozzájárul - noha különböző mértékben - a feltöltődéséhez, akkor a viszonyítás alapja a rendelkezésre álló összes víz mennyisége. A párolgás/párolgotatásra rendelkezésre álló vízmennyiségére így 51 km³ adódik, amiből 23,5 km³ a számított területi párolgás. A rendszeren átfolyó készletek hasznosítása tehát csak 46%-os. Ez egy igen jelentős eltérés attól a 94%-tól, ami a szűk értelmezés esetén, a területi párolgás és a csapadék egymáshoz viszonyításából a 10. értelmezése esetén adódott.

A 11. ábra görbéinek dinamikája – a víz- és energiapályák időbeli eltérése – alapján egyértelmű, hogy a természetitőke-szintet a víz megőrzése és talajnedvesség formájában az ökológiai produkció számára való biztosítása határozza meg. A kérdés az, hogy milyen mértékű a rendszeren átáramló dinamikus készlet tartalékká transzformálásának hatékonysága? Ha a folyamatokat a csapadék

alakulásától függő legrövidebb időtávú vízigény hiányának a pótlására vetítjük, akkor azt kapjuk, hogy ez a készletmegőrzési és felhasználási hatékonyság alulról közelíti a 20%-ot.

Ennek az alacsony átalakítási hatékonyságnak a fényében a lehetőségek felét kihasználó természetitőke-szint igen jónak mondható, de ez elsősorban a viszonylag egybeeső víz- és energiapályák okán áll elő. Ugyanakkor emiatt az alacsony átalakítási hatékonyság miatt jelent különösen nagy kockázatot az éghajlatváltozás kapcsán jósolt téli időszakba áttevődő csapadékhangsúly. A vízmegőrzés alacsony hatásfoka miatt a tenyészidőszaki talajnedvesség utánpótlás számára ez a vízmennyiség jórészt elveszik.

A vízmegőrzés és beszivárogtatás teljesítményét – adott földrajzi és talaj viszonyok mellett - pedig nem más határozza meg, mint a tájhasználat és a tájhasználatot kiszolgáló vízgazdálkodási gyakorlat kölcsönhatása.

A gondolatmenet zárásaként az alábbi táblázatban összefoglaltuk a fejezetben már tárgyalt, a természetitőke-szintet leíró indikátorokat. Ahol számítani tudtuk, ott feltüntettük a Tisza magyarországi vízgyűjtőjére vonatkozó indikátor értéket az 1971-2000 évek vízháztartási jellemzőinek éves átlagértékei alapján.

3. Táblázat A természeti tőke állapotát leíró indikátorok a Tisza mentén

Természetirendszer-fenntartó folyamatok lezajlása	
A vízgyűjtőn rendelkezésre álló vízmennyiség és a területre beeső napenergia mennyiségének aránya (a napenergia vízpárolgatói képessége alapján)	51 km ³ / 46,8 km ³ = 1,09
A vízgyűjtőn rendelkezésre álló vízmennyiségből a számított területi párolgás/párolgatatás során hasznosuló vízmennyiség	23,5 km ³ / 51 km ³ = 0,46
Az effektív, időszakok közötti vízmegőrzés hatékonysága. A területi párolgás/párolgatatásban azonnal nem hasznosuló vízmennyiség mekkora hányada táplálja a megőrzés után a területi párolgást/párolgatatást (a csapadékhoz képest többlet napenergiával rendelkező időszakban)	4,6 km ³ / 27,5 km ³ = 0,17
A vízgyűjtő természetirendszer-folyamatai során nem hasznosított energiamennyiség aránya, ami a talaj felmelegítésén keresztül hozzájárul az alsó légkör felmelegítéséhez	(46,8 km ³ - 23,5 km ³)/ 46,8 km ³ = 0,50
A tájegységi szintet leíró legfontosabb, de nem vízháztartási információk	
Biomassza produkció nagysága a területen; információt ad a területi párolgás/párolgatatás összetevőin belül a természetirendszer-szolgáltatások szempontjából produktív folyamatok arányáról.	További információkat igényel
A talajfejlődési folyamatok lezajlását, az ehhez szükséges felhalmozódást inverz módon a területre jellemző erózió írja le. Síkvidéken az erózió helyett a vízelvezetéshez kapcsolódó talajbemosódás mérhető a tápanyagterhelés alapján,	További információkat igényel
Egy területen az ökológiai folyamatok keretében a tartósan megkötött szén mennyisége a teljes biomassza produkcióhoz képest az aggregálódás folyamatáról ad információt (tartósan megkötött szén mennyisége pl „Dry Matter Productivity Index (TEEB F3 p 30)	További információkat igényel

Forrás: saját számítások, Vituki 2008

5. Következtetések

Bemutattuk, hogy a csapadékra alapozott tájhasználati rendszer a lehetőségek közül egy alacsony szinten beállt, „visszafojtott” egyensúly mentén működik. A tájhasználat alacsony hatékonyságú vízmegőrző képességének fenntartását az teszi lehetővé, hogy a felhasználható képest nagyon nagy a területen átáramló víz mennyisége, amely közvetett módon azért részt vesz a folyamatokban. Ebből az alacsony vízallokációs hatékonyságból következik, hogy a produktív kimenet nagyon változékony a párolgatatás, a biomassza-produkció és a belőle nyert hasznok nagy mértékben kitettek a dinamikus készlet – a rendszeren árfolyó víz mennyiségében beálló változásoknak.

Az alacsony vízhasznosítási arány nemcsak önmagában probléma. A következményeképpen előálló hasznosítatlan energiamennyiség a talaj, majd a légkör felmelegedését okozza. A Stern Jelentés a klímaváltozást egyfajta közrosszként azonosítja (a közjóként ismert közgazdasági

fogalom ellentettjeként). Ennek a közrossznak a gyártásához a lehetőségekhez képest hasznosítatlanul maradó energiamennyiségből fakadó hatások is hozzájárulnak. A 11. ábrán látható, hogy önmagában a területhasználat megváltozása, a vízmegőrzés hatékonyságára gyakorolt hatásán keresztül jelentősen tudja befolyásolni egy terület alsó-légkör felmelegítésbe forduló energiamérlegét. És ez nemcsak mezőgazdasági kérdés, a hatások lényegesen szélesebb körűek, de a gyökereik a területhasználat vízmegőrzésre gyakorolt hatásában rejlik.

Természetesen nem fordítható a teljes rendelkezésre álló vízmennyiség a teljes vízgyűjtőterület párologtatási folyamataiba, ennek a domborzat határt szab. Ugyanakkor, ha feltesszük a kérdést, hogy a felszíni befolyó készletek milyen arányú felhasználására lenne szükség a természetitőke-hiány felszámolására, azt láthatjuk, hogy szinte e teljes mennyiség (90 %) felhasználható lenne. (Az hogy lényegében a két alaperőforrás víz és napfény tekintetében vízfelesleggel rendelkezünk, ez olyan adottság, aminek a jelentőségét a mai vízelvezetésre épülő hasznosítási megoldásaink szemléletébe záródva egyenlőre képtelenek vagyunk felfogni.)

Ha azonban a kérdés fókuszát a mennyiség oldaláról áttesszük a rendelkezésre bocsátás oldalára, akkor azt látjuk, hogy a Tisza és mellékfolyói esetében a befolyó vízmennyiség 80 %-a fedezné a rendelkezésre álló energiamennyiség lekötését, ez jóval több, mint az árvízi vízmennyiség. A természeti alapadottságok kihasználása szempontjából tehát nem az az árvízvédekezés alapkérdése, hogy hogyan tudjuk az értékeinket a víz minél gyorsabb levezetésével megóvni, hanem az, hogy hogyan tudjuk az árvízi védekezés keretében az értékeinket megóvni a víztöbblet minél nagyobb arányú beszivárogatása (megőrzése) mellett.

Mivel azonban a természeti erőforrások hasznosulásának az eszköze az ökológiai rendszer produkciója, a talajnedvesség-utánpótlást a gyökérszónában kell biztosítani, vagyis a mennyiségi és időbeli rendelkezésre álláson túl a víznek a felszínhez viszonyított helyzetét is figyelembe kell venni. Ebben a kontextusban ezért értelmezni lehet a folyók medermélyülésének jelenségét is. A medermélyülés növeli a dinamikusan rendelkezésre álló vízkészlet térszintekhez viszonyított mélységét, ez a folyamat csökkenti a talajnedvesség utánpótlási-hatékonyságát (és növeli a vízhiányos időszakokban a leszívási hatást). Ezek természetesen ismert jelenségek, de ebben a szemléletmódban a medersüllyedés folyamata az elérhető természetitőke-szint korlátjaként értelmezhető. Ezáltal viszonyítási szempontot ad a medermélyülés mértékének értelmezéséhez. A vízfolyások medermélyülése nem csak önmagában káros folyamat, hanem viszonyítható módon rontja a természetierőforrás-gazdálkodás teljesítményét.

A jelenlegi lefojtott helyzet a kialakítását a természetrendszer-folyamatok leszabályozása árán nyerhető stabilitás keretei között megvalósított értékteremtés hajtotta (és hajtja jelenleg is). A leszabályozás fenntartásának azonban sokféle módon jelentkező ára van, amelyek az időben változnak, ahogy a helyzet fenntartásához szükséges erőfeszítések sem függetlenek a leszabályozás időtartamától és attól, hogy mekkora külső instabilitást kell kiegyenlíteniük.

Indokolt tehát új kalkulációt készíteni annak érdekében, hogy tisztázni lehessen a hosszú távú stratégiai célokat.

A természeti tőke leépülésének látens hatásai koncentráltan a területhasználat stabil feltételeit biztosítani hivatott tájfenntartási költségek növekedésében jelentkeznek. Ebből adódik, hogy elsősorban az ár- és belvízvédelem, valamint a vízhiányok hatásait mérséklő területi vízgazdálkodási rendszerek - alapvetően közösségi fenntartású szolgáltatásai - érintettek.

Ugyanakkor ezek azok a szolgáltatások, amelyeknek a gyakorlati kivitelezése döntő hatással van a vízforgalomra. Ezen szolgáltatások megvalósítását együtt kell átformálni a természeti adottságokból fakadó változatossághoz jobban alkalmazkodó differenciált területhasználatok kialakításával annak érdekében, hogy az egyébként elkerülhetetlen alkalmazkodást a legkedvezőbb feltételeket eredményező pályára lehessen állítani.

Ebben az esetben érhető el, hogy az ellátó típusú ökoszisztéma-szolgáltatások legkisebb mértékű feláldozása árán lehessen a legnagyobb mértékben növelni a szabályozó típusú ökoszisztéma-szolgáltatások volumenét. Az alapvető kritérium, amit szem előtt kell tartani, hogy a változtatásokat a természeti tőke szintjének növelésébe ágyazva valósítsuk meg. Ugyanaz a táj, arányait tekintve ugyanakkora nagyságú termelésre hasznosított terület esetén nagyon eltérő Természeti tőke szintet tudhat elérni, ha a tájhasználat részleteit (a vízkormányzás volumenét, technikai megvalósítását, az infrastruktúrahálózatok nyomvonalvezetéseit, mozaikosságot) a természeti folyamatok igényeit figyelembe véve alakítják ki és működtetik. Vagyis törekedni kell a terület anyagáram-körforgás intenzitásának növelésére, elsősorban a vízvisszatartás hatásfokának javításán keresztül.

A múltbeli tapasztalatok, a természetrendszer-folyamatokról mára rendelkezésre álló magas szintű tudás és a korábban elképzelhetetlen szimulációs technikák ötvözése az, ami megvalósíthatóvá tudja tenni a kedvezőbb pályára való állást. A magas színvonalú előkészítés hozadéka, hogy növeli annak az esélyét, hogy az ellátó funkciók kis mértékű csökkentésének jellemzően egyéni haszon áldozatát meg fogják haladni a szabályozó funkciók növeléséből származó közösségi hasznok. Ugyanis ebben az esetben csökkenthető leginkább az átalakítások kezdeti terület igénye, így a felmerülő konfliktusok nagysága is, és ezáltal növelhető az esélye, hogy egyéni és közösségi érdek között kölcsönösen előnyös megegyezést lehessen létrehozni. Jól megtervezett és előkészített kezdeti lépésekkel viszonylag nagy eredményeket lehet elérni, a kevésbé látványos, hosszú, kitartó munkálkodás szakasza e kezdeti eredmények után jön majd el.

6. Függelék

4. Táblázat A 4. fejezetben felhasznált adatok

Alapadatok km ³ /év 1971-2000 évek átlaga	Január	Február	Március	Április	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Október	November	December	Összesen
A levegő párologtatóképességének országos átlagértékei, km ³ (1)	0,9	1,3	2,6	4,0	5,7	6,4	7,6	7,3	5,1	3,3	1,6	1,0	46,8
Csapadék km ³ (2)	1,4	1,3	1,4	2,1	2,9	3,5	3,0	2,5	2,1	1,9	2,0	1,9	26,0
Számított területi párolgás km ³ (2)	0,5	0,6	0,8	2,4	3,3	3,5	4,4	3,3	2,5	1,1	0,7	0,5	23,5
Belépő vízmennyiség km ³ (2)	2,0	2,1	2,9	3,6	2,8	2,3	2,0	1,3	1,1	1,3	1,6	1,8	24,9
Kilépő vízmennyiség km ³ (2)	2,1	2,4	3,0	4,0	3,4	2,4	2,0	1,4	1,3	1,5	1,8	2,0	27,3
Lefolyás: kilépő mínusz belépő mennyiség	0,1	0,2	0,1	0,3	0,5	0,1	0,0	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	2,3
Számított adatok a szűkített vízmennyiség szerinti értelmezéshez													
Rövidtávon rendelkezésre áll párologtatásra: Havi Csapadék - Lefolyás	1,3	1,1	1,2	1,8	2,4	3,4	2,9	2,3	2,0	1,8	1,8	1,7	23,7
Hiány*				0,6	0,9	0,2	1,4	0,9	0,6				4,6
Többlet**	0,8	0,5	0,5							0,7	1,1	1,3	4,9
Számított adatok a teljes vízmennyiség szerinti értelmezéshez													
Összes be - területi párolgás	3,0	2,9	3,5	3,4	2,4	2,3	0,6	0,5	0,7	2,2	2,9	3,3	27,5
Összes be - területi párolgás - Lefolyás	2,8	2,7	3,4	3,0	1,9	2,2	0,6	0,3	0,6	2,0	2,7	3,1	25,2
Energia kihasználtság arány	0,50	0,42	0,29	0,60	0,58	0,55	0,58	0,45	0,50	0,33	0,42	0,48	0,50

* Párolgás/Párologtatásra rendelkezésre álló mínusz számított területi párolgás, ha a különbség pozitív

** Havi számított területi párolgás mínusz párolgás/párologtatásra rendelkezésre álló, ha a rendelkezésre álló mínusz területi párolgás különbség negatív

Forrás :(1) Vituki 2008, (2) Varga György számításai Vitkui 2010 alapján. A vízoszlop magasságban megadott értékek 47ezer km² területre vetítve kerültek átszámításra.

7. Irodalomjegyzék:

- MEA 2005 - Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. <http://www.maweb.org/en/Synthesis.aspx> ,
www.maweb.org
- TEEB, 2010 - The Economics of Ecosystem and Biodiversity - <http://www.teebweb.org/>
TEEB Synthesis Report (2010) részletes draft
<http://www.teebweb.org/EcologicalandEconomicFoundationDraftChapters/tabid/29426/Default.aspx>
a TEEB F2 (2010) hivatkozások dokumentuma – természeti tőke
<http://www.teebweb.org/LinkClick.aspx?fileticket=VdteUfY8umU%3d&tabid=1018&language=en-US>
a TEEB F3 hivatkozások dokumentuma – indikátorok
<http://www.teebweb.org/LinkClick.aspx?fileticket=bQjOpXFjnBE%3d&tabid=1018&language=en-US>
- Agócs, 1996: Agócs József, Erdőéletés, Ekvilibrium, Budapest 1996-2010
- Bartha 2003, Történeti erdőhasználatok Magyarországon Magyar Tudomány, 2003/12
1566. o. <http://www.matud.iif.hu/03dec/019.html>
- Wolfgang Behringer: A klíma kultúrtörténete , Corvina 2010
- Costanza et al: The Value of ecosystem services: putting the issues in perspective. In Ecological Economics 25(1998) 67-72
- Magyarország vízkészleteinek állapotértékelése. Vituki 2008, 2010
- Molnár (2003): Molnár Géza: A Tiszánál, Ekvilibrium, 2003
- Ortvay Tivadar Magyarország régi vízrajza a XIII. század végéig I–II. Budapest. 1882.
- Szesztay (2000): A víz szerepe és jelentősége az Alföldön, A Nagyalföld Alapítvány vol.6.
Békéscsaba 2000.
- Szlávik (2001): A Tisza-völgy árvízvédelme és fejlesztése. Földrajzi konferencia Szeged, 2001 5.
ábra 35.oldal geography.hu/mfk2001/cikkek/Szlavik.pdf
- C. W. Thorntwaithe and F. Kenneth Hare, Climatic classification in forestry by, FAO Una Sylva, 1955
<http://www.fao.org/docrep/x5375e/x5375e02.htm#climatic%20classification%20in%20forestry>