

---

## **Gazdasági érvek a magyar tárgyalási mandátum meghatározásához**

---

Összeállította:  
Dr. Bartus Gábor

---

Jelen összeállítás feladata, hogy felvázolja azokat a gazdasági jellegű összefüggéseket és megállapításokat, melyek segíthetik a kormányt a Bős-Nagymarosi Vízlépcsőrendszer tervével kapcsolatos hágai ítélet végrehajtási módozatairól tárgyaló delegáció részére szóló mandátum meghatározásában.

Röviden elemezni fogjuk a Duna hasznosítási alternatíváinak költség-haszon viszonyait, az energiatermelési, a hajózási vonatkozásokat, valamint a természeti tőke megóvásának, rehabilitálásának értékét. Utalni fogunk arra, hogy társadalmi jóléti szempontból az ítélet által nyitva hagyott reális alternatívák közül melyek az előnyösebbek.

Gazdasági szempontból a tárgyalásokon képviselt magyar álláspontnak egy olyan állapot elérését kell szolgálnia, mely a Duna közös magyar-szlovák szakaszának azon hasznosítási módozatát jelenti, mely a lehető legnagyobb társadalmi jóléthez vezet. A legnagyobb társadalmi haszon megállapítása több tényező sokszor ellentétes irányú változásának mérésén alapul. Ha a Duna hajózási és energiatermelési hasznait szeretnénk maximalizálni, s ennek érdekében gátakkal szabdaljuk fel a folyót, a Duna természetes szolgáltatásainak (a természeti tőke fenntartása, ivóvíz-készlet megfelelő minőségű biztosítása, a turisztika által kihasználható tájkép és élővilág fenntartása) értéke fog csökkenni. Ha a természetvédelemnek és az ivóvíz-kincs megóvásának adunk prioritást veszteségeket könyvelhetünk el az energetikában vagy a hajózásban.

A Bős-Nagymarosi Projekt alapvető hiányossága volt, hogy 2000 előtt egyáltalán nem készültek átfogó, a természeti tőke értékváltozásával is kalkuláló komplex költség-haszon elemzések. A műszaki beavatkozás hatására bekövetkezett természeti tőke csökkenésre vonatkozó első számításokat Kerekes Sándor professzor vezetésével 1997-98-ban végezték a Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetemen. Sajnos, az úgynevezett keretmegállapodás-tervezetet még azelőtt véglegesítették 1998. februárjában, hogy ennek az elemzésnek az eredménye megszületett volna, s így a döntés-előkészítők tisztábban lehettek volna a Szigetköz természeti kincseinek közgazdasági értékével. Az 1998-2002 között hivatalban lévő dunai kormánybiztos felkérésére először a Kerekes Sándor-féle elemzés aktualizálására, pontosítására került sor, majd a Magyar Környezetgazdaságtani Központ a természeti tőke értékelés vezető nemzetközi szakértőit bevonva végzett minden eddiginél alaposabb, helyi adatvételeen alapuló számításokat a Szigetközben és a Dunakanyarban. Ugyancsak a dunai kormánybiztos megbízásából részelemzések készültek az energiatermelés, a hajózás és a turisztika költség-haszon viszonyairól. A részterületi számításokat az iid Budapest Kft szakértői Szekeres Szabolcs vezetésével foglalták egységes költség-haszon elemésbe. 2002 után további részletes számításokról nincs tudomásunk. Az eddigi ismereteket gazdagító egyetlen tanulmány a Miniszterelnöki Hivatal felkérésére íródott a hajózás területén, de

ez nem kvantitatív, hanem csak kvalitatív elemzés. Ezért az alábbi összefoglalás elsősorban az 1997-2002 között íródott tanulmányokra alapoz. Ezen eredményekhez kapcsoltuk hozzá az előbb említett hajózási tanulmány megállapításait. Aktualizálásra – megfelelő források híján – nem volt lehetőségünk, így csupán azt vizsgáltuk, hogy az egyes elemzések kiindulási feltételezéseiben (pl. ami a villamosenergia piac hosszútávú áaira vonatkozik) történtek-e az elmúlt néhány évben olyan jelentős változások, melyek az elemzések eredményeit lényegében érintenék.

A dokumentum felépítése a következő. Az 1. fejezet a Duna mint természeti tőke értékére vonatkozó számításokat foglalja össze. A 2. fejezet a villamosenergia termelési alternatívákat elemzi. A 3. fejezet foglalkozik a hajózóút kialakításával kapcsolatos költség-haszon viszonyokkal. A 4. rész pedig összefoglaló értékelést tartalmaz.

### **Tartalom:**

1	A természeti környezet megóvásának és rehabilitációjának értéke .....	3
2	Az energetikai modell alapfeltevései és működése.....	<b>Hiba! A könyvjelző nem létezik.</b>
3	A hajózóút kialakításának költségei és hasznai .....	32
4	Fő megállapítások .....	38
5	Irodalom .....	40

## 1 A természeti környezet megóvásának és rehabilitációjának értéke

A természeti javak értékének nem egésze tükröződik a piaci árakban, ami így, csak a pénzbeli költségeket és hasznokat értékelve, téves gazdasági döntésekhez vezethet. Ma a környezeti javak teljes értékének legelfogadottabb definíciója szerint egy természeti jószág teljes gazdasági értékét az alábbi összetevőkre vezetjük vissza:

teljes gazdasági érték = használati érték + opciós érték + kvázi opciós érték + létezési érték +  
+ hagyatéki érték

A használati érték azt a hasznosságot fejezi ki, amit az emberek az adott természeti érték használatából nyernek. A használat lehet aktív vagy passzív. Egyes szerzők a passzív használati érték kifejezést a nem használati érték helyett használják, míg mások az olyan használattal kapcsolatosan alkalmazzák, amikor az nem eredményezi a környezeti jószág egységeinek elhasználását, mint például egy tájban történő gyönyörködés esetében.

A nem használati értékek közé tartozik a létezési érték, amely azt fejezi ki, hogy az emberek hasznossági érzetét növeli csupán annak tudata is, hogy az adott természeti érték valahol létezik.

A hagyatéki érték abból származik, hogy sokak számára megelégedést jelent az, hogy tudják, hogy a természeti érték a jövő generációk számára is fennmarad.

Az opciós érték fejezi ki azt, hogy az emberek értékelik, ha fennmarad annak lehetősége, hogy egy természeti jószágot a jövőben használjanak, még akkor is, ha a jelenben ezzel a lehetőséggel nem élnek.

A kváziopciós érték azzal függ össze, hogy a természeti javakkal kapcsolatosan nem rendelkezünk tökéletes információval, ezért, főleg egy irreverzibilis döntés meghozatala esetében érdemes lehet a döntéssel várni, amíg pontosabb információ nem áll rendelkezésre arról, hogy az adott jószág hogyan hasznosítható, milyen funkciókat lát el az ökoszisztémában.

A dunai kormánybiztos felkérésére a Magyar Környezetgazdaságtani Központ kutatói – együttműködve a téma vezető angol szakértőivel – 2001-ben feltételes értékelési metodikával meghatározták a Szigetköz, illetve a Dunakanyar gazdasági értékét (Fucskó J. et al, 2001). Az alábbiakban ezen kutatás eredményeit ismertetjük.

A feltételes értékelés lényege, hogy egy hipotetikus piacot állít fel, ami abból áll, hogy leír egy környezeti jószágot, és az ez iránti fizetési hajlandóságot próbálja kideríteni. Ezt egy scenárió felolvasásán és a fizetési hajlandóság kérdőíves lekérdezésén keresztül éri el. Ez a módszer a természeti tőke értékelés egyik leggyakrabban használt változata, széleskörűen használják a gazdaságilag fejlett államokban, a Világbank és az EBRD által támogatott beruházások esetében.

A kutatók két különböző forgatókönyv környezeti hatásait értékelték. Egyik értékelendő forgatókönyv szerint a magyar és szlovák felek közötti vízmegosztás olyan módon változna meg, hogy a magyar fél a jelenleginél több vizet kapna a régi Duna mederbe. A másik forgatókönyv a Pilismaróti vízlépcső megépítése és a Gabcikovo-i erőmű csúcsrajáratása volt. A Dunakanyarban a Pilismaróti gát megépítése érződne, de a vízmegosztás megváltozása nem. A Szigetközben mindkét scenáriónak lennének hatásai.

A feltételes értékelés országos szintű felmérésen alapult. A Dunakanyar esetében ez azzal indokolható, hogy az a nemzet kultúrájának, történelmének részét alkotja, és a látképe is ismert. A Szigetköz esetében is országos felmérés készült, de mivel a Szigetköz talán kevésbé ismert országosan, és a lakosság szemében inkább helyettesíthető, ezért azt a többi vizes élőhely és természetvédelmi terület kontextusába helyezve értékelték, top-down módszer alkalmazásával. A kérdőív lekérdezése során a települések véletlenszerű kiválasztása rétegzett mintavétellel történt, hogy biztosítva legyen a településnagyság szerinti reprezentativitás. A településeken belüli címek is meghatározásra kerültek, a mintavételnek ezt a lépését a Szonda-Ipsos végezte.

Annak érdekében, hogy képet kapjanak arról, hogy a Szigetközben eddig bekövetkezett környezetminőség romlás milyen értékű, valamint arról is, hogy egy további romlásnak mekkora értéke lenne, megvizsgálták a jelenlegi helyzethez képesti környezetminőség javulása iránti fizetési hajlandóságot, valamint a jelenlegi helyzethez képesti további romlás esetét is.

Ennek megfelelően 4 scenáriót vizsgáltak a Szigetköz értékeléséhez:

	<i>Top-down</i>	<i>Standard</i>
<i>Javulás</i>	Top-down romlás scenárió	Standard romlás scenárió
<i>Romlás</i>	Top-down javulás scenárió	Standard javulás scenárió

#### *Top-down romlás scenárió*

A válaszadóknak 7 db vizes élőhelyet mutatott be a scenárió, ahol a vizes élőhelyek a magyar Ramsari jelentés szerint veszélyeztetve vannak, valamint a Szigetközt. Ezek a vizes élőhelyeken a környezetminőség romlásának megakadályozása iránti fizetési hajlandóságra kérdezett rá a kérdőív. Ezt követően a válaszadók információt kaptak a Szigetközben esetleg bekövetkező környezetminőség romlásának hatásáról. Az összes vizes élőhelyre adott fizetési hajlandóság módosítására kapott lehetőséget követően a kérdőív arra kérdezett rá, hogy annak az összegnek mekkora részét szeretné a válaszadó a Szigetköznek allokálni. A válaszadóknak a személyes, havi fizetési hajlandóságára kérdezett rá a kérdőív.

#### *Top-down javulás scenárió*

A válaszadóknak 6 db vizes élőhelyet mutatott be a scenárió, ahol a vizes élőhelyek környezetminősége a magyar Ramsari jelentés szerint romlott, valamint a Szigetközt. Ezek a vizes élőhelyeken a környezetminőség javulása iránti fizetési hajlandóságra kérdezett rá a kérdőív. Ezt követően a válaszadók információt kaptak a Szigetközben esetleg bekövetkező környezetminőség javulás hatásáról. Az összes vizes élőhelyre adott fizetési hajlandóság módosítására kapott lehetőséget követően a kérdőív arra kérdezett rá, hogy annak az összegnek mekkora részét szeretné a válaszadó a Szigetköznek allokálni. A válaszadóknak a személyes, havi fizetési hajlandóságára kérdezett rá a kérdőív.

#### *Standard romlás scenárió*

A romlás scenárió direkt kérdezett rá a Szigetközben a környezetminőség romlásának elkerülése iránti fizetési hajlandóságra, a romlás hatásainak bemutatását követően. A környezetminőség romlását a Dunakanyarban építendő vízlépcső, és az erőmű csúcsrajáratása eredményezné. Fizetésre azért lenne szükség, hogy az erőmű csúcsrajáratása hiányában az elektromos áram iránti szükségleteket egy másik, drágább áramtermelési megoldással ki tudjuk elégíteni. A kérdőív a havi háztartási fizetési hajlandóságra kérdez rá.

#### *Standard javulás scenárió*

A javulás scenárió direkt kérdezett rá a Szigetközben a környezetminőség javítása iránti fizetési hajlandóságra, a javulás hatásainak bemutatását követően. A környezetminőség

javulását a Szigetközben létrehozandó meanderező főág eredményezné, a vízmegosztás javulásával együtt. A kérdőív a havi háztartási fizetési hajlandóságra kérdez rá.

Mindegyik scenárió használt képeket és térképeket a válaszadók informálása érdekében. A top-down és standard megközelítések együttes lekérdezésének célja az volt, hogy egy alsó és felső becslést is meghatározzanak a Szigetköz környezetminőség változásának az értékére. A cél a kérdőíveknek egy 1200 fős mintán való lekérdezése volt, scenáriónként 300 elemű mintával.

A standard scenáriók esetében ezen a módon becsült teljes éves aggregált értéke **a Szigetközben a környezetminőség javításának, vagy a környezetminőség romlása elkerülésének 25,5-68,3 milliárd Ft/év között van.** A top-down scenáriók esetében **az aggregált fizetési hajlandóság 10,4-42,1 milliárd Ft/év közötti értékeknek adódik.**

A Dunakanyar kérdőív esetében, a Szigetközzel ellentétben, csak egy scenárió volt, amely segítségével a Dunakanyar környezetminőségének romlásának elkerüléséért való fizetési hajlandóságot kívánták meghatározni. A Dunakanyar esetében vizsgált scenárió az erőmű csúcsrajáratása esetében bekövetkező állapotot tükrözte. A scenárióban megfogalmazott hatások a Dunakanyar környezetminőségének romlása volt, esztétikai értelemben a gát megépítése miatt, valamint a partmenti ökoszisztémák károsodása a gát feletti szakaszon, és bizonyos történelmi lelőhelyek potenciális károsodása.

Az országos szintű **aggregált fizetési hajlandóság a Dunakanyar környezetminőségének romlásának elkerülésére 20,1 milliárd Ft/év.**

A scenáriók a Szigetköz és Dunakanyar esetében is leegyszerűsítettek voltak, inkább leíró jellegűek, számszerűsített hatásokat nem nagyon említettek, a hatásokat nem bontották le szezonálisan. Emellett fontos, hogy a becslések nem tartalmazzák azokat a hatásokat, amelyek piacosithatóak, mint például a vízlépcső megépülése esetében a vízbázisok veszélyeztetése a Dunakanyarban, a Szigetközben a csökkenő fahozamok, esetleg csökkenő turizmus, stb.

A fizetési hajlandóságok meghatározatlan időszakokra szólnak, a meghatározott összeget havi rendszerességgel kellene fizetni. A nettó jelenérték kiszámítására különböző diszkontrátákat alkalmaztak, 3, 5, 10 és 12%-os nominális diszkontrátákkal. Az időtávnál mindkét scenárió esetében a vízlépcső működtetésének időtávját vették, amit 25 évre becsültek.

A Pilismaróti vízlépcső megépítésének és az erőmű csúcsrajáratásának teljes értékét a Dunakanyar kérdőív és a Szigetköz kérdőív romlás scenáriója fizetési hajlandóságának összege jelenti. A Szigetköz állapotának javulásának értékét a Szigetköz javulás scenáriója segítségével becsült fizetési hajlandóság fejezné ki. A különböző diszkontráták mellett becsült értékeket az alábbi táblázat mutatja be.

Diszkontráta	<i>Szigetköz állapotának javulása (50%-os vízhozam és meanderező főág)</i>	<i>Pilismaróti vízlépcső megépítése és Gabcikovoi erőmű csúcsrajáratása</i>
<b>Aggregált fizetési hajlandóság (1 hónapra vetítve)</b>		
Aggregált országos fizetési hajlandóság, m Ft/hó	<i>Szigetköz állapotának javulása:</i> 286,86-4.575,10	<i>Szigetköz állapotának romlása:</i> 3.130,21-4.705,69 <i>Dunakanyar állapotának romlása:</i> 1.674,93 <i>Összesen:</i> 4.805,14-6.380,62
<b>Aggregált fizetési hajlandóság (millió Ft)</b>		

3%	1.129.919-1.803.819	1.894.502-2.515.681
5%	677.651-1.081.812	1.136.196-1.508.740
10%	340.729- 543.945	571.290- 758.607
12%	284.563- 454.281	477.119- 633.558

A táblázat alapján az aggregált fizetési hajlandóságok alsó és felső becslései között többszörös különbség lehet. A jelenlegi inflációs szintek mellett valószínűleg a magasabb nominális diszkontráták, vagyis a 10 és 12 %-os diszkontráták reálisabbak. Ez azt jelenti, hogy a becslések szerint **a Szigetköz természeti értékében bekövetkező növekedés értéke** a meanderező főág létrehozása esetén **285-544 milliárd Ft** között van, **a természeti értékekben bekövetkező veszteség a Gabcikovo-i erőmű csúcsrajáratása és egy Pilismaróti vízlépcső esetén pedig 477-634 milliárd Ft** között.

## 2 *A közös Duna-szakasz energetikai potenciálja*

Az 1977-es Közös Egyezményes Terv szerint két vízerőmű épült volna, egy Bósnél és egy Nagymarosnál. A tervezett létesítmények közül csak a bősi készült el, s termel ma is villamosenergiát. Ebben a helyzetben, amikor az ítélet szerint Magyarország nem köteles egy alsó vízlépcsőt felépíteni, elvileg (a nyilvánvaló természetvédelmi ellenérvektől és a társadalom közhangulatától csak egy pillanatra eltekintve) szabadon mérlegelhetjük egy újabb vízerőmű beruházásának közgazdasági következményeit.

A Miniszterelnöki Hivatal Dunai Kormánybiztos Titkárságának felkérésére egy rendkívül alapos és részletes költség-haszon elemzés készült annak vizsgálatára, hogy társadalmi jóléti szempontból indokolható-e egy esetleges alsó vízlépcső felépítése és működtetése. Az elemzést a Magyar Környezetgazdaságtani Központ munkatársai végezték el, együtműködve a VITUKI és a Magyar Energia Hivatal szakértőivel (Kis A., 2007?). Az alábbiakban ezen kutatás módszertanát és eredményeit ismertetjük. Felhívjuk a figyelmet, hogy az elemzésben használt adatok a 2000-es évek elején voltak érvényesek, ma azokat az infláció és más tényezők hatására korrigálni kell. Mindez azonban lényegesen nem érinti az elemzés következtetéseiének érvényességét.

Először bemutatjuk a bősi és az alsó vízlépcsőt reprezentáló pilismaróti forgatókönyvek vizsgálatához felhasznált modell működését és a modellhez, illetve annak inputjaihoz kapcsolódó feltevéseket, hogy ezáltal is elősegítsük a modellezési eredmények megértését és értékelését.

### 2.1 *A bősi modell*

A fejezet végén látható 1. ábrán felvázoltuk a modell alapvető összefüggéseit. Pozsonynál állnak rendelkezésre vízhozam mérési adatok, s mivel Pozsony és Dunacsúny között nincs jelentős mellékfolyó-torkolat a Dunán, a vízhozam adatok Dunacsúnynál is érvényesek. Dunacsúnynál a vízmegosztástól függő arányban kettéválik a folyó, egyrészt az üzemvízcsatornába folyik, másrészt pedig az Öreg-Duna mederben marad a víz. Az üzemvízcsatormán lefolyó vízzel lehet áramot termelni Bósnél, a megtermelt áram mennyisége és időbeli eloszlása függ a vízhozamtól, a víz esési magasságától (ami a felvízszint és a vízhozamtól függő alvízszint különbsége), az erőmű műszaki paramétereitől és az erőmű üzemeltetésének módjától. Az Öreg-Dunába áramló víz keresztülfolyik a dunacsúnyi kis erőmű turbináin, s a bősihez képest csekély mennyiségű villamosenergiát termel. A dunacsúnyi áramtermelés mennyisége a vízhozam, az esési magasság és az erőmű műszaki paramétereinek a függvénye. Az így két helyen keletkező, hálózatra adható áram eladásából származó bevételt a működési költségekkel csökkentve hozzájutunk az erőműrendszer üzleti szempontú hasznaihoz a vizsgált 50 éves időtávon..

#### *A folyó vízhozama*

Pozsonynál majdnem kilencven év (1901. január 1. – 1998. október 29.) napi vízhozam mérési adatai állnak rendelkezésünkre az Észak-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság jóvoltából. Ezen adatokból számítottunk havi átlagos vízhozamokat, s a modell futtatása során leggyakrabban ezeket a havi adatokat használtuk fel, feltételezve, hogy egy-egy hónap során állandó a

vízhozam.<sup>1</sup> A többi kutatócsoporttal történt egyeztetést követően három reprezentatívnek tekintett év vízhozam adatait is lefuttattuk a modellezett forgatókönyvekre. A VITUKI javaslatára 1960 lett az átlagos év (1906 m<sup>3</sup>/s átlagos vízhozam), 1971 a száraz év (1538 m<sup>3</sup>/s átlagos vízhozam) és 1965 a nedves év (2848 m<sup>3</sup>/s átlagos vízhozam).

**1. táblázat Vízhozamok Pozsonynál**

Hónap	Havi átlagos vízhozam 1901 és 1998 között (m <sup>3</sup> /s)	Átlagos év (1960, m <sup>3</sup> /s)
január	1599	1320
február	1693	1260
március	2022	2370
április	2361	1690
május	2638	2100
június	2760	2240
július	2637	2500
augusztus	2216	2790
szeptember	1813	2050
október	1503	1790
november	1437	1460
december	1534	1300
évi átlag	2018	1906

Az átlagos havi vízhozam egy abszolút értékben vagy százalékos formában meghatározott része az Öreg-Duna medrében marad, a maradék vízhozam pedig a Csallóköz és a Mosoni-Duna összesen 85 m<sup>3</sup>/s-es vízellátása után teljes mértékben az energiatermelést szolgálja. Az üzemvízcsatornában történő hajózás esetében gyakorlatilag az összes, hajózási célra is használt víz egyben energiatermelésre is használható. A víz egy jelentéktelenül kis hányada a zsilipeléshez szükséges, érdemben azonban ezzel nem változik a megtermelhető energia mennyisége.

#### *A hálózatra adható villamos energia mennyisége és időbeli eloszlása*

Az erőmű teljesítményét a következő képlettel számoltuk:

$$N = \frac{Q\gamma H}{102} \eta$$

ahol:

- N a turbina teljesítménye (kW)
- Q az érkező vízmennyiség (m<sup>3</sup>/s)
- $\gamma$  a víz fajsúlya (1000 kg/m<sup>3</sup>)
- H a víz esési magassága (m)
- $\eta$  az erőmű hatásfoka (%)

A megtermelt energia mennyiséget a termelés időtartama és a teljesítmény szorzataként számítottuk.

A számítások során a bösi erőmű esetében a turbinák kapacitását 720 MW-ban maximáltuk.

A víz mennyisége (Q) nemcsak havonta változik, hanem enyhe csúcs és csúcs üzem mód esetében napon belül is, a völgyidőszakban eltárolt vízmennyiség a csúcsidei vízhozamot erősíti. Ezt az opciót néhány olyan, a modellbe épített kiegészítő képlettel tudjuk megvalósítani,

<sup>1</sup> Ez a feltételezés a gyakorlatban nem állja meg a helyét, ám a havi adatok tovább-bontása esetén sem javulna szignifikánsan a végső költség-haszon számítások pontossága.



amelyek az üzemmód követelményeinek megfelelően elosztják a vízhozamot a völgy- és csúcsidőszak között.

Ami a víz esési magasságát illeti, Bős esetében sok múlik az üzemvízcsatornába kerülő vízmennyiségen, minél több víz folyik át az erőművön, annál magasabb ugyanis az alvízszint, s így csökken a stabil felvízszinthez képest az esési magasság. A bósi alvízszint számítására a következő képleteket használtuk:

Ha  $Q < 2029 \text{ m}^3/\text{s}$ , akkor  $110,88 + (Q - 897) * 1,73 / 1132$

Ha  $Q > 2029 \text{ m}^3/\text{s}$ , akkor  $112,61 + (Q - 2029) * 2,73 / 3986$

Erőművi összhatásfokként 85 %-ot feltételeztünk, a vízben rejlő potenciális energia 15 %-a vész el az erőműben, ennyivel kisebb lesz a hálózatra adható áram mennyisége.

A Dunacsúnyi kis erőmű esetében szintén a fenti képletet használtuk. Annyival egyszerűbb volt a számítás, hogy itt nem változtattuk meg az esési magasságot a vízhozam függvényében és csak átfolyásos üzemeltetést tettünk lehetővé, hiszen az Öreg-Dunába folyamatosan áramlik a víz.

Amennyiben Dunacsúny helyett valamilyen okból kifolyólag mégis Dunakiliti üzemelne, akkor mind Bősnél, mind pedig az Öreg-Dunánál némiképpen megváltozna a megtermelt áram mennyisége, gyakorlatilag azonban ez a változás elhanyagolható nagyságú. Jelentős változást esetleg a csúcsüzemi órákra történő víztartalékolásban lehetne elérni, figyelembe véve azonban az időközben megnövekedett fontosságú ökológiai követelményeket, a pótlólagos tárolókapacitás nemigen lenne kihasználva.

A fenti erőműveken túl a Mosoni-Dunán létezik egy kb. 1 MW teljesítményű minierőmű, ezzel azonban nem számoltunk a scenáriókban, hiszen a leadott teljesítmény jelentéktelen a többi erőműhöz képest, s nem változna forgatókönyvenként sem.

Megjegyezzük még, hogy komplett, a finom hidrológiai összefüggéseket is figyelembe vevő modellezésre az idő és erőforrás korlátok miatt nem volt lehetőség, ehelyett a fenti képletet építettünk be a költség-haszon modellünkbe, s így kellően pontos, bár nem mérnöki precizitású eredményekhez jutottunk. Számításaink pontosságát igazolja, hogy hasonló feltételezések esetén más források (pl. MVM Rt. korábbi számításai, szlovák források) nagyságrendileg a miénkkel azonos éves árammennyiség adatokat kaptak. Úgyszintén igazolják eljárásunkat az elmúlt néhány év energiatermelésének empirikus szlovák adatai.

### *Működési költségek*

A vízierőművek esetében a beruházási költségek teszik ki a legnagyobb terhet, a működési költség viszonylag alacsony szinten tartható. A bósi vagy a pilismaróti erőmű esetében a működési költség kb. 1 Ft/kWh lehet és bizonyosan nem haladja meg a 2 Ft/kWh-t.<sup>2</sup> A 2. táblázat bemutatja néhány amerikai vízerőmű átlagos működtetési és karbantartási költségeit három kiválasztott évre. Ezek a költségek a hazaiaknál magasabbak, az amerikai adatok ugyanis olyan erőművekből származnak, ahol völgyidőszakban a víz egy részét egy magasán fekvő tóba pumpálják, ahonnan csúcsidőszakban termelnek áramot (pump storage scheme), s egy ilyen rendszer fenntartása többbe kerül, mint egy hagyományos, folyóra épített erőműé.

**2. táblázat**                      **Vízierőművek üzemeltetési költségei (Ft/kWh)**

	Év	1989	1993	1996
Működtetés		0,77	0,91	0,92
Karbantartás		0,57	0,63	0,49
Összesen		1,34	1,53	1,41

Forrás: [www.energyonline.com/Restructuring/energydb/avgexp.html](http://www.energyonline.com/Restructuring/energydb/avgexp.html)

<sup>2</sup> Forrás: Telefoninterjú Dr. Szeredi Istvánnal, 1999. június.

Modellezési munkánk során mi 1 Ft/kWh működési költséggel számolunk. Megjegyezzük, hogy azon forgatókönyvekben, amelyekben sok víz megy a Szigetközbe, s így kevesebb áramot lehet termelni, elképzelhető, hogy megnő a fajlagos üzemeltetési költség, hiszen a kisebb árammennyiség nem igényel arányosan kevesebb karbantartást, kisebb személyzetet stb.

### *A villamos energia ára*

Alaphelyzetben 5,27 Ft/kWh völgyidőszaki és 10,54 Ft/kWh csúcsidőszaki villamos energia árakat használtunk a modellezés során (ez a két időszak között kétszeres árkülönbséget takar), amiből 6,8 Ft/kWh átlagos napi áramár adódik. Feltételeztük továbbá, hogy jelenértéken változatlanok maradnak az árak a vizsgált 50 éves periódus alatt, valamint, hogy mindkét országra alkalmazhatók ezek az árinformációk. Azt is feltételeztük, hogy a jelenlegihez hasonló módon heti 45 órás csúcsidőszak marad érvényben a vizsgált időszak alatt. Nyilvánvaló ugyanakkor, hogy a jövőben megszűnik a csúcsidőszak egysége, s a jelenlegi kettős (csúcs és völgy) rendszer helyett a kereslet által kialakított rövidebb, s önmagukban sem egységes árú új csúcsidőszakok jönnek létre. A völgy- és csúcsidőszaki árak modellbeli elkülönítésére úgy lehet tekinteni, mint a napon belüli magasabb és alacsonyabb árú időszakok átlagárainak használatára.

Az érzékenységvizsgálat során megnézzük, hogy változatlan átlagár mellett a völgy- és csúcsidőszaki árak közötti másfélszeres és két és félszeres különbség esetén hogy változik a nettó haszon. Vizsgáljuk továbbá az árak csökkenésének és emelkedésének a hatását is. Foglalkozunk továbbá azzal az esettel is, amikor a Bősnél termelt, de Magyarországon fogyasztott áram ára az alapesetbeli áraknál alacsonyabb a bősi villamos energia import jellege miatt.

Feltételeztük, hogy Szlovákia a Magyarországihoz hasonló költséggel képes villamos energiát termelni.<sup>3</sup>

### *Diszkontláb*

A diszkontláb a pénzügyi szakirodalom szerint a tőke alternatív költsége (opportunity cost), vagyis a hasonló kockázatú, alternatívát jelentő tőkefelhasználás során elvárt hozam nagysága. Alacsony diszkontláb esetén alacsony kockázatúnak tartja a befektetést a beruházó, míg a magas diszkontláb magas kockázatról tanúskodik.

Számításaink során mi reáldiszkontlábát használunk, vagyis infláció fölötti diszkontlábát. Ma (2001) Magyarországon az állampapírok reálhozama kb. 3-5 %, a magyar állam külföldön kb. 7 %-os reálhozamot fizet hitelfelvétel esetén, a külföldi befektetők pedig magyarországi működőtőke-befektetés esetén egyértelműen 10 % feletti reálhozamot várnak el. Az egyik hazai nagybank anonimitást kérő befektetési szakértője kérdésünkre azt válaszolta, hogy a bank 15 %-os reálhozam alatti várható megtérülésű külső befektetésekkel nem foglalkozik, hacsak arra nincs más ok miatt (pl. piaci részarány megtartása) rákényszerülve. Bankon belüli, nyilvánvalóan alacsonyabb kockázatot magában hordozó befektetések esetén szóba jöhet a 15 %-osnál valamivel alacsonyabb diszkontláb is. Egy másik forrásból úgy értesültünk, hogy a hazai erőművi szektorba beruházó egyik külföldi vállalat 12,5 %-os diszkontlábát használta a jövőbeli pénzáramlások jelenértékére számításakor. Azt sajnos nem tudjuk, hogy villamosenergia vásárlási szerződés által garantált beruházásról van-e szó.

Modellezésünk során mi mindenesetre megmaradtunk a 12,5 %-os diszkontlábánál, s az érzékenységvizsgálat során a 9 és 16 %-os diszkontláb hatását is vizsgáltuk. Villamosenergia ipari szakértőkkel folytatott beszélgetéseink során talákoztunk olyan véleménnyel, mely szerint a bősi vagy pilismaróti áram átvételére vonatkozó esetleges állami garancia miatt akár a 9 %-osnál alacsonyabb diszkontláb hatását is vizsgálnunk kellene. Mi nem értünk egyet ezzel a

<sup>3</sup> Ennek ellenére jelentősen eltérhetnek a két ország termelői árai, de ez sokkal inkább a torz árstruktúrák, semmint a költségek különbözőségén alapul. Elemzésünk szempontjából a költségeknek van nagyobb szerepe.

véleménnyel, hiszen egy ilyen garancia nem csökkentené a kockázat nagyságát, pusztán áthelyezné azt a befektetőtől a garancia miatt kedvezőtlen helyzetbe kerülő gazdasági szereplőkhöz: az MVM Rt-hez, egyes termelőkhöz vagy éppen a fogyasztók egyes csoportjaihoz.

### *Időtáv*

Az erőművek élettartamából kiindulva 2000-rel kezdődően egy 50 éves időtávot vizsgáltunk meg modellünkben. A számítások egyes inputjai (pl. a villamos energia ára) jelentősen megváltozhatnak ilyen hosszú idő alatt, ez azonban a jelenérték számításhoz felhasznált 12,5 %-os diszkontláb miatt mégsem módosítaná érdemben az eredményeket.

## **2.2 A pilismaróti modell**

A 2. ábrán látható a bősínél jóval egyszerűbb pilismaróti modell felépítése. Pilismarót esetében nincs lehetőség üzemmód választásra, csupán átfolyásos módon megengedett az energiatermelés, s szintúgy nem kell a vízmegosztással törődni, a víz teljes egészében keresztülfolyik az erőművön (a hajózársilip minimális „fogyasztásán” túl).

### *A folyó vízhozama*

Nagymarosnál tizenöt év (1983. január 1. – 1997. december 31.) napi vízhozam mérés adatait használtuk fel a havi átlagos vízhozam adatok számításához. A modellt Bőshöz hasonlóan itt is lefuttattuk az 1960-as átlagos (1632 m<sup>3</sup>/s), az 1971-es száraz (2278 m<sup>3</sup>/s) és az 1965-ös nedves (3209 m<sup>3</sup>/s) évek vízhozam adataival is. Bőshöz hasonlóan itt is jelentős eltérés mutatkozott az átlagosnak tekintett 1960-as év és a 15 év átlagaként adódó havi vízhozamok között, amint az a 3. táblázatban is látható.

**3. táblázat**      **Vízhozamok Nagymarosnál**

Hónap	Havi átlagos vízhozam 1983 és 1997 között (m <sup>3</sup> /s)	Átlagos év (1960, m <sup>3</sup> /s)
január	1 974	1 590
február	1 937	1 480
március	2 388	2 740
április	2 895	2 120
május	2 890	2 340
június	2 864	2 570
július	2 719	3 150
augusztus	2 229	3 320
szeptember	1 964	2 340
október	1 563	2 110
november	1 591	1 810
december	1 928	1 760
évi átlag	2 245	2 278

### *A hálózatra adható villamos energia mennyisége és időbeli eloszlása*

A vízhozam és a megtermelt elektromos áram mennyisége közötti összefüggést Pilismarót esetében is a bősivel megegyező képlet segítségével írtuk le. Eltérés Bőshöz képest ugyanakkor, hogy

- Nem szabtuk felső korlátot a megtermelhető villamos energia mennyiségének, hiszen Pilismarótnál még nem épült olyan műtárgy, amelyik behatárolná a turbinák műszaki paramétereit. A gyakorlatban azonban nem éri meg olyan kapacitású eróművet építeni, amelyik a legnagyobb vízhozamokat is maximálisan kihasználja, éppen ezért a nedves évre vonatkozó számítások felső korlátként kezelendők.
- Pilismarót esetében nem volt szükség az átfolyásos üzemmódon kívül más üzemmódok vizsgálatára, ennyiben tehát egyszerűbb a modell.
- Az alvízszint meghatározására használt képlet is eltér a Bősitől. Pilismarót esetében a következő képleteket alkalmaztuk:

Ha  $Q < 2300 \text{ m}^3/\text{s}$ , akkor  $100,47 + (Q - 1040) * 1,53 / 990$ ;

ha  $2300 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q < 3600 \text{ m}^3/\text{s}$ , akkor  $102 + (Q - 2300) * 1,47 / 1300$ ;

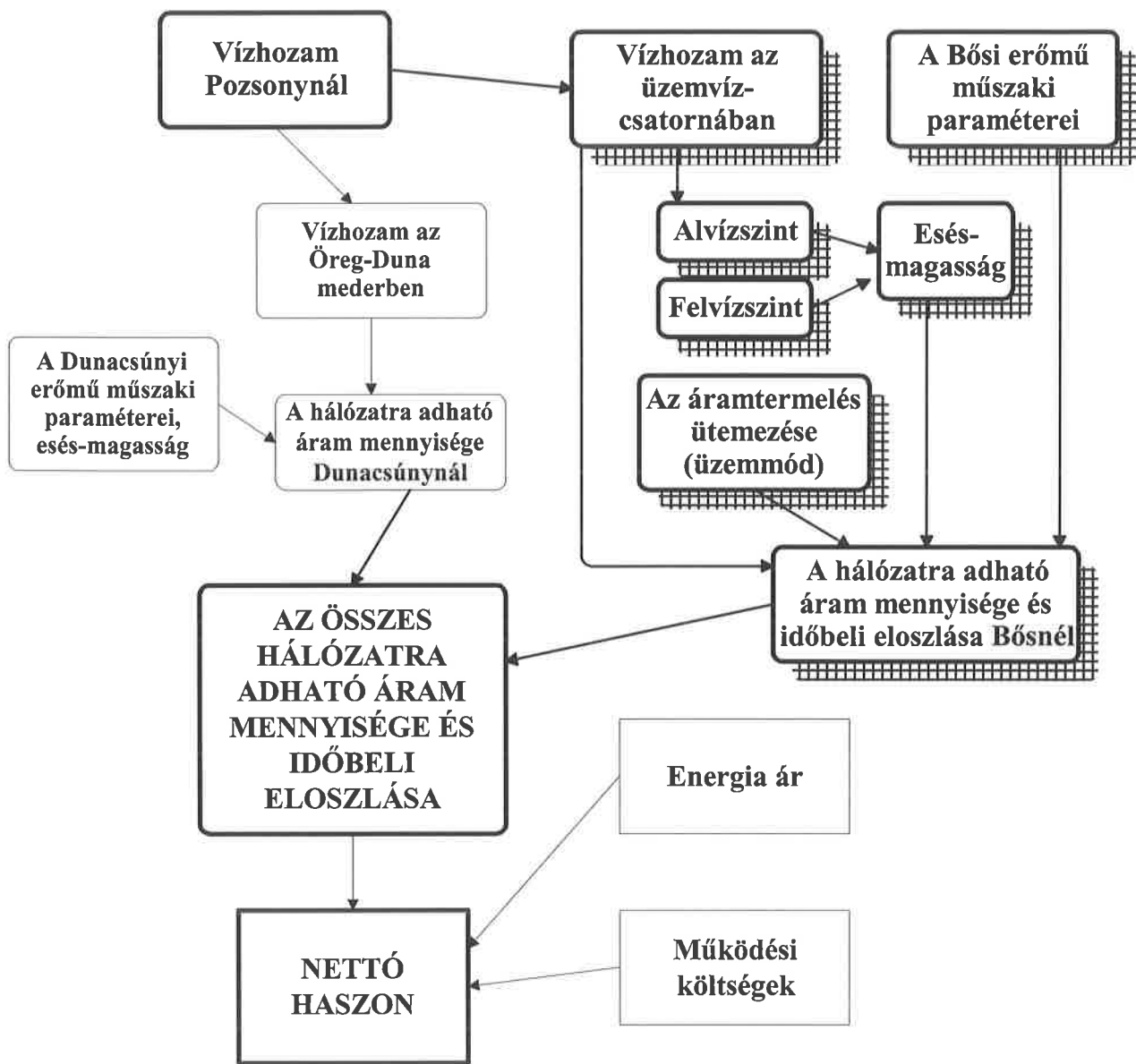
ha  $Q > 3600 \text{ m}^3/\text{s}$ , akkor  $103,47 + (Q - 3600) * 0,7 / 900$

### *Beruházási költség*

Pilismarót esetében 160 Mrd Ft-os energetikai beruházási költséggel számoltunk. Ez azt jelenti, hogy az ennél magasabb teljes beruházási költség energetikai célokat szolgáló része ennyi, a többi beruházási költség más célokat, pl. árvízvédelmet és hajózást szolgál.

### *Egyéb paraméterek*

A működési költségeket, a villamos energia árát, a diszkontlábat és a vizsgált időtávot a bősi modellel megegyezően kezeltük.



1. ábra A bósi modell felépítése



2. ábra A pilismaróti modell felépítése

Az áttekinthetőség és a forgatókönyvek számának alacsonyan tartása végett kettébontjuk a BNV problémát egy bősi és egy pilismaróti részre, s ennek megfelelően egy bősi és egy pilismaróti forgatókönyv-csoportot vizsgálunk.

### 2.3 Bősi szcenáriók

A forgatókönyvek egy részét a Dunai Kormánybiztos részére dolgozó többi munkacsoporttal koordinálva határoztuk meg. Ezek az átfolyásos forgatókönyvek és a  $400 \text{ m}^3/\text{s}$  Szigetközi vízellátást biztosító csúcs üzemmód. Emellett bemutatjuk azt is, hogy mivel jár az átfolyásos üzemmód enyhe csúcsra változtatása és mit jelent a csúcs üzemmód egy olyan esetben, amikor viszonylag sok víz marad az Öreg-Dunában.

A háromféle üzemmód abban különbözik egymástól, hogy az erőmű üzemeltetője milyen mértékben használja ki a csúcsidőszaki áram magasabb árában rejlő magasabb bevétel lehetőségét, vagyis, hogy milyen mértékben növeli a csúcsidőszaki termelést a völgyidőszaki rovására.

1. Átfolyásos üzemmódban az üzemvízcsatornába terelt vizet egyszerűen csak engedik keresztülfolyni a turbinákon, nem cél a csúcsidőszaki energiatermelés fokozása.
2. Enyhe csúcs üzemmódban az energiatermelésben völgyidőszaknak számító napszakok vízhozamának egy kis részét visszatartják a Dunacsúnyi víztározóban, hogy a tárolt többletvíz az aktuális vízhozammal együtt csúcsidőben, a maradék hét órában legyen áramtermelésre felhasználható. Az enyhe csúcsidőszak korlátjaként a VITUKI javaslatára a medvei szelvényben mérhető vízszintingadozást tekintettük, mely naponta maximum kétszer maximum  $\pm 30 \text{ cm}$  lehet. A vízszintingadozást behatárolja a vízhozam változása, vagyis a turbinákon keresztül eresztett völgy- és csúcsidőszaki vízhozam különbsége.
3. Csúcs üzemmódban a dunacsúnyi tározókapacitásra építve drasztikusan megváltoztatják az erőművön keresztülfolynó víz napon belüli eloszlását, a csúcsidőszakban megtermelt áram mennyiségének maximalizálására törekedve. Az elméleti csúcskapacitás kihasználását a modellezés során mi nem engedjük meg, a hajózás biztosítása és a vízhozam ingadozás káros hidrológiai hatásainak korlátozása érdekében a VITUKI javaslatára azzal a feltevéssel éltünk, hogy csúcsrajáratásos üzemmódban is mindig legalább  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$  vízmennyiségnek keresztül kell folynia az üzemvízcsatornán, hacsak az alacsony vízjárás és az ökológiai követelmények együttesen ezt nem teszik lehetetlenné. Az elméletileg lehetséges maximális csúcsrajáratást nem modelleztük, mivel annak az alkalmazására bizonyosan nem kerül sor.

Megjegyezzük, hogy a valóságban valószínűleg a mi jól körülhatárolt forgatókönyveinknek valamiféle keveréke működne, olyan hibrid üzemeltetés, amelyik napról-napra változik az körülmények függvényében. Ennek oka lehet pl. a vízhozam ingadozása vagy az elektromos áram piaci kereslet és kínálat napon belüli változása egy versenyző piacon.

A forgatókönyvek az üzemmódon kívül a Szigetköz és az üzemvízcsatorna közötti vízmegosztásban különböznek egymástól. Ezen jellegzetességet a Szigetközbe áramló vízmennyiségen keresztül ragadtuk meg. A következő lehetőségeket használtuk fel a forgatókönyvek felépítésénél:

1. Állandóan  $400 \text{ m}^3/\text{s}$  vízmennyiség megy a Szigetközbe. Ezt a minimálisnak tekinthető vízmennyiséget manapság is az Öreg-Dunába engedik.
2. Állandóan  $1100 \text{ m}^3/\text{s}$  vízmennyiség megy a Szigetközbe (már amennyiben legalább ekkora a vízhozam).
3. 25 %, de minimum  $400 \text{ m}^3/\text{s}$  vízmennyiség távozik a Szigetközbe.

4. 45 %, de minimum 400 m<sup>3</sup>/s vízmennyiség távozik a Szigetközbe.

5. 65 %, de minimum 400 m<sup>3</sup>/s vízmennyiség távozik a Szigetközbe.

A 3., 4. és 5. forgatókönyv a többi kutatócsoporttal történt egyeztetést alapján, a Szigetközi ökológiai igények teljesítéséhez kapcsolódóan alakult ki. Eredetileg a vízmegosztás sávokat takart (20-30 %, 40-50 % és 60-70 %), melyeket a modellezési követelmények miatt a sávok átlagára alakítottunk át. A minimum 400 m<sup>3</sup>/s követelmény arra utal, hogy alacsony vízhozam esetén sem szabad, hogy kevesebb víz jusson a Szigetközbe.

A felsorolt lehetőségekből a 4. táblázatban látható forgatókönyveket választottuk ki alaposabb vizsgálatra. A modell működéséről és alapfeltevéseiről szóló részben leírtaknak megfelelően minden forgatókönyv esetében megvizsgáltuk a száraz, átlagos és nedves éveket képviselő 1971-es, 1960-as és 1965-ös vízhozam adatokból, valamint az átlagos havi vízhozam adatokból következő megtermelhető energia mennyiséget, mindezt havi bontásban. A hosszú távú költség-haszon viszonyok számításához csak az utóbbi, havi átlagos vízhozamon alapuló értékeket használtuk fel.

4. táblázat A vizsgált bósi forgatókönyvek

Sor-szám	Üzem mód	A Szigetközbe engedett víz mennyisége	Megjegyzés
1.	Átfolyásos	400 m <sup>3</sup> /s	
2.	Átfolyásos	1100 m <sup>3</sup> /s	
3.	Átfolyásos	25 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	
4.	Átfolyásos	45 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	
5.	Átfolyásos	65 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	
6.	enyhe csúcs	400 m <sup>3</sup> /s	
7.	enyhe csúcs	1100 m <sup>3</sup> /s	
8.	enyhe csúcs	25 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	
9.	enyhe csúcs	45 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	
10.	enyhe csúcs	65 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	
11.	csúcsrajáratás	400 m <sup>3</sup> /s	Legalább 1000 m <sup>3</sup> /s vízmennyiség mindig az üzemvízcsatornába kerül.
12.	csúcsrajáratás	1100 m <sup>3</sup> /s	Legalább 1000 m <sup>3</sup> /s vízmennyiség mindig az üzemvízcsatornába kerül.
13.	csúcsrajáratás	25 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	Legalább 1000 m <sup>3</sup> /s vízmennyiség mindig az üzemvízcsatornába kerül.
14.	csúcsrajáratás	45 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	Legalább 1000 m <sup>3</sup> /s vízmennyiség mindig az üzemvízcsatornába kerül.
15.	csúcsrajáratás	65 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	Legalább 1000 m <sup>3</sup> /s vízmennyiség mindig az üzemvízcsatornába kerül.

#### 2.4 Pilismaróti szcenáriók

Pilismarót esetében nem áll fenn a bósihoz hasonló számú választási lehetőség, hiszen itt a vízhozamot nem szükséges más célokkal megosztani és ez idáig csak az átfolyásos üzem mód merült fel reális üzemeltetési lehetőségként. Ugyanakkor az erőmű helyszínének változtatásával mégis lehetne forgatókönyveket képezni, mint ahogy ez az előző kormány alatt fel is merült. Pilismarót alternatívájaként kettős vízlépcső építése merült fel, egyrészt Szobnál és Almásneszmélynél, másrészt pedig Szobnál és Ácsnál. Ezen alternatívákkal ugyan egy kicsit meg lehetne emelni a víz esési magasságát, a két vízlépcsőnél együttesen nagyobb lenne, mint Pilismarótnál önmagában, azonban az így nyert csekély plusz energia értékénél jóval többbe kerülne a megvalósítás, ugyanis 1. két vízlépcsőt kell építeni egy helyett 2. az esési magasság két részből áll



össze, melyek egyike sem elég nagy önmagában, ilyen kis esésmagasságra általában nem gyártanak turbinákat, ezért azt csak egyedileg, drágán lehetne beszerezni 3. a Pilismarót felett fekvő helyszínek nem optimálisak erőmű építésre, s ezért még Pilismarótnál is drágábban lehetne csak megvalósítani az ottani beruházásokat. Ezen okok miatt Pilismarót alternatíváit nem is vizsgáljuk, egyetlen forgatókönyvként ez a helyszín marad csak.

Amint azt a bevezetésben is említettük, Nagymaros és Pilismarót energetikai szempontból tulajdonképpen megfeleltethető egymásnak, hasonló mennyiségű és eloszlású elektromos áramot lehet termelni a két hely bármelyikén. Ugyanakkor Nagymaros mérnöki szempontból kedvezőbb helyen fekszik, valamelyest alacsonyabb beruházási költséggel lenne ugyanaz a cél elérhető.

## 2.5 Bósi forgatókönyvek eredményei

### 2.5.1 Az egyes forgatókönyvekben termelhető villamos energia mennyisége és megoszlása

A lefuttatott forgatókönyvek részletes, havi bontású, a termelt villamos energia mennyiségére vonatkozó eredményeit foglaltuk össze az 5. táblázatban, ahol a megtermelt, hálózatra adható energia éves mennyiségét mutatjuk be száraz, átlagos és nedves évre, továbbá az átlagosan várható havi vízhozam esetében.

**5. táblázat Különböző forgatókönyvek és vízhozamok esetén hálózatra adható összes áram mennyisége Bósnél és Dunacsúnyánál (GWh/év)**

Forgatókönyv		Száraz év	Átlagos év	Nedves év	Átlagos havi vízhozam
Üzem mód	Szigetközi vízhozam				
1. Átfolyásos	400 m <sup>3</sup> /s	1711	2192	3134	2330
2. Átfolyásos	1100 m <sup>3</sup> /s	911	1404	2459	1557
3. Átfolyásos	25 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	1683	2123	2932	2253
4. Átfolyásos	45 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	1431	1740	2349	1833
5. Átfolyásos	65 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	1050	1225	1650	1280
6. Enyhe csúcs	400 m <sup>3</sup> /s	1709	2191	3104	2328
7. Enyhe csúcs	1100 m <sup>3</sup> /s	909	1403	2442	1556
8. Enyhe csúcs	25 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	1681	2121	2926	2252
9. Enyhe csúcs	45 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	1429	1738	2349	1831
10. Enyhe csúcs	65 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	1032	1224	1648	1278
11. Csúcs	400 m <sup>3</sup> /s	1695	2157	3065	2288
12. Csúcs	1100 m <sup>3</sup> /s	909	1398	2413	1548
13. Csúcs	25 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	1670	2096	2890	2223
14. Csúcs	45 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	1429	1734	2322	1824
15. Csúcs	65 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	1033	1225	1635	1280

Az előállított energia mennyisége forgatókönyvtől és az adott év vízjárásától függően széles sávban ingadozik. Minél több víz távozik a Szigetközbe, nyilvánvalóan annál kevesebb energiát lehet a maradék vízmennyiséggel termelni.<sup>4</sup> Ugyanazon üzem mód, de eltérő vízmegosztás esetén a két scenárió közötti különbség elérheti akár az 1400 GWh/évet is. Az átfolyásos üzem módhoz képest

<sup>4</sup> Ezzel együtt azonban nő a Dunacsúnyánál termelhető áram mennyisége. A megtermelt összes (tehát bósi + dunacsúnyi) áram mennyisége ugyanakkor csökken, ugyanis egyrészt a Dunacsúnyi turbinák 2\*20 MW kapacitása a megnövekedett vízmennyiségnek esetleg csak egy részét tudja hasznosítani, másrészt pedig jóval kisebb a folyó esésmagassága Dunacsúnyánál, mint Bósnél.

enyhe csúcs üzemmódban maximum 1,7 százalékkal kevesebb energiát lehet termelni, csúcs üzemmódban pedig maximum 2,2 százalékkal kevesebbet, ennek oka az, hogy csúcs üzemmód esetén koncentráltan, rövid idő alatt nagyobb vízmennyiség folyik át az üzemvízcsatornán, miáltal megemelkedik az alvízszint, s csökken a víz esési magassága, ami kisebb kiaknázható energiamennyiséget eredményez. A megtermelt villamosenergia összetétele ugyanakkor kedvezőbb csúcsüzem mellett, amint az hamarosan ki is fog derülni.

Megfigyelhető, hogy a legtöbb energiát akkor lehet termelni, amikor állandó jelleggel  $400 \text{ m}^3/\text{s}$  vízmennyiséget kap a Szigetköz. A vízhozam 25 %-ának odaterelése nagyon hasonló eredménnyel jár, de márciustól októberig a vízhozam egynegyede valamelyest több, mint  $400 \text{ m}^3/\text{s}$ , ezért ilyenkor kevesebb jut áramtermelésre. Száraz évben a legkevesebb áram a ún. Kiegyezési terv révén keletkezik ( $1100 \text{ m}^3/\text{s}$ ), ekkor ugyanis a kis vízhozamhoz képest arányaiban sok megy a Szigetközbe. Átlagos vagy nedves évben ugyanakkor még ezen felül is bőven marad víz energiatermelésre. Ezekben az években a legkevesebb áramot 65 %-os vízelterelés esetén lehet termelni.

A jelenlegi  $400 \text{ m}^3/\text{s}$  Szigetközi vízellátásból átlagosan évi 500-1100 GWh elektromos áram termelés elmaradása esetén kerülhetnénk a 45 vagy 65 %-os vízmegosztási helyzetbe. Amennyiben adott szigetközi folyószabályozási stratégia mellett ezen utóbbiakra, mint ökológiailag megfelelő vízmegosztásra lehet tekinteni, akkor azt is mondhatjuk, hogy a megfelelő vízmegosztás elérésének az ára a jelenlegi helyzethez képest évi 500-1100 GWh elektromos áram.

A havi átlagos vízhozam adatokból számolt energiamennyiségek valamelyest meghaladják az átlagosként kezelt 1960-as év alapján számított energiatermelés nagyságát. Az eltérés oka a VITUKI szakemberei szerint az, hogy az utóbbi évek a korábbiaknál szélsőségesebbek, gyakran aszályosabbak, miáltal az elmúlt kb. 90 év átlagánál kisebb vízhozamú év tekinthető tipikusnak.

## 2.5.2 A bősi áram, mint a hazai termelésével egyenértékű villamos energia

A bősi áram hazai forrású és import energiának egyaránt tekinthető. Ebben a fejezet részben megvizsgáljuk, hogy mennyi a bősi energia összes értéke, ha mindkét ország úgy tekinthet rá, mint hazai forrású, tehát nagyobb értékkel bíró, drágább energiára. Ez esetben egységes villamosenergia árat használunk számításainkhoz, ami egyben lehetővé teszi azt is, hogy az összes nettó hasznot megjelenítsük a 6. táblázatban.<sup>5</sup> A táblázat energia adatai éves szintűek, a nettó haszon viszont a projekt teljes élettartamára, összesen 50 évre vonatkozik.

A továbbiakban csak az átlagos havi vízhozam adatokból kapott eredményeket mutatjuk be részletesen, s eltekintünk a száraz, nedves és átlagos évek adataitól, azokat ugyanis egyrészt kevésbé megbízhatónak tartjuk, másrészt pedig használatuk megnövelné a vizsgált forgatókönyvek számát, ezáltal csökkentve a dolgozat átláthatóságát.

A csúcsidőszakbeli energia az átfolyásos forgatókönyvek esetében az összes megtermelt energiának kevesebb, mint 30 %-át képviseli. Enyhe csúcs üzemmód esetén ez az arány 33-35 %-ra nő, csúcs üzemmódban pedig 29 és 47 % között mozog, forgatókönyvtől függően. A csúcs üzemmódban észlelhető nagy ingadozás annak a kitételnek köszönhető, mely szerint ezen üzemmód alkalmazásakor völgyidőszakban is legalább  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$  vízhozamnak keresztül kell folynia az üzemvízcsatornán, amennyiben ezt az alacsony vízhozam vagy az ökológiai szükségletek nem teszik lehetetlenné. A  $400 \text{ m}^3/\text{s}$  szigetközi vízellátásnál rengeteg víz marad energiatermelésre, ekkor a völgyidőszakra vonatkozó követelmény nem csökkenti erőteljesen a csúcsidőszaki vízellátást, aminek következtében az összes energia 47 %-át a mindössze 7 órás csúcsidőszakban termelik. Ezzel szemben amikor a vízhozam 65 %-át a Szigetközbe vezetik, kevés víz marad

<sup>5</sup> Amennyiben eltérő árakat használnánk Szlovákia és Magyarország esetében, akkor az összes nettó hasznot csak attól függően tudnánk meghatározni, hogy a két ország miként osztja meg az áramot egymás között.

áramtermelésre, s abból a fenti szabály figyelembevételével nemigen lehet félretenni a csúcsidőszakokra. Sőt, az az érdekes helyzet áll elő, hogy a 65 %-os megosztásnál (de csak ennél) az enyhe csúcs üzemmód szabályozása nagyobb csúcsidőszaki áramtermelést tesz lehetővé, mint a csúcs üzemmód szabályozása - ebben az esetben tulajdonképpen értelmét veszti a csúcs üzemmód ilyen szigorú megkötése.

**6. táblázat Az átlagos havi vízhozam adatokból számított hálózatra adható áram mennyisége és a nettó haszon nagysága forgatókönyvenként, belföldi áramárak esetén**

Forgatókönyv		Völgy- időszak (GWh/év)	Csúcs- időszak (GWh/év)	Összesen (GWh/év)	Nettó haszon (millió Ft)
Üzemmód	Szigetközi vízhozam				
1. Átfolyásos	400 m <sup>3</sup> /s	1 651	680	2 330	107 956
2. Átfolyásos	1100 m <sup>3</sup> /s	1 103	454	1 557	72 155
3. Átfolyásos	25 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	1 596	657	2 253	104 388
4. Átfolyásos	45 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	1 298	535	1 833	84 910
5. Átfolyásos	65 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	907	373	1 280	59 293
6. Enyhe csúcs	400 m <sup>3</sup> /s	1 559	769	2 328	111 641
7. Enyhe csúcs	1100 m <sup>3</sup> /s	1 023	533	1 556	75 395
8. Enyhe csúcs	25 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	1 507	745	2 252	108 040
9. Enyhe csúcs	45 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	1 214	617	1 831	88 284
10. Enyhe csúcs	65 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	829	449	1 278	62 443
11. Csúcs	400 m <sup>3</sup> /s	1 196	1 092	2 288	123 868
12. Csúcs	1100 m <sup>3</sup> /s	974	574	1 548	76 892
13. Csúcs	25 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	1 214	1 009	2 223	118 142
14. Csúcs	45 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	1 179	645	1 824	89 281
15. Csúcs	65 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	907	373	1 280	59 293

Az átfolyásos üzemmóddhoz képest enyhe csúcs és csúcs üzemmódban csökken az összes áram mennyisége, az összetétele azonban elmozdul az értékeesebb csúcsidőszaki energia irányába. E két hatás eredőjeként nő a nettó haszon, enyhe csúcs esetében összesen 3,1-3,7 Mrd forinttal, avagy 3,4-5,3 %-kal, csúcs időszakban pedig 4,3-15,9 Mrd forinttal, avagy 5,1-14,7 %-kal (eltekintve most az utolsó forgatókönyvtől, amikor nincs változás). Ez a haszonnövekedés általában nem tekinthető jelentősnek, nem jár tekintélyes előnyökkel a bősi erőmű kis- vagy nagyfokú csúcsüzemeltetése. Leginkább akkor előnyös a csúcsüzemmód, amikor egészen kevés vizet engednek a Szigetközbe, ekkor 13-14 %-kal megnő az összes nettó haszon nagysága. Ha azonban feltételezzük, hogy a csúcs üzemmóddhoz szükséges egy alsó vízlépcső (pl. a Pilismaróti) megléte, akkor az azon elszennvedett nettó költség (lásd lejjebb!) csökkenti a bősi nettó hasznot, s így a csúcsüzem kevésbé lesz vonzó, mint az átfolyásos vagy az enyhe csúcs üzemmód.

A 6. táblázat alapján a következő, 7. táblázatban összefoglaljuk, hogy mennyivel csökken a nettó haszon, ha megnöveljük a Szigetközbe áramló víz mennyiségét, ami tulajdonképpen forgatókönyv váltásnak felel meg. Számításainkat csak az átfolyásos üzemmódra végeztük el, de lényegében hasonló eredményt kapnánk a másik két üzemmód esetében is.

**7. táblázat A Szigetköz ökológiai igényeinek kielégítéséhez rendelhető költség átfolyásos üzemmód esetében**

Alapállapot	Célállapot	Összes pótlólagos költség (elvesztett haszon, millió Ft)	Éves pótlólagos költség (elvesztett haszon, millió Ft)
400 m <sup>3</sup> /s	1100 m <sup>3</sup> /s	35 801	3 546
400 m <sup>3</sup> /s	25 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	3 568	353
400 m <sup>3</sup> /s	45 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	23 046	2 282
400 m <sup>3</sup> /s	65 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	48 663	4 820
25 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	1100 m <sup>3</sup> /s	32 233	3 192
25 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	45 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	19 478	1 929
25 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	65 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	45 095	4 466
45 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	1100 m <sup>3</sup> /s	12 755	1 263
45 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	65 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	25 617	2 537
1100 m <sup>3</sup> /s	65 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	12 862	1 274

Attól függően, hogy mi az alapállapot és mi a célállapot (mivel biztosítható a kívánatos szigetközi ökológiai állapot), különböző költségszinteken valósítható meg a **Szigetköz számára a szükséges vízmennyiség biztosítása**. A 400 m<sup>3</sup>/s szintről kiindulva **kb. 23-48 Mrd Ft összes költséget jelent** egy olyan vízmennyiség biztosítása, mely az Ökoplan tanulmánya szerint megfelelő folyamszabályozással párosítva már jó környezeti állapotot teremtené. Ugyanez **éves szinten 2,3-4,8 Mrd forintot** tesz ki.

### 2.5.3 A nettó haszon megoszlása a két ország között

Magyarországnak különböző feltételezések esetén kb. 16-50 % jár a Bősnél megtermelt áramból. A 8. táblázatban összefoglaljuk, hogy miként alakul Magyarország és Szlovákia nettó haszna a vizsgált forgatókönyvek esetén, ha Magyarország részesedése az energiából 50, 33 illetve 16 %. A táblázat nemcsak azt mutatja meg, hogy miként oszlik meg a nettó haszon a két ország között az egyes scenáriókban, hanem azt is, hogy Szlovákia haszna mennyivel csökken az egyes esetekben a Szigetközbe áramló vízmennyiség emelésének hatására, ami egyben kompenzációs kérelemként jelenhet meg a szlovák tárgyalódelegációnál. Ha pl. feltételezzük, hogy a Bősnél termelt villamos energiát felezni kell a két ország között, miközben 400 m<sup>3</sup>/s-ről 1100 m<sup>3</sup>/s-re kívánjuk emelni a szigetközi vízhozamot, akkor Szlovákia kb. 18-23 Mrd forintnyi kárt szenved el ezen. Elképzelhető, hogy ezt a kárt nem kell megtéríteni Szlovákiának, hiszen a környezetvédelmi követelmények kielégítése a két ország közös ügye. Ugyanakkor az sem kizárt, hogy valamilyen módon mégis kompenzáljuk a csökkenő hasznot Szlovákia részére, pl. a magyar részesedés csökkentése által. Ha a magyar részesedést 50 %-ról 25 %-ra csökkentjük, akkor Szlovákia helyzete változatlan lesz, miközben a csökkenő magyar energiafelhasználásból sikerült kielégíteni a Szigetközi ökológiai igényeket.

**8. táblázat** A különböző bósi forgatókönyvek nettó hasznának a megoszlása a két ország között.

Üzem mód	Szigetközi vízhozam	Összesen	Nettó haszon (mFt)					Szlovákia		
			Magyarország	16%	33%	50%	84%	67%	50%	
1. Átfolyásos	400 m <sup>3</sup> /s	107 956	17 273	35 625	53 978	90 683	72 331	53 978		
2. Átfolyásos	1100 m <sup>3</sup> /s	72 155	11 545	23 811	36 078	60 610	48 344	36 078		
3. Átfolyásos	25 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	104 388	16 702	34 448	52 194	87 686	69 940	52 194		
4. Átfolyásos	45 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	84 910	13 586	28 020	42 455	71 324	56 890	42 455		
5. Átfolyásos	65 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	59 293	9 487	19 567	29 647	49 806	39 726	29 647		
6. Enyhe csúcs	400 m <sup>3</sup> /s	111 641	17 863	36 842	55 821	93 778	74 799	55 821		
7. Enyhe csúcs	1100 m <sup>3</sup> /s	75 395	12 063	24 880	37 698	63 332	50 515	37 698		
8. Enyhe csúcs	25 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	108 040	17 286	35 653	54 020	90 754	72 387	54 020		
9. Enyhe csúcs	45 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	88 284	14 125	29 134	44 142	74 159	59 150	44 142		
10. Enyhe csúcs	65 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	62 443	9 991	20 606	31 222	52 452	41 837	31 222		
11. Csúcs	400 m <sup>3</sup> /s	123 868	19 819	40 876	61 934	104 049	82 992	61 934		
12. Csúcs	1100 m <sup>3</sup> /s	76 892	12 303	25 374	38 446	64 589	51 518	38 446		
13. Csúcs	25 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	118 142	18 903	38 987	59 071	99 239	79 155	59 071		
14. Csúcs	45 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	89 281	14 285	29 463	44 641	74 996	59 818	44 641		
15. Csúcs	65 %, minimum 400 m <sup>3</sup> /s	59 293	9 487	19 567	29 647	49 806	39 726	29 647		

Egy másik, az előbbivel ellentétes irányú lehetőség a magyar beruházási arány növelése, pl. a Bósi komplexumba történő bevásárlással. Természetesen egy ilyen lépést a jelen tanulmánynál részletesebb előzetes elemzés kell, hogy megelőzzön, de a táblázatba foglalt számok megmutatják, hogy adott vízmegosztás mellett maximum körülbelül mennyit érdemes áldozni a pótlólagos részesedésért, a 6.1.2 fejezetben vázolt paraméterek fennállása esetén.

#### 2.5.4 Érzékenységvizsgálat

Az érzékenységvizsgálatot az átlagos havi vízhozamokon alapuló forgatókönyvek esetében ejtettük meg, mert megítélésünk szerint ezek a scenáriók biztosítanak leginkább valósághű eredményeket. Enyhe csúcs és csúcs üzemmódban, ahogy azt az előző fejezetben láttuk, megváltozik a megtermelt villamos energia mennyisége és időbeli eloszlása, de a nettó haszon lényegesen nem nő, ezért ezeket az üzemmódokat csak a völgy- és csúcsidőszaki árarányok változtatásakor vetettük érzékenységvizsgálat alá, minden más esetben csak az átfolyásos üzemmódot elemeztük.

Ebben a fejezetben megvizsgáljuk, hogy miként változik a nettó haszon a következő paraméterek módosítására:

- Működési költségek
- Diszkontláb
- A völgy- és csúcsidőszaki áramárak közötti arány (spread)
- A villamos energia árának változása időben

##### *Működési költség*

A forgatókönyvekben alkalmazott 1 Ft/kWh működési költség mellett a 0,5 és 1,5 Ft/kWh értékek hatását is megvizsgáljuk, az egyéb paraméterek változatlansága mellett (reálértéken stagnáló árak, 12,5 %-os diszkontláb, a csúcsidőszaki ár kétszerese a völgyidőszakinak, átfolyásos üzemmód).

Amint azt az eredmények mutatják, a működési költség +/- 50 %-os módosítása esetén viszonylag enyhén, 8-9 %-kal változik a nettó haszon. A működési költség becslésének a hibája nem eredményez nagyfokú pontatlanságot a végső eredményben.

##### *Diszkontláb és árarányok*

Ezt a két tényezőt együttesen vizsgáljuk, mivel mindkettő változtatására aránylag érzékenyen reagál a nettó haszon nagysága, s így együttes hatásuk is érdekes lehet a döntéshozók számára.

A korábban alkalmazott 12,5 %-os diszkontláb mellett megvizsgáljuk a 9 és 16 %-os diszkontlábak hatását is. A völgy- és csúcsidőszak közötti árarány esetében pedig a korábbi 2-szeres szorzó mellett a 1,5 és 2,5 szorzóval is lefuttatjuk az egyes forgatókönyveket. 2-szeres szorzó esetén a völgyidőszaki ár 5,27 Ft/kWh, a csúcsidőszaki 10,54 Ft/kWh, 1,5-szeres szorzó esetén 6 és 9, 2,5-szeres szorzónál pedig 4,7 és 11,75 Ft/kWh árakat használtunk. Minden esetben reálértéken változatlannak tekintjük az energia árát és 1 Ft/kWh működési költség feltételezésével éltünk.

Mindhárom ár elképzelést összehárosítottuk mind a három diszkontlábbal.

Egyértelműen látszik, hogy a diszkontláb növekedésével csökken a nettó haszon, hiszen a jövőben megjelenő, villamos energia termelésből származó hasznok jelenértéken egyre kevesebbet és kevesebbet érnek. Az eredmények érzékenyen reagálnak a diszkontláb változására, a 12,5 %-os diszkonráta helyett 9 %-os alkalmazásával 37 %-kal emelkedik a nettó haszon mindegyik forgatókönyvben, míg a 12,5 %-os ráta 16 %-ra emelésével a nettó haszon 23 %-os csökkenése áll be. Amennyiben feltételezzük, hogy a beruházás kockázatára való

tekintettel a befektetők akár 16 %-os diszkontlábat is megkövetelnek<sup>6</sup> és legfeljebb enyhe csúcs üzemmód a megengedett, akkor vízmegosztástól függően a hasznok a 48-87 mrd forintos szinten találhatóak, szemben a korábbi, 12,5 %-os diszkontlábbal számított 63-111 mrd forinttal. Ráadásul ez a nettó haszon megoszlik a két ország között egy ötven éves periódus alatt, s még csak nem is számoltunk beruházási költséggel (amortizációval) és a Szigetközben és a Csallóközben bekövetkező környezeti károkkal.

Magas diszkontláb esetén nem csupán a haszon nagysága csökken, hanem az ökológiai vízigény kielégítésének a költsége is. Míg 12,5 %-os diszkontláb mellett a szigetközi vízellátás megoldása 23-48 mrd forintba került, addig 16 %-os diszkontláb mellett mindez 18-39 mrd forintba.

A völgy- és csúcsidőszaki árak közötti távolság (spread) nagyságát (szinten maradó átlagárak mellett) elemezve a következő megállapításokat tehetjük. Átfolyásos üzemmód mellett lényegtelen a spread nagysága. Enyhe csúcs üzemmódban a spread növekedésével enyhén nő a haszon, nagyot azonban nem tévedhetünk az arányok pontatlan megállapításával, a nettó haszon nagysága bármely forgatókönyv esetén is legfeljebb 2 %-kal változik az árak távolságának 1,5-szeresről 2,5-szeresre történő növelésével. Csúcsüzemmódban a spread hasonló mértékű megváltoztatása ugyanakkor lényegesen (akár 9 %-kal) is módosíthatja a nettó haszon nagyságát, s minnél kevesebb víz jut a Szigetközbe, annál inkább igaz ez a megállapítás. Emiatt amennyiben komolyabban szóba kerül a bősi erőmű csúcsüzemmódban történő üzemeltetése, igyekezni kell minnél pontosabban becsülni a jövőbeli völgy- és csúcsidőszaki árak közötti különbséget.

A fenti számokra azért is érdemes figyelemmel lenni, mivel egy lehetséges stratégia Magyarország számára a BNV-ben lévő részesedésének a növelése. Az előző három táblázatból kiderült, hogy különböző feltételezések esetén mennyi haszna származik a két országnak együttesen Bős üzemeltetéséből. Magyarországnak nyilvánvalóan csak akkor szabad részesedését növelni a beruházásban, ha adott (kockázatra és árakra vonatkozó) várakozások mellett az így nyert pótlólagos haszon meghaladja a költségeket.

#### *Az áremelkedés mértéke*

Az alapforgatókönyvekben alkalmazott stagnáló árak mellett megvizsgáljuk, hogy a nettó haszon mennyire érzékeny az árak változására. Vizsgálatunk a korábbi stagnáló árak mellett kiterjed az évente reálszinten 1 illetve 2 %-kal emelkedő illetve csökkenő árakra. Minden egyéb paraméterben az eredeti értékek változatlanok maradtak, így a diszkontláb 12,5 %, a völgy- és csúcsidőszaki árak közötti arány 2, az üzemeltetési költség 1 Ft/kWh. Átfolyásos üzemmódot modelleztünk, átlagos havi vízhozam adatok felhasználásával.

**9. táblázat** **Az átfolyásos, átlagos havi vízhozam adatokon alapuló forgatókönyvekhez kapcsolódó nettó haszon különböző áremelkedés feltételezések esetén (mFt)**

Szigetközi vízhozam a forgatókönyvben	Éves reál áremelkedés (%)				
	-2	-1	0 (eredeti elképzelés)	1	2
400 m <sup>3</sup> /s	90 694	98 711	107 956	118 714	131 352
1100 m <sup>3</sup> /s	60 617	65 976	72 155	79 345	87 793
25 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	87 697	95 448	104 388	114 790	127 011
45 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	71 333	77 639	84 910	93 372	103 312
65 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	49 812	54 215	59 293	65 201	72 143

Amint az a futtatás eredményeiből kiderül, az éves árváltozás mértékére erőteljesen reagál a nettó haszon nagysága. Az éves reáláremelkedés 1 %-os növekedése 9-10 %-os növekedést

<sup>6</sup> Mint arra korábban már rámutattunk, az üzleti életben a beruházók ritkán bocsátkoznak olyan befektetésbe, melynek reálhozama, figyelembe véve a mai magyar gazdaság kockázati viszonyait, 14-15 % alatt van.

idéz elő a nettó haszonban. A nettó haszon természetesen az első évek áremelkedésének a mértékére reagál a legérzékenyebben, különösen alacsony diszkontlábak esetén, ezért kiemelten fontos a huszonegyedik század első évtizedének villamos energia árait minél pontosabban megbecsülni.

### **2.5.5 A bősi áram, mint importált villamos energia**

A Bősnél termelt és Magyarországon felhasznált villamos energiára úgy is lehet tekinteni, mint importált áramra, ha feltételezzük, hogy a bősi erőmű nap mint napos működésére ugyanúgy nincsenek hatással a magyar energia termelés és elosztás irányítói, mint a többi külföldi erőmű működésére. Ezesetben az áram import jellege tükröződik a hazainál alacsonyabb árban és a völgy- és csúcsidőszak árai közötti szűkebb részen. Mivel a bősi erőmű Szlovákiában található és irányítása is szlovák kezekben van, ezért Szlovákia számára továbbra is a magasabb, hazai energiára érvényes árakat alkalmazzuk. A nettó haszon megállapításához éppen ezért szükséges azt is tudni, hogy az összes megtermelt energiából mennyi kerül magyar illetve szlovák fogyasztókhoz. Ebben az alfejezetben mi háromféle feltételezéssel élünk a magyar részesedés nagyságát illetően: az 50, 33 illetve 16 % az egyes esetekben. Mindhárom hipotézis esetében lefuttatjuk modellünket a korábban már taglalt 15 féle forgatókönyvre. Mivel az előállított villamos energia mennyisége scenáriónként megfelel a 5. táblázat értékeinek, ezért azokat nem ismételjük meg, a 10. táblázatban pusztán a nettó haszon nagyságát tesszük közzé, azt viszont országonkénti és áramrészesedés szerint bontásban. Ha a magyar áramrészesedés 0, akkor automatikusan a 6. táblázat értékeit kell alkalmazni, hiszen a teljes árammennyiség az eredeti árakon kerül elszámolásra.

A 6. táblázat és a 10. táblázat összehasonlításával jól látszik az az egyébként is gyanítható összefüggés, miszerint a magyar energiafelhasználás értékét import áramárak figyelembevételével számítva csökken a nettó haszon – minél magasabb a magyar áramrészesedés és minél több áramot termelnek Bősnél, annál inkább így van ez.



**10. táblázat** Az átlagos havi vízhozam adatokból számított nettó haszon nagysága forgatókönyvenként és országonként, Szlovákia számára belföldi, Magyarország számára import áramárak esetén (millió Ft)

Üzem mód	Forgatókönyv	Magyar áramrészesedés: 50 %			Magyar áramrészesedés: 33 %			Magyar áramrészesedés: 16 %		
		M	Sz	Σ	M	Sz	Σ	M	Sz	Σ
1. Átfolyásos	Szigetközi vízhozam 400 m <sup>3</sup> /s	39 791	53 978	93 769	26 262	72 331	98 593	12 733	90 683	103 416
2. Átfolyásos	1100 m <sup>3</sup> /s	26 595	36 078	62 673	17 553	48 344	65 897	8 511	60 610	69 121
3. Átfolyásos	25 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	38 476	52 194	90 670	25 394	69 940	95 334	12 312	87 686	99 998
4. Átfolyásos	45 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	31 297	42 455	73 752	20 656	56 890	77 546	10 015	71 325	81 340
5. Átfolyásos	65 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	21 854	29 646	51 500	14 424	39 726	54 150	6 993	49 806	56 799
6. Enyhe csúcs	400 m <sup>3</sup> /s	40 582	55 821	96 403	26 784	74 800	101 584	12 986	93 779	106 765
7. Enyhe csúcs	1100 m <sup>3</sup> /s	27 289	37 698	64 987	18 011	50 515	68 526	8 733	63 332	72 065
8. Enyhe csúcs	25 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	39 266	54 020	93 286	25 916	72 387	98 303	12 565	90 754	103 319
9. Enyhe csúcs	45 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	32 018	44 142	76 160	21 132	59 150	80 282	10 246	74 158	84 404
10. Enyhe csúcs	65 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	22 531	31 221	53 752	14 870	41 837	56 707	7 210	52 452	59 662
11. Csúcs	400 m <sup>3</sup> /s	42 972	61 934	104 906	28 362	82 991	111 353	13 751	104 049	117 800
12. Csúcs	1100 m <sup>3</sup> /s	27 564	38 446	66 010	18 192	51 518	69 710	8 821	64 590	73 411
13. Csúcs	25 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	41 265	59 071	100 336	27 235	79 155	106 390	13 205	99 240	112 445
14. Csúcs	45 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	32 191	44 641	76 832	21 246	59 818	81 064	10 301	74 996	85 297
15. Csúcs	65 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	21 854	29 646	51 500	14 424	39 726	54 150	6 993	49 806	56 799

M = Magyarország

Sz = Szlovákia

Σ = összesen Magyarország és Szlovákia

## 2.6 Pilismaróti forgatókönyvek eredményei

A 11. táblázatban bemutatjuk, hogy a különböző években milyen energiamennyiséget lehet termelni Pilismarótnál.

**11. táblázat A Pilismarótnál megtermelhető villamos energia mennyisége (GWh/év)**

száraz év	átlagos év	nedves év	átlagos havi vízhozam alapján
795	980	1009	978

Modellezésünk azt is megmutatta, hogy a **pilismaróti beruházás nettó jelenértéke** a korábban ismertetett feltevések mellett **-114,7 Mrd Ft, vagyis veszteséges projektről** van szó. Az érzékenységvizsgálat során megnézzük majd, hogy különböző paraméterek megváltoztatására miként reagál a nettó jelenérték, illetve azt is, hogy mi kellene ahhoz, hogy ne legyen veszteséges Pilismarót.

### *A pilismaróti paraméterek érzékenység vizsgálata*

Bőshöz hasonlóan Pilismarótnál is megvizsgáltuk a nettó hasznok alakulását alacsonyabb és magasabb működési költség esetén, de, mint az a 12. táblázatban látható, nem a működési költség nagysága a döntő tényező a projekt megvalósításában. Számításaink során stagnáló árakat, 12,5 %-os diszkontlábát, 5,27 Ft/kWh völgyidőszaki és 10,54 Ft/kWh csúcsidőszaki árakat feltételeztünk.

**12. táblázat Pilismarót nettó haszna különböző működési költségek esetén**

Működési költség (Ft/kWh)	Nettó haszon (mFt)
0,5	-110 794
1,0	-114 694
1,5	-118 595

Pilismarót esetében Bőshöz hasonlóan megvizsgáltuk, hogy miként alakul a nettó haszon eltérő diszkontlábak és a völgy- és csúcsidőszaki árak közötti eltérésre vonatkozó várakozások esetén. Megintcsak stagnáló árakat feltételeztünk, valamint 1 Ft/kWh üzemeltetési költséget.

Amint az látszik a 13. táblázatból, a völgy- és csúcsidőszaki árak közötti különbség nincs lényeges befolyással a nettó hasznok alakulására. Ennek az az oka, hogy csak átfolyásos üzemmódot vizsgáltunk, tehát a különböző napszakokban termelt áram mennyisége nem változik, miközben a napi átlagos áramár különböző spreadek esetén is konstans marad. A diszkontlábba ugyanakkor, a Bősi erőműhöz hasonlóan, a Pilismaróti létesítmény nettó haszna is erőteljesen reagál.

**13. táblázat Pilismarót nettó haszna különböző diszkontlábak és villamos energia árak esetén (mFt)**

	Diszkontláb		
A völgy- és csúcsidőszaki áram ára közötti távolság (spread)	9 %	12,5 %	16 %
Másfélszeres (6 és 9 Ft/kWh)	-97 021	-114 165	-124 113
Kétszeres (5,27 és 10,54 Ft/kWh)	-97 750	-114 694	-124 528
Két és félszeres (4,7 és 11,75 Ft/kWh)	-98 294	-115 091	-124 839

A diszkontlábak és az áremelkedések együttes változtatásának a hatását is megvizsgáltuk, eredményeinket a 18. táblázatban tesszük közzé. Feltételeztük, hogy a völgyidőszaki ár 5,27 Ft/kWh, a csúcsidőszaki pedig 10,54 Ft/kWh.

**14. táblázat Pilismarót nettó haszna különböző diszkontlábak és áremelkedés feltételezések esetén (mFt)**

Az éves reál áremelkedés mértéke (%)	Diszkontláb		
	9 %	12,5 %	16 %
-2	-110 949	-122 281	-129 410
-1	-105 186	-118 942	-127 257
0	-97 750	-114 694	-124 528
1	-89 957	-110 610	-122 104
2	-79 749	-105 346	-118 991

Az árváltozás nagysága csak kis mértékben befolyásolja a nettó haszon nagyságát, különösen magas diszkontláb esetén. Ennek a jelenségnek elsősorban az az oka, hogy (szemben a Bósi forgatókönyvekkel) Pilismarót esetében számoltunk a beruházási költséggel is. Mivel a beruházási költséghez képest viszonylag csekély az áram értékesítéséből származó bevétel jelenértéke, ezért annak változása sem gyakorol erőteljes hatást a nettó haszon nagyságára.

A pilismaróti beruházásnak legkedvezőbb feltételek (9 %-os diszkontláb, évente reálértéken 2 %-kal emelkedő árak, 0,5 Ft/kWh üzemeltetési költség) fennállása esetén is 74,4 mrd forint veszteség keletkezik (a nettó haszon -74,4 mrd Ft); Pilismarót tehát nem építhető meg nyereségesen. Ugyanezen feltételek mellett akkor válna nullszaldóssá, ha a beruházást 85,6 mrd forintból meg lehetne valósítani. Annak a valószínűsége, hogy az alsó vízlépcsőt és az erőművet minden szükséges egyéb beruházással (pl. töltések) együtt ennyi pénzből meg lehet valósítani, tulajdonképpen a nullával egyenlő. Ennek még akkor is csekély az esélye, ha a beruházás egy része az árvízvédelem, hajózás és egyéb kisebb célok javára írható, s csak a maradék szolgál energetikai célokat. Mindez azt jelenti, hogy **Pilismarót (illetve egy hozzá hasonló bármely alsó vízlépcső) megépítése energetikai szempontból veszteséges vállalkozás.** Hasonlóan kedvező feltételek fennállása és 160 mrd forintos beruházási költség esetén 4,99 %-os diszkontláb biztosítja a beruházás megtérülését. Ez a diszkontláb azonban nem mérhető a vállalkozás kockázatához, s különösen, hogy minden más változót a befektetés szempontjából előnyös szintre állítottunk be.

**2.7 A hasznok megoszlása Magyarország és Szlovákia között**

Amennyiben valamilyen okból kifolyólag a Pilismaróti vízlépcső megépítése mellett dönt a kormány, akkor azzal alaposan megváltoznak a költség-haszon viszonyok, s nemcsak Magyarország számára. Pilismarót, mint azt láttuk, egy kudarcra ítélt befektetés, várhatóan nem hoz hasznot a befektető részére. A Pilismaróti veszteségeket valakinek le kell nyelnie – mivel Magyarország lenne a beruházás finanszírozója, azt gondolhatnánk, hogy Magyarország a beruházás kárvallottja is egyben. Bár Magyarország helyzete valóban mindig romlik Pilismarót megépítésével, Szlovákia nettó haszna is csökkenhet bizonyos esetekben.

A 15. táblázat illusztrációképpen bemutatja Magyarország és Szlovákia nettó hasznait Pilismaróttal és anélkül, valamint a két szituáció közötti különbséget is, ami nem más, mint a pilismaróti erőmű megépítéséből következő pótlólagos haszon. Számításainkat átfolyásos bősi üzemmódban, 12,5 %-os diszkontláb és az 50 év alatt reálértéken változatlan áramárak mellett végeztük. Feltételeztük továbbá, hogy Magyarország a bősi villamosenergiára, mint belföldi (vagyis az importnál magasabb értékű) áramra számíthat, s azt is, hogy a völgy- és csúcsidőszaki áramárak közötti különbség kétszeres. A szokásos módon csak a jövőbeli költségeket és hasznokat vettük figyelembe, ebben az esetben azonban ez tartalmazza a pilismaróti beruházási költségeket is. Öt vízmegosztási forgatókönyvet és négy esetet vizsgáltunk attól függően. A vízmegosztási forgatókönyvek a már korábban taglaltak, az esetek pedig abban különböznek egymástól, hogy Pilismarót nélkül a Bősnél termelt áramot milyen arányban osztják meg a felek egymás között. Pilismarót esetében feltételeztük, hogy a KET-nek megfelelően fele-fele arányban részesedik a két ország az összes (tehát a Bősnél és Pilismarótnál együttesen) megtermelt energiából, miközben a beruházás pótlólagos, 160 mrd forintos költsége kizárólag Magyarországot terheli.

A 15. táblázatban érdemes a pótlólagos hasznokra koncentrálni. Magyarországnak mindegyik esetben negatív pótlólagos hasznai vannak, a pilismaróti beruházási költségeket ugyanis nem kompenzálja a többlet villamos energia értéke. Ez a többlet egyébként két forrásból származik, egyrészt (a 4. eset kivételével) több bősi áramhoz jut hozzá Magyarország, másrészt pedig a Pilismarótnál termelt áram fele is őt illeti. Ami Szlovákia helyzetét illeti, az javulhat és romolhat egyaránt, attól függően, hogy Pilismarót megépítése előtt milyen értékű bősi áram illette. Ha Bősből nagy értékű áramhoz jutott Szlovákia, vagyis ha kevés víz ment a Szigetközbe és/vagy a bősi áram nagy százalékban Szlovákiához került, akkor **Szlovákiának a Pilismarót megépítésével bekövetkező új, 50-50 százalékos árammegosztás szerint magasabb értékű bősi áramot kell feláldoznia, mint amennyihez Pilismarótnál juthat. Ilyenkor tehát Szlovákiának sem érdeke, hogy Pilismarótnál vízlépcső épüljön.**

**15. táblázat Magyarország és Szlovákia nettó haszna Pilismarót megépítése előtt és után (átfolyási bősi üzemmód esetén) (mFt)**

	1. eset		2. eset		3. eset		4. eset	
	Áramrészesedés Pilismarót megépítése előtt:		Áramrészesedés Pilismarót megépítése előtt:		Áramrészesedés Pilismarót megépítése előtt:		Áramrészesedés Pilismarót megépítése előtt:	
	Magyarország	Szlovákia	Magyarország	Szlovákia	Magyarország	Szlovákia	Magyarország	Szlovákia
	0%	100%	16%	84%	33%	67%	50%	50%
	Áramrészesedés Pilismarót megépítése előtt:		Áramrészesedés Pilismarót megépítése előtt:		Áramrészesedés Pilismarót megépítése előtt:		Áramrészesedés Pilismarót megépítése előtt:	
	Magyarország	Szlovákia	Magyarország	Szlovákia	Magyarország	Szlovákia	Magyarország	Szlovákia
	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Nettó haszon a pilismaróti vízlépcső megépítése előtt								
	1. eset		2. eset		3. eset		4. eset	
Forgatókönyvek	Magyarország	Szlovákia	Magyarország	Szlovákia	Magyarország	Szlovákia	Magyarország	Szlovákia
400 m <sup>3</sup> /s	0	107 956	17 273	90 683	35 625	72 331	53 978	53 978
1100 m <sup>3</sup> /s	0	72 155	11 545	60 610	23 811	48 344	36 078	36 078
25 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	0	104 388	16 702	87 686	34 448	69 940	52 194	52 194
45 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	0	84 910	13 586	71 324	28 020	56 890	42 455	42 455
65 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	0	59 293	9 487	49 806	19 567	39 726	29 647	29 647
Nettó haszon a pilismaróti vízlépcső megépítése után								
	1. eset		2. eset		3. eset		4. eset	
Forgatókönyvek	Magyarország	Szlovákia	Magyarország	Szlovákia	Magyarország	Szlovákia	Magyarország	Szlovákia
400 m <sup>3</sup> /s	-83 369	76 631	-83 369	76 631	-83 369	76 631	-83 369	76 631
1100 m <sup>3</sup> /s	-101 270	58 731	-101 270	58 731	-101 270	58 731	-101 270	58 731
25 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	-85 153	74 847	-85 153	74 847	-85 153	74 847	-85 153	74 847
45 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	-94 892	65 108	-94 892	65 108	-94 892	65 108	-94 892	65 108
65 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	-107 701	52 300	-107 701	52 300	-107 701	52 300	-107 701	52 300
A pilismaróti vízlépcső megépítéséből következő pótlólagos nettó haszon								
	1. eset		2. eset		3. eset		4. eset	
Forgatókönyvek	Magyarország	Szlovákia	Magyarország	Szlovákia	Magyarország	Szlovákia	Magyarország	Szlovákia
400 m <sup>3</sup> /s	-83 369	-31 325	-100 642	-14 052	-118 994	4 300	-137 347	22 653
1100 m <sup>3</sup> /s	-101 270	-13 425	-112 814	-1 880	-125 081	10 387	-137 347	22 653
25 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	-85 153	-29 541	-101 855	-12 839	-119 601	4 907	-137 347	22 653
45 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	-94 892	-19 802	-108 478	-6 216	-122 912	8 218	-137 347	22 653
65 %, min. 400 m <sup>3</sup> /s	-107 701	-6 994	-117 187	2 493	-127 267	12 573	-137 347	22 653

A 15. táblázat utolsó negyedében láthatunk néhány sarokszámot, melyekből következtetni lehet arra, hogy mely vízmegosztás/bősi áramrészesedés kombinációk esetén nem éri meg Szlovákiának a pilismaróti beruházás erőltetése. Amennyiben Pilismarót előtt minden bősi áram Szlovákiát illette, akkor Pilismarót megépítésével csak romolhat a szlovák fél helyzete. 84 %-os szlovák bősi részesedésnél az esetek nagy részében még mindig nem érdekük az alsó vízlépcső megépítése, 67 %-os részesedésnél viszont már igen. Amennyiben Bősnél nem átfolyásos, hanem enyhe csúcs üzemmódban termelnek áramot, akkor (mivel az egy kicsit értékesebb), Szlovákiának még kevésbé érdeke feladni az ottani áramot a pilismarótiért cserébe.

### 3 *A hajózóút kialakításának költségei és hasznai*

A hajózással kapcsolatos vizsgálatot a Magyar Környezetgazdaságtani Központ elemzése alapján az iid Budapest Kft végezte. A hajózóút fejlesztés költségét itt azoknak a műszaki beavatkozásoknak az árai jelentik, amelyeket a hajózóút meghatározott fejlesztése – azaz a merülési mélység, a hajózóút szélessége, mindkettő az év meghatározott számú napjaiban – érdekében szükségesek. A fejlesztés hasznait az így elkerült költséggel mérhetjük. A hajózás korlátozása – a szállító járműveket nem lehet teljesen megrakodni, így kapacitásuk nincs kihasználva; a járművek vesztegelni kényszerülnek, késnek, fuvarok, megrendelések esnek ki, stb – a hajózó vállalkozásoknak ugyanis többlet költségeket jelentenek. Ha a fejlesztés megvalósul a többletköltségek csökkennek vagy eltűnnek.

A számszerűsített hajózási hatások tehát költség jellegűek. Ezt azt jelenti, hogy a számított értékek negatív előjellel szerepelnek a nettó pénzáramlásokban. A számszerűsítés relatíve értendő, mivel az ideális állapothoz viszonyított hajózási felárral (többletköltségekkel) számolunk. Ideálisnak azt az állapotot tekintjük, amikor a merülési mélység 25 dm. Ebben az esetben, ha egy adott variánshoz nem rendelünk hatást, az a lehető legjobb állapotot jelképezi, hiszen ekkor nincs hajózási többletköltség.

A többlet hajózási költség kiszámításához először szükség van a hajózási forgalom előrejelzésére. Ezt – éven belül – két különböző hajózási időszakra tettük meg. Hajózási szakértőnk azt feltételezte, hogy ennek a forgalomnak az árrugalmassága nulla, így az előrejelzést a várható hajózási körülményektől függetlenül lehetett elvégezni.

Másodszor: mind a két hajózási időszakra meg kell határozni a merülési mélység gyakorisági eloszlását, amely azt mutatja, hogy a hajózási időszak hány százalékában áll rendelkezésre legalább egy megadott merülési mélység.

Bonyolítja a kérdést, hogy a hajózhatóság szempontjából a szűk keresztmetszet a Dunán jelenleg nem a magyar szakaszon van, hanem Németországban. Ezért külön kezeltük a jelenlegi helyzetet, és egy közös német-magyar merülési-mélység táblával dolgoztunk. A jövőre nézve azt feltételeztük, hogy idővel felszámolják a németországi szűk keresztmetszetet, s azután már csak a magyar hajózási körülmények okozhatnak hasonló helyzetet. Ilyen merülési-mélység táblát is készítettünk.

Számításainkban a hajózási többletköltség két típusát különböztettük meg. Az egyik, a viszonylag kisebb mértékű többletköltség abból adódik, hogy 15 és 25 dm merülési lehetőség között a hajózáók úgy alkalmazkodnak a kisebb merülési mélységhez, hogy kevésbé rakják meg hajóikat. Ezáltal a fajlagos fuvar költség emelkedik. Erre a szakértők egy felár táblát készítettek, melynek segítségével ezt a többletköltséget számítani tudtuk.

A másik típusú költségtöbblet akkor merül fel, ha a merülési mélység nem éri el a 15 dm-t sem. Ekkor a hajóknak le kell állniuk, és várniuk kell addig, ameddig a hajózási körülmények meg nem javulnak. Ennek költségét is számítani lehet a várakozás várható időtartama és költsége alapján.

A következő táblában mintaképpen bemutatunk néhány merülési-mélység eloszlást.

Három hatásetet különböztetett meg: az alapesetet, egy pozitív esetet és egy negatív esetet. Az alapeset a jelenlegi 'C' variáns szerinti helyzetnek felel meg, a pozitív eset egy duzzasztás nélküli, de hajózási szempontból feljavított Alsó-Duna szakaszt feltételez, míg a negatív eset egy duzzasztás nélküli és a jelenlegi üzemcsatorna nélküli helyzetre vonatkozik. Természetesen hajózási szempontból a duzzasztásos variánsok (3.C.1, 3.C.2 és 3.C.3) a legjobbak, így ezeknél nem jelentkezik hajózási költségtöbblet hatáset.

A hajózási hatás általános adatai a következők.

- (1) Hajózás növekedése. Ez a hajózási forgalom éves növekedési rátája.
- (2) Hajózási tonnaszám (Vízi áruszállítás tervezett volumene) ezer tonnában, 1999-ben, az első időszakban.
- (3) Hajózási tonnaszám (Vízi áruszállítás tervezett volumene) ezer tonnában, 1999-ben, a második időszakban.
- (4) Merülési felár tábla, mely az első típusú költség-többleteket tartalmazza, 16 és 24 dm közötti merülési lehetőségre.
- (5) Hajózási napok száma az első időszakban.
- (6) Hajózási napok száma a második időszakban.
- (7) Várakozási költség ezer forintban, tonnánként és naponta.
- (8) A német építkezés várható időpontja. Ez a szám elemzésünk potenciális legelső évéhez (1986) viszonyított év-sorszám. Tehát a 24-dik év, amikor a legvalószínűbb építési időszakot becsültük, 2010-nek felel meg.

Ezek után a hatásetek specifikus adatai következnek, amelyek minden esetben két merülési eloszlásból állnak, 15 és 30 dm között. Ebben először a magyarországi merülési mélység jelenik meg az első és a másik időszakban, amelyet a német szűk keresztmetszet feltételezett megszűnése után alkalmazunk. Ezt követi a Németország és Magyarország közös szűk keresztmetszete az első és a másik időszakban. Ezek a táblák a hajózási időszak hányadát adják meg dm-enként változó felbontásban.

### Merülési gyakorisági eloszlás a hajózási napok hányadaként

Dm	magyar alap eset	magyar negatív eset	magyar pozitív eset	pfellingi és magyar alap együttes minimuma	pfellingi és magyar negatív együttes minimuma	pfellingi és magyar pozitív együttes minimuma
<b>1. Időszak (március-július)</b>						
15	0,007	0,020	0,001	0,007	0,023	0,001
16	0,003	0,012	0,002	0,003	0,019	0,002
17	0,010	0,007	0,004	0,013	0,015	0,004
18	0,012	0,010	0,003	0,019	0,029	0,003
19	0,007	0,010	0,010	0,015	0,037	0,013
20	0,010	0,021	0,012	0,029	0,054	0,019
21	0,010	0,024	0,007	0,037	0,063	0,015
22	0,021	0,032	0,010	0,054	0,080	0,029
23	0,024	0,041	0,010	0,063	0,068	0,037
24	0,032	0,027	0,021	0,080	0,045	0,054
25	0,041	0,014	0,024	0,068	0,023	0,063
30	0,822	0,782	0,895	0,612	0,544	0,759
<b>2. Időszak (augusztus-február)</b>						



15	0,093	0,215	0,016	0,109	0,244	0,018
16	0,058	0,058	0,031	0,065	0,062	0,036
17	0,063	0,049	0,047	0,071	0,056	0,054
18	0,058	0,062	0,058	0,062	0,077	0,065
19	0,049	0,045	0,063	0,056	0,064	0,071
20	0,062	0,058	0,058	0,077	0,066	0,062
21	0,045	0,057	0,049	0,064	0,061	0,056
22	0,058	0,048	0,062	0,066	0,049	0,077
23	0,057	0,061	0,045	0,061	0,057	0,064
24	0,048	0,041	0,058	0,049	0,038	0,066
25	0,061	0,020	0,057	0,057	0,019	0,061
30	0,347	0,286	0,455	0,263	0,206	0,369

Valószínűség-eloszlással jellemeztük a hajózás várható növekedését, a hajózási tonnaszámokat (a vízi áruszállítás tervezett volumenét) a két hajózási időszakban, és a németországi szűk keresztmetszet megszűnésének várható idejét.

### *Az Alsó-Duna szakasz variánsainak összehasonlítása*

Az elvégzett számítások a következő lépésekből álltak: A hajózási volumen (vízi áruszállítás volumenének) előrejelzése, a különböző időpontoknak megfelelő szűk keresztmetszeti merülési gyakorisági tábla kiválasztása, a felártáblázat felhasználásával az átlagos felár (költségtöbblet) kiszámítása hajózási időszakonként, és ennek szorzata a mindenkori hajózási (áruszállítási) volumennel. Ezek után jelenérték számítás, és a nettó áramlásokhoz költségként való hozzáadás.

Ebben a szakaszban az Alsó-Duna szakaszra vonatkozó variánsokat vizsgáljuk:

<i>Elnevezés</i>	<i>Leírás</i>
3.C.1	Egy duzzasztó Pilismarótnál
3.C.2	Két duzzasztó Szobnál és Neszmélynél
3.C.3	Két duzzasztó Szobnál és Ácsnál
3.C.4	Hagyományos folyamszabályozási technikák alkalmazása
2.2-B	Jelenlegi helyzet, Bős C variánssal, alsó-Duna szakaszi adatok felhasználásával

Már említettük, hogy nem lehet következtetéseket levonni a Bős-Nagymaros Vízlépcső tervének előnyeiről vagy hátrányairól anélkül, hogy valamit fel ne tételeznénk a Szlovákiával folytatott tárgyalások végkimenetéről. Ez különösen igaz a Duna alsó szakaszára. Mivel nem tudjuk, hogy ez a végső kimenet mi lesz, három alternatív számítást végeztünk:

- (1) Magyarország az esetleges alsó duzzasztónál termelt energiának a felét kapná meg.
- (2) Ha Magyarország megépít egy alsó duzzasztót, előnyhöz jut a Szlovákiával végzett tárgyalásokon. Mivel nagyon sok tárgyalási pozíció képzelhető el, azt

számoltuk ki, hogy ha a megépített vízlépcső energiájának a felét megkapjuk, mekkora tárgyalási előnyre kellene szert tennünk ahhoz, hogy megérjen építkezni.

- (3) Magyarország kivonja az alsó duzzasztó kérdését a vízlépcsőrendszer tervből. Ekkor azt kell megvizsgálni, hogy önmagában, mindentől függetlenül, megtérülne-e egy ilyen építkezés.

A következőkben a fenti variánsokat a lehetőségmulasztás és a páros összehasonlítás módszerével értékeljük és rangsoroljuk.

#### *Lehetőségmulasztás számítás*

Ilyen feltételezéssel az öt variáns eredményeinek összehasonlítása a következő táblában található.

Mint látható, a 3.C.4 variáns, tehát **a hagyományos folyamszabályozási technikák alkalmazása bizonyul a legelőnyösebbnek. Ez az eredmény 88 % bizonyossággal állítható. Második helyen a 2.2-B variáns áll, a jelenlegi helyzet megtartása. Annak valószínűsége, hogy mégis ez a preferálandó variáns, mindössze 11,2 %.**







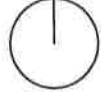

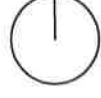

Figyelemreméltó eredmény, hogy **egy alsó vízlépcső felépítését a hajózás költség-haszon viszonyai sem indokolják.**

#### *A két legjobb variáns összehasonlítása*

A következő táblában a két vezető variáns összehasonlításának eredményét foglaltuk össze.

**A 3.C.X változatok összehasonlítása**

**Várható lehetőségmulasztási sorrend**

<p><b>3.C.4</b></p> <p>Várható érték <b>587</b></p> <p>10% 0,0000</p> <p>50% 0,0000</p> <p>90% 1417</p>	 <p>87,8%</p>	 <p>0,0000 249707</p>
<p><b>2.2-B</b></p> <p>Várható érték <b>12562</b></p> <p>10% 0,0000</p> <p>50% 12280</p> <p>90% 24695</p>	 <p>11,2%</p>	 <p>0,0000 249707</p>
<p><b>3.C.1</b></p> <p>Várható érték <b>30633</b></p> <p>10% 11540</p> <p>50% 31453</p> <p>90% 46782</p>	 <p>1%</p>	 <p>0,0000 249707</p>
<p><b>3.C.2</b></p> <p>Várható érték <b>173250</b></p> <p>10% 147439</p> <p>50% 173464</p> <p>90% 198988</p>	 <p>0%</p>	 <p>0,0000 249707</p>
<p><b>3.C.3</b></p> <p>Várható érték <b>201381</b></p> <p>10% 176774</p> <p>50% 203158</p> <p>90% 225573</p>	 <p>0%</p>	 <p>0,0000 249707</p>

**A 3.C.4 előnye a 2.2-B felett**

*Az eredmények eloszlásai*

<b>Nettó jelenérték</b>			
Várható érték	<b>11976</b>		
10%	-1053		
50%	12275		
90%	24695	-20650	39297
<b>Befektetés</b>			
Várható érték	<b>6961</b>		
10%	2855		
50%	6786		
90%	11502	-20650	39297
<b>Természet</b>		<p>Determinisztikus eredmény, értéke -7842</p>	
Várható érték	<b>-7842</b>		
10%	-7842		
50%	-7842		
90%	-7842	-20650	39297
<b>Hajózás</b>			
Várható érték	<b>13977</b>		
10%	12089		
50%	13898		
90%	15996	-20650	39297
<b>Vízkészlet</b>			
Várható érték	<b>-138</b>		
10%	-558		
50%	-25,53		
90%	132	-20650	39297
<b>Vadászat</b>		<p>Determinisztikus eredmény, értéke 948</p>	
Várható érték	<b>948</b>		
10%	948		
50%	948		
90%	948	-20650	39297
<b>Felújítás</b>			
Várható érték	<b>-1632</b>		
10%	-8835		
50%	-1562		
90%	5589	-20650	39297
<b>Karbantartás</b>			
Várható érték	<b>385</b>		
10%	-9361		
50%	372		
90%	9944	-20650	39297
<b>Árvízvédelem</b>			
Várható érték	<b>-685</b>		
10%	-2310		
50%	-630		
90%	819	-20650	39297

Összefoglalva megállapítható, hogy a 3.C.4 variánsnak, tehát a **hagyományos folyamatszabályozási technikák alkalmazásának nettó jelenértéke 12 milliárd Ft.** Ez főleg a hajózási és beruházási előnyöknek köszönhető. A hajózás jobb paraméterek közötti biztosításával a társadalom 50 év alatt, nettó jelenértéken mintegy 14 milliárd forintot profitálna.

#### 4 Fő megállapítások

- (1) A gazdasági vizsgálatok elsősorban az energiatermelés, a hajózás, továbbá a környezetvédelem szempontjait érintették. Nem fókuszáltak az árvízvédelemre, mert a lényegi árvízvédelmi intézkedés, az árhullámok vízhozamának megosztása az üzemvízcsatorna és az eredeti meder között lényegében az eredeti tervek szerint valósult meg Pozsony és Szap között, míg a Szap alatti szakaszon a hangsúly eddig is az árvízvédelmi töltések megfelelő kiépítésén volt.
- (2) **Az eredeti 1977-es tervek szerinti projekt veszteséget hozó vállalkozás volt**, belső megtérülési rátája 3,8 %, és – 1999-re átszámolt jelenértéken – 368 milliárd Ft veszteséget mutat.
- (3) A Szigetköz természeti értékében bekövetkező növekedés értéke egy rehabilitációs folyamat végrehajtása esetén 285-544 milliárd Ft között van, a természeti értékekben bekövetkező veszteség a Gabčíkovi erőmű csúcsrajáratása és egy Pilismaróti vízlépcső esetén pedig 477-634 milliárd Ft közötti.
- (4) Ezen természeti hasznokkal (illetve esetleges veszteségekkel) szemben a megfelelő vízhozam biztosítása a Szigetközben az energiatermelés hasznait csak 23-48 Mrd Ft közötti értékkel csökkenti a bősi erőműben. Azaz mintegy **tízszeres társadalmi haszna van** a szigetközi természeti környezet rehabilitációjának és az ehhez szükséges vízmennyiség biztosításának a bősi erőműben való áramtermelés-maximalizálással szemben.
- (5) **Egy alsó vízlépcső felépítése Pilismarótnál veszteséges vállalkozás**, a beruházásnak legkedvezőbb feltételek fennállása esetén is 74,4 milliárd forint veszteség keletkezik.
- (6) Szlovákiát az alsó vízlépcső fel nem építése miatt nem éri áramvesztés, ha a felek az áramtermelésből való részesedést az építkezésben való részvétel arányához kötik. Szlovákiát amiatt is csak csekély áramvesztés éri, ha a Bíróság ítéletének 140. pontját teljesítve az eredetileg tervezettnél több vizet fordítanak a felek az eredeti meder és mellékági természeti értékeinek fenntartására.
- (7) Bős esetében **az átfolyásos üzem mód, enyhe csúcs üzem mód és a csúcs üzem mód nettó hasznai között minimális különbség mutatkozik**. Bár az utóbbi két üzem mód esetén magasabb átlagáron értékesíthető a megtermelt energia, a csökkenő mennyiség miatt mindössze 0,6-1,4 %-kal nő a nettó haszon, miközben fokozódnak a környezeti károk. Csúcs üzem mód esetében ráadásul szükségessé válhat Pilismarót megépítése, ami legalább 40 milliárd forinttal csökkentené a Bősnél realizálható hasznokat.
- (8) A hajózóút kialakítása **hagyományos folyamszabályozási eszközökkel** műszaki értelemben ugyan szerényebb paraméterek elérését valósítja meg, mint az vízlépcsővel való duzzasztás, ugyanakkor **közgazdasági-társadalmi jóléti szempontból jobb** (kevésbé veszteséges) megoldás.

- (9) A Duna hasznosítási lehetőségeit szektoronként összevetve azt találjuk, hogy legnagyobb társadalmi-jóléti haszna a Szigetköz rehabilitációjának és a Dunakanyar tájképe megőrzésének van 285-634 milliárd forint értékben; a második legnagyobb hasznot (59-124 milliárd forint értékben) a bősi erómű hozhatná, bár ennek érdekében le kellene mondani a természeti hasznok ennél értékesebb részéről; s végül a hajózás fejlesztése 14 milliárd forintot érne a társadalomnak.

## 5 Irodalom

Bartus G.; Kis A.; Kék M.; és Puppán D.: *The use of environmental resources in the crossfire of interests – The case of Gabčíkovo-Nagymaros Project* Periodica Polytechnica Ser. Soc. Man. Sci. Vol. 8. No. 2. pp. 159-172, 2000.

Fucskó J.; Garrod, G.; Powell, J. és Valené Kelemen Á.: *A Szigetköz és a Dunakanyar természeti tőkéjének értékelése* A Miniszterelnöki Hivatal részére készített tanulmány, Magyar Környezetgazdaságtani Központ, Budapest, 2001

Szekeres Sz.: *A Bős-Nagymarosi Vízlépcsőrendszer tervének költség-haszon elemzése* A Miniszterelnöki Hivatal részére készített tanulmány, iid Budapest Kft, Budapest, 1999

Szekeres Sz.: *A szigetközi vízmegosztási alternatívák havi bontású költség-haszon elemzése* A Miniszterelnöki Hivatal részére készített tanulmány, iid Budapest Kft, Budapest, 2000