

3. Gazdaságossági elemzések elvégzése A kidolgozott technológiák ökonómiai elemzése, összevetése más technológiai megoldásokkal

Hagyományos költség-haszon elemzés módszere

A módszer lényege, hogy összehasonlítsa és mérje a materiális és immateriális hasznokat és költségeket. Sokrétűbb elemzési módszer a pénzügyi elemzésnél, mivel az csak a pénzben kifejezhető hasznokat és költségeket méri, míg a költség- haszon elemzés nehezen számszerűsíthető tényezőket is figyelembe vesz, hozzájárulva ezzel a felelősebb döntéshozatalhoz. A módszer egyik nagy *előnye*, hogy egy beruházási döntés valamennyi pozitív és negatív hatását is figyelembe veszi, ezen kívül a projektjavaslat költségeit és hasznait felmerülésük sorrendjében veszi figyelembe és alternatív megoldások összehasonlítására is alkalmas. *Hátrányai* közé tartozik azonban, nehezen tud figyelembe venni olyan hatásokat melyek pénzben nem kifejezhetőek (környezeti externáliák), a társadalmi diszkontráta meghatározása is nehézkes, drágább és időigényesebb más elemzési módszereknél és figyelmen kívül hagyja a disztribúciós tényezőket. Gyakorlati haszna az egyes projektváltozatok közötti döntés segítése, az alapján, hogy melyik biztosítja a legkedvezőbb költség- haszon kombinációt. A költség- haszon elemzés módszere a költséghatékonyság elvének érvényesülését segíti.

Az elemzést felépítő tényezők:

Hasznok	Költségek
Közvetlen hasznok	Közvetlen kiadások
Pozitív externáliák és egyéb közvetett hasznok, köztük a projekt miatt elmaradt veszteségek	Negatív externáliák és egyéb közvetett költségek, köztük: alternatív költségek

(Forrás: Közigazgatási Informatikai Bizottság Ajánlása,2009)

A költség- haszon elemzés lépései és szabályai

A költség- haszon elemzés célja, hogy egy- a közösség jólétét javító-intézkedés hasznait és költségeit pénzben értékelje. Megkönnyíti a beruházásokkal, működtetéssel kapcsolatos döntéseket, hiszen nagyon sok területen jelentkező hasznokat és költségeket egy dimenzióra redukálja-, a pénz nyelvére fordítja. Ez jelenti előnyét és fő veszélyét is: a tapasztalatok szerint a pénzben ki nem fejezett előnyök sokkal kisebb súllyal esnek latba a döntéseknél, mint a monetarizált előnyök. Egy szempont, például az oktatási/kutatási/környezeti érdekek csak akkor tudják magukat hatékonyan képviselni a döntések során, ha hasznukat

és költségüket a pénz nyelvére fordították. Hiba azonban a költség-haszon elemzés jelentőségének eltúlzása, kizárólagos döntési kritériumként történő kezelése. A hosszabb távon jelentkező, bizonyos valószínűséggel bekövetkező hasznok ugyanis nem vagy csak nagy bizonytalansággal és kis súllyal, diszkontált értékkel szerepelnek a költség-haszon elemzésekben. A közgazdasági számítások nem teszik feleslegessé, sőt nagyon is megkövetelik, hogy eredményeinket józan megfontolások és a felelős gondolkodás szellemében értékeljük. A költség-haszon elemzés felhasználható:

- Egy adott projekt elvetésével vagy megvalósításával kapcsolatos döntéseknél,
- A különböző projektek összehasonlítására, a legjobb lehetőség kiválasztására

A költség- haszon elemzés folyamata:

1. A projekt elvárt eredményeinek meghatározása
2. Az elemzést meghatározó feltételek azonosítása
3. Az elemzési időszak kijelölése
4. A költségek és hasznok beazonosítása, valóságosságuk ellenőrzése
5. Pénzben kifejezett érték rendelése az egyes hasznokhoz és költségekhez
6. A hasznok és költségek diszkontálása, jelenértékének kiszámítása
7. A kockázatok és bizonytalanságok értékelése
8. A pénzben nem vagy nehezen kifejezhető hasznok és költségek hatásainak felmérése
9. Javaslat kidolgozása
(Forrás: Közigazgatási Informatikai Bizottság Ajánlása,2009)

A költség-haszon elemzés módszertani részletei

Az elvégzett gazdasági elemzés alapvetően a különböző projektek összehasonlítására alkalmas költség-haszon elemzési eljárás módszertanán alapul. Az **elemzés célja** annak megállapítása, hogy **a talajkímélő, klímabarát művelési módok eszközigénye, illetve az eszközbeszerzés többletköltsége a művelési költségek, a jelentkező megtakarítások összesítése alapján, milyen hosszú üzleti ciklus alatt térül meg.**

A vizsgálat első részében a korábbi kutatási fázisban rögzített költségadatokat átalakítottuk olyan függvényformába, amelyek így alkalmasak lettek az elemzés elvégzéséhez. A költségváltozás során a helyzet egyszerűbb volt, mert itt tulajdonképpen az első technológiai eljárás különbségeit vettük figyelembe oly módon, hogy a kapott új adat esetében a negatív érték a kedvezőtlen, a pozitív érték a kedvező irányt mutatja.

A termelési érték esetében a kapott szöveges elemzés alapján egy súlyozásos, többkritériumos eljárást alkalmaztunk. Ennek alapinformációit képi az adott növény átlagos terméseredménye, mely a technológiai eljárások szöveges kiértékelésének megfelelően, egy új pontozási rendszernek megfelelően kalkulálunk.

Ez a pontszám 60%-os súllyal szerepel az eljárásban. Ez tartalmazza az adott technológia szén és vízvesztését, valamint a taposási kárt. A maradék 40%-ot szintén pontozási rendszer eredményeképp generáljuk. Ez elsősorban arra koncentrál, hogy a technológiai eljárások menetszámának változásával vagy komplexebb, vagy egyszerűbb lesz az adott termék előállítása. Minél kevesebb menetszámmal kell számolnunk, annál kevésbé léphetnek fel ütközések az erőforrások elosztása esetében. Így megint csak kedvező és kedvezőtlen irányokat vehetnek fel a különböző technológiák alkalmazásához kapcsolódó döntések.

A két súlyozás összpontszámaként keletkező érték százalékos formában került felhasználásra úgy, hogy az adott kultúra esetében maximum 10%-ot képes összességében befolyásolni a rendszer alapstruktúráját.

Az így kapott termelési érték és költség különbségeként kalkulálható egy évre, egy hektárra vonatkozó jövedelemváltozás. Ezt felhasználva 7 éves futamidőre, 100 ha összterületre, 8%-os kalkulatív kamatláb mellett vizsgáltuk azt a maximális beruházási értéket, amelyet az adott technológiai eljárás bevezetésével, a 7 éves futamidőt figyelembe véve, a leggyorsabban megtérül.

Ezeknek a kalkulációnak az eredményeit tartalmazza az alábbi két táblázat. Mindkét vizsgálat eredmény alapján megállapítható, hogy az utolsó „tárcsázásos” és „kultivátoros” technológiai változatok képesek kitermelni azon eszközök bekerülési értékét, amelyekkel az új eljárások technológiai kivitelezése történik.

1. TÁBLÁZAT JAVASOLT ASZÁLYKÁR MEGELŐZŐ ÉS CSÖKKENTŐ TALAJMŰVELÉSI ELJÁRÁSOK ÖSSZEHASONLÍTÓ TÁBLÁZATA

	Hagyományos szántásos rendszer	Hagyományos lazításos (tavaszi vetés)	Javított szántásos rendszer	Javított szántásos rendszer	Javított lazításos rendszer (tavaszi vetés)	Tárcsás rendszer (őszi vetés)	Kultivátoros rendszer (őszi vetés)	
Költségváltozás	0	-17500	9300	5100	9800	24700	20600	
Hozamváltozás mértéke	-3	-2	0	3	2	0	3	
	6	5	3	0	1	3	0	
	3	2	0	3	2	0	3	
	-1	-0,666666667	0	1	0,666666667	0	1	
	-60	-40	0	60	40	0	60	
Szénveszteség	-1	-1	0	1	1	0	1	
Vízveszteség	-1	0	0	1	1	0	1	
Taposási kár	-1	-1	0	1	0	0	1	
Menetszám	7	7	5	4	5	5	3	
	0,428571429	0,428571429	0,6	0,75	0,6	0,6	1	
Összpontszám	-42,85714286	-22,85714286	24	90	64	24	100	
	-0,428571429	-0,228571429	0,24	0,9	0,64	0,24	1	
	0,607814	-0,260491613	-0,13892886	0,145875303	0,547032387	0,389000808	0,145875303	0,607813763
Termésátlag	3,3	3,214037768	3,254153476	3,34813885	3,480520688	3,428370267	3,34813885	3,500578542
Termésátlag változás mértéke	10%							
Értékesítési egységár	65000							
Termelési érték változása	214500	-5587,545092	-2980,024049	3129,025251	11733,84469	8344,067337	3129,025251	13037,60521
Egy hektáron elérhető átlagos jövedelemváltozás	-5587,545092	-20480,02405	12429,02525	16833,84469	18144,06734	27829,02525	33637,60521	
Összterület	100	ha						
Futamidő	7	év						
KKL	8%							
B0	-2 909 083	-10 662 658	6 471 010	8 764 322	9 446 473	14 488 820	17 512 982	

2. TÁBLÁZAT JAVASOLT BELVÍZ MEGELŐZŐ ÉS CSÖKKENTŐ TALAJMŰVELÉSI ELJÁRÁSOK ÖSSZEHASONLÍTÓ TÁBLÁZATA

	Hagyományos szántásos rendszer	Hagyományos lazításos	Javított szántásos rendszer	Javított lazításos rendszer	Kultivátoros rendszer (őszi vetés)	Kultivátoros rendszer (őszi és tavaszi vetés)	Kultivátoros rendszer (őszi vetés)
Költségváltozás	0	-27000	-800	8000	3500	19500	16900
Hozamváltozás mértéke	-3	-2	0	3	0	3	3
	6	5	3	0	3	0	0
	3	2	0	3	0	3	3
	-1	-0,666666667	0	1	0	1	1
	-60	-40	0	60	0	60	60
	Szénveszteség	-1	-1	0	1	0	1
	Vízveszteség	-1	0	0	1	0	1
	Taposási kár	-1	-1	0	1	0	1
Menetszám	6	7	5	4	4	4	4
	0,666666667	0,571428571	0,8	1	1	1	1
Összpontszám	-33,33333333	-17,14285714	32	100	40	100	100
	-0,333333333	-0,171428571	0,32	1	0,4	1	1
	0,470041	-0,033333333	-0,017142857	0,032	0,1	0,04	0,1
Termésátlag	3,3	3,289	3,294342857	3,31056	3,333	3,3132	3,333
Termésátlag változás mértéke	10%						
Értékesítési egységár	65000						
Termelési érték változása	214500	-715	-367,7142857	686,4	2145	858	2145
	Egy hektáron elérhető átlagos jövedelemváltozás	-715	-27367,71429	-113,6	10145	4358	21645
	Összterület	100	ha				
	Futamidő	7	év				
	KKL	8%					
BO	-372 255	-14 248 645	-59 144	5 281 862	2 268 936	11 269 188	9 915 532

A KLÍMAÉRZÉKENYSÉGI GAZDASÁGI VIZSGÁLATOK

Bevezetés

Föld légkörének összetétele és éghajlata mindig változott. Az elmúlt évmilliók alatt hidegebb és melegebb időszakok követték egymást, aminek okai között egyaránt megtaláljuk bolygónk Nap körüli pályájának ingadozásait, új növényfajok elterjedését, de a nagy vulkánkitöréseket is. Az iparosodás időszaka óta, de különösen az elmúlt évtizedekben azonban az éghajlat az elmúlt 650 ezer évben nem tapasztalt ütemben melegszik, amely összefügg az ipari forradalom óta egyre növekvő fosszilis tüzelőanyag felhasználás nyomán felszabaduló szén-dioxid légkörbe jutásával. A mind gyakoribbá váló forró, aszályos nyarak és enyhe telek, a világszerte tapasztalt rendkívüli időjárási események egy globális mértékben veszélyes folyamat tünetei. A tudományos közösség megállapítása szerint a 20. század második felében végbement mintegy fél Celsius fokos melegedés nagy valószínűséggel emberi eredetű, s gyakorlatilag kizárható, hogy ez a környezetünk állapotában végbement természeti eredetű ingadozás. Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület legújabb jelentése minden korábbinál egyértelműben fogalmaz e tekintetben, azaz nagy bizonyossággal kijelenthető, hogy az ember természet átalakító, sokszor káros tevékenysége a Föld klimatikus rendszerét is elérte. A világgazdasági és társadalmi fejlődését, valamint a földi éghajlat érzékenységét számításba véve a tudományos közösség értékelése szerint 1,1–6,4°C közötti mértékben várható 2100-ra a melegedés (az előző évszázad végéhez képest). Hazánkban az átlaghőmérséklet emelkedése mellett a következő évtizedekre az éves csapadék átlagos mennyiségének csökkenése és csapadékeloszlás átrendeződése (több csapadék télen, kevesebb nyáron) várható, továbbá a szélsőséges időjárási események gyakoriságának és intenzitásának növekedése. A csapadék utánpótlás, a felszíni és felszín alatti vizek helyzete (minőség, mennyiség) lesz a legkritikusabb kérdés. Globális szinten a változások hatására régióként nagyon eltérő mértékű

gazdasági visszaesés, és az egyre kevésbé élhető területekről való elvándorlás jelentős megnövekedése várható.

Az éghajlat változása a Föld különböző térségeit eltérő módon érintik. A földi átlaghőmérséklet 2 °C-ot meghaladó emelkedésének azonban olyan elhúzódó, illetve ugrásszerű következményei lehetnek, amelyek minden ország számára hátrányosak, s amelyeket később már nem lehet visszafordítani. Az általánosan elfogadott tudományos álláspont szerint az „utolsó” pillanatban vagyunk a veszélyes éghajlatváltozás elkerüléséhez, ahhoz, hogy a földi átlaghőmérséklet 2°C-ot meghaladó emelkedését elkerülhessük. Ahhoz, hogy ezt 50 százalékos valószínűséggel elérjük, a globális üvegházhatású gáz kibocsátásokat el kell kezdeni csökkenteni. Mindemellett, már ekkora átlagos hőmérsékletemelkedés is jelentős ökológiai és társadalmi-gazdasági következményekkel fog járni, de talán még nem lesznek a változások visszafordíthatatlanul károsak. Ugyanakkor valószínűsíthető, hogy a földi átlaghőmérséklet 2°C-ot elérő vagy meghaladó emelkedése után megnő a visszafordíthatatlan klímaváltozás valószínűsége (NÉS, 2008).

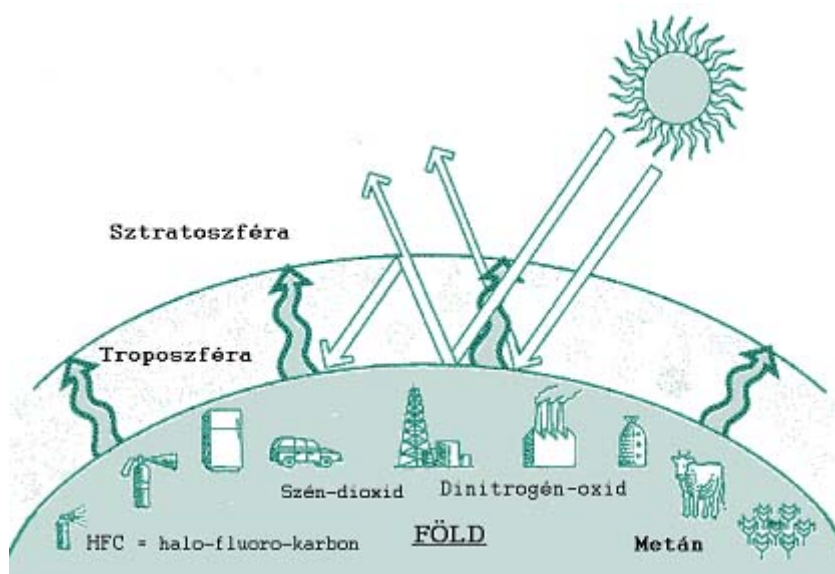
A tudósok döntő része egyetért abban, hogy ha a Földön az átlaghőmérséklet 2 °C-nál nagyobb mértékben emelkedik az 1700-as évekhez képest, akkor annak következményeként – többek között – súlyos regionális víz- és élelmiszerellátási feszültségek jelennek meg. A különböző hatásvizsgálatok, modellek azt is előrevetítik, hogy a felmelegedéssel megnő a kockázata olyan változásoknak, amelyek visszafordíthatatlanok, így például a növény- és állatfajok gyorsuló mértékű kihalása. Ez a tudományos egyetértés az alapja a magyar éghajlat-politikának is, amelynek fő szempontjait, összefüggéseit tartalmazza a NÉS.

A globális felmelegedésre, a klímaváltozásra Magyarországnak is választ kell adnia, mégpedig kettős célrendszer alapján. Egyrészt a klímaváltozást erősítő hatások csökkentését kell elérni, másrészt a már elkerülhetetlen hatásokra kell felkészülni.

Az éghajlat mind a földtörténeti korok folyamán, mind az emberiség története során, így napjainkban is folyamatosan változik. Milliárd

éves skálán a földi éghajlat természetes változékonyságát a Föld Nap körüli pályájának csillagászati ciklusai, a Földet elérő napsugárzás erősségének változása, a légkör összetétele, a kontinensvándorlás és a vulkanikus tevékenység határozza meg. Az utóbbi 200–300 évben azonban az emberiség is képessé vált arra, hogy különböző tevékenységeivel számottevően befolyásolja az éghajlati rendszert helyben, regionálisan és világszinten egyaránt.

A Föld hőmérsékletét a Napból érkező és a Föld felszínéről a világűrbe távozó sugárzási energia egyensúlya határozza meg. A légkörben egyes gázok a Napból érkező rövid hullámhosszú sugárzást akadálytalanul átengedik, de a földfelszín felől érkező hosszuhullámú sugárzást elnyelik. Ettől az alsó légkör felmelegszik, s ezek is hősugarakat bocsátanak ki magukból, vagyis ezáltal a talaj közelében tartják a meleget. A jelenséget az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra - Az üvegházhatás egyszerűsített folyamata - Forrás: Fogarassy, 2012

Az üvegházhatás természetes folyamat, amely nélkül a földi átlaghőmérséklet 33°C-kal lenne alacsonyabb. A legfőbb természetes üvegházhatású gáz a vízgőz (H₂O), a szén-dioxid (CO₂), a metán (CH₄) és a dinitrogén-oxid (N₂O). A legnagyobb mértékben a vízgőz járul hozzá az üvegházhatáshoz, de a légköri tartózkodási ideje nagyon rövid, körülbelül 10 nap. Mennyiségét

leginkább a természetes folyamatok, valamint a légkör hőmérséklete határozza meg.

Ezzel szemben a másik három gáz légköri tartózkodási ideje viszonylag hosszú (10-200 év), a be- és kikerülési arányukat és így légköri koncentrációjukat az emberi tevékenységek jobban meghatározzák. Az ipari forradalom óta az emberiség fosszilis tüzelőanyag-felhasználása és a fokozódó mezőgazdasági termelés növelte az összes, hosszú tartózkodási idejű üvegházhatású gázkibocsátást. Az egyes ipari tevékenységek a fent említett természetes üvegházhatású gázok mellett mesterséges üvegház-hatású gázokat is kibocsát, ilyenek például a fluorozott szénhidrogének (HFC-134a), a perfluor-karbonok (HFC-23) és a kén-hexafluorid (SF₆). Minden üvegházhatású gáz különböző mértékben járul hozzá a globális felmelegedéshez sugárzási tulajdonságától, molekuláris tömegétől és légköri tartózkodási idejétől függően. Az üvegházhatású gázok légköri tartózkodási idejét, illetve üvegházhatásának mértékét az 3. táblázat mutatja be.

3. táblázat - Az üvegházhatású gázok légtérben való tartózkodási ideje, légköri felmelegítő képessége (GWP)

Üvegház-hatású gáz	Tartózkodási idő	GWP (Global Warming Potential) a különböző időskálán		
		20 éves	100 éves	500 éves
CO ₂	változó	1	1	1
CH ₄	10,8	67	23	6,9
N ₂ O	114	291	298	153
HFC-134a	14	3830	1430	435
HFC-23	270	12000	14800	12200
SF ₆	3200	16300	22800	32600

Forrás: Fogarassy, 2012

Az emberi tevékenység más módon is hatással van az éghajlatra. Az energiatermelés, az ipar és a közlekedés egyaránt forrásai a légkörben lebegő kisebb, nagyobb úgynevezett aeroszol részecskének. Ezekről a részecskékről a bejövő napsugárzás egy része visszaverődik a világűr felé, s így hűtő hatást fejthetnek ki.

Befolyásuk fontos lehet az erősen szennyezett területeken, de az üvegházhatású gázokkal ellentétben, nem halmozódnak fel a légkörben, mert vagy a gravitáció, illetve a leszálló légáramlatok hatására száraz ülepedéssel, vagy csapadék útján nedves ülepedéssel néhány hét alatt kikerülnek onnan. Továbbá az olyan emberi tevékenységek, amelyek megváltoztatják egy adott terület felszínét szintén befolyásolják a sugárzási egyenleget, mivel a különböző típusú felszínek eltérő mértékben verik vissza a bejövő napsugárzást. Ilyen tevékenységek például a mezőgazdaság és az erdőirtás.

Jégfuratokból vett levegőmintákból tudni, hogy az ipari forradalom előtt a szén-dioxid légköri koncentrációja milliomodrész mértékegységben kifejezve nem haladta meg a 300 ppm-et; azonban ez a koncentráció 2006-ban elérte a 381 ppm értéket, amely az utóbbi 650 ezer év legmagasabb koncentrációja. A vizsgálatok kimutatták azt is, hogy a metán mennyisége a légkörben megduplázódott, a dinitrogén-oxidé pedig 20 százalékkal nőtt az ipari forradalom óta. Mindemellett a jelenkori éghajlatváltozásának vizsgálatakor rendkívül fontos szem előtt tartani, hogy nemcsak az elmúlt száz év alatt bekövetkezett, illetve a 2100-ra előre jelzett globális felmelegedés mértéke ad okot aggodalomra, hanem az a tény, hogy ez a több Celsius fokos változás alig néhány évszázad alatt következik be, vagyis körülbelül 50-szer, 100-szor gyorsabban, mint a földtörténeti korok során.

Az éghajlatváltozással szembeni küzdelem csak globális összefogással lehet eredményes. Ezt az összefogást testesíti meg az 1992-ben aláírt ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezmény (UNFCCC), amely a legmagasabb szintű cselekvési-keretet és összhangot nyújtja a nemzetközi összefogáshoz. A keretegyezményben a fejlett ipari országok azt vállalták, hogy üvegházhatású gáz kibocsátásaik 2000-ben nem haladják meg az 1990-es szintet, valamint nyilvántartást vezetnek üvegházhatású gázkibocsátásaikról.

A 2004 óta csatlakozott tagállamokra – a Kiotói Jegyzőkönyv keretében – természetesen nem a közös, 8%-os uniós vállalás, hanem az általuk 1997-ben önállóan vállalt kibocsátás-csökkentési

célok vonatkoznak. Ugyanakkor emellett részt vesznek az EU kibocsátás-csökkentési erőfeszítéseiben is, az éghajlatváltozás elleni küzdelemhez direkt vagy indirekt módon kapcsolódó közös uniós szabályozás kidolgozásában való közreműködéssel (pl. gépjárművek szén-dioxid kibocsátásáról szóló rendelet, üzemanyagok minőségéről szóló irányelv, stb.).

Fontos lépés volt az Unió éghajlat-politikájában, hogy 2007. június 29-én az Európai Bizottság elfogadta első adaptációs tervezetét, melyet Zöld Könyv formájában, Brüsszelben, nyilvános vitára bocsátottak. Ennek legfontosabb eleme az integráció elve. E szerint a klímapolitikát be kell építeni a fejlesztéspolitikába, azaz a kohéziós politika egyik központi elemévé kell tenni. Annak érdekében, hogy ezek a változások, társadalmi igények is gazdasági döntések részévé váljanak, a klimatikus hatásokat mérhető gazdasági egységekben, pl. forintban kell értelmeznünk.

Klímahatások gazdasági számszerűsítése

Ahogy az a költség-haszon vizsgálatok leírásában már jeleztük, a módszer, illetve az eljárás alkalmas lehet olyan projekt tényezők/hatások mérlegelésére is, amelyek nem fejezhetők ki egyértelműen pénzben, de bizonyos tényező súlyozással mégis a gazdasági mérlegelés részévé tehetők. Ennek eredményeit láthattuk is az 1. és 2. táblázatokban. Ezek azonban mégsem pontos kalkulációk, illetve az erőforrások (pl. klimatikus tényezők) felhasználásának arányairól/értékéről nem adnak pontos felvilágosítást.

A környezeti vagy klímaváltozásra gyakorolt hatások módszertanát sokféleképpen kidolgozták már az elmúlt időszakban, ezek között véleményünk szerint a legeredményesebb megközelítésnek tekinthető, ha a vizsgált rendszerek működési feltételeinek externália tartalmát, externális hatásait vizsgáljuk, és így adjuk meg a káros vagy hasznos környezeti/klimatikus hatások gazdasági értékét.

Klasszikus értelemben externáliáról akkor beszélünk, amikor egy pénzügyileg önálló egység, pl. egy vállalkozás/termelési folyamat

közvetlenül befolyásolja egy másik, pénzügyileg önálló egység, egy vállalkozás vagy egy fogyasztó helyzetét, anélkül, hogy a piacon kerülnének kapcsolatba. A neoklasszikusok a környezeti problémát a piac tökéletlenségével magyarázták. Az externális hatások internalizálása gazdasági, társadalmi kényszer.

Jelen esetben externáliaként értelmezhetők azok a műveléstechnikai beavatkozások, melyek révén vízvesztés, taposási kárt, vagy talajszén veszteséget okozunk a művelt talajunkon, melynek erőforrás-vesztéseit nem vesszük figyelembe a hagyományos gazdasági kalkulációkkal (még a költség haszon elemzés révén sem). Annak érdekében, hogy ezen hatások ökológiai jelentőségét is gazdasági hatásként tudjuk megformálni, egy sajátos, jól forintosítható értékmérőt kell a mérőrendszer részévé tennünk. Ennek a még újszerű, de egyre nagyobb körben használt mérőszámnak, vagy indikátornak a neve karbonlábnyom, vagy CO₂e egyenérték. A karbonlábnyom azokat a tevékenységeket összesíti, amelyeknek hatása van a környezetre, de ezen belül leginkább a klímaváltozásra. A fogalom nagyon szorosan kapcsolódik a mindennapi élet fosszilis energiateljesítményének méréséhez, amely főként a fosszilis alapú elektromos áram, hőenergia és a közlekedés területeire fókuszál. A karbonlábnyom az üvegházhatású gázok mérésére koncentrálna, azok egyedi szintjét határozza meg CO₂e egyenértékben (tCO₂e, kgCO₂e). Ennek az ökológia mérőszámának a használatával főként a fosszilis energiatereléshez kapcsolódó környezetterhelést, a termelési rendszerek klímaváltozásra gyakorolt hatását lehet nyomon követni. A klímatis hatások gazdasági kifejezése pedig azért egyszerű a CO₂e indikátoron keresztül, mert ennek a környezeti mutatószámának jól működő kereskedelmi felülete, tőzsdei platformja van a Világ különböző pontjain. Az gazdasági térségben 6-15 EUR/tonna áron kalkuláltunk 1 tonna többlet CO₂e kibocsátás, vagy megtakarítás esetén.

CO₂ kalkulációs módszertan az egyes művelési módok klimatikus hatásainak pénzbeli kifejezésére

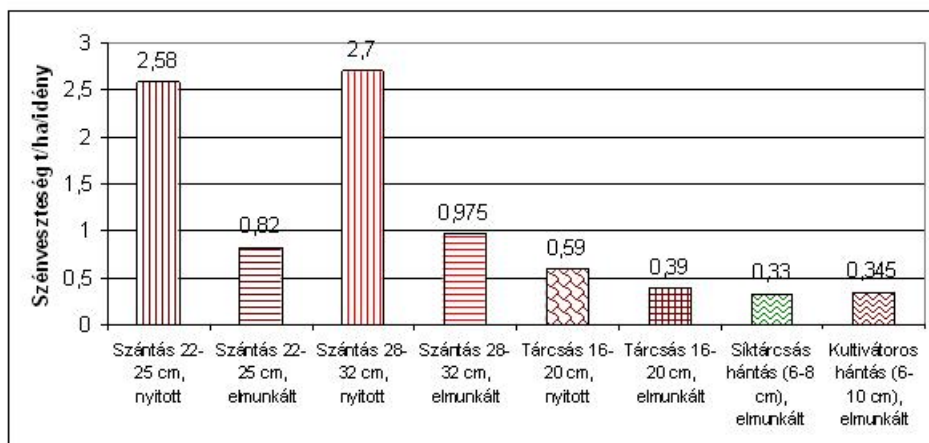
A módszertani összefoglaló táblázat adatainak megfelelően (4. táblázat), az egyes művelési, agrotechnikai eljárások szénveszteségre vonatkozó kategóriákat állítottunk fel a korábbi kutatási eredmények alapján.

4. táblázat Módszertani összefoglaló táblázat a különböző agrotechnikai eljárásokhoz

		1. változat	2. változat	3. változat	4. változat	5. változat	6. változat	7. változat
		Hagyományos szántásos rendszer	Hagyományos lazításos (tavaszi vetés)	Javított szántásos rendszer	Javított szántásos rendszer	Javított lazításos rendszer (tavaszi vetés)	Tárcsás rendszer (ősz vetés)	Kultivátoros rendszer (ősz vetés)
Agrotechnikai eljárások	1.	Tarlóhántás hagyományos tárcsával	Tarlóhántás hagyományos tárcsával	Tarlóhántás siktárcsával	Tarlóhántás kultivátorral	Tarlóhántás siktárcsával	Tarlóhántás hagyományos tárcsával	Tarlóhántás kultivátorral, vagy siktárcsás porhanyítóval
	2.	Szántás ágyekével	Középmélylazítás	Szántás ágyekével	Szántás váltaforgató ekével és packer lezáró egyengető elemmel	Középmélylazítás + henger elem	Tarlóápolás alapművelés tárcsával	Tarlóápolás, alapművelés kultivátorral
	3.	Elmunkálás tárcsával	Tarlóápolás hagyományos tárcsával	Elmunkálás felszintömörítő hengerrel	Magágykészítés kompaktossal	Tarlóápolás és elmunkálás siktárcsával	Rögtörő hengerezés	Magágykészítés vetés és felszintömörítés
	4.	Rögtörő hengerezés	Szántás ágyekével	Magágykészítés kompaktossal	Magágykészítés vetés és felszintömörítés	Magágykészítés kompaktossal	Magágykészítés kompaktossal	
	5.	Magágykészítés kompaktossal	Elmunkálás tárcsával vagy rögtörő hengerrel	Magágykészítés vetés és felszintömörítés		Vetés és felszínalakítás lezárással	Magágykészítés vetés és felszintömörítés	
	6.	Hagyományos vetés	Magágykészítés kombinátorral 1 vagy 2 alkalommal					
	7.	Felszintömörítés	Vetés és felszínlezárás					
Menetszám		7	7	5	4	5	5	3
Költség Ft/ha		69100	86600	59800	64000	59300	44400	48500
Fogyasztás l/ha		64	77	55	60	61	44	40
Szénveszteség		Jelentős	Jelentős	Közepes	Csekély	Csekély	Közepes	Csekély
Vízveszteség		Jelentős	Közepes	Közepes	Csekély	Csekély	Közepes	Csekély
Taposási kár		Jelentős	Jelentős	Közepes	Csekély	Közepes	Közepes	Csekély

A 3. ábra alapján továbbá jól követhető, hogy a nyitott és elmunkált agrotechnikai eljárások között rendkívül nagy talajkarbon megtakarítási vagy veszteségelkerülési potenciál mutatható ki (3. ábra). A 2. ábrán feltüntetett adatokat felhasználva, azokat kiegészítve értékeltük az egyes művelési változatokat, melyek esetében a CO₂, azaz a talaj széntartalmát befolyásoló hatások rendkívül nagy eltérést mutattak.

Ezen tulajdonságok ismerete alapján előre jelezhető volt, hogy a különböző mértékű talajszén csökkentő hatások sok externáliát jeleznek a rendszerben, melyek számszerűsítése révén az egyes változatok között jelentős pénzügyi eltérések, azaz externális költségváltozatok jelenhetnek meg.



2. ábra a különböző talaj-előkészítési eljárás módok által okozott szénvesztéseket nyitott és zárt művelésmódok esetében (Birkás Márta, 2008 előadása alapján, Józsefmajori Kísérleti terület adatai)

A vizsgálati módszertan

A szénvesztés kalkulációt úgy végeztük el, hogy az egyes művelési eljárásokat/változatokat a 2. ábra alapján értékeltük, így a **jelentős közepes és csekély** kategóriákhoz egy meghatározott szénvesztés értéket rendeltünk:

Szénvesztés kalkuláció:

- 6 TONNA/HA CO2 JELENTŐS,
- 3 TONNA/HA CO2 KÖZEPES,
- 1 TONNA/HA CO2 CSEKÉLY

/1 tonna CO2 10 EUR, 1 EUR= 280 Ft/

A kategóriákat a 4. táblázat kiindulási adataiba helyettesítve kaptuk az 5. táblázatban látható - **aszálykár megelőző és csökkentő talajművelési eljárásokra** - számszerűsített adatokat, 10 EUR/tonna CO2e változást jelentő hatást, 280 Ft/EUR-on kalkulálva. Ebben a kalkulációban a 4., 5., 7-es művelési változatok jelentették a legkisebb szénvesztést (KH esetében 3., 4., 5. változat preferált), illetve ezzel együtt a legkisebb externális költség megjelenést is.

A javasolt belvíz megelőző és csökkentő talajművelési eljárásokat összehasonlító externális táblázat esetében a 4., 6., 7.-es művelési változatok jelentették a legkisebb szénvesztést (KH esetében 4., 5., 7.), illetve ezzel együtt a legkisebb externális költség megjelenést is. A táblázatokból tehát jól érzékelhető, hogy az externális számítások révén, csak a

karbonveszteség esetében is, ha nem is jelentős mértékben, de változnak a művelési optimumok a költség-haszon elemzésben kimutatott preferenciához képest.

Az egyes műveléshez kapcsolódó vízveszteség elkerülés vagy vízmegtakarítás átszámítása CO₂e értékre az öntözéses vízpótlás energiaigényének számításán alapszik, tehát az okozott vízveszteség öntözéssel való pótlásának energiaigényét veszi alapul az alkalmazott kalkuláció.

Vízveszteség kalkuláció alapja:

- 0,706 kg CO₂ kibocsátás = 1 kWh energiafogyasztás után
- öntözéses vízpótlás energiaigénye: 872 kWh/ 3785,4 m³
- hazai mértékegységgel és energiafelhasználással: 4,341 m³ öntözés energiafogyasztása 1 kWh, ami 0,706 kg CO₂ kibocsátást jelent

Átlagos öntözővíz igény: 70 000 m³/év

70 000 m³/év = 16125,31 kWh = 11 384,47 kg CO₂ = 11,38 tonna CO₂ emisszió az öntözés energiafogyasztása révén

Vízveszteség kategóriák:

Jelentős vízveszteség kategória (70 000 m³/év):
11,38 tonna CO₂x10 EUR/t= 31 864 Ft - jelentős kategória)

Közepes vízveszteség kategória (30 000 m³/év):
13 656 Ft CO₂ költség - közepes kategória

Csekély vízveszteség kategória (10 000 m³/év):
4552 Ft CO₂ költség - csekély kategória

A vízveszteség kategóriákat a 4. táblázat kiindulási adataiba helyettesítve kaptuk az 6. táblázatban látható - **aszálykár megelőző és csökkentő talajművelési eljárásokra** - számszerűsített adatokat, 10 EUR/tonna CO₂e változást jelentő hatást, 280 Ft/EUR-on kalkulálva.

5 . táblázat Javasolt aszálykár megelőző és csökkentő talajművelési eljárások összehasonlító táblázata klímaérzékenységre

		1. változat	2. változat	3. változat	4. változat	5. változat	6. változat	7. változat
Klímatikus hatás-tényezők		Hagyományos szántásos rendszer	Hagyományos lazításos	Javított szántásos rendszer	Javított szántásos rendszer	Javított lazításos rendszer	Tárcsás rendszer	Kultivátoros rendszer
	(forintban kifejezve)		(tavaszi vetés)			(tavaszi vetés)		
Széveszteség		16 800 Ft	16 800 Ft	8 400 Ft	2 800 Ft	2 800 Ft	8 400 Ft	2 800 Ft
Vízveszteség		31 864 Ft	13 656 Ft	13 656 Ft	4 552 Ft	4 552 Ft	13 656 Ft	4 552 Ft
Többletköltség azonos bevételhez (Ft)		48664	30456	22056	7352	7352	22056	7352
Maximális befektetés összege azonos éves bevétel eléréséhez (Ft)		25 336 279	15 856 521	11 483 170	3 827 723	3 827 723	11 483 170	3 827 723
Adott változat többlet tőke igénye a legkedvezőbbhöz képest (Ft)		21 508 556	12 028 797	7 655 447	0	0	7 655 447	0

6. táblázat Javasolt belvíz megelőző és csökkentő talajművelési eljárások összehasonlító táblázata

		1. változat	2. változat	3. változat	4. változat	5. változat	6. változat	7. változat
Klímatikus hatás- tényezők		Hagyomá- nyos szántásos rendszer	Hagyomá- nyos lazításos (tavaszi vetés)	Javított szántásos rendszer	Javított szántásos rendszer	Javított lazításos rendszer (tavaszi vetés)	Tárcsás rendszer (őszii vetés)	Kultivátoros rendszer (őszii vetés)
(forintban kifejezve)								
Szénveszteség (Ft)		16800	16800	8400	2800	8400	2800	2800
Vízveszteség (Ft)		31864	13656	13656	4552	13656	4552	4552
Többlet költség azonos bevételhez (Ft)		48664	30456	22056	7352	22056	7352	7352
Maximális befektetés összege azonos éves bevétel eléréséhez (Ft)		25 336 279	15 856 521	11 483 170	3 827 723	11 483 170	3 827 723	3 827 723
Adott változat többlet tőke igénye a legkedvezőbb- höz képest (Ft)		21 508 556	12 028 797	7 655 447	0	7 655 447	0	0

Ebben a kalkulációban a 2., 3., 6-es művelési változatok jelentették a legkisebb vízveszteséget (KH esetében 3., 4., 5. változat preferált), illetve ezzel együtt a legkisebb externális költség megjelenést is.

A javasolt belvíz megelőző és csökkentő talajművelési eljárásokat összehasonlító externális táblázat esetében a 2., 3., 5.-es művelési változatok jelentették a legkisebb vízveszteséget (KH esetében 4., 5., 7.), illetve ezzel együtt a legkisebb externális költség megjelenést is. A táblázatokról tehát jól érzékelhető, hogy az externália számítások révén, csak a karbonveszteség esetében is, ha nem is jelentős mértékben, de változnak a művelési optimumok a költség-haszon elemzésben kimutatott preferenciához képest.

A számításba vett externális hatások pénzügyi következményeit összeségében a „Maximális befektetés összege azonos éves bevétel eléréséhez” mutató alapján értékelhető következetesen. Ebben a kalkulációban minden olyan externális rendszertulajdonság együtt érvényesíthető, melyek a költség-haszon elemzések alapján nem kerültek figyelembe vételre. Az optimális eljárás meghatározására irányuló eredmények a két vizsgálati módszer eredményei között csak kis különbséget, eltérést mutatnak, melyek arra engednek következtetni, hogy az eredeti költség-haszon elemzés esetében is jó becsléssel kalkuláltuk a módosító szénveszteség és vízveszteség tényezők/indexek nagyságát.

Eredmények

A következő táblázat mutatja a hagyományos költség-haszon elvű vizsgálat és az CO₂e elszámolás alapú, externália halmozódási vizsgálat eredményeit.

Az aszálykár megelőző és csökkentő talajművelési eljárások összehasonlító táblázata klímaérzékenységre:

KH vizsgálat alapján preferált: 3., 4., 5. művelési változatok

CO₂e externália vizsgálat alapján pref.: 4., 5., 7. művelési változatok

A belvíz megelőző és csökkentő talajművelési eljárások összehasonlító táblázata klímaérzékenységre

KH vizsgálat alapján preferált: 4, 5., 7. művelési változatok

CO₂e externália vizsgálat alapján pref.: 4., 6., 7. művelési változatok

Források:

Birkás, 2008 (A különböző talaj-előkészítési eljárás módok által okozott szénveszteségeket nyitott és zárt művelés módok esetében (Birkás Márta, 2008 előadása alapján, Józsefmajori Kísérleti terület adatai)

Fogarassy, Cs. (2012) Karbongazdaság (low-carbon economy) Harmattan Kiadó, Budapest, 2012

Költség-Haszon Elemzések Módszertana (2009) Közigazgatási Informatikai Bizottság Ajánlása, Budapest, 2009