

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

POSZA BARNABÁS

**KAPOSVÁRI EGYETEM
GAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR**

2018

KAPOSVÁRI EGYETEM
GAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
MARKETING ÉS MENEDZSMENT INTÉZET
Agrárgazdasági- és Menedzsment Tanszék

A doktori iskola vezetője:
Prof. Dr. KERÉKES SÁNDOR
MTA doktora, egyetemi tanár

Témavezető:
Dr. BORBÉLY CSABA
egyetemi docens

Társ-témavezető:
Dr. CSIMA FERENC
egyetemi docens

A HAZAI ENERGIAÜLTETVÉNYEK, MINT MEGÚJULÓ
ENERGIAFORRÁSOK GAZDASÁGI VIZSGÁLATA

Készítette:
POSZA BARNABÁS

KAPOSVÁR

2018

DOI: 10.17166/KE2018.011

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	1
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	4
2.1. A környezettudatos gondolkodás fejlődése.....	4
2.2. A fenntartható fejlődés értelmezése	5
2.2.1. A növekedés szerepe	7
2.3. Klímaváltozás, nemzetközi egyezmények, Kiotói Egyezmény	8
2.4. A megújuló energiaforrások szerepe a környezetterhelés csökkentésében.....	12
2.4.1. Az energiafelhasználás helyzete	15
2.4.2. A megújuló energiák szabályozása	18
2.5. Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terv és a biomassza energetikai hasznosítása	20
2.5.1. Bioenergetikai potenciál	23
2.5.2. A biomassza hasznosítás gazdasági – környezeti – társadalmi fenntarthatósága	25
2.5.3. Ösztönzőrendszerek	31
2.6. Az energetikai ültetvények.....	33
2.6.1. A rövid vágásfordulójú, fás szárú energetikai ültetvényt alkotó energianövények termesztéstechnológiája	34
2.7. A speciális telepítési és ápolási támogatások.....	41
2.8. A fás szárú, sarjaztatásos energiaültetvények termelési tapasztalatai, a hozamot befolyásoló fontosabb tényezők	43
3. A DISSZERTÁCIÓ CÉLKITŰZÉSEI	45
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	47
4.1. A kutatás alkalmazott módszerei	47
4.2. A kutatás alkalmazott adatai	51
5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	53
5.1. Az energetikai ültetvény telepítésének és fenntartásának költsége	53
5.1.1. Nyár ültetvény termelési költségei 2 éves vágásfordulónál	55
5.1.2. Fűz ültetvény termelési költségei 2 éves vágásfordulónál	58
5.1.3. Akác ültetvény termelési költségei 5 éves vágásfordulónál	61
5.2. Vadkár elleni védekezés vadvédelmi kerítéssel	64
5.3. Az ültetvény várható bevétele	67
5.3.1. Az igénybe vehető támogatások	67
5.3.2. A megtermelt biomassza értékesítése	68
5.3.3. A szállítás költségének alakulása a természetlag változásának tükrében.....	71
5.4. Az energetikai ültetvények pénzárama	73
5.5. Az energetikai ültetvények költségeloszlása.....	76

5.6. Az energetikai ültetvények megtérülésének várható alakulása.....	79
5.7. A fajlagos költségek és jövedelmezőség.....	86
5.8. A megtérülési idő változása a pénz időértékének figyelembevétel	90
5.9. Az energetikai ültetvények energiamérlege, és az eredményekkel kapcsolatos kételyek	98
5.10. Egyéb felhasználási lehetőségek	104
6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	106
7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	112
8. ÖSSZEFOGLALÁS.....	113
9. SUMMARY	115
10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	117
11. IRODALOMJEGYZÉK.....	118
12. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK	168
13. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉN KÍVÜLI PUBLIKÁCIÓK	169
14. SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ	170

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: A biomassza energetikai hasznosítása	22
2. ábra: Szimpla soros telepítési hálózat: sortáv 3 m	55
3. ábra: Szimpla soros telepítési hálózat: sortáv 1,5 m	55
4. ábra: Ikersoros telepítési hálózat: 2,8m x 0,75m	58
5. ábra: Ikersoros telepítési hálózat: 1,5m x 0,75m	58
6. ábra: Az energetikai ültetvények bekerítésének összköltsége	65
7. ábra: Az energetikai ültetvények bekerítésének fajlagos költsége.....	66
8. ábra: Nyár energetikai ültetvény pénzárama.....	74
9. ábra: Fűz energetikai ültetvény pénzárama.....	75
10. ábra: Akác energetikai ültetvény pénzárama	76
11. ábra: Nyár energetikai ültetvény költségeinek eloszlása 2 éves termelési ciklusnál	77
12. ábra: Fűz energetikai ültetvény költségeinek eloszlása 2 éves termelési ciklusnál	78
13. ábra: Akác energetikai ültetvény költségeinek eloszlása 5 éves termelési ciklusnál	79
14. ábra: Nyár energetikai ültetvény tizenöt éves halmozott eredménye	82
15. ábra: Fűz energetikai ültetvény tizenöt éves halmozott eredménye.....	83
16. ábra: Akác energetikai ültetvény tizenöt éves halmozott eredménye	84
17. ábra: A nyár, fűz, akác energetikai ültetvények tizenöt halmozott eredménye	85
18. ábra: Nyár energetikai ültetvény tizenöt éves halmozott eredménye diszkontált értéken	91
19. ábra: Nyár energetikai ültetvény tizenöt éves halmozott nominális és diszkontált eredménye.....	92
20. ábra: Fűz energetikai ültetvény tizenöt éves halmozott eredménye diszkontált értéken	93
21. ábra: Fűz energetikai ültetvény tizenöt éves halmozott nominális és diszkontált eredménye.....	94
22. ábra: Akác energetikai tizenöt éves halmozott eredménye diszkontált értéken.....	95
23. ábra: Akác energetikai ültetvény tizenöt éves halmozott nominális és diszkontált eredménye.....	96

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: Sarjzattatos, fás szárú energetikai ültetvények területe hazánkban (ha)	34
2. táblázat: Erdősítési alaptámogatások 2015	42
3. táblázat: A forgatókönyvek szélsőértékei és a termőterület adottsága	49
4. táblázat: Mezőgazdasági munkaműveletek költségviszonya 2015-ben	51
5. táblázat: Nyár energetikai ültetvény termelési költségének alakulása 2 éves vágásfordulónál (Ft/ha)	57
6. táblázat: Fűz energetikai ültetvény termelési költségének alakulása 2 éves vágásfordulónál (Ft/ha)	60
7. táblázat: Akác energetikai ültetvény termelési költségének alakulása 5 éves vágásfordulónál (Ft/ha)	62
8. táblázat: Vadvédelmi kerítés telepítésének költsége	65
9. táblázat: Nyár, fűz, akác energetikai ültetvények termelési értékének alakulása	70
10. táblázat: A faapríték fajlagos szállítási költsége hátrabilenős kamionnal, 2015	71
11. táblázat: A termésátlag alakulása eltérő víztartalomnál	72
12. táblázat: A faapríték fajlagos szállítási költsége eltérő víztartalom és távolság esetén	72
13. táblázat: Az energetikai ültetvényeket alkotó fafajok fajlagos önköltsége eltérő hozamoknál	87
14. táblázat: Energetikai ültetvények tizenöt éves gazdálkodásának fajlagos eredménye	88
15. táblázat: Nyár, fűz, akác energetikai ültetvény megtérülési mutatói tizenöt éves időtartamra	97
16. táblázat: Energetikai ültetvények fajlagos fűtőértéke 30-50%-os víztartalomnál	101
17. táblázat: Fás szárú energetikai ültetvények energiahozama	101

„A világban fellelhető problémák nem oldhatók meg ugyanazzal a gondolkodásmóddal, amely azokat létrehozta”

Albert Einstein

(*Mielach, 2012*)

1. BEVEZETÉS

Rohanó világunkban, az öldöklő versenyfutásban a legfőbb cél a versenyképesség fokozása lett. Mindez pedig abban a többnyire át sem gondolt hitben zajlik, hogy egyéni érvényesülésünk, önző törekvéseink végső soron az emberiség egészének boldogulását szolgálják, miközben nem vesszük tudomásul a természettől való örök függésünket, nem számolunk Földünk véges lehetőségeivel, más szóval eltartóképességének határaival (*Vida, 2007*). Figyelmen kívül hagyjuk, hogy a gazdasági jólét alapját adó – *Lovelock (1979)* által egy szoros egységként értelmezett – bioszférát az ember nem szabhatja át büntetlenül. Miközben az egyik oldalon harsány optimizmus hatja át a jelentéseket a gazdaság, a tudomány és a technológia eredményeiről, a fogyasztás növeléséről, addig a másik oldalon baljós jóvendölések látnak napvilágot a környezet pusztulásáról, a közösségek bomlásáról, a növekvő társadalmi feszültségekről (*Náray-Szabó, 2007; Horváth, 2014*). A jelenlegi makrogazdasági modell az anyagi fogyasztás növekedésére épít, túlzott keresletet támaszt a természeti erőforrások iránt, pocskolja azokat, problémákat gyárt, hogy legyen miket kiküszöbölni, továbbá igényli a népesség állandó növekedését, és az emberek fogyasztói igényeinek felkeltését (*Gyulai, 2013*). Mindez a fogyasztás és a környezet egyensúlyának felbillenéséhez vezetett (*Náray-Szabó, 2003*).

A világ népessége a XX. században 4,3-szeresére nőtt, 2012-ben már elérte a 7 milliárdot. A világ széntermelése meghétszereződött, az energiafogyasztása megtízszereződött, a vízkivétel megkilencszereződött.

Csak 2010-ben 5,7 százalékkal nőtt az energiafelhasználás és 6 százalékkal az üvegházhatást okozó gáz kibocsátás. A légkör szén-dioxid tartalmának ipari forradalom előtti 280 ppm értéke mára már elérte a 391 ppm-et. Gyorsabban pusztul a termőtalaj, mint ahogyan megújul, még a fejlettnek mondott Európában is 17-szer gyorsabban pusztul, mint amilyen ütemben újratermelődik. A világ teljes szárazföldi területének 38 százalékát veszélyezteti az elsivatagosodás, a biodiverzitás 1970 óta legalább 30%-kal csökkent (*WWF, 2012; Mika és Pajtók-Tari, 2012; Folke, 2013; WWF, 2014*). A túlzó, pazarló fogyasztást híven tükrözi az, hogy annak ellenére, hogy egy átlagos ember életműködésének fenntartásához szükséges energia évi 150 m³ földgáznak felel meg, valójában ennek a 14-szeresét használjuk fel különböző szükségleteink kielégítésére (*Uiterkamp, 2000; Náráy-Szabó, 2000*). Erkölcsileg is riasztó, hogy a megtermelt élelmiszer-alapanyagok és elkészített élelmiszerek közel fele hulladékká válik (*CGIAR, 2012; IMECHE, 2013*). A felsoroltak mellett a környezeti fenntarthatatlanságnak még számos jele tapasztalható, de legnyilvánvalóbban talán a globális klímaváltozás jelzi. Ennek egyik szembetűnő jele az északi sarki jégtakaró nyári jégborítás méretének változása, ami a 2007. évre az 1979-es kiterjedésének csupán 43%-ára zsugorodott, s lehetséges, hogy már 2030-ra teljesen el is tűnik (*Kerr, 2007; Stroeve et al., 2011*).

A fenntartható állapot elérésének feltétele a körkörös gazdaság kialakítása, melynek alapja a megújuló energiaforrások használata. A megújuló energiaforrások közé tartozik a feltételesen megújuló energiaforrásnak is nevezett biomassa, aminek egyik speciális szegmensét alkotják a rövid vágásfordulójú, fás szárú, sarjaztatásos energetikai ültetvények. Hazánkban kiemelt szerepet szánunk az ilyen típusú ültetvényeknek a szántóföldi növénytermesztésre alkalmatlan területek hasznosításában, a fenntartható mezőgazdaság elérésében.

Felmerül a kérdés, hogy a sok alternatíva közül az energetikai ültetvények létesítése az egyik legmegfelelőbb eszköz-e a fenntarthatóság céljának elérése érdekében tett erőfeszítések között. A disszertáció erre a kérdésre keresi a választ energetikai ültetvények gazdasági-környezeti fenntarthatóságának vizsgálatával.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A környezettudatos gondolkodás fejlődése

Annak ellenére, hogy a környezettudatos gondolkodás a klímaváltozás diskurzussal vált széles körben ismertté, a környezetvédelem eszmerendszerének kialakulása, értelmezése korábbra tehető (*Kerényi, 1995*). Az ökológiai világszemlélet kialakulása a politika, civil mozgalmak és a tudomány együttes eredménye. A tudomány oldaláról az első kezdeményezésnek Glatz az 1955-ben megrendezésre került „Man’s Role in Changing the Face of the Earth” című szimpóziumot tekinti (*Glatz, 2009*). További mérföldkőnek számít U Thant ENSZ főtitkár felhívása 1969-ben, amelyben az emberi környezet válságáról beszél (*Gergely, 2007*). 1962-ben a „Néma Tavasz” című művel megszületett az első könyv a témában (*Carson, 1962*). Az 1972-ben rendezett stockholmi ENSZ-konferencián első ízben fogadták el nemzetközi szinten az emberhez méltó környezethez való jogot (*Sohn, 1973*). Schumacher könyvében a meglévő gazdasági világtrend értékeit alapjaiban kérdőjelezi meg (*Schumacher, 1973*). A Római Klub „A növekedés határai” címmel publikált jelentésében arra a következtetésre jutottak, hogy radikális változtatások nélkül az emberiség a XXI. század közepén kipusztul (*Meadows et al., 1972*). Az ekkori előrejelzésüket később „A növekedés határai harminc év múltán” című könyvükben tekintették át újra (*Meadows et al., 2004*). A Római Klub 1976-ban kiadott harmadik, a Nobel-díjas Jan Tinbergen által vezetett RIO (Reshaping the International Order) jelentésében a világgazdasági rend átalakítása mellett érveltek (*Tinbergen, 1976*). Innen tekinti Kerekes a környezeti probléma tudományos rangra emelkedését (*Kerekes, 2011*). A napjainkban ismeretes környezetvédelem, ökológiai szemlélet ideológiai fejlődésének további állomásival a hazai szakközlemények részletesen foglalkoznak (*Riegler és*

Moser, 2001; Faragó, 2002; Riegler, 2003; Kerényi, 2006; Moser és Pálmai, 2006; Horská és Magda, 2013).

Összefoglalva elmondható, hogy a környezetvédelem biztonsági és morális üggyé vált, napjainkban már fontos téma lett az energiapolitikában, a fejlődésgazdaságban, a fejlesztéspolitikában, a külpolitikában és a nemzetközi kapcsolatokban is, ami maga után vonta az ilyen irányú kutatások kibontakozását (*Jankó et al., 2011*).

Annak ellenére, hogy a fenntartható fejlődés kifejezést először Lester R. Brown (1981) a World Watch Institute igazgatójának „Building a Sustainable Society” című művében olvashatjuk (*Medvéne Szabad, 2013*), az úgynevezett Brundtland bizottság „Közös jövőnk” elnevezéssel megfogalmazott jelentése vezette be visszavonhatatlanul a közbeszédbe. Eszerint a fenntartható fejlődés „*olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit, anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedékek esélyét arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket*”. A jelentésnek magyar vonatkozása is volt, mivel a huszonkét tagú bizottságnak tagja volt Láng István akadémikus is (*Brundtland, 1987; Szlávik, 2005; Csete, 2012*).

2.2. A fenntartható fejlődés értelmezése

A fenntarthatóság és a környezettudatos gondolkodás fogalmi gyökereit még a téma szakavatottjai is más és más meghatározó munkához kötik. A fenntarthatóság a sokrétűségéből adódóan számtalan értelmezésre ad lehetőséget, és még ideológiai kialakulásának eredetére vonatkozóan sem alakult ki egységes nézet. *Tóth Gergely (2013)* gazdasági elmélettörténeti áttekintésében keletkezését a morálökonómiából, mint a közgazdaságtan régi, a haszonökonómiánál ősbibb, elfelejtett ágából származtatja. Gondolati alapjául többek között Ibn Khaldun 1375-ben íródott „The Muqaddimah” (*Khaldun, 1967*), Thomas Robert Malthus által eredetileg 1798-ban publikált „An Essay on the Principle of Population” (*Malthus, 2013*) és Alfred

Marshall 1890-ben közölt „Principles of Economics”. (*Marshall, 2004*) című munkáit tekinti. Ezzel ellentétben *Lengyel (2011) Stimson, Stought és Roberts (2006)* meghatározását alapul véve a fenntartható fejlődésre, mint a globális kihívások által a kétezres évekre életre keltett, a makroökonómián belül kialakult, nehezen meghatározható irányzatra tekint. Juhász és Szöllősi is a környezettudatos gondolkodás eredetét Malthusra vezeti vissza (*Juhász és Szöllősi, 2008*). Kerekes Malthus személyére, mint a „globális problémák elméleti atyjára” tekint. Miközben a fenntartható fejlődés koncepcióját John R. Hicks 1939-ben íródott azon gondolatához vezeti vissza, miszerint a jövedelem „az a maximális érték, amit az ember az adott héten elfogyaszthat, azt remélve, hogy a hét végén még ugyanolyan jól élhet, mint hét elején” (*Marshall és Toffel, 2005 in: Láng és Kerekes 2013*).

Napjainkban általánosan elfogadott a fenntartható fejlődésnek 1987-ben megfogalmazott és azóta továbbfejlesztett háromdimenziós elmélete az ökológiai, a társadalmi és a gazdasági fenntarthatóságot egyidejű harmóniaként feltételezi (*Szlávik, 2013*). A szakirodalom megkülönböztet a Pearce és Atkinson (*1993*) által megfogalmazott gyenge, illetve a természeti és az ember alkotta tőkeelemek helyettesíthetőségi arányára összpontosító erős fenntarthatóság koncepcióját. *Málovics és Bajmóczy (2009)* amellett érvel, hogy a fenntarthatóság értelmezési eltéréseit (technooptimista) környezet-gazdaságtan és a (technopesszimista) ökológiai közgazdaságtan eltérő megközelítéséből ered. *Mészáros (2010)* szerint az ökológiai közgazdaságtan egymással versengő iskolái miatt nem alkot egységesült elméletet.

Láng és Kerekes 2013-ban a Magyar Tudomány folyóiratban közölt „Megalakult a túlélés szellemi kör” című vitairatában a fenntarthatóság értelmezésén túl alapvetéseket ad a teendőkhöz és a cselekvési területekhez, amikor így fogalmaz: „a problémák felismeréséig talán eljutottunk, a megoldás megtalálása még várat magára” (*Láng és Kerekes, 2013*).

Hozzászólásában *Neményi (2013)* az elmúlt negyven év legnagyobb vívmányának tekinti a közismerté vált fenntarthatósági definíciót, miközben téziseivel bővíti azt. *Lányi (2011)* munkájában kijelenti, hogy „a biodiverzitást elsősorban nem a szükségletek kielégítésének mértéke, hanem a módja veszélyezteti”. Addig, amíg *Papp (2013)* a kémia tudományterületéről, *Bándi (2013)* egy jogász szemével közelíti meg a témát, *Gáspár (2013)* a műszaki szakembereknek a témához való hozzájárulási lehetőségét veszi számba. *Szlávik (2014)* fenntartható projekteken keresztül, az ökológiai lábnyom kiszámítása mellett látja a társadalmi-gazdasági-politikai rendszer fenntarthatóvá tételét. Majd a témában végbemenő változásokat bemutatva idézi Lányit, aki szerint a fenntartható fejlődés a fogalom kiüresedett, és értelmét veszítette. „Nem jelent többet, mint meddő alkudozást a gazdasági növekedés és a környezetvédelem hívei között, a fenntarthatóság helyét a közéleti közhelyszótárakban a reziliencia foglalja el” (*Lányi, 2013 in: Szlávik, 2014*). Engelman szerint egyenesen a fenntarthatósági blabla korát éljük, amelyben a fenntartható szót mindenféle használatra használják, ami környezeti szempontból jobb, mint a szén (*Engelman, 2013*). Ennél óvatosabban, de mégis igen kritikusan fogalmaz az ENSZ főtitkára, Kofi Annan egy 2002 májusában közzétett jelentésben: „Az Agenda 21 és a fenntartható fejlődés nem más, mint jó terv, de gyenge végrehajtás” (*Vass, 2003; Faragó és Láng, 2012*). Sokkal borúlátóbb *Erdősi (2011)* a klímaváltozást nagy jelentőségű hatótényezőnek tekinti, és a fenntarthatóság megkésett tudatosulása miatt az alkalmazkodást tekinti elfogadhatónak a változás elleni szélmalomharccal szemben.

2.2.1. A növekedés szerepe

A közgazdasági gondolkodásban először az 1960-as években jelent meg a gazdasági növekedés pozitív hatását, a fenntartható voltát megkérdőjelező irányzat. A tapasztalt környezeti problémákat az időszak korszakalkotónak

hívott művei (*Heltai, 1998*) a növekedés káros hatásával magyarázták (*Goldsmith, 1972*). Az eltérő közgazdasági felfogásból eredő kettősség, „Janus-arcúság” a növekedés elméleti megközelítése során is érezhető. Miközben Meadows-ék a zéró növekedés mellett érvelnek, a gazdasági növekedés-elmélet pápájának tekintett Kuznets ugyan a növekedés negatív hatásait elismeri, a növekedés szükségességét nem kérdőjelezi meg (*Kerekes, 2008*). Ezt a gondolatot igazolja Soros György befektetési szakember is, mikor így fogalmaz: „a megtermelt profit önmagában nem garantálja a gazdasági tevékenységek helyességét” (*Soros, 1999 in: Zsolnai, 2012, 93*). A növekedés gazdaságban betöltött szerepével kapcsolatban *Constanza (2006)* véleménye szerint a „Gazdasági növekedés már nem cél, hanem egy eszköz a cél elérésében.” Természetesen a „régí” irányzatoknak napjainkban is vannak követői, mint Latouche francia közgazdász Meadows-ékhoz hasonlóan napjainkban is a „nemnövekedés” mellett érvel (*Latouche, 2007; Mészáros, 2011*). Daly egy racionalizált fogyasztást vizionál, mikor a fenntartható fejlődést úgy definiálja, mint a „folytonos szociális jólét elérését anélkül, hogy az ökológiai eltartóképességet meghaladó módon növekednénk” (*Daly, 1996*) hiszen „a véges Földön nem lehetséges végtelen gazdasági növekedés” (*Daly és Cobb, 1989*). Ezek a gondolatok illeszkednek legjobban a Brundtland-i fenntartható növekedés értelmezéshez, ami szerint a növekedést nem megszüntetni, hanem tartalmában (minőségében) kell megváltoztatni. A Riói „ENSZ Konferencia a Környezetről és a Fejlődésről” már hivatalosan is összekapcsolta a környezetvédelmet a gazdasági fejlődéssel.

2.3. Klímaváltozás, nemzetközi egyezmények, Kiotói Egyezmény

Az antropogén klímaváltozás diskurzus a fenntarthatóság téma egyik központi eleme, amelyek következményei mára a fenntarthatatlanság mindenki számára tapasztalható bizonyítékává váltak. A jelenlegi számítógépes klímamodellzés atyja Neumann János az elsők között hívta fel

a figyelmet arra, hogy az antropogén klímaváltozás biztonságpolitikai kockázatot is jelenthet (Czelnai, 2007). Mára a klímaváltozással kapcsolatos kutatások kinőtték magukat, átfogó képet az ENSZ által létrehozott Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) jelentései adnak. Ugyan beszámolóikban nem kerül kijelentésre, de valószínűsítik, hogy az üvegházhatású gázok (ÜHG) koncentráció-növekedése okozza a globális átlaghőmérséklet-növekedést (IPCC, 1997; IPCC, 2001; IPCC, 2013). Ennek központi eleme a széndioxid koncentráció emelkedése, ami ma már megcáfolhatatlan tény (Keeling, 1995). A klímaszkeptikusok elsősorban nem is ezt a tényt kérdőjelezzik meg, hanem az éghajlatváltozásban betöltött szerepét vitatják, hangsúlyozva az előrejelzések bizonytalansági faktorainak központi jelentőségét, és a publikálásra kerülő adatok megalapozottságát kérdőjelezzik meg (Lóczy, 2002; Schelling, 2007; Jankó et al., 2010).

Hazánkban is a VÁltozás-HATás-VÁlaszadás kulcsszavak rövidítéséből kapott „VAHAVA” elnevezésű projekt keretében „Globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok” címmel hároméves kutatási projekt zajlott a témában (Láng, 2006; Csete, 2007).

A szén-dioxid és a többi ÜHG kibocsátás csökkentése kapcsán jött létre az első széles körű nemzetközi összefogás, a Kiotói Egyezmény (Kyoto Protocol, 1997). Az ENSZ égisze alatt létrehozott éghajlat-változási keretegyezményt Glatz (2012) egy olyan „összemberi célokat az egyes politikai hatalmak céljai fölé helyező intézményként” azonosítja, amely segítségével „jó eséllyel az összemberi célok alá gyűrheti a fejlett államok, tőkés vállalkozók céljait”. A nemes szándékon túl azonban az egyezmény megítélése korántsem egyértelmű, mivel végül a politikai és a gazdasági célokat nem sikerült teljes mértékben az összemberi célok alá rendelni. Ezt támasztja alá, hogy ugyan már a Riói Konferencián elfogadásra került a Klímaváltozási Keretegyezmény, de csak öt év vita és egyezkedés után

Kiotóban sikerült aláírni egy olyan jegyzőkönyvet, amely konkrét szén-dioxid csökkentést is tartalmaz (*Láng, 2001*). Végül csak Oroszország csatlakozásával tudott az egyezmény életbe lépni. (Oroszország WTO csatlakozásának egyik feltétele volt az egyezmény ratifikálása).

A fő szén-dioxid kibocsátó országok közül a „feltörekvő” India és Kína nem csatlakozott az egyezményhez attól tartva, hogy ez a gazdasági felzárkózásuknak gátat szab. Azzal érveltek, hogy mivel a jelenkori felmelegedés a fejlett országok iparosodásának produktuma, ezért azoknak a kötelessége elfogadni az előirányzott korlátozásokat. A másik oldalról a „fejlett” USA ugyan aláírta, de a szenátusa az ország versenyképességét féltve gazdasági okokra hivatkozva nem ratifikálta azt (*Nordhaus, 2007; Anda, Burucs és Kocsis, 2011*).

A realista iskolát követők természetesen az egész beavatkozást költség-haszon elven szemlélik. A Nobel-díjas *Samuelson (2009)* osztja (*Morgenstern, 1991*) véleményét, amikor munkájában kifejti azt, hogy a környezetvédők eltúlozzák a globális felmelegedés veszélyeit, és egyben alábecsülik a változtatás költségeit. A Politikai Elemzések Nemzeti Központja a globális felmelegedés hatásait illetően már számadatokkal is próbálja igazolni az elmélet helyességét: 165 milliárd dollárra teszi az egyezmény betartásának éves költségeit szemben az általuk költséghatékonyabbnak tartott, 10 milliárd dollárra becsült alkalmazkodás éves költségeivel szemben (*UCS, 2007; Beder, 2011*).

Ezzel szemben 1972-ben John Hicks-szel közösen Nobel-díjat kapott *Arrow (2007)* vitatja a klímaváltozás orvoslásának kizárólag költséghatékonysági oldalról történő megközelítést. Abban az esetben, ha valami a gazdaság egyik része számára hasznot vagy veszteséget jelent, az a gazdaság egészére nem feltétlenül jelent hasznot vagy veszteséget (*Mishan, 1982 in Kerekes, és Szlávik, 1996*). A véleménykülönbségek ezúttal is a közgazdasági felfogások közötti ideológiai eltéréssel magyarázhatóak.

A 2006-ban megjelent realista közgazdasági felfogást követő Stern jelentés már megtérülő ráfordításnak tartja az éghajlatváltozás okozta főbb károk elleni védekezést. A világgazdaságra nézve a klímaváltozást a terrorizmusnál is nagyobb veszélynek nevezi (*Stern, 2007*). Bár Stern egyértelműen azonnali beavatkozást sürget, az éghajlatváltozás központi kérdései (Mennyit? Milyen gyorsan? Milyen költséggel?) megválaszolatlanul maradnak (*Nordhaus, 2008*).

A csatlakozottak három innovatív működési mechanizmust állítottak fel: a közös kivitelezést, tiszta fejlesztési mechanizmust és a kvóta kereskedelmet. Ezek közül a kvótakereskedelem a kibocsátási kötelezettségek rugalmas kezelése érdekében alakult ki. (*Faragó-Bartholy, 2014*). *Vasali (2010)* elismeri a kibocsátás pontos mérése körüli nehézségeket, miközben méltatja az egyes uniós tagállamok által elért trendfordulást. Viszont nem foglalkozik az összképen ténylegesen nem javító környezeti hatások áthárításával és a szennyezés exportálásával (*Csutora, 2012*). A kvótavásárlás lehetőségével az érintett vállalatok árfolyamtól függően alternatívát kapnak a kibocsátás-csökkentő beruházásokkal szemben (*Lesi és Pál, 2005; Nagy, 2013*). A vásárlásból adódó költségeket pedig – ahogy *Feierabend (2011)* áttekintésében is olvasható – a szennyező vállalatoknak lehetőségük van az árba beépíteni. Ezért Civil szervezetek érvelése szerint a kvótarendszerrel a káros anyag kibocsátás olyan terméké alakult, amivel áttételesen annak újratermelődését ösztönzik.

A technológiai különbség miatt a fejlett országok fajlagos emisszió-csökkentés költsége nagyban különbözik a fejlődőektől. A fejlett országoknak közel 300-500 dollárba kerül minden tonna szén-dioxid csökkentése, szemben a fejlődő országok 10-15 dolláros költségével (*Nagy, 2006*). Ezért a globális célok elérése érdekében felmerül, hogy a rendelkezésre álló anyagi erőforrások hatékonyabb kihasználása érdekében célravezetőbb az uniós beruházások helyett a fejlődő országok technológiai fejlesztésének

támogatása. Ezt hivatott támogatni a Zöld Klímaalap (United Nations Framework – Convention on Climate Change, Green Climate Fund; UNFCCC – GCF) létrehozása, amelynek keretei között a következő években 100 milliárd dollárt kívánnak erre a célra fordítani (*Lattanzio, 2014; Fenton, 2014*).

Az eddig elért megkérdőjelezhető eredmények (*Reményi, 2009*) tükrében az eddigi emissziócsökkentési erőfeszítések legnagyobb sikerének a Párizsi Klímakonferencián megszületett első egyetemes klímavédelmi megállapodást lehet elkönyvelni. A szerződést aláírók vállalják, hogy 2100-ig 2°C alatt tartják az átlaghőmérséklet-emelkedést, igaz az egyes országok konkrét vállalásairól nem született egyezség (*UNFCCC, 2017*). Az Egyezményt végül az Egyesült Államok kivételével a világ összes országa aláírta (*Harvey, 2017; Sampathkumar és Cockburn, 2017*).

2.4. A megújuló energiaforrások szerepe a környezetterhelés csökkentésében

*„A legtisztább, legolcsóbb energia az,
amit el sem fogyasztunk”
(Fónagy, 2009)*

A környezetterhelés mértékének meghatározására számos indikátor áll rendelkezésre (*Ehrlich-Holdren, 1971; Wackernagel és Rees, 1996; Bulla és Guzli, 2006; Szigeti, 2015*), azok továbbfejlesztésére több hazai kísérlet történt (*Kocsis, 2010; Bajmóczy és Málovics, 2011; Tóth és Szigeti, 2014*). Ezek közül az egyre szélesebb körben használatos ökológiai lábnyom mérőszámmal több hazai tanulmány is foglalkozik (*Pappné Vancsó, 2006; Csutora, 2011; Vetőné Mózner, 2012; Szigeti 2013; Barna és Gellei, 2014*). A környezetterhelést a fogyasztás mértéke mellett az energiaintenzitás is befolyásolja. Ez is igazolja a Római Klub 1995-ben kiadott negyedik

jelentésében közölt megállapítást, miszerint a környezetterhelés csökkentése az ökológiai hatékonyság növelésével érhető el (*Weizsäcker, 2006*). Igaz, számolni kell a Jevons-paradoxonként ismert, a fogyasztás „visszapattanó hatásával” is (*Jevons, 1866*).

A környezeti hatás mérséklése a fogyasztás visszafogása mellett az ökohatékonyságot növelő innovációkkal, termékek anyagintenzitásának (dematerializáció), energiaintenzitásának a csökkentésével, a termékek életciklusának meghosszabbításával, újrahasznosítással, és az erőforrások helyettesítésével, mint például a *megújuló energiák* fenntartható használatának növelésével érhető el (*Náray-Szabó, 1999; Nádasy et al., 2012*).

Először az 1973-as olajválság okozta árrobbanás és a kimerülő fosszilis energiakészletekről szóló híradások irányították a figyelmet a megújuló energiaforrások felé. A kimerülő készletekkel és a fenntarthatatlansággal összefüggésben *Schultz (2005, 5.)* véleménye szerint „Mielőtt az összes fosszilis üzemanyagot felhasználná az emberiség, a környezeti károk miatti pusztulás szétrombolná a gazdaságot. A megújuló energiaforrások gazdaságpolitikai szerepe megkérdőjelezhetetlen, mivel használatával gazdaságfejlesztésen túl az ellátásbiztonság növelésére, az energiafüggőség mérséklésére is lehetőség nyílik.” (*Réczey, Bai és Salamon, 2006*). Gazdaságunk és a termelés alapját az energia adja. Ebből adódóan okkal feltételezhető, hogy energiafelhasználásunk zöldítése, a megújuló energiák használata nélkül a fenntarthatóság nem érhető el (*Dinica, 2006 in: Fodor, 2012*). Ezt *Pálvölgyi (2000)* azon megállapítása is alátámasztja, amely szerint a szén-dioxid emisszió 50-60%-ért a tüzelőanyagok égetése a felelős.

Gács (2013) elégséges célként a légköri szén-dioxid koncentráció csökkentését, vagy legalább a további növekedés lelassítását fogalmazza meg. Ennek a célkitűzésnek az elérése nem csak a megújuló energiaforrások kizárólagos használatát jelenti, többféleképpen, akár több eszköz egyidejű

alkalmazásával is lehetséges. Különböző alternatívák versenyeznek egymással, *Benkő és Pitrik (2011)* az energiatakarékossággal, energiahatékonysággal, megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos energetikai beruházások alaptípusait határozza meg. Emellett a meglévő berendezések kedvezőtlen hatásainak mérséklését, „zöldebbé tételét” is említi.

Az energiaforrás és a hasznosítási módtól, mérettől függően a fajlagos beruházási költség és a megtermelt energia ára gazdaságonként is nagy eltérést mutat. A különböző technológiák gazdasági összehasonlítására alkalmazott, az angol szakirodalomban „Levelised Cost Of Energy” (LCOE) vagy „Levelised Energy Cost” (LEC) elnevezésű számítási képlet a villamosenergia teljes előállítási költségét, önköltségi árát mutatja. Az amerikai (*EIA, 2014; Lazard, 2014*), brit (*DECC, 2013*), és német (*Fraunhofer-ISE, 2013*) tanulmányokból egyértelműen kiderül, hogy a megújuló energiákból történő villamosenergia előállítási költségei erősen csökkennek, és a leginkább versenyképes technológiának az „onshore”, hagyományos szél- és napenergia hasznosításában várható számottevő hatékonyság-növekedés.

Fenntarthatósági szempontból a szabályozás és a technológiai innováció eredményei összetett, olykor kedvezőtlen hatásai mellett egyben lehetőséget adnak a megújulók versenyképességének növelésére és a hagyományos hasznosítás externális hatásainak csökkentésére is. Az IPCC által is ajánlott egyik ilyen új technológia a keletkező szén-dioxid leválasztása, majd földalatti tárolása, Carbon Capture and Sequestration – CCS (*Pápay, 2011; Valaska, 2011*). Több leválasztási módszer létezik (*Buzea, 2013*), amit a szén-dioxid kvóta kereskedelmével is össze lehet kapcsolni (*Horánszky, 2012*). Hazánkban is zajlottak ilyen irányú kutatások, tárolókapacitás szempontjából Magyarország jó adottságokkal rendelkezik. (*Szunyog, 2012*). A technológiai fejlődés következtében a nem konvencionálisan kitermelt olaj- és gázkészletek hasznosítása csökkenő árakhoz vezetett az USA-ban, és

a termelés bővülésével nettó energia exportórré válhat. Az új technológia elterjedése átrajzolni látszik a világ geopolitikáját, miközben új környezetvédelmi aggályokat is felvet. (*Genté, 2013; Flues és Simon, 2013*). Emellett olyan új, nem hagyományos energiaátalakítások, mint a hidrogén alapú gazdaság, grafén vagy az energiátárolással összefüggő innovációk megjelenése mind módosíthatják a viszonyokat (*Kovács, 2005; Mayer, 2010; Hu et al., 2014*).

2.4.1. Az energiafelhasználás helyzete

2015-ben a világ elsődleges energiatermelését arányaiban 31,7% kőolaj, 28,1% szén, 21,6% földgáz, 4,9% atom, 9,7% biomassza, 2,5% vízi, 1,5% egyéb megújuló energiaforrás jellemezte (*IEA, 2017a*). A korábbi nemzetközi előrejelzések a gáz és a megújuló energiaforrások részarányának mérsékelt emelkedését prognosztizálták a szén hasznosításának csökkenése mellett (*Dupcsák és Marselek, 2013; Putzer, 2013*).

A legújabb adatok igazolják a korábbi feltevéseket, főleg a dekarbonizációs programoknak köszönhetően a szén felhasználása folyamatosan csökken, az Egyesült Királyságban 2016-ban az előző évi érték felére esett. Az atomenergia részarányának növekedése mellett a gáz és a megújuló energiaforrások részaránya is nőtt, ez utóbbi 1,9%-kal (2015). Az Egyesült Államokban 2011 óta a gáztermelés 12%-os, palagáz kitermelése 79%-os növekedést ért el. A primer energiafogyasztás növekedése elmarad a tízéves átlagtól, 2016-ban 1% volt. A 2009 óta legnagyobb energiafogyasztó Kína fogyasztásnövekedésének lassulása ellenére ez az érték ötödik éve itt a legnagyobb (1,3%), (*BP, 2014; BP, 2016; BP, 2017; Enerdata, 2017; IEA, 2017b; www.statista.com*).

Megújuló energiaforrások tekintetében Kína továbbra is az ágazat legnagyobb beruházója. A világban 2016-ban megvalósult 241,6 milliárd dolláros új beruházás értéke 23%-kal marad el az előző évitől. A

beruházásokból a napenergia 47%-kal, a szélenergia 46,5%-kal, a biomassza 6,8%-os arányban részesedett. Ez a napenergia esetében 34%-os, a szélenergiánál 9%-os részarány csökkenést jelent. A technológiai fejlődésnek köszönhetően a költséghatékonyság nő, több termelőkapacitás építhető be egységnyi ráfordításból. A beruházás költsége a napenergia és az „offshore”, tengeri szélenergia esetében csökkent látványosan, a napelem ára közel 80%-ot esett 2007 óta. A fajlagos villamos energia előállítási költség a hagyományos szélenergiánál a legalacsonyabb, ezt a napenergia követi. Az „offshore”, tengeri szélenergia termelés önköltsége szintén csökken, 2016-ra elérte az égetéssel biomassza hasznosításból származó villamos energia előállítási költségét (*Bloomberg, 2017; FS-UNEP, 2016; FS-UNEP, 2017*). A jelenlegi várakozások szerint 2025-re a szélerőművek már a működő szénerőműveknél is alacsonyabb áron lesznek képesek termelni (*REN21, 2017*). A villamos energia szállító rendszerre gyakorolt kedvezőtlen hatásukat bizonyítja, hogy napjainkban Németországban már akkora szélturbina, napelem kapacitás üzemel, amely esetenként negatív áramárakat eredményezett (*Fraunhofer ISE, 2017*). Indiában 2017-ben első alkalommal a napenergia alapon termelt áram a szénerőművekben előállított villamos energia ára alá került (*IEEFA, 2017*). Az előrejelzések szerint 2040-re a megújuló energiaforrásokra alapozott villamosenergia-termelés többsége támogatások nélkül is versenyképes lesz (*IEA, 2016a*). 2015-ben a világ teljes villamos energia termelésének 7%-át a szélenergia, 1%-át a napenergia adta (*WEC, 2016*). Ez az év fordulópontot jelentett a megújuló energiaforrások számára: a világon telepített új villamosenergia-termelő kapacitás több mint fele megújuló energiaforrás alapú volt (*IEA, 2016b*).

Elmondható, hogy a világ energiaintenzitása évente átlagosan 1,6%-kal javul (2000-2016) főleg Kínának és az Egyesült Államoknak köszönhetően. Az OECD országok GDP arányos energiaigénye, az energiatermelésének szén-dioxid kibocsátása folyamatosan csökken. Az Egyesült Államokban az

egy főre eső energiafogyasztás 2013-ban a kínai fogyasztás több mint 3,5-szerese volt (IEA, 2016c; EIA, 2017; IPEEC, 2017; The World Bank, 2017).

Az EU-28 tagállamokban a primer energiaforrások között a megújuló energiaforrások részaránya a 2014. évi 27,5%-os értékről 2015-re 28,8%-ra nőtt. 2015-ben a teljes energiafogyasztáson belül a megújuló energiaforrások 16,7%-os részarányal rendelkeztek. 2016-ban a primer energiaforrások közül az atomenergia az előző évi értékhez képest 2%-kal csökkent, 26%-ra. A konvencionális tüzelőanyagok részaránya növekszik, 49%-kal, míg a megújuló energiaforrások közül a víz 12%, a szélenergia 10%-kal egyéb energiaforrások (napenergiával) 4%-kal részesednek (Eurostat, 2016). 2014-ben a megújuló energiaforrásokra alapozott villamosenergia-termelésben a vízenergia 40%, a hagyományos szélenergia 25%, a szilárd biomassza 12%, a napenergia 11% a többi technológia, mint a biogáz, kisebb, 1-7% közötti részarányal rendelkezett. A 2005-2014-es időszakban a megújuló energiafogyasztás átlagosan évi 7%-kal növekedett, ez 1%-kal magasabb a tervezettnél. Ebben az időszakban a növekedés éves átlagos mértéke napelelemnél 59%, „offshore” szélenergiánál 29%, biogáznál 18%, hagyományos szélenergiánál 14% volt. A vízenergia kapacitása nem növekedett, részaránya folyamatosan csökken (EEA, 2017).

Magyarországon 2005-2013 közötti időszakban csökkent, az azt követő 2 évben növekedett az energiafogyasztás. 2015-ben az atomenergia részaránya 1,2%-kal, a megújuló energiaforrások részaránya 9,5%-kal emelkedett az energiatermelésen belül. Az energiafüggőségünk 2015-ben 56% volt, ebben az évben egységnyi GDP termeléséhez az EU-28 átlagánál 86%-kal több energiát kellett felhasználni. Magyarországon a megújuló energiaforrások aránya a hőenergia felhasználásban meghaladja az EU-28 átlagát, 2015-ben 21% volt. A felhasznált villamos energia 7,3%-a származott megújuló forrásból, ami jócskán elmarad a 28,8%-os az uniós középértéktől. A megújulókból termelt villamos energia 70-80%-a biomassza felhasználásból

származott (2005-2010), de két biomassza erőmű bezárásával ez az érték 2015-ben 52%-ra mérséklődött a szélenergia 22%-os és a biogáz 9%-os részesedével szemben. 2014-hez viszonyítva csaknem megduplázódott a napenergiából termelt villamos energia mennyisége (*KSH, 2014; KSH, 2017; MEKH, 2017a*). A háztartási tűzifa-felhasználás újraszámolásának eredményeképpen Magyarország elérte a 2020-as megújuló energiaforrásokra vonatkozó célját (*REKK, 2017; MEKH, 2017b*).

2.4.2. A megújuló energiák szabályozása

Az Európai Unió a multilaterális egyezményeken túl először 1997-ben a Fehér Könyvben fogalmazta meg a megújulókkal kapcsolatos közösségi stratégiáját és cselekvési tervét. A 2010-ig meghatározott célkitűzések a megújulók részarányának 6-ról 12%-ra, a villamos energiatermelésen belül 22,1%-ra történő növelését, a bioüzemanyagok használatának legalább 5,75%-os részarányát tartalmazták. A Zöld Könyv (COM 2006 105) az energiaszerkezet diverzifikációját, az ellátásbiztonságot helyezi előtérbe. Az Energiahatékonysági Akcióterv (COM 2000 147) keretében évi 1%-os energiafogyasztás-csökkenést irányoz elő a tagországoknak. Ezen kívül még számos határozat született szabályozva a szektorok (szállítás, fűtés-hűtés, elektromos energia) megújulóenergia-alkalmazását (*Balla, 2014a*), a szén-dioxid kvóta kereskedelmét (*Szóllósi et al., 2007*), a bioüzemanyagok használatát (*Popp, 2007*), a fenntarthatósági kritériumokat (*Bányai, 2013*), amit közösségi irányelvekhez illeszkedő hazai cselekvési programok, illetve a téma szakközleményei is részleteznek (*Bándi et al., 2011; Pálvölgyi és Szendrő, 2012*).

A napjainkban aktuális célkitűzéseket az „Európa 2020” Stratégia fogja össze. A tervek szerint közösségi szinten 2020-ra 20% szén-dioxid kibocsátás csökkentés mellett 20% energiahatékonyság növelés és az energiafelhasználáson belül 20% megújuló energiaforrás részarány elérése a

cél a 10% biohajtóanyag részarány mellett. *Tihanyi és Horánszki (2012)* következtetései megerősítik az *Európai Bizottság (2013)* részletes áttekintését arról, hogy a tagországok eltérő természeti adottságai következtében a megújulók részaránya is nagy eltérést mutat. A távolabbi jövőt illetően 2020-2030 közötti időszakra az „Éghajlat- és energiapolitikai keret” célkitűzése az (1990-es szinthez képest) 40%-os ÜHG emisszió csökkentés, 27%-os megújuló energiaforrás részarány és 27% energiahatékonyság-növelés mellett. A „2050-ig szóló energiaügyi ütemterv” az 1990-es szinthez képest már 80-95%-os ÜHG kibocsátás csökkentéssel számol (*European Commission, 2014; European Commission, 2015*).

Miután hazánk 2000-2010 között a megújulók részarányát megduplázza, 2020-ra 14,65%-os megújuló felhasználás elérését tűzte ki célul, 10%-os teljes energia megtakarítással együtt. Az uniós irányelvekkel harmonizáló nemzeti koncepciót a 2013-ban elfogadott Nemzeti Fenntartható Fejlődés Keretstratégia tartalmazza (*NFFT, 2013*). A keretstratégián belül a magyar energiapolitikai feladatokat a Nemzeti Energiastratégia 2030 fogja össze, és a megfogalmazott célok eléréséhez szükséges intézkedéseket a hét cselekvési terv részletezi (*Bencsik, 2013*). A sokak által kritizált Energiastratégiát, *Dezső (2012, 32)* „kakofón” szakpolitikai prognózisnak nevezi, vitaanyagában *Szondival (2012)* egyetértésben rendszerelméleti- és modellezési kritikát fogalmaz meg (*Dezső, 2011*). *Kerényi (2013)* elsősorban Gerse tanulmányát és a GKI Energiakutató számításait alapul véve arra a következtetésre jut, hogy az Energiastratégiában szereplő vállalatok teljesülése a villamos energia árának jelentős emelkedésével jár. A 2011-ben 277,4 Ft/€ árfolyamon elkészített elemzés szerint a vállalatok teljesítése várhatóan 913 milliárd forint költséggel jár (*GKI, 2011*).

Az Energiastratégiát *Stróbl (2011)* írásában politikailag elfogadható, szakmailag pontatlan alkotásként jellemzi, ami lényegében az atomerőmű bővítését készíti elő, minden hibája ellenére biztató írásnak nevezi. Később,

2014-ben készült elemzésében már egy, az uniós irányelvektől és a hazai célkitűzésektől eltérő centralizált struktúra megvalósulást tart valószínűnek, amiben a villamosenergia-termelésünk várhatóan mintegy kétharmadát atomerőmű adja majd 2030-ban. Hiányolja a megújuló erőforrásra épített erőművek létesítésére, és azok ösztönzésre irányuló szándékot (*Stróbl, 2014*).

2.5. Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terv és a biomassza energetikai hasznosítása

A keretstratégiába illeszkedő hét Cselekvési Terv közül a Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terv azokat az energiahatékonysági intézkedéseket vázolja fel, amelyekkel hazánk energiafelhasználását évi 1%-kal mérsékli. A statisztikai adatok is alátámasztják, hogy hazánk a megfelelő eszközök alkalmazásával látványos eredmény érhet el ezen a területen (*Pellényi és Stróbl, 2007; Fülöp és Király, 2007*).

A Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terv (*NCsT*) törekvései összhangban a közösségi szabályozással, Magyarország (termőhelyi) adottságait figyelembe véve (*Barótfi, 2000; Sinóros-Szabó, 2006; Udovecz, 2008, 113*) a megújulók közül a feltételesen megújuló erőforrás, a biomassza hasznosítását kezeli prioritásként (*NFM, 2010*). A kitűzött tervek elérése érdekében a 2010. évihez képest 2020-ig mintegy 50%-kal szükséges növelni a biomassza-alapú energiatermelést, azonban annak részaránya a megújuló energiamixen belül számottevően csökkenhet, 73,7%-ról 50,6%-ra. Ezt a csökkenést ugyanakkor a külön besorolás alá tartozó, de mégis a biomassza hasznosításon alapuló „biogáz” és „közlekedés-bioüzemanyag” kategóriák részarányának várható növekedése részben ellensúlyozza (*VM, 2011*). A biomassza hasznosításon belül a legmeghatározóbb alapanyag a tűzifa.

A biomassza gyűjtőfogalom, számos értelmezése létezik. *Bohoczky (2005)* a biomassza fogalma alatt a földön megtermelődő biológiai anyagok

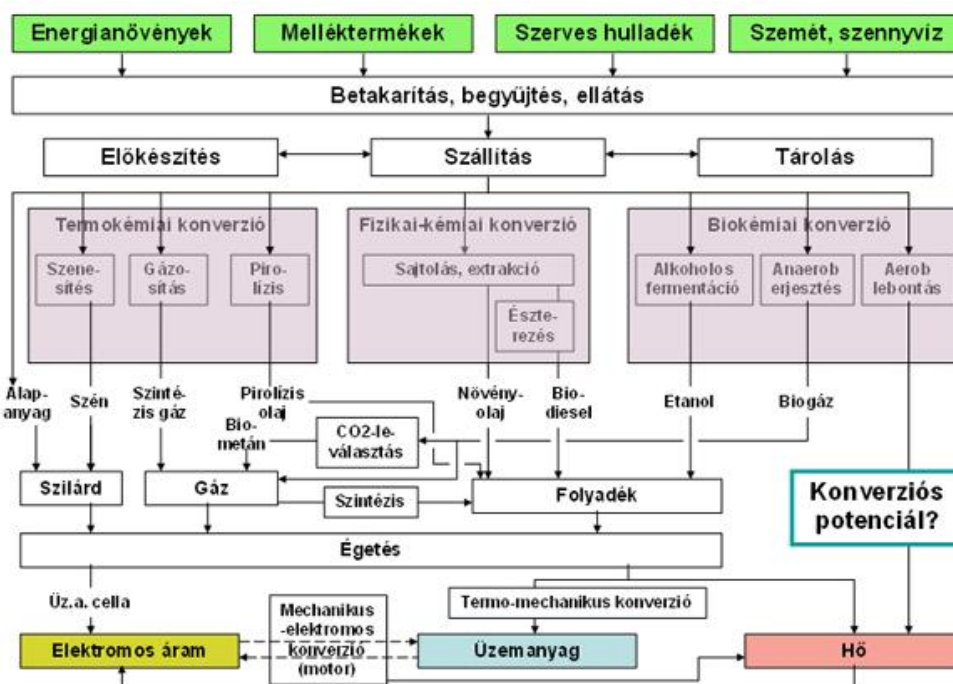
összességét, a keletkező (biológiai) melléktermékeket és hulladékokat érti. Több tulajdonság alapján lehet csoportosítani, a legelfogadottabb a származás alapján történő osztályozás (*Sántha, 1999; Pecznik, 2004; Nagy, 2008*):

- az elsődleges biomasszát a növényi eredetű fő- és melléktermékek
- a másodlagos biomasszát a konzumensek, állattartás és biomassza feldolgozás melléktermékei alkotják
- a harmadlagos biomassza közé soroljuk a biomassza jellegű hulladékokat, visszaforgatott és a heterogén feldolgozási melléktermékeket.

Barótfi (2009a) a biomassza tulajdonságait elemezve hangsúlyozza, általános jellemzőik (hozamingadozás, időszakosság, szezonális, relatív kis energiasűrűség) hasznosításukat is meghatározzák, a lehető legkevesebb átalakítással, helybeni használatra teszi őket alkalmassá.

Ahogy az 1. ábra is szemlélteti, számtalan felhasználási módjuk van, amit a hasznosítandó biomassza tulajdonsága határoz meg, és termokémiai vagy biokémiai konverzióval hőenergiát, villamos energiát vagy üzemanyagot nyerhetünk. A hasznosítás formáját tekintve lehet direkt égetés, gáztermelés, hajtóanyag előállítás, szilárd energiahordozó előállítása (pellet, brikett) (*Büki, 2010a*).

A hasznosítás módját és a teljes energiamérleg összeállítását nagyban befolyásolják az eltérő energiaigényű konverziós utak. *Nádudvari (2011)* modellezése szerint a biomasszából előállított energiahordozó fajtájától függően az emisszió csökkentés fajlagos költségviszonya is alapvetően változik, mert a hőfejlesztés előnyösebb, mint az üzemanyaggá alakítás. A hőtermelés hatásfokának tekintetében az EU referencia adatai alapján a biomassza eredetű tüzelőanyagok kismértékben maradnak el a fosszilis tüzelőanyagoktól. A fa és a mezőgazdasági melléktermékek égetésének hatásfoka 86% illetve 80%, a biogáz esetén ez az érték 70%, szemben a földgáz 90%-os, és a barnaköszén 86%-os hatásfokával.



1. ábra: A biomassza energetikai hasznosítása

Forrás: Tamás és Blaskó, 2008

A villamos energia előállításának hatásfoka fa esetén 30%, mezőgazdasági melléktermékeknél 25%, feketekőszén esetén pedig 44%. A legjobb hatásfokon előállítható villamos energiát a földgáz tüzelés szolgáltatja (52,5%), a biogáz tüzelés 42% hatásfokával szemben (Büki, 2007). A villamosenergia-termelés gazdaságosságát, hatékonyságát javítja a keletkező hulladékhő hasznosítása (Barta-Juhász, 2014). Az energetikai célra termesztett növényeknél az energiamérleget nagyban befolyásolja a termelés színvonala, intenzitása, a hasznosítás formája, a begyűjtés és a szállítási távolság is. Hasznosíthatóság szempontjából a biogáz termelés a legkedvezőbb, hiszen számos felhasználási lehetőséget nyújt és széles a hasznosítható alapanyagok köre. A kapott biogáz fűtésre, villamosenergia-termelésre vagy bioüzemanyagként használható, értékesíthető tisztított biogázként is (Dombi, 2009).

2.5.1. Bioenergetikai potenciál

A felhasználás tekintetében a biomassza a világ negyedik legelterjedtebb, a megújuló energiaforrások közül a legnagyobb mértékben használt energiahordozó, mégis a megújulók közül a legkisebb elméleti potenciállal rendelkezik. A bioenergetikai potenciállal kapcsolatosan számos publikáció született alátámasztva ebben a megújuló energiaforrásban rejlő lehetőségeket (Marosvölgyi, 2004; Gőgös, 2006; Reményi, 2007; Lontay, 2012). A hazai energiapotenciált illetően a becslések nagy szóródást mutatnak, 80-300 PJ/év közé helyezik. A szakmühelyek olykor ellentmondásos véleménye következtében kialakuló bizonytalan helyzetet tükrözik a Popp és Potori (2011, 9) szerzőpáros könyvének bevezetőjében írottak: „Vizsgálatokat megnehezítették a különböző források hazai biomassza-potenciálra vonatkozó adatai közötti jelentős eltérés... Az objektív, szakmailag megalapozott elemzést és a jövőre vonatkozó következtetések levonását hátráltatta, hogy a biomassza bármilyen energetikai hasznosításáról kevés a független forrásból származó, megbízhatónak tekinthető információ”.

Szecsei és Salamon *Lukácsot* (2009) idézi, mikor a hazai biomassza felhasználást a teljes zöldenergia-potenciál 10%-ára teszi és az általuk ismertetett BAU és Policy forgatókönyvek szerint a fogyasztás 70%-a fedezhető ebből az energiaforrásból (Szecsei és Salamon, 2010). Fenyvesi és Pecznik becslése szerint a reálisan hasznosítható biomassza kétharmadát már kihasználjuk (Fenyvesi és Pecznik, 2004 in: Magda, 2011). A potenciál becsléssel összefüggésben Magda R. árnyaltan fogalmaz. Kiemeli, hogy a megújuló energiaforrások alapvetően a jövő alternatív iparágát jelentik a nemzetgazdaság számára, és a helyes mértékek és arányok kialakítása a környezet állapotának megőrzése mellett a biodiverzitás miatt is fontos (Magda, 2013 in: Dupcsák és Marselek, 2013). A kalkulációkkal kapcsolatos eltéréseket Dinya (2009) az általa leírt bioenergetikai potenciálok mértékére

vonatkozó eltérő becsléseket részben számításmetodikai problémákra vezeti vissza. Az általa ismertett becslésekre hagyatkozva (58-328 PJ/év szélsőértékek) arra a következtetésre jut, hogy a fenntartható bioenergetikai potenciál hasznosításával a hazai energiamixen belül maximum 20%-os részarány érhető el a 260 PJ/év értékkel (*Dinya, 2010*).

A biomassza potenciál nagy részét fő-, illetve melléktermékek alkotják. Főtermék az elsősorban biohajtóanyag-előállítás céljából termesztett energianövények, de számottevő a szántóföldi növénytermesztésre alkalmatlan (17 AK alatti, belvíz- és árvízveszélyes) területek energiaültetvény hasznosítási terve is. Több becslés született az energetikai célú növénytermesztésre hasznosítható terület nagysággal kapcsolatban, az NCsT mintegy 1 millió hektár terület hasznosítását látja ezáltal megoldani, ebből 200 ezer hektár alkalmatlan terület bevonásával. *Gergely (2007)* az általa ismertett zöldenergia programban 440 ezer, 880 ezer és 1 millió 370 ezer hektár termőterület lekötésű forgatókönyvekkel számol hazánk 4,3 millió hektár szántó művelési ágú mezőgazdasági területéből.

A földhasználat rendszerének a környezeti adottságokhoz és korlátaihoz a lehető legjobban kell illeszkednie (*Bozsik, 2004*). Erre jelenthet megoldást a *Dinya (2011a)* által is alkalmazott kistérségi szintű fenntarthatósági modellezés. A fás szárú energiaültetvények ilyen mértékű telepítésének szükségességét kérdőjelezi meg, hogy még az erdőterületek erdőtervi előírányzatának hozzávetőlegesen 70%-a kerül felhasználásra (*Magda, 2011*). Ráadásul a hazai mező- és erdőgazdasági melléktermékek energetikai célra hasznosítható mennyisége 40-50%-kal több, mint az évente kitermelt tűzifa (*Gergely és Magda, 2011*). Ide tartozik a szántóföldi növények betakarítás utáni szármadványa, a szőlő és gyümölcsstermesztés fás szárú melléktermékei és a faipari melléktermékek is.

2.5.2. A biomassza hasznosítás gazdasági – környezeti – társadalmi fenntarthatósága

„A kúra rosszabb, mint a betegség?”

(Doornbosch és Steenblick, 2007)

A biomassza hasznosításával foglalkozó publikációkban a szerzők saját álláspontjukat igazolva, a téma eltérő, számukra leginkább kedvező oldalát emelik ki, ami az idő előrehaladtával, a tapasztalatok gyarapodásával is változik. Ahogy Gyulai (2010) „Biomassza-dilemma” című áttekintéséből kiderül, több irányzat, elképzelés, hasznosítási mód, érv és azok cáfolata is létezik, és széleskörű szakmai konszenzus nem tapasztalható. Az ágazat támpontjának tekintett NCsT és az alapul szolgáló egyes háttér tanulmányok következtetései és álláspontja között is alkalmanként ellentmondás figyelhető meg. A természeti környezet, valamint a társadalmi kihívások együttes kezelése komplex válaszokat igényel, mert egymástól elválasztott megválaszolása csak rövidtávú eredményeket hozhat (Dinya, 2011b). Az alábbiakban ebből kiindulva a fenntarthatóság három pillérére támaszkodva kerülnek ismertetésre a szerteágazó téma fontosabb összefüggései.

A biomassza szerepét már a 80-as években az akkori élelmiszer túltermelés egyik megoldásának tekintett non-food termelés növelte (Tóthné Heim, Peterdi és Zvekán, 2007; Vida és Baksa, 2009). A versenyképesség és az ellátásbiztonság növelésén túl jövedelmezőségi oldalról Magda az élelmiszer-energia cserearány romlásával az elsődleges biomassza hasznosítás, mint a mezőgazdasági struktúraváltás egyik hatékony fegyvere mellett érvel (Magda és Gergely, 2006; Magda, 2007). Elsősorban a bioüzemanyag (bioetanol, biodízel) előállítás révén az energetikai célú növénytermesztés hazánkban új szereplőként tűnt fel a termőföld használatért folyó versenyben, illetve a gabona- és olajnövények piacán (Gergely, 2006). A hozzá fűzött túlzott reményeket és az eltúlzott terveket bizonyítja, hogy az

összes tervezett bioüzemanyag kapacitás megvalósulásakor alapanyag importra szorultunk volna (*Taralik, 2007*).

Ezeket a terveket átírni látszik az azóta bekövetkezett élelmiszerdrágulás, amelynek az egyik kiváltó oka éppen az irányelvek eredményeképpen bővülő bioüzemanyag-gyártás növekvő nyersanyag-felhasználásának következtében az egyes élelmiszeripari alapanyagok iránt jelentkező növekvő kereslet árfelhajtó hatása (*Éder, 2008*). Az ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) árindexe csak 2006-08 között több, mint 60%-kal emelkedett, és azóta is legalább ezen a szinten van (*FAO, 2015*).

Az élelmiszer- és a bioüzemanyag-ipar közti konfliktus egyik megoldása a biomassza melléktermékek, hulladékok (mezőgazdasági, erdészeti, ipari, kommunális) hasznosításának várható elterjedése. Azonban a melléktermékek hasznosítására is számos felhasználási forma tart igényt beleértve a talajerő-visszapótlást, az állattenyésztési ágazatot, a vegyipart, és energiaforrásként is többféleképpen hasznosíthatóak.

Bioüzemanyag előállítás szempontjából újabb lehetőség a harmadik generációs üzemanyagok megjelenése, amelyekkel teljesen elválhatna a bioüzemanyag-gyártás és a termőföldhasználat. Ezzel kapcsolatos kutatások folynak az EnAlgae Európai Unió projekt keretében is, kísérletük kiterjed az algák egyéb hasznosítására is (*EnAlgae, 2014; Rózsa, 2014*). Magyarországon 2009-től Bai Attila vezetésével folytak hasonló kutatások, Bai munkájában pozitívan ír az alga ezirányú felhasználásáról. Tanulmányából kiderül, hogy a különböző bioüzemanyag előállítási technológiák beruházásigénye és az üzemanyagok önköltsége nagy szóródást mutat a technológia, alapanyag és a helyi adottságok függvényében (*Bai, 2011; Bai et al., 2012*). Lehetőség a bioüzemanyag előállítására a kedvezőbb feltételekkel és energiamérleggel bíró országokból származó import lehetősége is, de a kereslet növelése környezetvédelmi aggályokat (területi átterhelés) vet fel a termelő országokban (*Sinóros-Szabó és Koncz, 2012*).

Ellentmondásos, hogy miközben a világelelmezési okok és a nagyfokú talajdegradáció miatt újabb földterületek művelésbe vonásának szükségességéről beszélnek (*Bai et al., 2008; UNCCD, 2013; ELD, 2013*), addig a bioüzemanyagok 10%-os célértékének teljesüléséhez (20%-os importot és 30%-os második generációs technológiai részarányt feltételezve) az EU-27 teljes szántóterületének 17%-át kellene erre a célra hasznosítani (*Popp, 2008; Kálmán, 2010*). Jelenleg a szántó- és ültetvényterület 2,5%-át használja a bioüzemanyag-ipar mintegy 30 millió hektárral, és növekvő tendenciát mutat (*Thrän et al., 2012*). A talajdegradációval összefüggésben *Gémesi (2009)* előadásában 5-10 millió hektár kieső földterületről tesz említést.

Romló körülmények között kell fokozódó igényeket kielégíteni; a termőföldért, mint erőforrásért folyó kiélezett harcot bizonyítják a tehetős, de gyengébb termőhelyi adottságokkal rendelkező országok nagymértékű földvásárlásai szegényebb országokban (*Gyulai, 2006*). A világelelmezés és a környezeti fenntarthatóság problémájának együttes megoldása a területi korlátokon túl több összetett kérdést is felvet, mint például a *Gyulai (2012, 79)* által idézett Peter Farb gondolat: „a termelés fokozása egy megnövekedett népesség élelmezése érdekében a népesség további növekedéséhez vezet, ez pedig a környezeti problémák elmélyülését fokozza”. A földhasználati kérdésre válaszul az Európai Bizottság ILUC (Indirect Land Use Change - A földhasználat közvetett megváltozása) megközelítése az EB a COM(2012)595 kódszámmal publikált törvényjavaslatot fogalmazott meg, ami az elsőgenerációs bioüzemanyagok használatát 5%-ban tervezi korlátozni, valamint szorgalmazza az „újszerűnek” mondott bioüzemanyagok használatát (*EUR-Lex, 2013; Popp, 2013; Alföldy-Boruss, 2014*).

A melléktermékek energiacélú hasznosítási lehetőségeivel többen is foglalkoznak. *Teschner és Hegyi (2009)* a háztartási szalmapellet alapú fűtés

gazdaságossága mellett érvel, és 7 éves megtérülési idővel számol. Ezzel szemben *Kövesdi (2009)* esettanulmánya szerint a kiserőművi szalmatüzeléses villamosenergia-előállítás veszteséget termel. *Gonda (2014)* a szőlővenyige hőhasznosítását tanulmányozza beruházás gazdaságossági vizsgálat alapján. *Hágen és Magyary (2008)* szerzőpáros a melléktermékek nagyobb fokú energetikai célú felhasználását szorgalmazza, hangsúlyozva, hogy hasznosításuk szén-dioxid semleges. Ez utóbbi érvek további bizonyításra szorul annyiban, hogy a szén-dioxid egyensúlyban a szállítás és a lehetséges átalakítás (brikettálás, pelletálás) kibocsátásával is szükséges kalkulálni.

Futó (2014) megállapításával ellentétben, a szántóföldön hagyott melléktermékek is talajerő-visszapótlásként hasznosításra kerülnek, de ennek elmaradása a talaj degradációjához vezethet, ami viszont a környezeti fenntarthatóság célkitűzéseinek ellentmond. Ez felveti azt a problémát, hogy adott esetben a kötelezettségvállalás céljainak elérése érdekében tett lépések nagyobb természeti kárral járnak, mint előnnyel, vagy legalábbis elmarad a megújulóknak a fosszilis energiahordozókkal szembeni elvárt előnye. Általános vélekedés az, hogy a megújuló energiaforrások, köztük a biomassa hasznosítása a fenntarthatóság regionális és lokális szintjén környezeti szempontból feltétlenül, minden esetben fenntartható (*Imreh-Tóth, 2012*). Az NCsT háttér tanulmányának tekinthető, Pálvölgyi által szerkesztett műhelytanulmány (*NFFT, 2011*) szerint alapvető bizonytalanságot jelent a biomassa alapú energiatermelés életciklus-szemléletű energiamérlegének kérdése. Ezzel összefüggésben *Egri (2014)* az erőművek emisszió mérése mellett a szállítás káros anyag kibocsátás szén-dioxid mérlegre gyakorolt hatásának elemzését szorgalmazza. Pálvölgyi által idézett Barótfi szerint a tüzelőanyagot az erőműtől legfeljebb 20-40 km távolságból kívánatos beszállítani a fenntartható zöldáram termelés céljából (*Barótfi, 2009b in: NFFT, 2011, 63*). Pintér és munkatársai eredményei szerint a gazdaságos

szállítási távolság felső határa szőlővenyige és fanyesedék melléktermékeknél 45 km (*Pintér et al., 2009*). Amíg 2005-ben *Kiss és Bajnóczy (2005)* számítása szerint még elfogadható a kisebb, 1 MW kapacitású kiserőmű kiszolgálására képes 20 km² erdő felhasználása. Mára az említett műhelytanulmány prioritási listája alapján a feltételesen megújuló energiahordozók közül a negyedik helyre sorolt fásszárú energetikai ültetvények hasznosítását környezeti szempontból hátrányosnak tekinthető. Az utolsó helyre sorolt tűzifa erőművi felhasználása a legkedvezőtlenebb, mégis ez az alapanyag adja a megújuló villamosenergia termelés döntő részét. A környezetterhelés minimalizálása érdekében *Lezsovits (2014)* sem támogatja a biomassza alaperőművi hasznosítását, inkább a lakossági és kisvárosi felhasználását javasolja.

A biomassza hőhasznosítása mellett érvel *Ősz (2007)* is. Természetesen ezt a speciális helyi viszonyok is döntően befolyásolhatják, ahol a megújuló erőforrások ésszerű, fenntartható használata kedvező hatással lehet a fejlődésre.

Udovecz (2014) szerint a természeti erőforrások megőrzése mellett a világgélelmezés, az energiaszükséglet egyidejű kielégítésére nincs a többség által elfogadható megoldás. Egységes szempontrendszer felállítása után az eltérő hasznosítási formák közül a komplex feltételeknek legjobban megfelelő forgatókönyv kiválasztásában *Nádudvari (2009)* a modellszámítások alkalmazását javasolja. Dombi és munkatársai megvalósult projektek fenntarthatósági értékelésén keresztül adnak átfogó képet a fenntartható hasznosítási formákról, és arra a megállapításra jutnak, hogy a kisléptékű biomassza-tüzelés támogatandó kiemelten (*Dombi et al., 2012*). Az alapanyag tulajdonságok miatt a logisztikai költségek és energiaráfordítások behatárolják az optimális üzemi méretet, ezért nagyméretű biomassza-alapú erőmű létesítése gazdaságilag irracionális. Ezt támasztja alá a kapcsolt erőművi kapacitásunk folyamatos leépülése is. A

hasznosítás tervezése során az alapanyagok tulajdonságait túl az ágazatra jellemző logisztikai infrastruktúra- és ismerethiánnyal, ütköző érdekekkel, technológiai kihívásokkal és a változó gazdasági feltételekkel is számolni kell (Dinya, 2012). Ezért is szükséges a fenntartható vidékfejlesztésbe jól illeszkedő bionergetikai integrációkkal és ellátási-lánc optimalizálással kapcsolatos kutatások folytatása (Dinya, 2006; Kovács et al., 2008; Nagy, 2009; Takács és Takács-György, 2013; Téglá et al., 2013).

A biomassza energetikai célú hasznosítása gazdasági-környezeti szempontokon túl a fenntarthatóság társadalmi területén belül a vidékfejlesztési stratégia meghatározó eleme is. A fenntarthatóság társadalmi területével összefüggésben többen a biomassza hasznosítás munkahelyteremtő hatását hangsúlyozzák (Szántó, 2012; Káposzta és Nagy, 2013). Az NCsT szerint mintegy 70-80 ezer új munkahely jöhet létre az ágazatban, ahol az eltérő termelési rendszereknek eltérő foglalkoztatási hatásai is vannak (Kohleb et al., 2010). A szakképzett munkaerő biztosításában az oktatási rendszer felelősségét emeli ki Farkas és Faragó (2012). A lokális munkaerőt igénylő mezőgazdasági jellegű munka – a fajlagos munkahelyteremtő statisztikák alapján – a képzetlen munkaerő számára jelenthet kitörési lehetőséget, főleg az üzemanyag előállítás és feldolgozás területén (Koncz, 2014). Farkas (2014) az elmaradó kedvező társadalmi hatásokról ír. Katona (2013, 7) a Nemzeti Energiastratégia feltétel- és hatásvizsgálata során arra a következtetésre jut, hogy a „hazai foglalkoztatási gondokon a megújuló energiaforrások kihasználása nem segít, mert az a technológiát birtokló és gyártó országoknak ad munkát”. Gróf és Buzea (2014) áttekintésében a hazai kötelezettségvállalások időarányos túlteljesítése mellett, a közösségi szinten 2012-ben létrejött 1,2 millió új munkahelyről ír. A szerzőpáros nyugaton csökkenő, a keleti és déli országokban növekvő, így Magyarországon is kismértékben emelkedő tendenciával számol.

2.5.3. Ösztönzőrendszerek

Az új, megújuló technológiák még kevésbé versenyképesek, mint a hagyományos fosszilis energiahordozók hasznosítása, így a gátló tényezők ellensúlyozása érdekében támogatásuk szükséges. *Nádudvari (2007)* a kevésbé tisztázott, a támogatási rendszer következtében jelentkező pozitív és negatív gazdasági következmények mellékhatásairól tesz említést. Ez azért is fontos, mert az ösztönző rendszer kiválasztása nemzeti hatáskörben van, a magyar gazdasági érdekekkel összhangban kialakított alapelvek szerint segíti a beruházások megvalósulását (*MEH-Pylon, 2010; Nagy, 2014*). Az NCsT központi elemét adó támogatáspolitikai közvetlen eszköze az adókedvezmények igénybevételének lehetősége, a beruházás- és termelés támogatása, beleértve az energianövény termesztés szubvencióját (*Kondor és Antal, 2008*). Ezzel kapcsolatos változás, hogy a korábban alkalmazott üzemanyagok jövedéki adókedvezménye 2011-ben megszűnt (*Balla, 2014b*). A MAVIR ZRt. a megtermelt villamosenergia kötelező átvételi rendszerén (KÁT) keresztül, differenciált árak használatával védőernyőt nyújt a beruházóknak a Magyar Energia Hivatal által megállapított megtérülési időtartamra (*Eörsi-Tóta, 2012*). Az alkalmazott elv vitatható, mert a támogatás alapját a megtermelt villamos energia mennyisége adja, nem pedig az elért energiamegtakarítás vagy -kiváltás eredményéhez köti (*Büki, 2010b*). *Mezősi (2014)* modelljében a villamosenergia-termelés támogatása következtében a kiskereskedelmi árak növekedésével és a nagykereskedelmi árak csökkenésével számol, és egységes, európai villamosenergia-termelés támogatási rezsimmellett érvel.

Bizonyított, hogy a környezetvédelmi adók (pl. energiaadó, környezetterhelési díj valamint a kibocsátás kereskedeleméből származó bevétel) a megújuló energiák elterjedését szolgálják (*Szigeti, 2005; Nagy, 2012*). Az emissziócsökkentés hatékony fegyvere még a konvencionális

energiát megdrágító ökoadó kivetése, amivel egyidejűleg a megújuló erőforrások is helyzetbe hozhatók (*Barótfi, 2008*). Néhány tagország közvetett eszközként a fosszilis energia externális hatásait egy Pigou-féle adóval próbálják internalizálni és a szén-dioxid adó bevezetése mellett döntöttek, amelynek bevezetése itthon is felmerült (*Sipos, 2012; Kutasi, 2011*). Németországban már felismerték a hatékony támogatásrendszer alkalmazásának fontosságát, ami a beruházások volumenében is megmutatkozott. 2008-ban az ágazatban létrehozott, egységnyi, egy főre vetített beruházás 2,22-ször volt magasabb Németországban, mint hazánkban (*Lakner et al., 2010*).

Az Energia Unió Keretstratégia az Energia Unió megteremtésének érdekében született, napjainkban ez határozza meg alapvetően az európai energiapolitikát. Kiemelten kezeli a megújuló energiaforrásokból származó villamosenergia-termelés piaci integrációját, a támogatási mechanizmusok fenntarthatóbbá tételét (*European Commission, 2014*).

A megújuló alapú villamosenergia-termelés támogatási rendszerek különféle eszközei között megtalálható a fix átvételi tarifa- és az átvételi prémiumrendszer melynek keretében garantált átvétel biztosított. A zöld bizonyítvány struktúrával a mennyiség oldaláról történik a beavatkozás (*Fraunhofer ISI, 2014; Fodor, 2012; Ferenczi, 2017*). Ezek a típusok vagy egyvelegük mind megtalálhatóak a tagországok támogatási eszköztárában (*Fraunhofer ISI, 2013; Winkler et al., 2016*). Az egyes tagországok által használt támogatási eszközök, felhasználásuk változása nyomon követhető a RES-Legal adatbázisban (www.res-legal.eu). Németország prémium és tender rendszer, Lengyelország és Románia zöld bizonyítvány rendszer, Szlovákia kötelező átvételi tarifa alkalmazása mellett döntött (*Varga, 2017*).

Az irányelveket követve átalakuló hazai megújuló energiaforrásokból előállított villamosenergia-támogatási rendszer a METÁR. Az új rendszer egyszerre tartalmaz egy új kötelező átvételi rendszert, továbbá egy prémium

támogatási rendszert is (adminisztratív és pályázati prémium). A zöld prémium az új belépőknek, a barna prémium a biomassza, biogáz erőművek megtérülés utáni továbbműködtetésre szolgál. A rendszer fenntartási költségét az ipari fogyasztók viselik (*Rudolf, 2016; MEKH, 2017b; MAVIR, 2017*).

2.6. Az energetikai ültetvények

Az elsődleges biomasszába tartozó, energetikai céllal termesztett növények csoportjába fás szárú, lágyszárú egyéves és évelő növények tartoznak. Az energetikai céllal termesztett növények közül a fás szárú energetikai ültetvény szabályozása külön jogszabályban történik, nem tartozik az Erdőtörvény rendelkezései alá. A jogalkotó a 45/2007 FVM rendeletben határozza meg a fogalmát. Ezek szerint „Meghatározott fajú, illetve fajtájú fás szárú növényekkel létesített, biológiai energiahordozó termesztését szolgáló növényi kultúra, amelynek területe az 1500 m²-t meghaladja.” (*Csatári, 2012, 24*). Az egyik művelési formája a 15 évnél kevesebb vágásfordulójú, mesterséges felújításos, az ingatlan nyilvántartás szerint „fásított terület”. A másik a sarjzattatásos forma, amely során a terület „szántó” művelési ágú, a vágásforduló nem haladja meg az 5 évet, kizárólag nyár, akác, és fűz fajokból létesülhet ilyen ültetvény (*Gockler, 2010a*). A lágyszárú ültetvények telepítése nincs külön szabályozva.

Az energetikai céllal termesztett kultúrák ültetvényei sajátos jogállása miatt a művelés alá vont területek méretére vonatkozóan nehéz pontos, naprakész adatot találni. A beadott telepítési- és támogatási kérelmekre alapozva elsősorban a fás szárú sarjzattatásos ültetvények méretéről a szakigazgatási hivatalokban rendelkeznek adatokkal. Az NCsT adatai szerint 2006-ban 401 hektár rövid vágásfordulójú faültetvény és 2122 hektár egyéb energiaültetvény volt az országban. Csatári által is idézett *Gockler (2010b)* tanulmányában az MgSzH adataira hivatkozva 2009-ben 1505 hektár

megvalósult ültetvény telepítéséről számol be, melynek 69%-a volt nyár, 22%-a fűz, és 9%-a akác. 2010. szeptember 10-ig az MVH-hoz beérkezett támogató határozatot szerzett kérelmek összterülete 6456 hektár sarjzatatásos ültetvény volt (1. táblázat). Ezzel szemben *Németh, Varga és Toth (2013)* a 2012-es évre vonatkozóan mindösszesen 2340 hektár fás szárú energiaültetvényről tesz említést, ugyanakkor a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) nyilvántartásában 2745 hektár szerepel erre az időszakra (*Kondor, 2015*). Ebben az évben 420 fás szárú energetikai ültetvényt tartottak nyilván (*Kopányi, 2012 in: Vágvölgyi, 2012*).

1. táblázat: Sarjzatatásos, fás szárú energetikai ültetvények területe hazánkban (ha)

Megye	Nyár	Akác	Fűz	Összesen
Bács-Kiskun	-	-	15	15
Baranya	1535	-	440	1975
Borsod-Abaúj-Zemplén	13	-	85	98
Budapest	341	167	401	909
Hajdú-Bihar	168	446	631	1245
Heves	58	-	13	71
Somogy	1629	-	54	1683
Vas	174	18	-	192
Veszprém	-	178	-	178
Zala	35	55	-	90
Összesen	3953	864	1639	6456

Forrás: Gockler, 2010b

2.6.1. A rövid vágásfordulójú, fás szárú energetikai ültetvényt alkotó energianövények termesztéstechnológiája

Fás szárú energianövények általános jellemzője a fiatalkori intenzív növekedés, a többszöri sarjadzóképesség, fagytűrőképesség, betegségekkel és kártevőkkel szembeni nagyfokú ellenállóképesség. Az újratelepítéses technológia során 8-15 év után termelik ki az ültetvényt, a sarjzatatásos, rövid vágásfordulójú technológiánál a vágásforduló időtartama 2-5 év között van,

és az újrasarjadás következtében 4-8 sarjasztásra kerülhet sor. A jogszabályban meghatározott két kategória mellett a vágásforduló hossza szerint is csoportosíthatóak az ültetvények, ahol a „mini” vágásforduló hossza 1-5 év (*Barkóczy és Ivelics, 2008*).

A sarjasztatásos technológiában alkalmazott fajták a habitust tekintve lehetnek bokorfélék és fa-alakúak. Cserjefélék közé a különböző fűz fajok és a gyalogakác tartozik.

A sarjasztatásos energiaültetvény létesítésére a hazai engedélyezett fajok közül az Észak-Amerikában őshonos fehér akácot (*Robinia pseudo-acacia*) tulajdonságai miatt már az 1700-as évektől kezdve kezdték hazánkban telepíteni. A magyar erdő egyik meghatározó fafaja, 350000 hektárt meghaladó összterülete Európa legnagyobb akác állományát jelenti. Kedvező tulajdonságai közül a rendkívül nagy szilárdsága többféle felhasználási módra teszi alkalmassá, szárítás nélkül, nyersen is ég. A legnagyobb hozamot adó hazai fafaj. Rendkívül szívós, széles termőhely- és talajtoleranciájú, száraz meleg éghajlatú területeken is nagy mennyiségű biomasszát ad. Gyökérzetén a *Bacterium radicum* gyökérgumó baktérium él, a *Rhizobium* a levegő szabad nitrogénjét köti meg, biztosítva ezzel a növény számára is a nitrogén tápanyagforrást (*Godó, 2011*). Előnye egyben hátránya is, rendkívül jól sarjadzik, de emiatt szinte kiirthatatlan. Fagyérzékeny, fő kártevője az akácpajzstetű. A tájidegen akác alkotta erdő alacsony biodiverzitású.

A fűz pionírnövény, mindenféle termőhelyen fellelhető, Európában kb. 65 fajjal képviselteti magát. A növekedési formáira a kúszó- és futócserjéken át a magas növésű cserjén keresztül a fa alak jellemzi. Energianövényként hasznosítható fűzfajták közé sorolja *Lukács (2008)* a fatermetű fűz (*Salix* spp.) és a bokorfűz (*Caprisalis* spp.) alnemzetség közé tartozó kosárkötő vagy kenderfűz fajokat. Nagy nedvesség- és fényigényű, a 6-8%-ot meghaladó lejtésű és a 400 méter tengerszint feletti magasságot meghaladó termőhelyekre telepítése nem ajánlott. Olyan talajon érzi jól magát, ahol a

talajvíz 1-3 méter mélységben található. A talajtípus szempontjából igénytelen, kedveli a meszes talajokat. Jól tűri a szélsőséges és ingadozó hőmérsékleti viszonyokat. Magas szalicil-alkohol tartalma miatt magas fűtőértékű. Kártevője a kéregetű növedékkiesést okozhat.

A nyárfa nemzetség (*Populus* spp.) a fűzfafélék családjába tartozik, mintegy 40 faj sorolható ide. Ez a legkedveltebb hazai energetikai ültetvényt alkotó fa. A nemesnyár és a klónjai (Raspalje, Pannónia, Monviso) mellett a szakirodalmi adatok szerint a balzsamos nyár (*Populus balsamifera*), a fekete nyár (*Populus nigra*) és a rezgőnyár (*Populus tremula*) a leginkább alkalmas ezirányú hasznosításra. Az egymáshoz közel álló fajok könnyen keresztezhetőek, számos hazai és külföldi hibridje ismert. Fényigényes, viszonylag gyenge fagyűrő képességű növény, átmenetileg tartós belvizes területeken is sikerrel termesztendő. Ökológiai igény tekintetében a fűznél igényesebb növény, az egyenletes és folyamatos vízellátás alapvető fontosságú, a hozamra nagy hatással van a termőhely tápanyag ellátottsága is. Kártevőkkel szemben nem érzékeny, könnyen kiheveri a biotikus és abiotikus károkat, de érzékeny a talaj magas mész- és sótartalmára. Magassági és átmérőnövekedési maximuma 4-6 éves korra esik.

Energetikai ültetvények létesítésére számos kísérlet folyik egyéb növényfajokkal is. Fás szárú növény többek között a különböző Paulownia (Smaragdfa) fajok és klónok mellett kutatások folynak a puszta szil (*Ulmus pumila* „Puszta”), a zöld juhar (*Acer negundo*), a bálványfa (*Alnus altissima*) energetikai célú hasznosításával kapcsolatban. A hatályos jogszabályok ezeket a fajokat nem említik a sarjzattatásos típusú fás szárú energiaültetvényt létesíthető fajok közt, több özönnövénynek is számít, de a velük kapcsolatos kutatási eredményekre alapozva a későbbiekben felkerülhet az engedélyezett fajok listására.

Az energetikai ültetvényt alkotó fajokról összességében elmondható, hogy termőhelyi igénye eltér, egymásnak nem konkurenciái, hanem inkább

kiegészítői. Mindhárom fafaj tulajdonságai kihasználásával több terület hasznosítható ilyen módon, megfelelő fajválasztással az eredmények optimalizálhatóak.

A természetéstechnológiai- és hozamvizsgálatok az amerikai kontinensen Kanadában (*Guidi et al., 2013*) és az Egyesült Államokban (*Volk et al., 2006*), Európában főleg a skandináv országokban elsősorban nyár és fűz fafajokkal folynak (*Demo et al., 2014; Dimitriou és Mola-Yudego, 2016*). A mediterrán országok közül Olaszországban, Lombardia tartományban nyár energetikai ültetvények a jellemzőek, ezért nagyrészt ezzel a fafajjal kapcsolatos tudományos eredmények születtek (*Barontini et al., 2014; Civitarese et al., 2015*). Spinelli és munkatársai a Freiburgi Egyetem COST Action FP1301 “Eurocoppice” projektjével együttműködve a betakarítás és a faapríték tárolás területén elért eredményit publikálta (*Spinelli et al., 2016*). A fűz és nyár fafajokkal végzett energetikai célú nemzetközi kutatások eredményeit Isebrands és Richardson által szerkesztett, mintegy 700 oldalas kiadvány foglalja össze (*FAO-CAB, 2014*).

Az ültetvények „fellegvárának” tekinthető tengerentúli és európai országokon túl Mongóliában és Azerbajdzsánban is számottevő eredményeket értek el fűz és nyár fajokkal (*Fischer et al., 2005; Khurelbaatar et al., 2017*).

Természetesen Közép-Európában is megkezdődtek a hasonló kutatások. Horvátországban *Kajba és Andrić (2014)* klónokkal összehasonlító hozamvizsgálatot végzett, Szerbiában Klasnja és munkatársai a fűz, nyár és akác fafajok biomassza hasznosítását (*Klašnja et al., 2013*), *Ljiljana és Nenad Keča (2012)* a nyár gombabetegségek jövedelmezőségre gyakorolt hatását vizsgálta. Hazánkban a kutatások kezdetekor elsősorban az optimális vágásforduló idejének meghatározására, a térállás és tápanyagutánpótlás hatására irányultak. Az Erdészeti Tudományos Intézet (ERTI) vezetésével a

Lajtahansági Állami Gazdaság végzett kísérleteket, majd 1987-ben a Helvéciai Állami Gazdaság is csatlakozott a vizsgálatokhoz (*Sutyera, 2014*).

Napjainkban a vizsgálatok egyrészt az energiaültetvények üzemeltetésének gyakorlati tapasztalataiból kiindulva az ültetvénylétesítés és fenntartás hatékonyságának növelésére fókuszálnak. A kor elvárásainak megfelelően az energetikai ültetvények által okozott környezeti hatásra (*Dallemand et al., 2007; Porsö és Hansson, 2014; Dimitriou és Mola-Yudego, 2017*), az ültetvények energiamérlegére (*Dillen et al., 2013*), és az üzemeltetés gazdaságosságára is kiterjednek a vizsgálatok (*Kent et al., 2011; Pereira et al., 2016*).

Amellett, hogy a hazánkban az erdőterületek 24%-át alkotó akác (*Rédei et al., 2017*) hungarikumnak számít, más európai országokban az akác energetikai hasznosítása (*Stolarski, 2017*) mellett az özönnövényként okozott ökológiai hatásait is vizsgálják (*Lazzaro et al., 2017*).

Az energetikai célú felhasználás mellett egyéb hasznosítási formákkal kapcsolatban is folynak kutatások. Ígéretes eredmények születtek a degradált területek rekultivációjában, a fafajok növényvédőszerrel, nehézfémekkel szennyezett talajok fitoremediációjában betöltött szerepében (*Rosenkranz, 2013; Lafleur et al., 2016; Forbes et al., 2017*), illetve a klónok, genotípusok és a lehetséges baktériumközösségeik fitoextrakciós képességének meghatározásában (*Klang-Westin és Eriksson, 2003; Pitre et al., 2010; Algreen et al., 2013; Kacálková et al., 2015*), a baktériumtársulások, mikorrhiza gombák extrakciót növelő és a biomassza termelést fokozó hatásában (*Fillion et al., 2011; Janssen et al., 2015*).

Magyarországon a vörösiszap-katasztrófa sújtotta területek energetikai növényekkel történő rehabilitációjával kapcsolatban Gyuricza vezette kutatási konzorcium hajtott végre hasonló vizsgálatokat (*Gyuricza et al., 2011*). *Kovács (2010)* az energetikai ültetvények vegetációjának tájvédelmi, tájrehabilitációs hatását emeli ki.

Az ültetvények létesítésének és működtetésének műveleteiben a hazai és a nemzetközi termesztéstechnológiai leírások között nem tapasztalható számottevő különbség. Eltérések mutatkoznak ugyanakkor az eltérő földrajzi és éghajlati viszonyokból következő kártevő fajokban és a kártevők szembeni védekezésben és a gyommentesítésben használható engedélyes szerekben.

A termőhelyfeltárás és a megfelelő faj kiválasztása után a kivitelezés következik. Telepítés előtt szükséges elvégezni a talaj tápanyagfeltöltését. Ennek mértéke a termőhely adottságától függ, elvégezhető műtrágyával vagy szerves trágya kijuttatásával is (*Gyuricza, 2010a*). A telepítés időpontja lehet ősszel és tavasszal, a szaporítóanyag lehet sima dugvány, gyökeres dugvány és csemete. A szaporítóanyag nemesítése szelekcióval vagy keresztezéssel történhet. Klónoknál, a kedvező tulajdonságú egyedeket vegetatív módszerekkel szaporítják tovább, genetikai nem módosítás nem történik (*Biró, 2012*). A térállás lehet szimpla soros, kisebb tőtávolsággal vagy ikersoros. A tervezésekor érdemes figyelembe venni a műveléshez használt gépesítés igényét (*Rédei, Csiha és Veperdi, 2009; Wickham et al., 2010; Dimitriu és Rutz, 2015*).

Az éves ápolási munkák legfontosabb eleme az ültetvény gyommentesen tartása. Főleg az első évben – amikor az ültetvény gyomelnyomó képessége még nem kielégítő – legalább 3-4 sorközápolás szükséges tárcsával vagy kultivátorral. A sorápolás legkönnyebben vegyszeres gyomirtással végezhető el, az engedélyes, gyakran specifikus szerek és hatóanyagok listája évente változhat (*Almádi et al., 2000; Caslin et al., 2015*).

A telepítést követően az állomány megerősödésével az ültetvény hozama folyamatosan növekszik, a harmadik-negyedik betakarításra éri el a csúcsát. A hozam magas szinten tartásának feltétele a megfelelő, szükség szerinti tápanyag utánpótlás. Ennek szükségességét *Liebhard (2009)* és *Gyuricza (2011a)* kutatási eredményei is alátámasztják, miszerint minden tonna abszolút száraz termés betakarításával 0,75-5,5 kg nitrogén, 0,58-1 kg

foszfor, 2,6-4 kg kálium, 5-5,5 kg kalcium és 0,5-0,76 magnézium kerül a területéről kivonásra.

A betakarítással kivont tápanyag a műtrágya mellett pótolható még hígtrágya, szennyvíziszap vagy az égetéses erőművektől beszerezhető hamu kijuttatásával (*Sütő és Homola, 2010*). A dózis és a kiváltott hatás mértéke az ültetvény állapotától, a terméshozamtól és a termőhely adottságától is függ (*Lukács, 2012a*). A tápanyag visszapótlással összefüggésben a szennyvíz (*Guidi Nissim et al., 2015; Khurelbaatar et al., 2017*), szennyvíziszap utókezelésével előállított komposzt (*Holm és Heinsoo, 2013*) és a hígtrágya felhasználás hozamnövelő hatását (*Dimitriou és Aronsson, 2011*) számos vizsgálat bizonyította. Figyelemre méltó eredményeket értek el szennyvízkomposzt fűz és nyár ültetvényben való elhelyezésének vizsgálatánál olasz, spanyol, svéd, észt és cseh kutatók a „Bio-Pro” projekt keretében (*Heinsoo et al., 2008*).

A fakártevők és betegségek elleni védekezés is szükséges lehet, ezt elsősorban a termőterület fertőzöttsége határozza meg, a szakirodalom 30%-os kártétel felett tartja indokoltnak a védekezést (*Kondor, 2015*).

Elsősorban a rágás- és a hántáskárból keletkező vadkár fontos költségtenyező. Fűznél és nyárnál a hazai és a nemzetközi szakirodalom egyaránt említi a vadkár elleni védekezés szükségességét. Szintén említi a levélrozsda (*Melampsoraceae*) kártételét, külföldi közlemények a lószúnyog (*T. simplex*) elleni védekezés fontosságát is kiemelik (*Tubby és Armstrong, 2002*), a kártevő hazánk klimatikus viszonyai között nem jelent veszélyt.

A betakarítás teljes nyugalmi állapotban, november közepétől március elejéig történik. A kitermelés a törzs átmérőjétől függően történhet kézi betakarítással, szakaszos- és egymenetes gépi betakarítással. A betakarítás során a technológiától függően kötetlen kéve, faapríték vagy körbála keletkezik (*Kofman, 2012a; Santangelo et al., 2015*). A szakaszos betakarítást inkább a hosszabb vágásfordulójú (3-5 év) és keményebb

faanyagú akácnál alkalmazzák. Ennek során a töelválasztást és az irányított döntést a száradás és a kihordás követi, majd az aprítás és a szállítás. A magasabb víztartalmú fűz és nyár apríték tárolása, száradása során a baktérium és gomba fajok jelentős károkat okozhatnak (*Kofman, 2012b*). Az ültetvény működtetésében a betakarítás a legmunkaigényesebb művelet, a gazdaságos üzemeltetés érdekében több technológiai fejlesztés is történt (*Ehlert et al., 2012; Schweier és Becker, 2012*). Léteznek olyan járvabálázó és járvakötegelő gépek, amelyekkel akár egy menetben is elvégezhetőek a kívánt műveletek. Az ilyen speciális gépek, adapterek beszerzése és gazdaságos működtetése azonban nagyobb gazdasági méretet kíván (*Aranyos, Tomócsik és Makádi, 2014*).

Akkor, amikor már az ültetvény hozamának nagymértékű visszaesése, az állomány kiöregedése a gazdaságos üzemeltetést veszélyezteti, szükségessé válik az ültetvény felszámolása. Ez kémiai és mechanikai úton, illetve a kettő kombinációjával történhet (*DEFRA, 2004; Babicz et al., 2010; Rácz, 2011*).

2.7. A speciális telepítési és ápolási támogatások

A megtermelt áru értékesítése mellett a gazdálkodó másik bevételi forrása az igénybe vehető támogatások lehívása. A korábbi támogatási jogcímek 2010 óta felfüggesztésre kerültek.

Jelenleg a mezőgazdasági területek erdősítésének támogatásán (Felhívás kódszáma: VP5-8.1.1-16) belül nyílik lehetőség erdőtelepítésre és ipari célú fás szárú ültetvény létesítésére. A területhasznosítást illetően ez utóbbi tekinthető a fás szárú sarjzattalásos energetikai ültetvények egyik versenyképes alternatívájának is. Korábban a 88/2007 (VII.17.) számú FVM rendelet tartalmazta a kapcsolódó előírásokat. 2017-től a 135/2017. (VI. 9.) Korm. rendelet megszületésével önálló rendelet tartalmazza az ipari célú fás szárú ültetvény létesítés szabályait (*NAK, 2017*). Az önálló rendelet megszületésével a szabályozás jogilag azonos rangra emeli a rövid és a

közepes vágásfordulójú energetikai ültetvényeket, mindkettőt egy kategóriába, „Fás szárú ültetvénynek” minősíti (*Magyar Közlöny, 2017, 8516-8517*). A kormányrendelet fő módosítása, hogy a kérdéses terület „erdő” művelési ágba történő átminősítése helyett a megszüntetését követően az eredeti művelési ágnak megfelelő állapotba kell hozni vagy a fás szárú ültetvény ismételt telepítése vagy megújítása végezhető el. A rendelet megszületésével a Vidékfejlesztési Program „Erdősítés támogatása” pályázat kiírása módosítása került, azonban továbbra sem támogatható tevékenység a rövid vágásfordulójú és energetikai célú fás szárú ültetvények létesítése (*Széchenyi 2020, 2017*).

A korábbi, nem módosult rendelkezések értelmében a mezőgazdasági és nem mezőgazdasági területen végrehajtott erdősítés egyaránt támogatható. A mezőgazdasági területen végzett telepítés a kötelezettségvállalási időszak végéig, de legfeljebb 12 évig továbbra is jogosult a KAP I. közvetlen támogatására (SAPS). A KAP I. forrásból kifizetett támogatási érték beszámításával 79 €/év kieső jövedelempótlásra van lehetőség a Széchenyi 2020 Vidékfejlesztési Program kiadványa szerint (*Reszkető, 2015*). Az igénybe vehető támogatás mértékét a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat: Erdősítési alaptámogatások 2015

Fafajok	Hagyományos erdőtelepítés		Ipari célú faültetvény
	Telepítés	Fenntartás (ápolás)	Telepítés
Tölgy-bükk és egyéb keménylomb	2103 €/ha	11 évre - 2651 €/ha	-
Egyéb lágylomb	1924 €/ha	7 évre - 1643 €/ha	-
Akác	1587 €/ha	4 évre - 1044 €/ha	1372 €/ha
Nemesnyár	1561 €/ha	4 évre - 978 €/ha	1915 €/ha

Forrás: Reszkető, 2015

2.8. A fás szárú, sarjaztatásos energiaültetvények termelési tapasztalatai, a hozamot befolyásoló fontosabb tényezők

A szelekciót és a termőterülethez adottságainak leginkább megfelelő tulajdonságú szaporítóanyag kiválasztását hivatottak szolgálni az összehasonlító hozamvizsgálatok. Az ültetvény tőszámával kapcsolatban *Vágvölgyi (2013)* igen magas, 12-15 ezres számot említ, mások az ikersorok térállásától függően 6600-8000-17800 hektáronkénti tőszámmal számolnak, sőt a „Csala” energiafűz esetében 40000-60000-es tőszám az ajánlott. Fafajonként és klónonként is eltérő lehet az ideális növtér, ezt elsősorban a telepíteni kívánt alapanyag növekedési erélye és a vágásforduló határoz meg. A fajonként eltérő növekedési ütem miatt fontos az optimális vágásforduló alkalmazása. Ezt igazolják az általam korábban már hivatkozott *Gockler (2010b)* cikkében a szerző által is példaként felhozott, az ERTI, Halupa és Ivelics vizsgálati eredményei. A nemesnyárral folytatott kísérletek során a 3 éves vágásfordulóhoz képest az 5 éves hasznosítási ciklus során 63%-kal több biomasszát sikerült betakarítani. Ezen felül a betakarítás gyakorisága az ültetvény várható élettartamára is hatással van. A hosszabb időtartamú vágásforduló a ritkább betakarítás miatt jelent növekvő kockázatot és megtérülési időt. *Bárány (2011)* kiemeli, hogy a magas hozamok elérésére szelektált, nemesített klónokban rejlő biológiai potenciál csak a megfelelő, fajtára szabott termesztéstechnológiával érhető el, illetve az ilyen szaporítóanyaggal jobban lehet a termőhely potenciális fatermőképességét is kiaknázni. Kiemeli a termőhelyi adottságok és a termőhelyi igény összehangolásának fontosságát. „Pannónia” és „I-214” nemesnyár fajták növekedésmenet vizsgálatai során igazolta, hogy minél sűrűbb a telepítési hálózat, annál gyorsabb növekedésbeli visszaeséssel lehet számolni.

Lukács (2012b) vizsgálata rámutat, hogy a domborzati viszonyok is hatással vannak a hozamra, a sík területhez képest dombvidéken kevesebb

hozam érhető el. Vizsgálata során akác esetében átlagosan 25%-os, fűznél 46%-os, nyárnál 24%-os hozamkülönbséget mért. Ez az eredmény megkérdőjelezi az energetikai ültetvények gazdaságilag fenntartható termesztését a művelésre kevésbé alkalmas kített, erodált területeken.

A Szent István Egyetem folytatott, az energiafűz-ültetvények több vágásfordulón át történő hozamvizsgálatának eredményeire támaszkodva általánosságban az alábbi következtetések vonhatók le (*Gyuricza, Hegyesi és Kohleb, 2011; Junek et al., 2013*): A termőhelyi adottságok és a klimatikus viszonyok mellett a termesztéstechnológia is alapvetően meghatározza a terméshozamot. A tőszám és a tápanyag visszapótlás is befolyásolja az ültetvény hozamát. Az azonos termőhelyen folytatott fajtakísérlet során a fajták átlagai között 22,9% hozamkülönbség mutatkozott, a legnagyobb különbség elérte a 49,7%-ot. A fajtahatás mellett az évjárat hatása is hozamkülönbséget okoz azonos fajtán belül, két vágásforduló hozamkülönbsége volt, ahol elérte a 6%-ot. A produktumra jelentős hatással van a növénytáplálás, a műtrágyázott (50 kg/ha nitrogén műtrágya) kísérleti csoport biomassza produktuma 30-36%-kal haladta meg a kontroll csoportét. Fűz esetében az éves produktum 10-25 t/ha száraztömeg között volt. Nedvességtartalma betakarításkor 45-50% érték között mozgott.

3. A DISSZERTÁCIÓ CÉLKITŰZÉSEI

Disszertációm középpontjában a biomassza, mint megújuló energiaforrás gazdasági- környezeti fenntarthatóságának vizsgálata áll. A primer biomassza-hasznosítás előtérbe kerülése nem egyértelmű sikertörténet. Paradox módon a használatukkal kapcsolatban számos környezeti aggály, bizonytalanság merült fel, elsősorban a termeléssel, szállítással és az erőművi hasznosítással kapcsolatban.

A dolgozatom fő célkitűzése a nyár, fűz és akác fafajokból álló rövid vágásfordulójú, sarjzattatásos ültetvények primer biomassza energetikai célú termelésének gazdasági és környezeti fenntarthatóságának meghatározása és az azt befolyásoló tényezők vizsgálata.

Termesztési tapasztalatokra és az eddigi hazai kutatások eredményeire támaszkodó modell segítségével arra keresem a választ, hogy a fás szárú, sarjzattatásos energetikai ültetvényekkel hol és milyen feltételekkel lehetséges gazdaságilag és egyben környezeti szempontból is eredményes gazdálkodást folytatni.

Az energetikai ültetvényekkel való eredményes gazdálkodás környezeti és gazdasági feltételrendszerének feltárásával keresem, hogy hol teljesül, és teljesül-e egyszerre a két fenntarthatóság feltétele, ami az ilyen típusú ültetvények létesítésének elsődleges célja. Az energetikai ültetvények telepítését, ültetvény fenntartását és a végfelhasználását is kiemelten kezelik, támogatják a megújuló energiaforrások minél szélesebb körű felhasználását elősegítő/előirányzó irányelvek. A modell vizsgálataival az irányelvek kitűzött céljának kivitelezhetőségével összefüggésben, az energetikai ültetvények, mint eszközök helyzetét próbálom meghatározni a célok elérése érdekében.

A termesztési ciklusok költségeloszlásának elemzésével kísérletet teszek a meghatározó költségelemek gazdálkodásban betöltött szerepének

meghatározására. Ez az eltérő vágásfordulójú hasznosítási ciklusok, fafajok versenyképességének megállapításában nyújthat támpontot.

Az ültetvények energetikai elemzését követően ajánlásokat fogalmazok meg az ültetvények telepítésével és fenntartásával kapcsolatban, amelyek segíthetik ennek a mezőgazdasági ágazatnak a sikerességét. Felhívom a figyelmet az esetleges buktatókra, nehézségekre, de a kiaknázható lehetőségekre is.

Az elvégzett vizsgálataim célja nem egy részprobléma aprólékos feltárása, hanem az egész, egymással összefüggésben lévő, de legtöbbször külön kezelt problémakör összegzése.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

Dolgozatom a hazai és külföldi szakirodalom tanulmányozásán alapul. A feltáró, új információk szerzéséhez bőséges forrásmunka található, elsősorban a leginkább elfogadott, mértékadó kutatások, hazai és külföldi kutatócsoportok, tudományos szakműhelyek, zöld egyesületek, és a témával foglalkozó nemzetközi szervezetek munkáira hagyatkozom. A rövid vágásfordulójú, sarjzatatásos ültetvények telepítésével, szaktanácsadással foglalkozó integrátorok, a vertikumban tevékenykedő gyakorlati szakemberek tapasztalataira támaszkodom. Az érvek és ellenérvek összehasonlításával, ütköztetésével kívánok rávilágítani a témával kapcsolatban a tudományos társadalomban kialakult álláspontokra és az uralkodó bizonytalanságra. A disszertációm témájának összetett voltára való tekintettel az elemzés több tudományág, többek között az agrár-, erdészeti és energetikai tudományok biomassza termelésével és hasznosításával kapcsolatos kutatási eredményeiből tevődik össze. A témához köthető törvények, rendeletek, bemutatásával a jogalkotó támogatáspolitikája is ismertetésre kerül.

4.1. A kutatás alkalmazott módszerei

Kalkulációk során egy átlagos adottságú, során önerőből megvalósuló ültetvény létesítésének, működtetésének jövedelemhelyzete kerül vizsgálatra, az értékek nettó értékek. A hazai tapasztalatok szerint az ilyen típusú ültetvények vagy a korábban elérhető pályázat keretében vagy tisztán önerőből megvalósuló, elsősorban a mezőgazdasági tevékenység diverzifikációja érdekében eszközölt beruházásként valósulnak meg. Átlagos adottság alatt az értendő, hogy a körülményekből adódóan az ismertetésre kerülő termesztéstechnológiai műveleteken felül további speciális munkák

elvégzése nem szükséges. A modellben a megtermelt biomassa közvetlen erőművi értékesítésre kerül.

A szakirodalmi elemzésen a számításokon nyugvó gazdasági modellkísérletben a meglévő ismeretek konvertálásával, szintetizálásával a téma újszerűen kerül megközelítésre. A feldolgozott szakirodalmi adatok szolgáltak alapul a termelési költség és a bevétel megállapítása szempontjából kulcsfontosságú termelési technológia és az elérhető termésátlagok meghatározásához.

Az energetikai ültetvényeket adó három fafaj bemutatásán túl komparatív elemzésekkel mutatom be a különböző termelési technológiák közti különbséget. A gazdaságosságon keresztül vizsgálom a lehetséges technológiai irányelvek versenyképességét. A biomassa alacsony energiasűrűsége miatt a költségek eloszlása tekintetében elemzem, hogy eltérő hozamoknál az összes költségre mekkora hatással van a szállítás változó költsége, illetve vizsgálom, hogy ez a költségnem mennyire érinti érzékenyen a gazdálkodás eredményességét.

A rövid vágásfordulójú, fás szárú energetikai ültetvényekre jellemző ültetvényszerű termelés egy évnél hosszabb termelési periódust jelent. Ezért a gazdasági vizsgálat is egy termelési ciklusra vagy egy meghatározott időintervallumra vonatkozik. A gazdasági modell pénzügyi kalkulációja során a forgatókönyvek eltérő hozam- és költségadatai felhasználásával határozom meg a halmozott eredményt tizenöt évre, amellyel a forgatókönyvek megtérülési idő változását és a gazdálkodás eredményessége kerül bemutatásra. A termelési érték és a termelési költség szélsőértékei segítségével intenzív és extenzív művelési módok kerülnek meghatározásra.

A pénzáram-variációk és a lehetséges termőhelyi adottságok egymáshoz történő rendelésével állítottam fel fafajonként az alábbi négy forgatókönyvet, három szállítási távolsággal, ahol tipikusan a forgatókönyvek hozam-költség viszonyai jellemzőek (3. táblázat).

3. táblázat: A forgatókönyvek szélsőértékei és a termőterület adottsága

Forgatókönyv	Termelési Költség.		Termelési Érték		Termőterület adottsága
	Alsó küszöb	Felső küszöb	Alsó küszöb	Felső küszöb	
F1.	X			X	Kedvező adottságú
F2.		X	X		Kedvezőtlen adottságú
F3.	X		X		Kedvezőtlen adottságú
F4.		X		X	Kedvező adottságú

Forrás: Saját szerkesztés

A pénz időérték változásnak a beruházásra gyakorolt hatása dinamikus mutatószámok segítségével kerül kiértékelésre. A nettó jelenérték az egyes évek nettó pénzáramlásainak egyenlege jelenértéken számítva (Pucsek, 2013; Gál, 2016). A beruházás a nulladik időszakában jelentkező költségeiért az „n” periódusban felmerülő jövőbeni pénzáram elvárást jelent. A jövőbeli pénzáramok jelenértékeinek meghatározása diszkontálással történik. Az alábbi képlet a diszkontálás eljárását szemlélteti „C” nagyságú, „n”-edik periódusban jelentkező pénzáram és „r” mértékű diszkontráta esetén:

$$C_0 = \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

A nettó jelenérték (Net Present Value, NPV) döntési formula alapján összegzésre kerül a beruházás nulladik időszakában jelentkező kezdő pénzáram (C_0) és az egyes évek nettó pénzáramlásainak egyenlege jelenértéken számítva, ahol a C_t az üzemeltetés „t”-edik időszakában jelentkező nettó hozam, „n” beruházás időtartam és „r” diszkontráta mellett:

$$NPV = -C_0 + \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

A diszkontrátával történt korrekció után kapott pozitív jelenérték azt jelenti, hogy az adott beruházás rentábilisabb a piacon található alternatív befektetési lehetőségeknél (Pálosi, 2007).

A jövedelmezőségi index (Profitability Index, PI) jelenértéken azt fejezi ki, hogy egységnyi befektetés a befektetés egész időszaka során mekkora jelenértéket eredményez. A mutató elfogadási értéke zérus.

$$PI = \frac{NPV}{|C_0|}$$

A nettó jelenértékből származtatott belső megtérülési ráta (Internal Rate of Return, IRR) a beruházás belső hozamát adja. Az a hozam, amivel a beruházás pénzáramlásait diszkontálva nulla nettó jelenértéket kapunk. Tehát az a kamatláb, amely mellett a beruházás éppen eléri azt a jövedelmezőséget, amelyet egy, a diszkontrátával megegyező kamatláb melletti befektetés biztosítana. Amennyiben a beruházás belső megtérülési rátája magasabb, mint az elvárt hozam, akkor a kérdéses beruházás kedvezőbb hozammal bír, mint az alternatív lehetőségek.

$$NPV = 0 = -C_0 + \sum_t \frac{C_t}{(1 + IRR)^t}$$

A diszkontált megtérülési idő mutatószám megmutatja a beruházásból származó évenkénti nettó pénzáramlások jelenértékének összege hányadik évnél éri el a ráfordítás összegét (*Fazekas, Gáspár és Soós, 2003*).

A kalkuláció során a tizenöt éves időtartamra évi 7%-os elvárt hozam mellett, a vizsgált időszak végén nulla maradványértékkel számoltam. Ez a 7%-os érték a várható infláció mértékéből és más, alternatív befektetések jövedelemtermelő képességéből tevődik össze. Ennek a megállapításában a Magyar Nemzeti Bank inflációs prognózisai, jelentései (*MNB, 2016*) és az Államadóság Kezelő Központ Zrt. (ÁKK Zrt.) referenciahozamait, adatait használtam fel (www.allampapir.hu).

Az energetikai megközelítéssel a scenáriók pénzáram vizsgálata mellett a környezeti fenntarthatóság érvényesülésének a mértéke határozható meg. Az így kapott gazdasági modellszámítások eredménye adja az alapot a

következtetésemhez, a gazdasági és környezeti fenntarthatóság összefüggéseinek újszerű feltárásához.

4.2. A kutatás alkalmazott adatai

A munkaműveletek költségeinek megállapítása támpontjául a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Mezőgazdasági Gépesítési Intézet (NAIK-MGI) gépüzemeltetés adatait vettem alapul (4. táblázat). A felmerülő munkaműveletek költségét bér munkadíjjal számoltam, a szolgáltatási díj kalkulálásánál az üzemeltetési önköltség mellett hozzávetőlegesen 20%-os haszonkulccsal számolok. A speciális gépesítést igénylő betakarítás esetében nem állt rendelkezésre ilyen adat, ezért a bér munka díjának megállapításában az ágazatban szereplő szakemberek gyakorlati tapasztalataira hagytam.

4. táblázat: Mezőgazdasági munkaműveletek költségviszonya 2015-ben

Munkaművelet megnevezése	Erőgép teljesítménye kW	Üzemeltetési költség Ft/ha	Bér munkadíj Ft/ha
Szántás 30-35 cm	101-150	24 090	29 000
Gyűrűshengerezés	41-75	4 169	5 000
Mútrágyaszórás	41-75	2 904	3 500
Felületpermetezés	41-75	3 439	4 000
Tárcsázás közép mélyen	41-75	8 294	10 000
Palántázás	41-75	31 867	38 000

Forrás: Saját szerkesztés és kalkuláció Gockler, 2015 adatai (NAIK-MGI) alapján.

A termelési érték számításánál a szakirodalmi adatokra alapozva az elérhető hozamértékek alsó és felső értékeivel számolok mindhárom növénykultúra esetében. A biomassa produktum eltérő víztartalma miatt objektív összehasonlítási módszer a 0% víztartalomra korrigált fajlagos hozam alkalmazása. Az abszolút száraz faanyag számított tömegének meghatározására használt mértékegység az atrotonna (odt), a fajlagos érték általában odt/ha-ban van megadva.

A fellelhető magyar szakirodalmi adatok egyes fajok esetében az alábbi szórást mutatják a hozamok tekintetében (*Bai et al., 2002; Grasselli et al., 2004 in Grasselli és Szendrei 2006; Barkóczy, Ivelics és Marosvölgyi 2007 in Popp és Potori, 2011; DEFRA 2007; Erdős, 2007; Rénes, 2008 in Popp és Potori, 2011; REKK, 2009; Gyuricza, 2010b; Csipkés, 2011; Mádainé Üveges, 2012*):

- Nyár 8,7-23 odt/ha/év
- Fűz 10-24 odt/ha/év
- Akác 6-20 odt/ha/év

Az átvételi ár (20.000 Ft/odt) megállapításánál a pécsi biomassza-erőmű szerződéses átvételi ára volt a mértékadó. Emellett a lehetséges támogatási forrásokkal is kalkulálok, figyelembe veszem az ágazatban elérhető egyéb támogatásoknak az energetikai ültetvények versenyképességére gyakorolt hatását.

5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

5.1. Az energetikai ültetvény telepítésének és fenntartásának költsége

Az energetikai ültetvényekkel kapcsolatos legnagyobb költségtényező a telepítés, azon belül is a dugványok anyagköltsége. Tekintettel arra, hogy a telepítés igen nagy tőszámkülönbséggel is történhet, ezért ez a költségtényező is széles sávban mozoghat. Az ültetvénytelepítés további jellemzője, hogy a telepítéssel az életciklus végén esedékes ültetvény-felszámolási költség is megjelenik. A szántóföldi növénytermesztéssel ellentétben ennél a hasznosítási formánál a vágásforduló időtartamától függően egy termelési ciklus több éves. Ezért cikluson belül eltér a különböző évek költségszerkezete, árbevétele is csak a betakarítás éveiben jelentkezik. Kalkulációm során a szakirodalomban szereplő tőszámok két szélsőértékét vettem alapul, amivel az is szemléltethető, hogy a költségek és a bevétel milyen értékek között mozog. A szaporítóanyag nettó árát 25 Ft/db egységárban határoztam meg mindegyik fajtánál. A piacon ugyan elérhető ennél olcsóbb szaporítóanyag is, de az árak a minőségtől függően változnak, az általam megállapított szintnél már biztosan megfelelő minőségű áru kerül telepítésre.

A hozamokhoz hasonlóan a telepítési és termelési költségeknél is megállapítottam egy minimális (extenzív) és egy maximális (intenzív) költség szintet. A különbség a telepített tőszámban, tápanyagpótlásban és a gyomirtásban van. Az extenzív művelésnél nem számolok tápanyagpótlással és kizárólag mechanikai gyomirtást alkalmazok. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy a növények tápanyagszükségletének figyelmen kívül hagyása rövidlátásra utal, ami környezeti szempontból is megkérdőjelezhető. Az intenzívnek nevezhető művelésnél a tápanyag pótlása telepítéskor és a betakarítást követő években komplex műtrágya kijuttatásával történik.

Az ültetvénytelepítéskor, mindhárom kultúra esetében 5 l/ha glifozát hatóanyagú totális gyomirtó kijuttatásával számoltam, a betakarítást követő években a mechanikai gyomirtás mellett vegyszeres gyomirtásra is sor kerül.

A vegyszeres gyomirtás a betakarítást követően történik, mert csak a lekerülő állomány után lehetséges a terület zavartalan felületpermetezése a szántóföldi növénytermesztésben is használt keretes permetezővel. A mechanikai gyomirtás évenkénti ismétléseinek a száma a telepítést és a betakarítást követő évben a legtöbb. Ez a lombkorona fejlődésével, és annak árnyékoló-képességének a növekedésével csökken, illetve az állomány fejlettségétől függően fizikailag is nehezkessé válik az erőgéppel történő művelés. A sorközökben történő tárcsázás miatt nem az egész hektárra vetített bér munkadíjjal (10.000 Ft/ha) számoltam, hanem alkalmanként csak 8.000 Ft/ha költséggel. Gyakorlati tapasztalat, hogy tárcsázáskor úgy kell beállítani a tárcsaleveleket, hogy a tárcsa a telepítés sorára dobja rá a földet, így a sorápolás művelete részben elvégezhető egy menetben.

A termőföld, mint termelési tényező használatát a földhasználati díj segítségével számszerűsítem. Elsősorban kedvezőtlen adottságú területeken történő telepítésről beszélhetünk, ezért ennek mértékét 35.000 Ft/ha-ban állapítottam meg.

Az ültetvények felszámolásánál 5 l/ha glifozát tartalmú totális gyomirtószer kijuttatásával és a tuskók mechanikus eltávolításával számoltam.

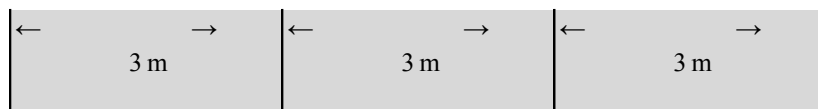
A következő alfejezetekben mind a három fafaj esetében ismertetésre kerül az energetikai ültetvény első tizenöt évének költségviszonya, bemutatva a termelési ciklusok munkaműveleteinek, költségeinek alakulását. Emellett az utolsó, ültetvényfelszámolás évének költségei is ismertetésre kerülnek, kiemelve a rekultivációs költségeket.

A kalkuláció az általános technológiai leíráson alapul, bizonyos költségtételek bizonytalanságával számolni kell, kedvezőtlen adottságú

területről lévén szó ilyen lehet a terület művelésre alkalmassá tétele vagy a kártevők elleni növényvédelem is.

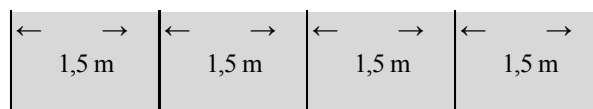
5.1.1. Nyár ültetvény termelési költségei 2 éves vágásfordulónál

Nyár ültetvényeknél a telepítést 6600-13300 közötti tőszámmal lehet kalkulálni. A sortáv és a tőtávolság változtatásával érhető el a kívánt telepítési hálózat és növőtér. A térállás szimpla sornál 1,5-2,5-3 m (sortáv) x 0,5 m (tőtáv) lehet, ami 6600-8000-13300 darab szaporítóanyag igényt jelent (2. és 3. ábra).



2. ábra: Szimpla soros telepítési hálózat: sortáv 3 m

Forrás: Saját szerkesztés



3. ábra: Szimpla soros telepítési hálózat: sortáv 1,5 m

Forrás: Saját szerkesztés

Lehetséges az ikersorban történő telepítés is. Ekkor a telepítési hálózat 0,75 m x 2,5 m 0,5 m-es tőtávval 12600 a tőszám. A nyár magas fényigénye miatt az ikersoros telepítés illetve a viszonylagosan szűkebb sortávolság választása nem ajánlott.

Intenzív művelésnél fűz és nyár ültetvényeknél gyomirtásra alkalmanként 0,4 l/ha Dow Agrosiences Galera növényvédőszer használatával kalkulálok. Az extenzív művelésnél elmaradó költségtételeket a táblázatban zárójelbe tettem. Az eltérő tőszám miatt jelentkező eltérő szaporítóanyag és telepítési költséget kötőjellel érzékeltetem.

Nyár és fűz esetében (5. és 6. táblázat) a telepítést követően a rotációs időtartamhoz plusz egy, az ültetvény gyökeresedését, megerősödését szolgáló évvel számolok.

A betakarítás egy Claas Jaguar magajáró szecskázóval történik, ami egy speciális, energiaültetvény betakarító adapterrel van felszerelve, a tapasztalatok szerint a fás szárú állomány betakarítása óránként 1-2 hektár sebességgel zajlik. Az apríték a kiközelítés után a tábla szélén prizmában kerül előtárolásra, majd a száradást követően szállítójárművekbe rakódva jut el a végfelhasználóhoz.

5. táblázat: Nyár energetikai ültetvény termelési költségének alakulása 2 éves vágásfordulónál (Ft/ha)

KÖLTSÉGEK (Ft/ha)	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év	6. év	7. év	8. év	9. év	10. év	Utolsó év	
Őszi szántás (30-35 cm)	29 000											
Szántás elmunkálása	5 000											
Totális gyomirtás	9 000											
Műtrágyázás (NPK 15:15:15 400 kg/ha)	(47500)			(47500)		(47500)		(47500)		(47500)		
Szaporítóanyag, (6600-13600 dugvány)	165000- 340000											
Ültetés (kézi és gépi munka)	70 000											
Vegyszeres gyomirtás				(19000)		(19000)		(19000)		(19000)		
Sorközművelés (táracsázás)	24 000	16 000	8 000	16 000	8 000	16 000	8 000	16 000	8 000	16 000	8 000	
Betakarítás			120 000		120 000		120 000		120 000		120 000	
Földhasználat	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	
Ültetvény felszámolása											100 000	
ÖSSZESEN (Ft/ha)	Min.	337 000	51 000	163 000	51 000	163 000	51 000	163 000	51 000	163 000	51 000	263 000
	Max.	559 500	51 000	163 000	117 500	163 000	117 500	163 000	117 500	163 000	117 500	263 000

Forrás: Saját kalkuláció

5.1.2. Fű ültetvény termelési költségei 2 éves vágásfordulónál

Fű ültetvényeknél a telepítés tőszáma 10600-17600 közötti. Az alacsonyabb fényigény és a magasabb tőszámmal történő telepítés miatt az ikersoros telepítési hálózat az általános.

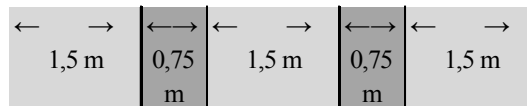
Ahogy a 4. ábra is szemlélteti, a 2,8 m x 0,75 m sor- és ikersortávolság mellett a tőtávolság 0,4-0,5 m lehet. Így a tőszám 11200-14000 között alakul.



4. ábra: Ikersoros telepítési hálózat: 2,8m x 0,75m

Forrás: Saját szerkesztés

A nyomtávolság csökkentésével tovább növelhető a tőszám, 1,5 m nyomtáv és 0,5 tőtáv esetén éri el a 17600-as tőszámot. Ezt a térállást az 5. ábra mutatja be.



5. ábra: Ikersoros telepítési hálózat: 1,5m x 0,75m

Forrás: Saját szerkesztés

A művelőút (sortáv) 3 m-re történő növelésével 0,5 m-es tőtávval érhető el a 10600-es tőszám. Ikersornál általában az ikersorok sortávolsága 0,75 m, lehetséges azonban az ikersorok 0,7 m-es távolságra történő csökkentése is. Így azonos tőszám mellett a sortáv növekedhet, ami a gépi művelést könnyíti meg.

A nyár és a fű telepítési költsége közötti különbség az eltérő szaporítóanyag igénytől függ. Általánosságban elmondható, hogy a nyár telepítése alacsonyabb tőszámmal történik. A szaporítóanyag költsége mintegy fele a telepítés költségeinek. A telepítés alsó és felső értékei közötti

jelentős különbség is rámutat a helyes technológia, tőszám megválasztására, ami a várható hozam mellett a megtérülés idejét is meghatározza. A két kultúránál, azonos vágásforduló esetében a művelés és a költségek nem térnek el egymástól. A kultúrák eltérő fejlődésből adódóan a mechanikai gyomirtás ismétléseinek a számában, a kijuttatott műtrágya mennyiségében jelentkezhet különbség.

6. táblázat: Fűz energetikai ültetvény termelési költségének alakulása 2 éves vágásfordulónál (Ft/ha)

KÖLTSÉGEK (Ft/ha)	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év	6. év	7. év	8. év	9. év	10. év	Utolsó év	
Őszi szántás (30-35 cm)	29 000											
Szántás elvégzése	5 000											
Totális gyomirtás	9 000											
Mútrágyázás (NPK 15:15:15 400 kg/ha)	(47500)			(47500)		(47500)		(47500)		(47500)		
Szaporítóanyag, (10600-17600 dugvány)	265000- 440000											
Ültetés (kézi és gépi munka)	70 000											
Vegyszeres gyomirtás				(19000)		(19000)		(19000)		(19000)		
Sorközművelés (tárcaázás)	24 000	16 000	8 000	16 000	8 000	16 000	8 000	16 000	8 000	16 000	8 000	
Betakarítás			120 000		120 000		120 000		120 000		120 000	
Földhasználat	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	
Ültetvény felszámolása											100 000	
ÖSSZESEN (Ft/ha)	Min.	437 000	51 000	163 000	51 000	163 000	51 000	163 000	51 000	163 000	51 000	263 000
	Max.	659 500	51 000	163 000	117 500	163 000	117 500	163 000	117 500	163 000	117 500	263 000

Forrás: Saját kalkuláció

5.1.3. Akác ültetvény termelési költségei 5 éves vágásfordulónál

A hosszabb vágásforduló miatt az akácnak nagyobb növértérre van szüksége, amit még a fényigényessége is indokol. Ezért a hektáronkénti 4600-13300 tőszám a megfelelő. Szimpla és ikersoros telepítése során a korábbi leírt telepítési hálózatokat lehet alkalmazni, minél nagyobb sortáv kialakításával. A hosszabb rotációs ciklus és ezáltal a hosszabb várható megtérülési idő miatti magasabb kockázat részben ellensúlyozható az alacsonyabb tőszámmal történő telepítéssel elérhető kisebb telepítési költséggel, igaz a tőszám a várható hozamra is hatással van.

A ritkább betakarítást (7. táblázat) az akác alacsonyabb termőképessége indokolja, így a költséges betakarítások számának a csökkentésével az alacsonyabb hozamból adódó alacsonyabb bevétel ezzel a költségmegtakarítással részben kompenzálható. Betakarítása eltér a másik kettő fafaj betakarításától. A szakaszos betakarítás során a tőelválasztást és az irányított döntést, száradást követően a tábla szélére kihordva történik a biomassza ledarálása és szállítójárművekre történő rakodása.

Ennél a fafajnál 1,5 l/ha Dual Gold gyomirtóval kalkulálok. A mechanikai gyomirtást (tárcsázás) a növény sekélyen futó gyökérzete miatt nem szabad gyakran elvégezni, mert az a gyökér sarjadását segíti elő.

7. táblázat: Akác energetikai ültetvény termelési költségének alakulása 5 éves vágásfordulónál (Ft/ha)

KÖLTSÉGEK (Ft/ha)	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év	6. év	7. év	8. év	9. év	10. év	Utolsó év	
Őszi szántás (30-35 cm)	29 000											
Szántás elmunkálása	5 000											
Totális gyomirtás	9 000											
Műtrágyázás (NPK 15:15:15 400 kg/ha)	(47500)					(47500)						
Szaporítóanyag, (4600-13300 csemete)	115000- 332500											
Ültetés (kézi és gépi munka)	70 000											
Vegyszeres gyomirtás						(20000)						
Sorközművelés (tárcsázás)	24 000	16 000	8 000			16 000	8 000					
Betakarítás					120 000					120 000	120 000	
Földhasználat	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	
Ültetvény felszámolása											100 000	
ÖSSZESEN (Ft/ha)	Min.	287 000	51 000	43 000	35 000	155 000	51 000	43 000	35 000	35 000	155 000	255 000
	Max.	552 000	51 000	43 000	35 000	155 000	118 500	43 000	35 000	35 000	155 000	255 000

Forrás: Saját kalkuláció

A három fafaj telepítési és művelési költségeit összegezve elmondható, hogy a telepítési költség nagy részét kitevő szaporítóanyag költség a megfelelő tőszám és az ehhez kapcsolódó technológia kiválasztásával csökkenthető. Ez a vágásforduló hosszára és a várható hozamra is kihatással van.

A másik kiemelkedő költségtétel a betakarítás. Főleg az intenzív művelésű ültetvényeknél már az évenkénti betakarítás lehetőségét sem zárják ki, főleg fűz esetén. Ezért a minél intenzívebb művelés mellett megfontolásra javaslom a vágásforduló időtartamának növelését. Ez mindaddig gazdaságos, amíg egyrészt az évente jelentkező növekmény értéke fedezi a betakarítás költségeit, másrészt az előző évek növekményeihez viszonyítva nem esik vissza olyan mértékben, ami már elmarad a betakarítás utáni várható növekmény mennyiségétől. A ritkább betakarítás az ültetvény várható élettartamára is kedvező hatással van.

Ezért a költségek tükrében véleményem szerint nem csak a hozamok maximalizálásával lehet eredményes gazdálkodást folytatni, hanem a tőszám és a vágásforduló helyes megválasztásával a költségek minimalizálása és a hozamok egyidejű optimalizálása mellett kevésbé intenzív műveléssel, ökológiailag fenntarthatóbb módon is végezhető eredményes gazdálkodás. Ezt támasztja alá az is, hogy az energetikai ültetvényeket alapvetően szántóföldi növénytermesztésre alkalmatlan területekre szánják, ahol a gyakori betakarítás és a magas hozamok elérése sem feltétlenül lehetséges. Hasonló elvet követ az akác energetika ültetvények technológiája, ahol a várható kisebb hozamokat a hosszabb vágásfordulóval próbálják ellensúlyozni. Ennek eredményességére a későbbi vizsgálataim adnak választ.

5.2. Vadkár elleni védekezés vadvédelmi kerítéssel

Az energetikai ültetvények telepítésének költségei között nem mindig szerepel a vadkár elleni védekezés. Pedig a többéves vágásforduló miatt a vad által okozott kár több év növekményét is megsemmisítheti, illetve emiatt a megtérülési idő további évekkel tolódhat el. A leghatékonyabb védekezés az ültetvény kerítéssel történő védelme.

A védekezés szükségességének a megalapozottságát bizonyítja az, hogy a hagyományos erdészeti telepítés során is a csemetést kerítéssel védik. Mivel az 1-5 éves vágásforduló miatt az állomány nem tud kellőképpen megerősödni, az egész életciklusa során sérülékenyebb a vad károsításával szemben. Tekintettel arra, hogy az energetikai ültetvények létesítése és hasznosítása az erdészeti telepítésekkel szemben sokkal intenzívebb és pénzügyileg is feszített, kockázatosabb üzleti vállalkozás, különösen fontosnak tartom a lehetséges kockázati tényezők minél alacsonyabb szinten tartását. Ezért indokolt a kerítés létesítése.

A vadvédelmi kerítés beruházási költségének mértéke hasonló az energetikai ültetvénytelepítés költségének nagyságával. A költségeket több tényező befolyásolja, egyrészt a kerítésépítéshez használt anyagok műszaki és minőségi jellemzői, másrészt a bekerítendő terület adottsága, főleg a mérete és az alakja.

További kalkulációim alapjául egy Kaposvár közeli településen megvalósult beruházás adatait használom, a beruházás részleteit a 8. táblázat mutatja be. A felhasznált 3 méteres, 10-12 cm-es legkisebb átmérőjű akác oszlopok 4 méteres távolságra vannak leverve. A telepítés előtt az oszlop földbe kerülő részét égetéssel védik a későbbi korhadástól. A kifeszítésre kerülő vadháló 200 cm-es, ez a magasság a nagyvad elleni védekezést szolgálja. A kerítés árát a magasságon kívül a drótátmérő, a vízszintes drótok száma és a horganyréteg vastagsága és a csomózás típusa együttesen

határozza meg. A gyakorlati tapasztalatokat alapul véve 1.500 Ft/m fajlagos költséggel számolok.

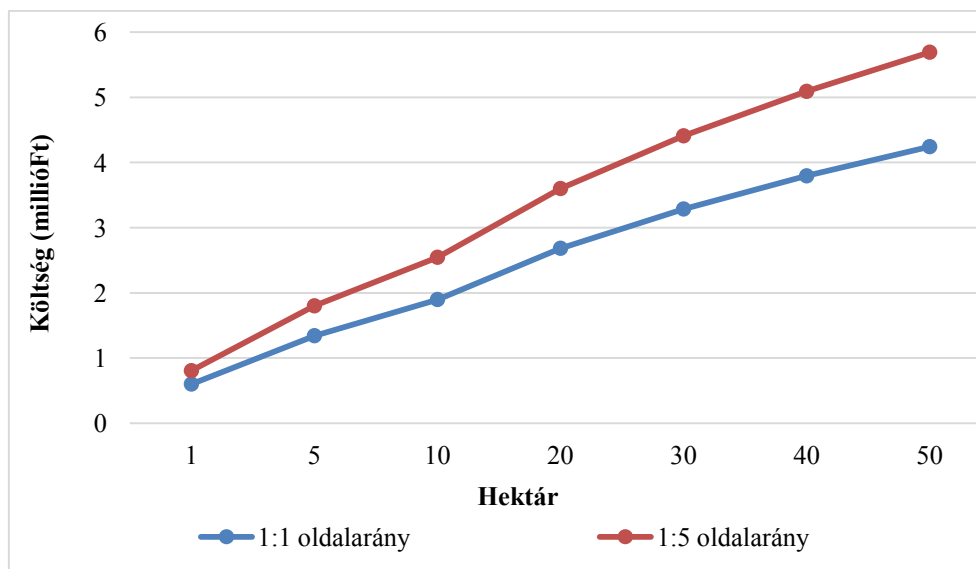
8. táblázat: Vadvédelmi kerítés telepítésének költsége

Kerítésoszlop	Oszlop (3m)	1000 Ft/db	388 Ft/m
	Kérgelés	300 Ft/db	
	Égetés	250 Ft/db	
Vadháló (200 cm, Ft/m)			350
Nyomvonal kialakítása (Ft/m)			250
Kerítés építése (Ft/m)			500
Kerítés fajlagos költsége (Ft/m)			1488

Forrás: Simon, 2015

A földterület adottsága a kerítésépítéshez szükséges nyomvonal földmunkájának költségeit is meghatározza. Az ültetvény méretének növekedésével a kerítés összköltsége nő, de a hektárra vetített költség csökken. A tábla alakja és így a kerülete között komoly eltérés is lehet, ami a fajlagos költséget is befolyásolja.

A 6. ábrán azonos területmérethez két, eltérő kerülettel bíró tábla bekerítésének összköltsége kerül bemutatásra.

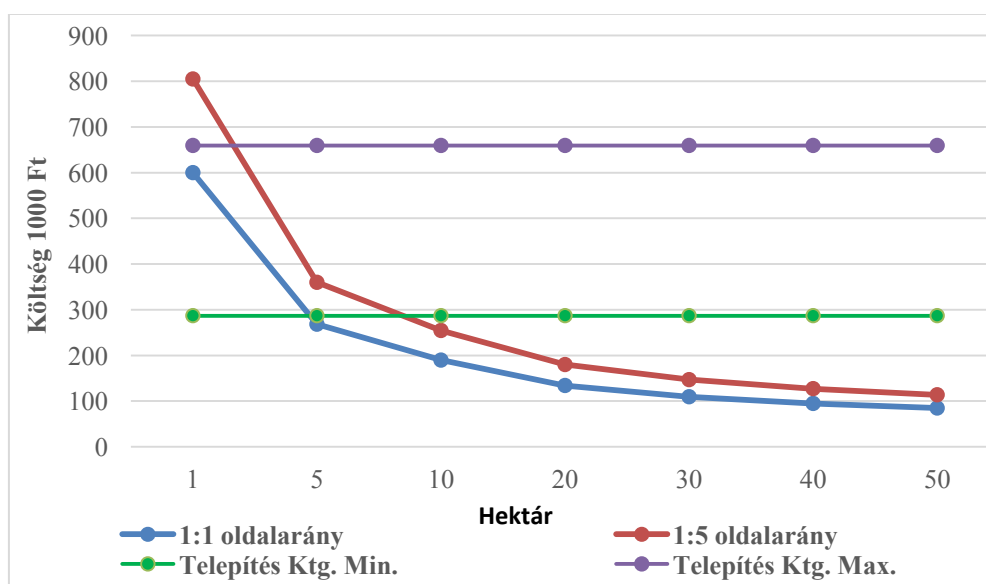


6. ábra: Az energetikai ültetvények bekerítésének összköltsége

Forrás: Saját kalkuláció

Az 1:1 oldalarány a legkisebb kerületű négyzet alakú táblát feltételez, a másik 1:5 oldalarányú téglalap alakot. Az összköltség alakulásán az ábra kitűnően szemlélteti az optimálistól eltérő alakú tábla többlet beruházási igényét. Természetesen még kedvezőtlenebb alak esetén ez a többletköltség nagyobb.

Az összköltség alakulásán túl a hektárra vetített, fajlagos költség jobban szemlélteti a szükséges ráfordítás mértékének alakulását a két oldalarány esetében (7. ábra). Az ábrában ábrázolásra került a három fafaj legalacsonyabb (akác, 287.000 Ft/ha) és a legmagasabb (fűz, 659.500 Ft/ha) telepítési költsége is. Ahogy az ábra is szemlélteti, a vadvédelmi kerítés beruházása a legmagasabb telepítési költségénél (fűz) a magas telepítési költség miatt már 5 hektárnál mindkét oldalaránynál a beruházási költség 50%-a alá csökken.



7. ábra: Az energetikai ültetvények bekerítésének fajlagos költsége

Forrás: Saját kalkuláció

A legalacsonyabb ültetvénylétesítési költségénél (akác) a kerítés telepítése egy hektárnál a beruházási költség legalább kétszeresét teszi ki. Az

oldalaránytól függően az ültetvény létesítési költségének fele alá a 20 illetve 30 hektár táblaméret felett csökken.

A kerítés beruházás elfogadási értékének az ültetvénytelepítés összköltségének kevesebb, mint a felét feltételezve a költségek tükrében elmondható, hogy a vadvédelmi kerítés építése az ültetvénylétesítés költségszínvonalától nagymértékben függ. Általános érvényű szabály nem alkotható.

Másrésről a költségek arányán kívül még a területen folytatott gazdálkodás eredménye, jövedelmezősége határozza meg a költséges beruházás elvégzésének indokoltságát. Kisebb terület esetén a megfontolt területválasztással (pl.: településhez közeli terület) a várható vad kártétel vadvédelmi kerítés építése nélkül is kivédhető, csökkenthető.

Véleményem szerint felelős beruházás esetén kétségtelenül szükséges vadvédelmi kerítés építésével számolni, de az ismertetett bizonytalansági tényezők miatt nehéz a beruházás költségével kalkulálni. Ezért az általam felállított modellben ezzel a költséggel nem számolok, viszont ennek a költségtényezőnek az ismertetését is fontosnak tartottam.

5.3. Az ültetvény várható bevétele

A bevételek két fő csoportra oszthatók: a biomassza értékesítéséből származó árbevételre és az igénybe vehető támogatásokra.

5.3.1. Az igénybe vehető támogatások

A 2015-től hatályos támogatási forma alapján a támogatás feltételeinek teljesülése esetén a kérelmező a mezőgazdaságilag hasznosított terület után az adott évre megállapított összegre jogosult. A tárgyév szeptember 30-i euro-forint árfolyama határozza meg a kifizetésre kerülő összegek nagyságát. Ez az összeg 2014-ben 227 €, 2015-ben 143 €, a zöldítés program támogatása

81,3 € volt, összesen 224,3 €. Ez a hivatalosan megállapított 313,45 forintos árfolyammal számolva összesen 70.306 Ft/ha támogatást jelent.

Az egységes területalapú támogatás esetében 44.481 Ft, a zöldítés program támogatásánál 24.845 Ft, összesen 69.326 Ft-ot jelentett a gazdáknak 2016-ban (*Berend, 2017*).

Ez a támogatásforma a 2014-2020-as pénzügyi ciklusban biztosított. Az unió jelenlegi törekvéseit nézve elmondható, hogy ebben a támogatásformában az elkövetkezendő ciklusban változás valószínűsíthető, nem biztos, hogy a támogatás mértéke és jogcíme változatlan marad. Figyelembe véve, hogy az ültetvénytelepítés várható élettartama 20-25 év, ez a változás a várható bevételek alakulására és az egész pénzügyi tervre kockázatot jelent. Ennek ellenére a 2015-ös támogatás mértékével és árfolyammal számolok kalkulációmban.

5.3.2. A megtermelt biomassza értékesítése

A régióban a legnagyobb felvásárló a pécsi erőmű. Tájékoztatásuk szerint az apríték 30% víztartalomra korrigált szerződéses ára beszállítva 13-15.000 Ft/t között mozog. A lágylombú apríték inkább az alsó, a keménylombú apríték ára inkább a felső határ körül mozog. A hengeresfához viszonyítva az aprítékok átvételi ára hozzávetőlegesen 1.000 Ft/t-val kevesebb. Apríték esetében a keményebb fát adó akác kedvezőbb tulajdonsága nem jelenik meg az árban. Ez a szerződéses ár a termésátlagoknál is számolt 0%-os víztartalomnál 18.500-21.400 Ft/odt között mozog. Kalkulációmban 20.000 Ft/odt átlagos átvételi árral számolok.

Az árbevétel megállapításához a szakirodalmi adatok összegzéséből kapott termésátlagokat használom, azzal a céllal, hogy a hozameredmények két szélsőértékének a segítségével a fentiekben kapott költségek várható megtérülési idejét meghatározzam.

A két éves vágásfordulójú nyár és fűz energetikai ültetvényénél az első betakarítás során a három év átlagos hozamának 50%-ával a második betakarításnál pedig a két év átlagos terméseredményének a 80%-ával kalkulálok az állomány fejlődése, beállása miatt. A harmadik betakarítástól számolok az ültetvények teljes hozamával. Akác esetében az első betakarításkor az öt éves átlagos hozamok 80%-ával kalkuláltam, a másodiktól a teljes értékkel (9. táblázat).

9. táblázat: Nyár, fűz, akác energetikai ültetvények termelési értékének alakulása

BEVÉTELEK		1. év	2. év	3. év		4. év	5. év		6. év	7. év		8. év	9. év		10. év		Utolsó év	
				Min.	Max.		Min.	Max.		Min.	Max.		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Támogatás (Ft/ha)		70 300	70 300	70 300	70 300	70 300	70 300	70 300	70 300	70 300	70 300	70 300	70 300	70 300	70 300	70 300	70 300	70 300
Nyár	Biomassza értékesítése (Ft/ha)			261 000	690 000		278 400	736 000		348 000	920 000		348 000	920 000			348 000	920 000
	Összesen (Ft/ha)	70 300	70 300	331 300	760 300	70 300	348 700	806 300	70 300	418 300	990 300	70 300	418 300	990 300	70 300	70 300	418 300	990 300
Fűz	Biomassza értékesítése (Ft/ha)			300 000	720 000		320 000	768 000		400 000	960 000		400 000	960 000			400 000	960 000
	Összesen (Ft/ha)	70 300	70 300	370 300	790 300	70 300	390 300	838 300	70 300	470 300	1 030 300	70 300	470 300	1 030 300	70 300	70 300	470 300	1 030 300
Akác	Biomassza értékesítése (Ft/ha)						480 000	1 600 000							600 000	2 000 000	600 000	2 000 000
	Összesen (Ft/ha)	70 300	70 300	70 300	70 300	70 300	550 300	1 670 300	70 300	70 300	70 300	70 300	70 300	70 300	670 300	2 070 300	670 300	2 070 300

Forrás: Saját kalkuláció

5.3.3. A szállítás költségének alakulása a termésátlag változásának tükrében

A biomassa hasznosítás egyik legfontosabb kérdése a logisztika, a megtermelt biomassa mozgatása, szállítása. Az általam felállított modellben az apríték erőművi beszállításával kalkulálok, ahol a szerződéses árban az erőműbe történő beszállítás is benne van. Ezért a szállítás költsége döntő fontosságú a jövedelmezőséget illetően, különösen azért, mert a biomassa sűrűsége alacsony, és változó víztartalma miatt a fajlagos szállítási költség is eltérő. Az általam támpontul szolgáló szállítási költségek megállapításához az Agrana cégcsoport tulajdonában lévő Magyar Cukor Zrt. kaposvári cukorgyárának beszállítói adatai szolgáltak, hátrabilenős 40 m³ rakterű kamion szállítójárműre. A fajlagos szállítási költségeket a 10. táblázat tartalmazza. Az apríték szállítása lehetséges még önkihordós nyerges vontatóval, ahol a raktér 90 m³ is lehet. A szállítási távolság növekedésével a fajlagos fuvar költség csökken.

10. táblázat: A faapríték fajlagos szállítási költsége hátrabilenős kamionnal, 2015

Szállítási költségek	Szállítási távolság		
	20 km	50 km	100 km
Fuvar díj (Ft/t)	547	1 077	1 852
Útdíj (Ft/t)	25	110	200
Összesen (Ft/t)	572	1 187	2 052
Egységnyi szállítási költség (Ft/t/km)	29	24	21

Forrás: Magyar Cukor Zrt., 2015

A hektárra vetített szállítási költséget a szállítási távolság mellett a termésátlag és a biomassa víztartalma határozza meg. A víztartalom alapvetően meghatározza a ténylegesen betakarított biomassa mennyiségét is (11. táblázat).

11. táblázat: A termésátlag alakulása eltérő víztartalomnál

Fafaj	Termésátlag					
	Vízartalom: 0% (Odt/ha)		Vízartalom: 30% (t/ha)		Vízartalom: 50% (t/ha)	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Nyár	8,7	23	12,4	32,8	17,4	46
Fűz	10	24	14,3	34,3	20	48
Akác	6	20	8,5	28,5	–	–

Forrás: Saját kalkuláció

A víztartalom mértéke elsősorban a nyár és fűz ültetvényeknél jelent problémát, ahol betakarításkor az 50%-os víztartalom feletti érték sem ritka. A fajlagos szállítási költségekben jelentkező különbségeket a 12. táblázat szemlélteti.

12. táblázat: A faapríték fajlagos szállítási költsége eltérő víztartalom és távolság esetén

Vízartalom	Szállítási költség 20/50/100 km-re (Ft/t)					
	20 km	Különbség	50 km	Különbség	100 km	Különbség
0%	527		1 187		2 052	
30%	817	327 Ft/t	1 696	678 Ft/t	2 931	1173 Ft/t
50%	1 144		2 374		4 104	

Forrás: Saját kalkuláció

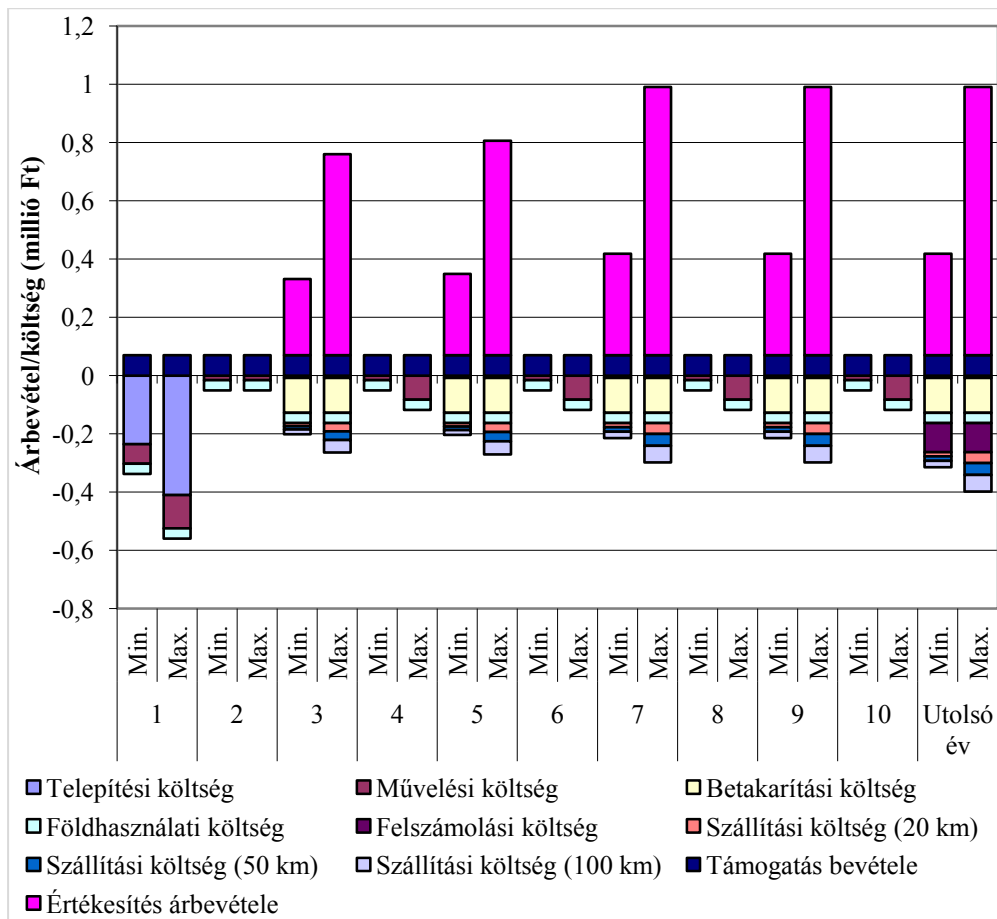
Elsősorban a magas víztartalommal betakarított nyár és a fűz esetében kérdéses az, hogy érdemes-e előtárolással, száradást követően alacsonyabb víztartalommal szállítani az aprítékot. A megfelelő száradásig az apríték a tábla szélén prizmában tárolva, a későbbi felrakódási pontra kiközelítve vagy telephelyre szállítva, ott elhelyezve lehetséges. A tábla szélén vagy kiközelítve történő tárolás gyakorlatilag számottevő költséggel nem jár, mivel így is ugyanazok a munkaműveletek kerülnek elvégzésre, csak a száradás miatt ez több szakaszban folyik. Ezért pótlólagos költségnek csak a munkagépek újbóli kivonulása tekinthető, aminek az aránya a betakarítási költségeken belül elenyésző, a 120.000 forintos költségtételen felül nem számolok többletkiadással.

A másik oldalról a bekövetkező 20%-os vízvesztésnek köszönhetően mintegy 28%-kal csökken a hektárra vetített szállítási költség. A fajlagos költségek növekedése miatt nagyobb szállítási távolságnál és magasabb hozamoknál indokoltabb az előtárolás. Akác esetében a víztartalom már élőnedves állapotban is alacsonyabb, és az eltérő, szakaszos betakarítás során a két műveleti szakasz között megfelelő időráhagyással a száradás is megoldott. Emiatt itt a művelet többletköltséggel nem jár.

A szállítási költségek tekintetében a további kalkulációmban 30%-os víztartalommal számolok mind a három fafaj esetében.

5.4. Az energetikai ültetvények pénzárama

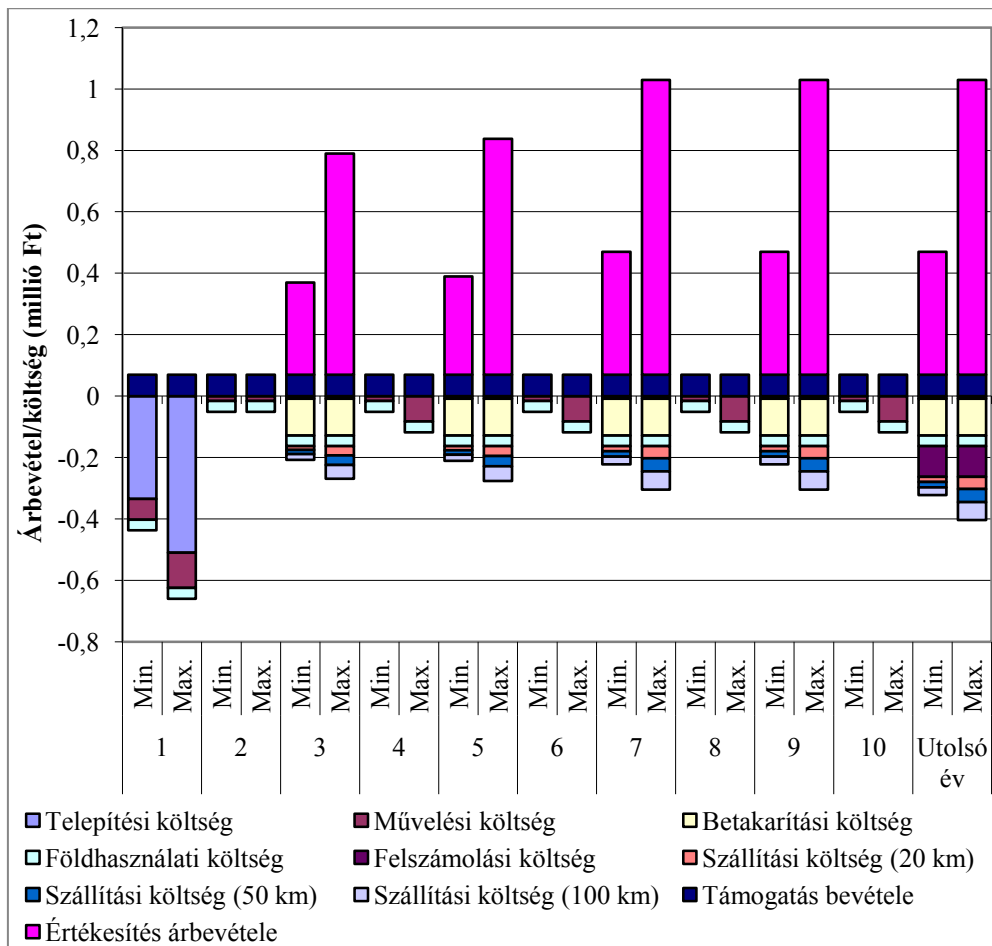
A bevétel- és kiadás oldal adatainak birtokában elkészíthető az energetikai ültetvények pénzárama, ahogy ezt fafajonként a 8-9-10. ábrák is szemléltetik. Az ábrákban mind a termésátlag, mind a művelési költségek esetében külön-külön feltüntettem azok alsó és a felső értékeit. A diagram jól szemlélteti a költségek és a bevételek ciklikusságát, és az ültetvények beállásáig az alacsonyabb hozamok miatt keletkező kisebb, de folyamatosan emelkedő árbevételt. Az eltérő szállítási távolságokhoz és hozam adatokhoz tartozó szállítási költségek is külön-külön ábrázolásra kerültek. Az első tíz gazdálkodási év mellett az ültetvény felszámolás költségének szemléltetése érdekében az utolsó gazdálkodási év is szerepel az ábrákon.



8. ábra: Nyár energetikai ültetvény pénzárama

Forrás: Saját kalkuláció

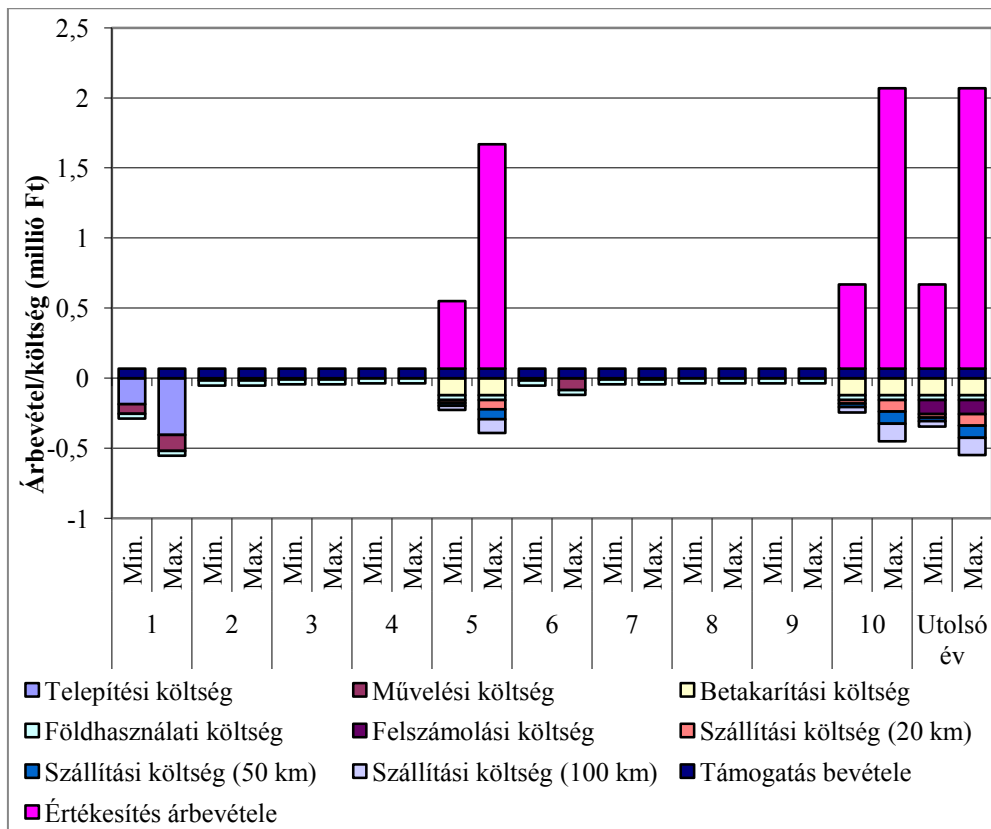
A nyár és a fűz ültetvények esetében a bevételi oldalon minden évben jelentkező támogatások összege az alacsony, extenzív művelési formánál fedezi az éves fenntartási költségeket. Annak ellenére, hogy a magasabb éves művelési költséggel járó intenzívebb forma kiadásait az éves, igénybe vehető támogatások nem fedezik, a már a harmadik évben jelentkező értékesítésből származó árbevétel a telepítési költségek részleges megtérülését eredményezi, melynek mértéke az elért hozamtól függ. A diagram jól szemlélteti a betakarítás költségének kiemelkedő súlyát.



9. ábra: Fűz energetikai ültetvény pénzárama

Forrás: Saját kalkuláció

A fűz és a nyár energetikai ültetvényekhez képest az akác esetében a hosszabb vágásfordulóból adódik a ritkább, de magasabb az árbevétel. Emiatt a telepítési költségek megtérülésére legkorábban az ötödik évben van lehetőség, de alacsonyabb hozam esetében ez a második betakarításra is eltolódhat. Igaz az igénybe vehető támogatások összege mindkét művelési formánál az éves művelési költséget fedezi, de a telepítéshez szükséges pénzeszközök lekötöttsége hosszabb, költségének megtérülése és kockázata magasabb.



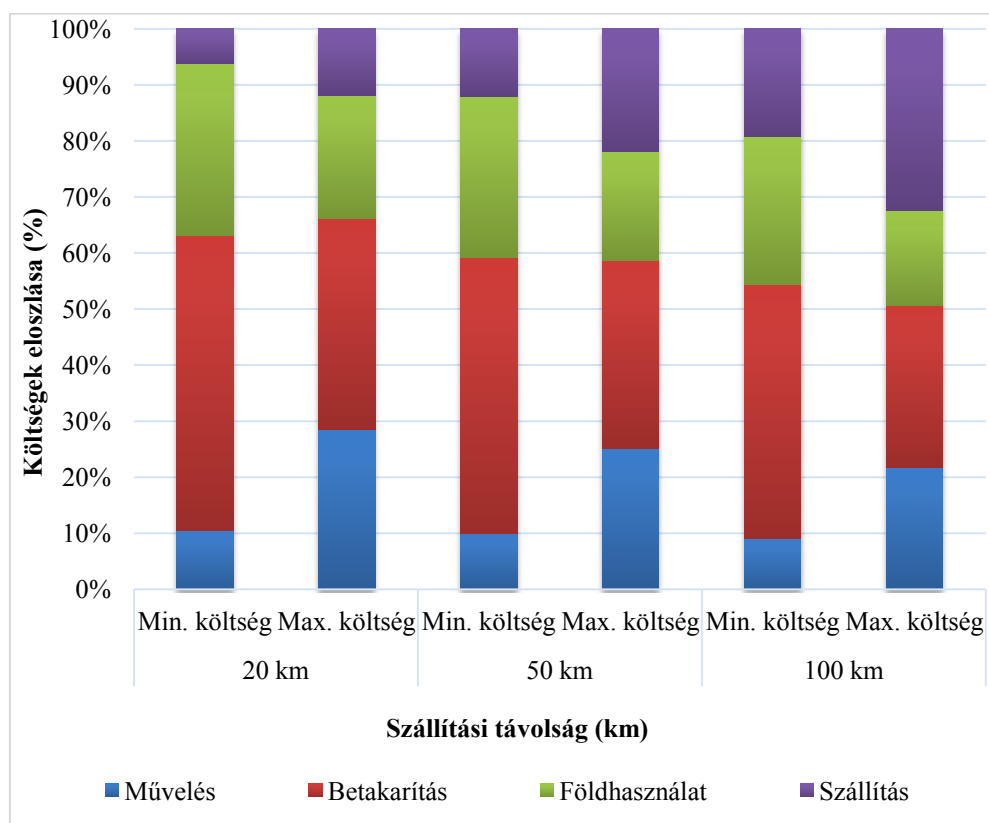
10. ábra: Akác energetikai ültetvény pénzárama

Forrás: Saját kalkuláció

5.5. Az energetikai ültetvények költségeloszlása

A bevételek és a költségek alakulása mellett fontos egy termelési ciklus összköltségében a különféle költségelemek termelésben betöltött szerepét meghatározni. Ennek szükségességét elsősorban a nem minden évben jelentkező költségtételek, illetve a termésátlagtól is függő szállítási költségek értékének a változékonysága is alátámasztja. A költségek eloszlásának ismeretében a hatékonyság is könnyebben javítható. Az alacsony és a magasabb költségszint mellé ebben az esetben is mind a három szállítási távolsághoz tartozó költségek arányával is számolok (30%-os víztartalomnál). Az összköltségek értékét tekintem 100%-nak, egy-egy

termelési ciklus költségeloszlása került ábrázolásra, hektárra vetítve (11-12-13. ábra).

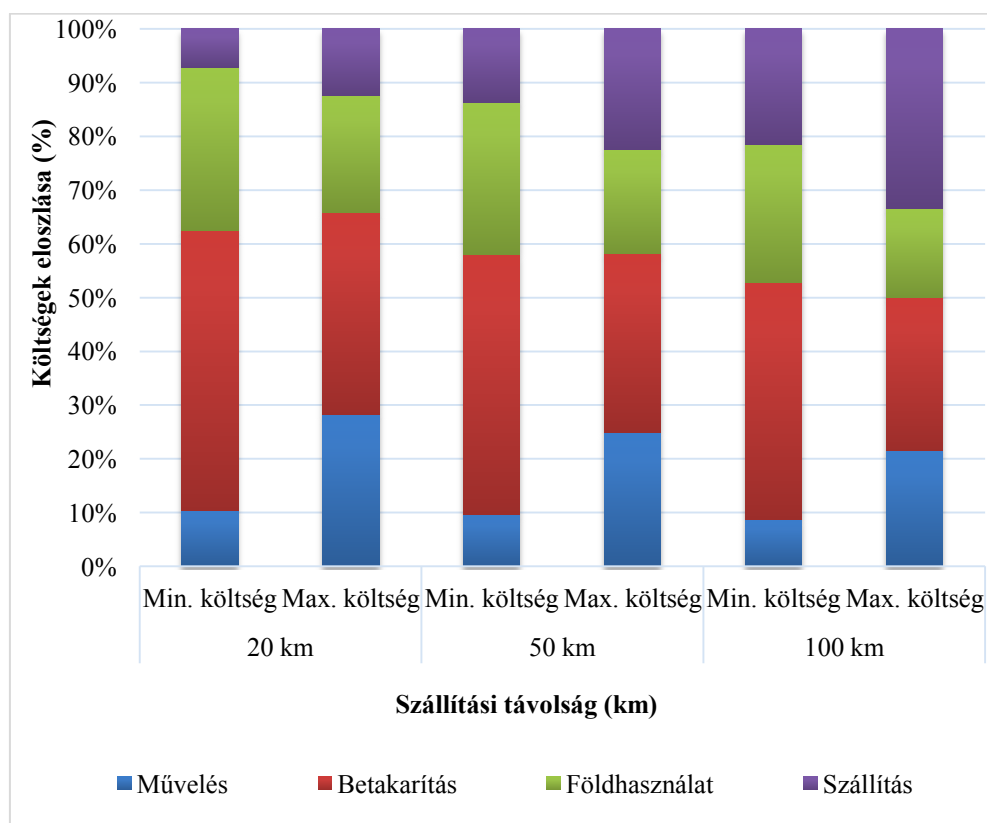


11. ábra: Nyár energetikai ültetvény költségeinek eloszlása 2 éves termelési ciklusnál

Forrás: Saját kalkuláció

A művelési költségek közötti különbség jól szemlélteti, hogy az alacsonyabb költséggel működő művelési formával mennyivel kisebb költséggel lehet az energetikai ültetvényt fenntartani. A nyár és a fű energetikai ültetvényeknél a kétéves költségeknél a betakarítás költségének az aránya a legnagyobb, 28-52% között mozog. Ezért is fontos a megfelelő vágásforduló megválasztása. A szállítási költség 30%-os víztartalomnál 6-33% között mozog. Ezért kijelenthető, hogy ennek a költségnek a súlya nagyobb szállítási távolságnál és hozamnál számottevő, nem mindig

meghatározó. A kétéves vágásfordulók összköltség eloszlásában a termőföld használatának díja 16-30% között alakul.

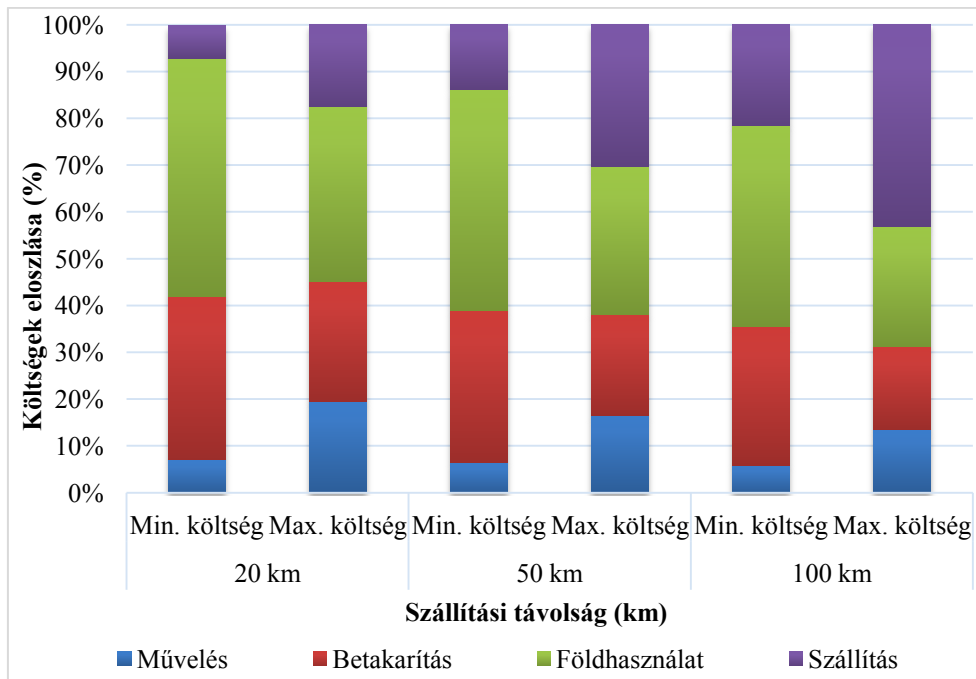


12. ábra: Fűz energetikai ültetvény költségeinek eloszlása 2 éves termelési ciklusnál

Forrás: Saját kalkuláció

Akác esetében az ötéves vágásforduló miatt jelentősebb a földhasználat költsége, ez 25-50% között mozog. A betakarítás kisebb részaránya (17-34%) itt az ötéves vágásfordulónak köszönhető. Igaz, hogy az akác energetikai ültetvényeknél kisebb az átlagos elvárt hozam, de a hosszabb ciklusnak köszönhetően a betakarításra kerülő biomassa mennyisége nagyobb. Ezt a korábbi diagramok is alátámasztják, ahol az akác ugyan ritkább, de betakarításonként magasabb árbevételt ér el. A nagyobb biomassa mennyiség magasabb hektáronkénti szállítási költséget okoz, ami elérheti az összköltség 43%-át. A természetlag alsó értékénél ez 7-21%-ot tesz ki az

összköltségekből. A nyár és a fűz energetikai ültetvények 9-28%-os művelési költségének arányával szemben az akác ültetvényeknél ez a költség 7-20% között mozog.



13. ábra: Akác energetikai ültetvény költségeinek eloszlása 5 éves termelési ciklusnál

Forrás: Saját kalkuláció

5.6. Az energetikai ültetvények megtérülésének várható alakulása

Ahogy a fentiekben bemutatásra került, a hozam adatok két szélsőértékének felhasználásával és a két művelési forma költségviszonyainak megállapításával egy felső és egy alsó bevételi és kiadási küszöb állapítható meg. Ennek a négy szélsőértéknek a segítségével állítottam fel azt a négy forgatókönyvet, amelyekkel meghatározom az energetikai ültetvények várható megtérülési idejét. A korábban ismertett pénzáram felhasználásával készítettem el tizenöt évre a forgatókönyvek halmazott eredményét. A felállított forgatókönyveken belül is kalkulálok

mind a három szállítási távolsággal, természetesen a hozamok alakulásával korrigálva, ezzel is vizsgálva ennek a költségnemnek a megtérülésre gyakorolt hatását. A fafajonként felállított négy forgatókönyvet, és a forgatókönyvenként három szállítási távolságot egy-egy ábrában szemléltetem, kiegészítve az ábrát az igénybe vehető támogatások halmozott összegével. Ezt abból a célból határoztam meg, hogy viszonyítani lehessen, hogy tisztán, támogatások nélkül a scenáriók milyen eredményt képesek elérni. A támogatások összege más kultúránál is igénybe vehető, energetikai ültetvény telepítése nélkül is lehívható. Véleményem szerint az energetikai célú ültetvénytelepítés közvetlen gazdaságosságát és egyben létjogosultságát elsősorban a tisztán értékesítésből elérhető eredmény kellene, hogy meghatározza, nem pedig a támogatottság színvonala. Az eredmény kalkulációjánál természetesen minden bevételi forrással kalkuláltam, a pirossal jelölt halmozott támogatási összeg arról ad tájékoztatást, hogy az igénybe vehető támogatásokhoz képest az ültetvény halmozott eredménye az adott időpontban hogyan áll.

A meghatározott négy forgatókönyvhöz művelési és termőhelyi adottságok is rendelkeznek, ahol tipikusan a scenáriók hozam-költség viszonyai jellemzőek:

- **1. Forgatókönyv (F1.):** Termelési költség (alsó küszöb) + Termelési érték (felső küszöb). Alacsony, extenzív művelési költség mellett magas termésátlag a jó termőképességű, kedvező adottságú területek jellemzője, ahol viszonylag alacsony ráfordítással is kiemelkedő eredmények érhetőek el.
- **2. Forgatókönyv (F2.):** Termelési költség (felső küszöb) + Termelési érték (alsó küszöb). Ebben az esetben magas ráfordítás mellé alacsony hozam társul. Ennek előfordulása egyrészt egy megfelelő adottságú intenzív művelésű területnél fordulhat elő, ahol az adott termelési ciklusban a kedvezőtlen körülmények (időjárás, vadkár) miatt gyengébb

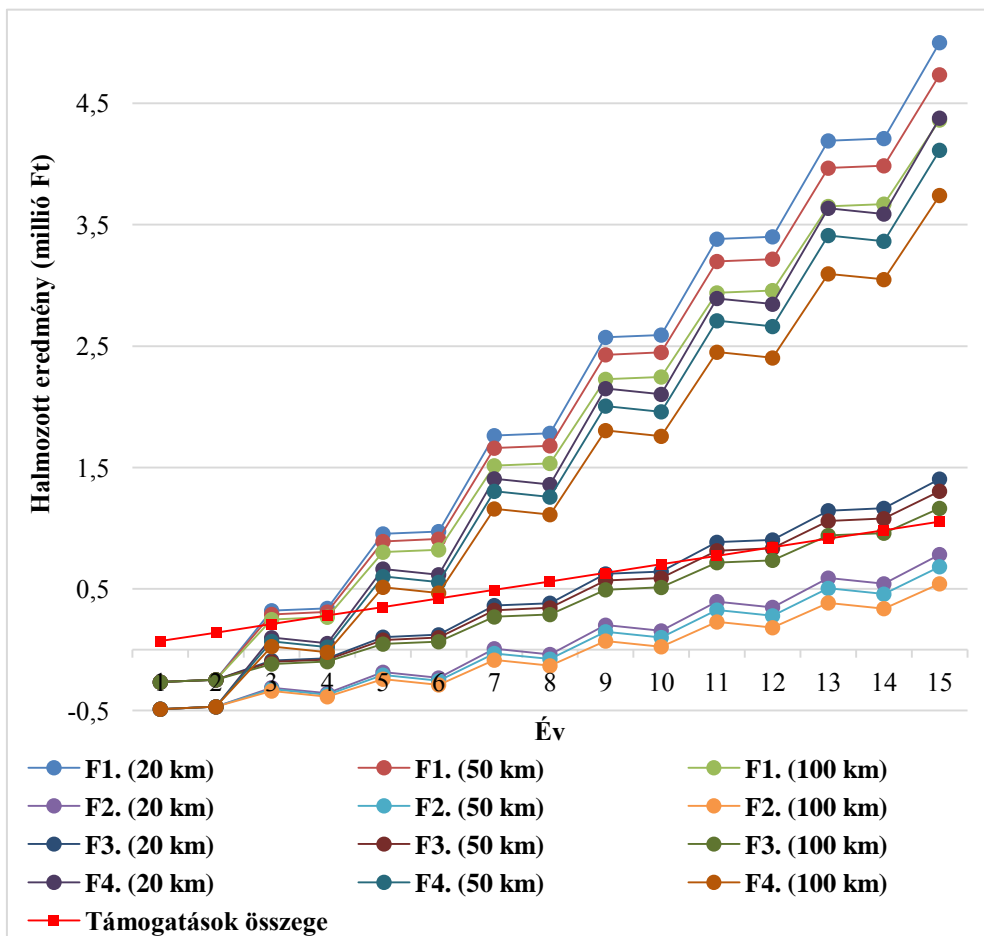
terméshozam tapasztalható. Másik lehetséges ok, hogy az intenzív jellegből adódó pótlólagos ráfordítások hatékonysága elmarad az elvárttól, nem hasznosul kellőképpen. Az elégtelen hasznosulásnak lehet természetstechnológiai oka vagy a (kedvezőtlen adottságú) területen olyan kedvezőtlen körülmény adódik (magas vízállás), amelynél a kultúra nem tudja hasznosítani kellőképpen a ráfordítást. A legkedvezőtlenebb forgatókönyv.

- **3. Forgatókönyv (F3.):** Termelési költség (alsó küszöb) + Termelési érték (alsó küszöb). A harmadik esetben az extenzív művelés mellé alacsony terméseredmény jár. Ez a kedvezőtlen adottságú területek jellemzője. Ekkor a kedvezőtlen termőhely adta körülmények nincsenek pótlólagos ráfordításokkal a növénykultúra részére optimálisabbá alakítva.
- **4. Forgatókönyv (F4.):** Termelési költség (felső küszöb) + Termelési érték (felső küszöb). A negyedik felvetés tipikusan az intenzív művelés ismérve, amikor is a magas költségszínvonalon viszonylag nagy biztonsággal magas terméshozam érhető el. Ez a művelési forma a kedvező adottságú területeken a leghatékonyabb, de egyes kevésbé kedvezőtlen területeken is sikerrel alkalmazható.

Természetesen jellemzően nem az alaptípusok találhatóak meg a gyakorlatban, hanem a forgatókönyvek keveréke, csak a gazdasági modell felállítása és az összefüggések megállapítása miatt került kialakításra ez a négy tipikusnak mondható scenárió.

A fentiekben részletesen leírt módon felállított forgatókönyvek halmazott eredményei az alábbiakban kerülnek részletes bemutatásra (14-15-16. ábra). Általánosságban elmondható, hogy a 1. forgatókönyv 20 km-es szállítási távolsággal és a 2. forgatókönyv 100 km-es szállítási távolsággal összesített

eredménye a két szélsőérték mind a három fajnál, ezek között szóródik a többi szállítási távolság és a többi forgatókönyv eredménye.

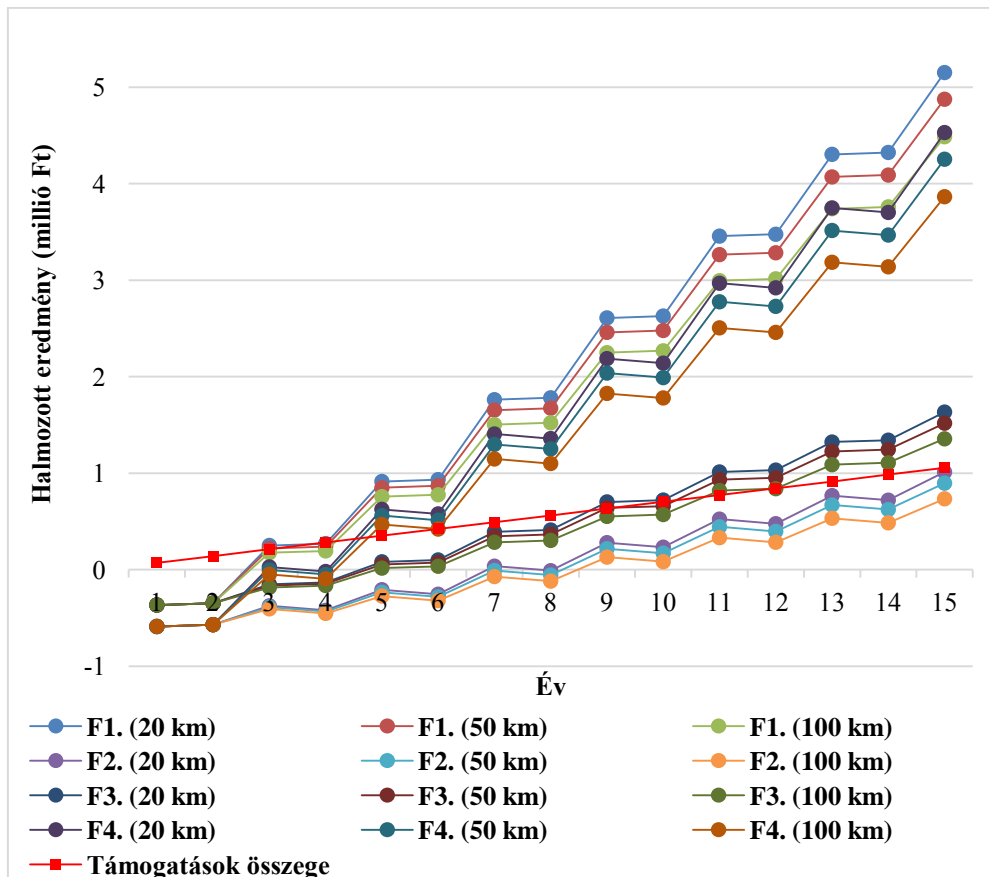


14. ábra: Nyár energetikai ültetvény tizenöt éves halmozott eredménye

Forrás: Saját kalkuláció

Nyár és fűz energetikai ültetvényénél a tizenöt éves időtartamot vizsgálva elmondható, hogy a két, magas hozamú forgatókönyv beruházása már az első betakarítással megtérül, sőt ezen felül jövedelmet termel. Az alacsony hozammal a költségek színvonalától függően a megtérülés kitolódik az ötödik vagy a kilencedik évre, ami a második vagy a negyedik betakarítást jelenti. Amennyiben a támogatások összegéhez viszonyítjuk az eredményt, elmondható, hogy a 2. forgatókönyv (alacsony hozamhoz magas költség

párosul) beruházása még a tizedik évben is még csak éppen hogy megtérül, a halmozott eredmény nem éri el a tízévi támogatás 703.000 forintos összegét.

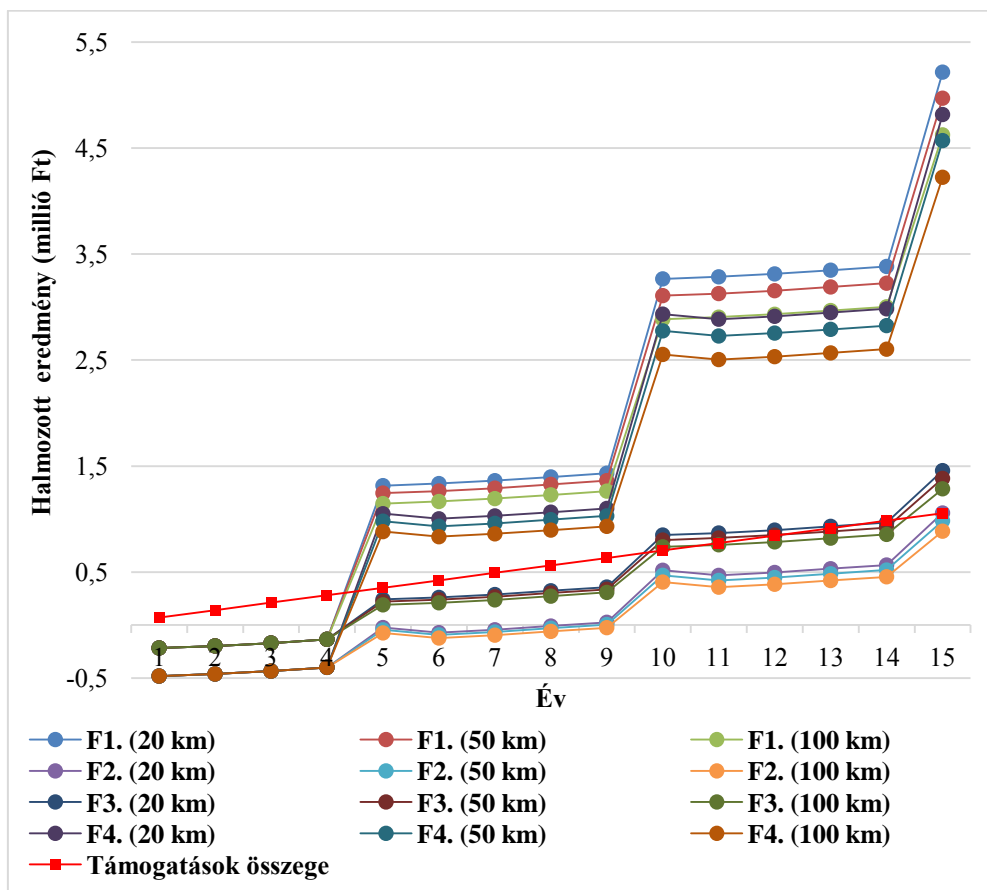


15. ábra: Fűz energetikai ültetvény tizenöt éves halmozott eredménye

Forrás: Saját kalkuláció

A másik alacsony hozammal rendelkező 3. forgatókönyv összesített eredménye is csak a támogatások összegének szintjén van. Szállítás tekintetében – ahogy várható volt – magas hozamnál nagyobb különbség tapasztalható az eredményekben. Kijelenthető, hogy a szállítási távolságok okozta többletköltség miatt a megtérülés ideje nem tolódik el vágásfordulókkal.

Akácnál az eltérő vágásforduló miatt az eredmény összege eltérően alakul, az ötödik évben esedékes első betakarításnál gyakorlatilag a legkedvezőtlenebb 2. forgatókönyv kivételével a feltételezett beruházások mind megtérülnek. A legkedvezőtlenebb esetben is az ötödik évtől az eredmény a nulla közelében van, de e fölé az érték fölé csak a második betakarításkor, a tizedik évben megy, viszont ekkor sem éri el a támogatások halmozott értékét.



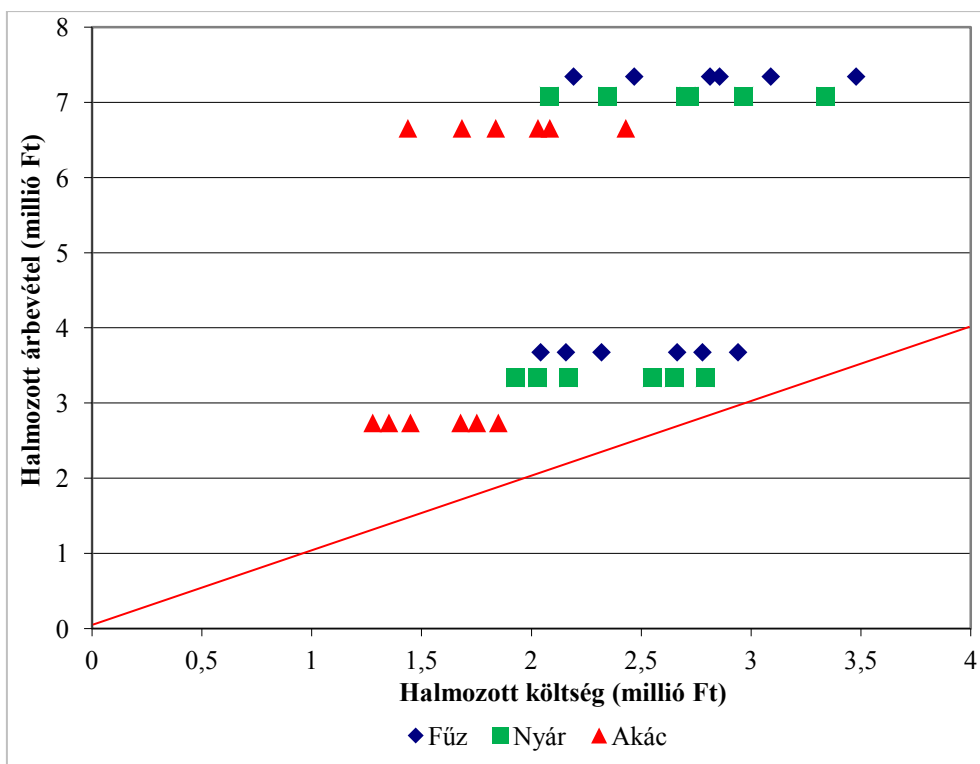
16. ábra: Akác energetikai ültetvény tizenöt éves halmozott eredménye

Forrás: Saját kalkuláció

A szállítási távolságok közötti költségkülönbség az akác beruházásánál sem okoz a megtérülésben jelentős eltolódást. Ahogy az a nyár és a fűz

ültetvényeknél is tapasztalható, akácnál is a telepítési költség a megtérülés idő alakulásának legmeghatározóbb költségtényezője.

A három faj eredményének könnyebb összehasonlítása érdekében a 17. ábrában összesítettem az energetikai ültetvények tizenöt éves halmozott eredményét. Elmondható, hogy az összes forgatókönyv beruházása megtérül, a megtérülést jelképező piros egyenes felett helyezkedik el. A pontok elhelyezkedésének koordinátáit a halmozott költség és az árbevétel értékei adják, így az eredmény költség-árbevétel viszonya is ábrázolásra kerül a diagramban.



17. ábra: A nyár, fűz, akác energetikai ültetvények tizenöt halmozott eredménye

Forrás: Saját kalkuláció

A 17. ábra szemlélteti a választ legjobban arra a korábbi felvetésemre, miszerint az akác alacsonyabb termésátlagából következő kisebb árbevétel ellensúlyozható-e a hosszabb vágásforduló biztosította ritkább betakarításból

adódó költségcsökkenéssel. Az ábrán mindhárom fajfaj tizenöt éves eredménye szerepel. A fajfajok mind a négy forgatókönyve, és a forgatókönyvekhez rendelt három szállítási távolsághoz tartozó eredmény megjelenítésre került. Az akác energetikai ültetvények forgatókönyvei a másik két fajfaj hasonló forgatókönyveihez képest alacsonyabb költséggel tarthatóak fent. Annak ellenére, hogy a három fajfaj közül az akác árbevétele a legalacsonyabb, ehhez a legalacsonyabb költségszint párosul. Ez a különbség a fajlagos mutatók eredményében mutatkozik majd meg egyértelműen (13. és 14. táblázat).

A két elkülöníthető pontfelhővel jól azonosíthatóak a gazdaságilag és a környezeti szempontból fenntartható forgatókönyvek. A magas termelési értéket előállító intenzív művelésű és az extenzív, kedvező adottságú területekre jellemző F1. és F4. forgatókönyvek alkotják a magasabb halmozott árbevételű pontfelhőt. Az alacsonyabb termelési értékkel bíró F2. és F3. forgatókönyvek eredménye a környezetileg fenntartható extenzív művelésű, illetve a szántóföldi növénytermesztésre alkalmatlan területek ismérve.

5.7. A fajlagos költségek és jövedelmezőség

A korábban ismertetett költségeloszláson túl a gazdálkodás eredményessége szempontjából az előállított biomassza önköltsége a meghatározó. Tekintettel arra, hogy az átvételi ár beszállítva értendő, a szállítási távolságokkal is kalkuláltam az önköltség megállapításakor. A szállítási költségek miatt a termésátlag két szélsőértéke is eltérő tonnára vetített önköltséget ad, amit a 13. táblázat ismertet. Fűz és nyár energetikai ültetvényeknél kétéves vágásforduló költségeivel és hozamával, akácnál az ötéves rotáció költség-hozam adataival számolok. Beállt ültetvény termésátlagát vettem alapul, a telepítés költsége nem szerepel a kiadások között. Elmondható, hogy a 20.000 Ft/odt átvételi ár mellett mind a négy

esetben a megtermelt biomassa értéke fedezi a kiadásokat. Alacsony hozamnál a kiadás elérheti az előállított termelési érték 57-78%-át is.

13. táblázat: Az energetikai ültetvényeket alkotó fafajok fajlagos önköltsége eltérő hozamoknál

Fafaj		Min. költség 20/50/100 km (Ft/ha)			Max. költség 20/50/100 km (Ft/ha)		
Nyár	Összköltség (Ft/ha)	230 359	247 948	272 687	319 739	361 928	421 267
	Önköltség alacsony hozamnál (17,4 odt/ha) Ft/t	13 239	14 250	15 672			
	Önköltség magas hozamnál (46 odt/ha) Ft/t				6 951	7 868	9 158
Fűz	Összköltség	228 243	243 556	265 095	318 080	358 481	415 316
	Önköltség alacsony hozamnál (20 odt/ha) Ft/t	11 412	12 178	13 255			
	Önköltség magas hozamnál (48 odt/ha) Ft/t				6 627	7 468	8 652
Akác	Összköltség	343 539	369 922	407 031	468 239	556 122	679 731
	Önköltség alacsony hozamnál (30 odt/ha) Ft/t	11 451	12 331	13 568			
	Önköltség magas hozamnál (100 odt/ha) Ft/t				4 682	5 561	6 797

Forrás: Saját kalkuláció

A három növénykultúrájú energetikai ültetvény életciklusának 15 éves időtartamára vonatkozóan meghatároztam a hektárra és tonnára vetített, évenkénti átlagos eredményeket. A 14. táblázat mutatja be a három fafaj négy forgatókönyvére, három szállítási távolságra vonatkozó fajlagos eredményeket 15 évre. Ez azt jelenti, hogy a nyár és a fűz energetikai ültetvényeknél hét, akácnál három vágásforduló eredményességét vizsgálom. A tonnára vetített eredménynél a forgatókönyvekre jellemző alacsony vagy magas hozamadatot vettem figyelembe, az első két vágásforduló termésátlag korrekcióját ezúttal is használom. A tonnára vetített eredmény meghatározásában a telepítés költsége is szerepel a kalkulációban. Ezért nem tévesztendő össze a fent ismertetett, beállt ültetvények vágásfordulójának önköltségével, és annak a 20.000 Ft/odt átvételi árral összevethető eredményével.

14. táblázat: Energetikai ültetvények tizenöt éves gazdálkodásának fajlagos eredménye

	Fafaj	1. Forгатókönyv			2. Forгатókönyv		
		20 km	50 km	100 km	20 km	50 km	100 km
15 év átlagos eredménye (Ft/ha/év)	Nyár	333 288	315 641	290 821	52 278	45 595	36 195
	Fűz	343 367	324 945	299 036	67 391	59 712	48 911
	Akác	347 776	331 372	308 300	70 453	65 529	59 004
15 év átlagos eredménye (Ft/odt/év)	Nyár	16 592	15 714	14 478	6 880	6 001	4 764
	Fűz	16 382	15 503	14 267	7 717	6 837	5 600
	Akác	18 631	17 752	16 516	12 581	11 702	10 536
	Fafaj	3. Forгатókönyv			4. Forгатókönyv		
		20 km	50 km	100 km	20 km	50 km	100 km
15 év átlagos eredménye (Ft/ha/év)	Nyár	93 711	87 028	77 628	291 854	274 208	249 388
	Fűz	108 824	101 145	90 344	301 933	283 512	257 602
	Akác	97 120	92 196	85 670	321 109	304 705	281 633
15 év átlagos eredménye (Ft/odt/év)	Nyár	12 334	11 454	10 217	14 530	13 651	12 416
	Fűz	12 461	11 581	10 345	14 405	13 526	12 290
	Akác	17 343	16 464	15 298	17 202	16 324	15 087

Forrás: Saját kalkuláció

A vizsgált időtartamban a táblázatban kiemelt forгатókönyvek eredményessége messze meghaladja a hagyományos szántóföldi növénytermesztéssel elérhető eredményeket, a tonnára vetített (odt) fajlagos eredmény értéke az átvételi ár $\frac{3}{4}$ része felett van. Ez kedvező adottságú területeken lehetséges ugyan, de a hagyományos szántóföldi növénytermesztésre alkalmatlan területeken ilyen eredménytermelő képesség véleményem szerint kizárható, annak ellenére, hogy a fás szárú növények tápanyagigénye eltér a szántóföldi növénykultúrákétól. Bár a 10 éves értékek még nem mutatnak akkora különbséget, de 15 éves időtávon az akác még az alacsony termésátlaggal kalkuláló második és harmadik forгатókönyv tonnára vetített eredménytermelő képessége esetében is jelentősen meghaladja a másik két fafaj hasonló mutatóját. Ez a kedvezőbb technológiával és a költségekhez viszonyított magas hozammal magyarázható. A hektárra vetített eredménnyel itt is szembe lehet állítani a 70.300 Ft/ha-os támogatás összegét,

amit a gazdálkodó természetesen a törvényi előírásoknak megfelelően, de ültetvénytelepítés nélkül is jogosult igénybe venni. Ez alapján a 3. forgatókönyv (alacsony termelési érték – alacsony termelési költség) az, ahol a támogatás összege felett eredmény érhető el a korábban általam kizárt 1. és 4. forgatókönyv mellett.

Az éves átlagos eredményeket összevetve a vadvédelmi kerítés létesítésének költségével (5-10 hektárnál 200.000-350.000 Ft/ha) elmondható, hogy a legkedvezőbb forgatókönyvnél (F1.) nominális értéken egy évnyi átlagos eredmény, a legkedvezőtlenebb (F2.) scenáriónál hozzávetőlegesen 5 vagy annál több év eredménye fedezi a kerítés létesítésének várható költségeit.

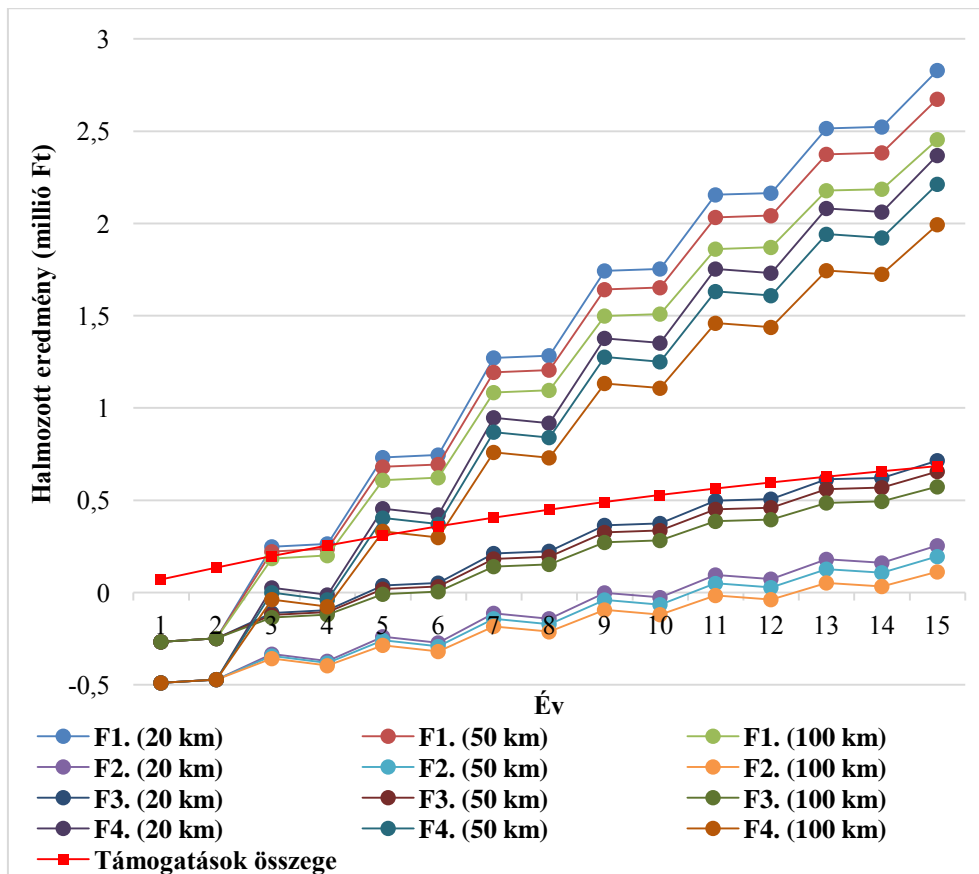
A tizenöt éves, nominális értékekkel számoló forgatókönyveknél az ábrákban is külön szerepeltett támogatások összege (évi 70.300 Ft) tizenöt év esetében kamatok nélkül is több mint 1 millió forint (1.054.500 Ft). Ez a támogatás energetikai ültetvény létesítése nélkül is lehívható. Ebből kiindulva az a forgatókönyv fogadható el hosszú távon pénzügyileg fenntarthatónak, amelynek eredménye a támogatás összegét meghaladja. Ez a három fafajnál az F2. forgatókönyvek kivételével mindenhol teljesül. A támogatás mértéke felett az F3. (alacsony termelési érték – alacsony termelési költség) forgatókönyveknél a 92.629 forintos átlagos eredmény 22.329 Ft-tal több a támogatás összegénél. Ez azt jelenti, hogy a nyár és fűz fafajoknál a 12-13., akácnál a 15. évben haladja meg a halmozott eredmény a támogatás összegét.

Évi átlagos 50.000 Ft elvárt eredményt feltételezve a négy forgatókönyvből a kettő, kedvező adottságú extenzív és az intenzív művelésű forgatókönyv (F1. és F4.) eredménye felel meg az elvárásoknak. Ez azt jelenti, hogy tizenöt éven át minden érték és mutató az optimális, a hozamok a szakirodalomban található maximális értékek szerint alakul.

5.8. A megtérülési idő változása a pénz időértékének figyelembevétel

Annak ellenére, hogy ilyen hosszú időtartamra nem lehet pontosan jósolni, a modell jól szemlélteti a pénzügyi környezet adta kockázatot. Hátránya, hogy a költségek és az árbevétel arányai rögzítve vannak, a későbbiekben bekövetkező költségeloszlás-változást vagy költség-bevétel aránymódosulást nem tükrözi. Ez a változás az üzemanyagok és a szállítás esetében lehet számottevő, ahol a piaci ár volatilitása magas. Bevételi oldalon az igénybe vett támogatások összege euróban 2020-ig előre megállapított, fix összeg. Az euro/forint árfolyamtól függ az, hogy forintban kifejezve az évek előrehaladtával mekkora reálértéket jelent. Az átvételi ár aránya is könnyen változhat a költségekkel szemben, a piac keresletétől függően. Ez az erőmű nagy alapanyagigénye miatt eddig pozitív, árfelhajtó hatású volt.

A 18-20-22. ábrák a vizsgált három fajta diszkontált ($r=7\%$) halmozott eredményét mutatja be a várható nettó pénzáramlások jelenértékével és a beruházott összegekkel (extenzív-intenzív). A kettő összege pedig a beruházás nettó jelenértékét adja. A forgatókönyvek „X” tengely metszéspontja a diszkontált megtérülési időt határozza meg. Ez a megtérülési idő pontosabb képet ad a beruházás megtérülését illetően, de nincs garancia a megtérülést követő évek pozitív pénzáramaira. Ezt szemlélteti a nyár 2. forgatókönyv értéke a 9-12. évben, ahol a megtérülést követően negatív pénzáramlás következett, így több megtérülési idő van, végérvényesen a 13. évtől számolhatunk megtérüléssel.



18. ábra: Nyár energetikai ültetvény tizenöt éves halmozott eredménye diszkontált értéken

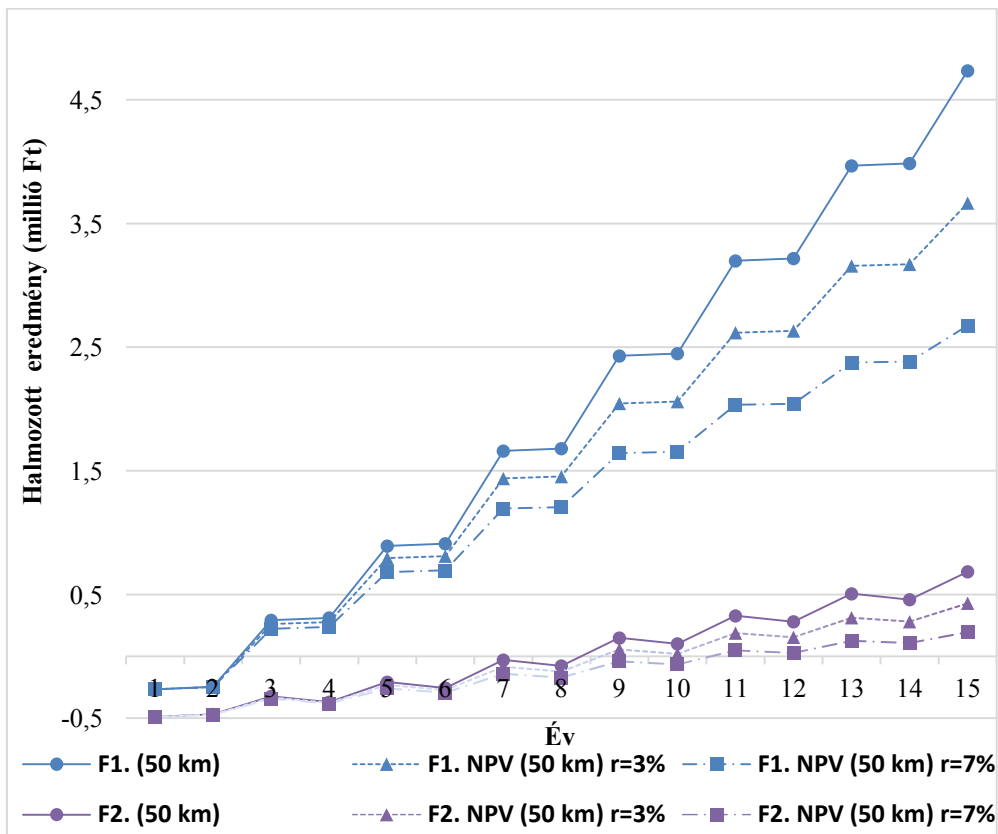
Forrás: Saját kalkuláció

A 19-21-23. ábra a vizsgált energetikai faültetvényeket adó fafajok nominális és diszkontált halmozott eredményét szemlélteti 3 és 7%-os diszkontrátánál, a gazdasági szempontból legkedvezőbb F1. és a legkedvezőtlenebb F2. forgatókönyvnél, 50 km-es szállítási távolság esetén.

Ezeken az ábrákon szemléletesebb a diszkontálás okozta változás mind a megtérülési időben, mind a várható eredmény értékének tekintetében. Jól látható, hogy a különbség az idő előrehaladtával nő, magasabb értékeknél nagyobb a számszerű különbség, az olló jobban kinyílik.

Ezeken az ábrákon szemléletesebb a diszkontálás okozta változás mind a megtérülési időben, mind a várható eredmény értékének tekintetében. Jól

látható, hogy a különbség az idő előrehaladtával nő, magasabb értékeknél nagyobb a számszerű különbség, az olló jobban kinyílik.



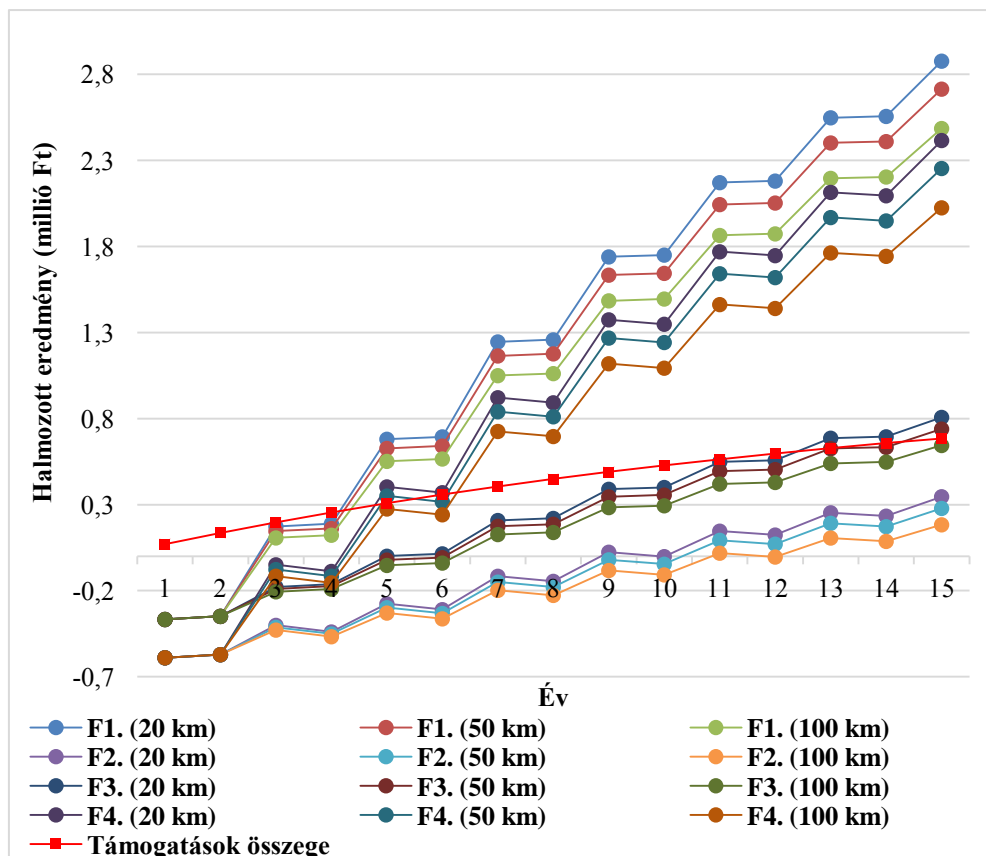
19. ábra: Nyár energetikai ültetvény tizenöt éves halmozott nominális és diszkontált eredménye

Forrás: Saját kalkuláció

A kettő diszkontráta ábrázolásával a nettó jelenérték változásának mértéke kerül bemutatásra. Ez nyárnál számszerűleg F1. (50 km) forgatókönyvél 4.734.615 Ft nominális értéket, 3.665.414 Ft ($r=3\%$) és 2.673.900 Ft ($r=7\%$) nettó jelenértéket jelent. Ugyanezek az értékek F2. (50 km) forgatókönyvnél 683.921 Ft (nominális érték), 429.481 Ft ($r=3\%$), és 195.287 Ft ($r=7\%$).

A tizenötödik évben a reálérték a magasabb értékű forgatókönyveknél mintegy fele, az alacsonyabbaknál kevesebb, mint a fele a nominális

értéknek. A kettő, kedvező adottságú extenzív és az intenzív termesztést feltételező F1. és F4. a megtérülési időben, illetve a pénzáram különbségében nincs számottevő különbség, ami a gyors megtérüléssel magyarázható. Ez a pénzügyi kockázatot csökkenti.

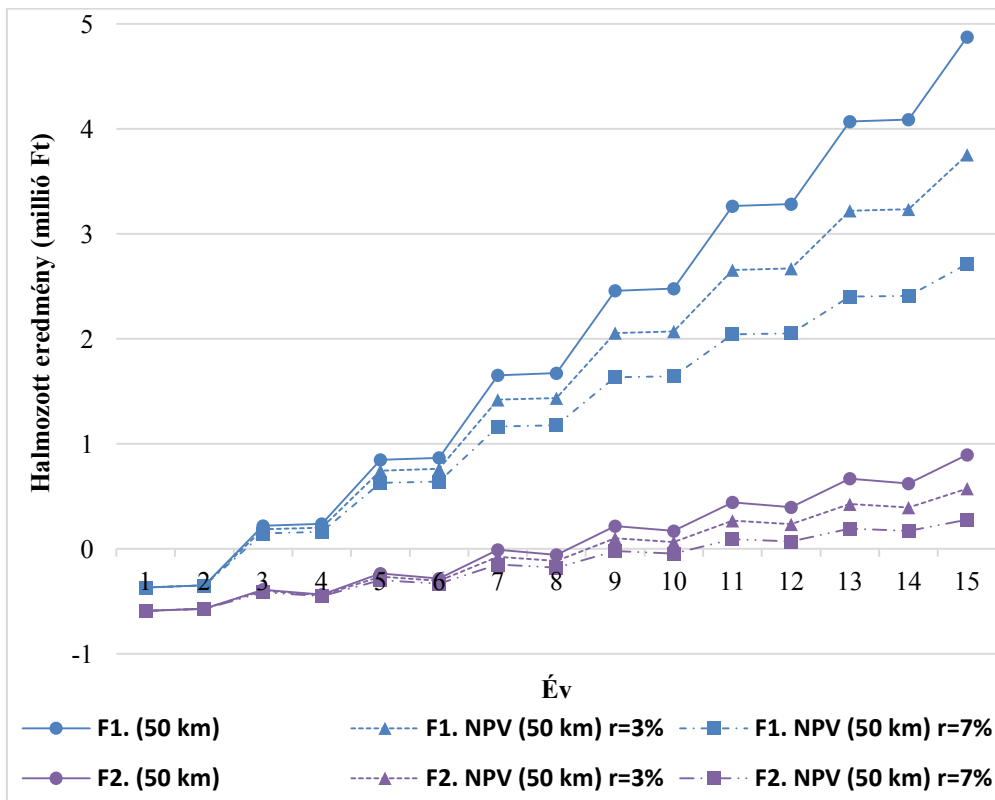


20. ábra: Fű energetikai ültetvény tizenöt éves halmozott eredménye diszkontált értéken

Forrás: Saját kalkuláció

A fű esetében, a nyárhoz hasonló technológia, vágásforduló miatt a pénzáram is hasonlít. A fű nominális és diszkontált értékei a magasabb termelési értékű forgatókönyv esetében nagyságrendileg megegyeznek a nyár értékeivel: F1. (50 km) 4.874.182 Ft (nominális érték), 3.753.836 Ft ($r=3\%$) és 2.714.887 Ft ($r=7\%$) nettó jelenérték. Az alacsony termelési értékű F2. (50

km) forgatókönyvnél viszont magasabb értékek tapasztalhatóak: 895.676 Ft (nominális érték), 574.650 Ft ($r=3\%$), és 278.703 Ft ($r=7\%$).



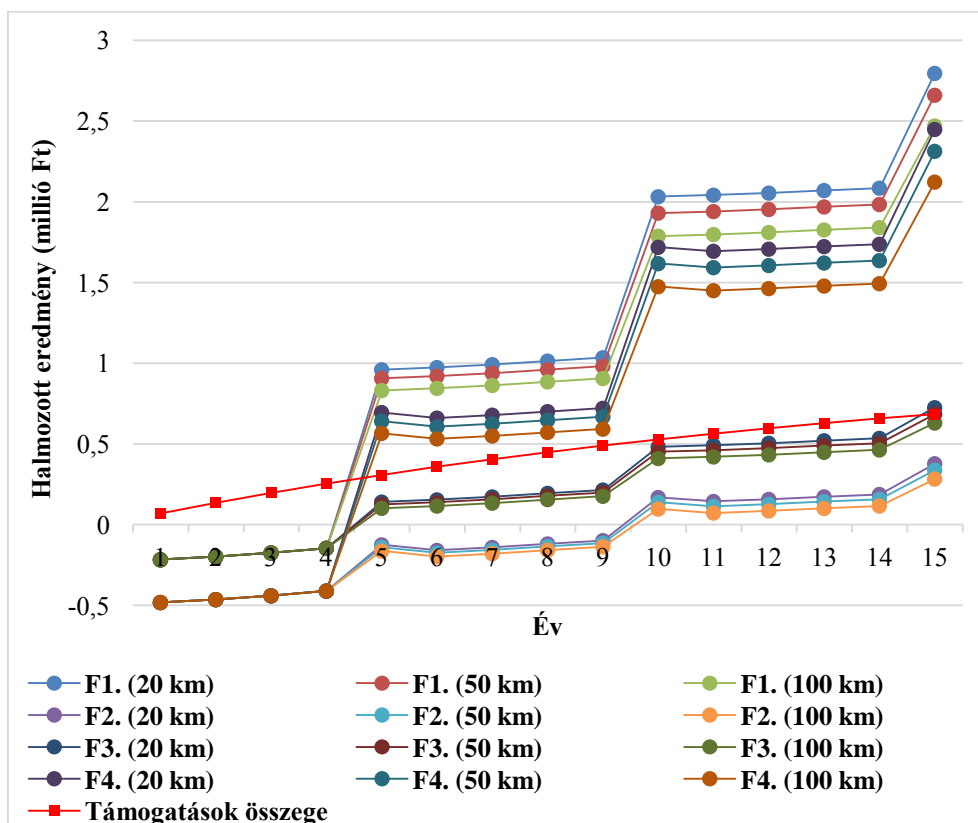
21. ábra: Fűz energetikai ültetvény tizenöt éves halmozott nominális és diszkontált eredménye

Forrás: Saját kalkuláció

Tekintettel arra, hogy egy energetikai ültetvény várható élettartama 15-25 év, az elvárható megtérülési időnek a hetedik évet tekinthetjük ahhoz, hogy megérje kockázatot viselni és a beruházást elvégezni (kerítés létesítésének költségével ezúttal sem kalkuláltam).

A hétéves diszkontált megtérülési idő elfogadása mellett a feltételnek a három fafajnál a négy forgatókönyvből három felel meg. Ezek a kedvező adottságú extenzív és intenzív művelésű forgatókönyv, és az F3. (Termelési költség alsó küszöb + Termelési érték alsó küszöb) forgatókönyvek. Ennél a forgatókönyvnél a viszonylagos gyors megtérülés ellenére a három fafajnál a

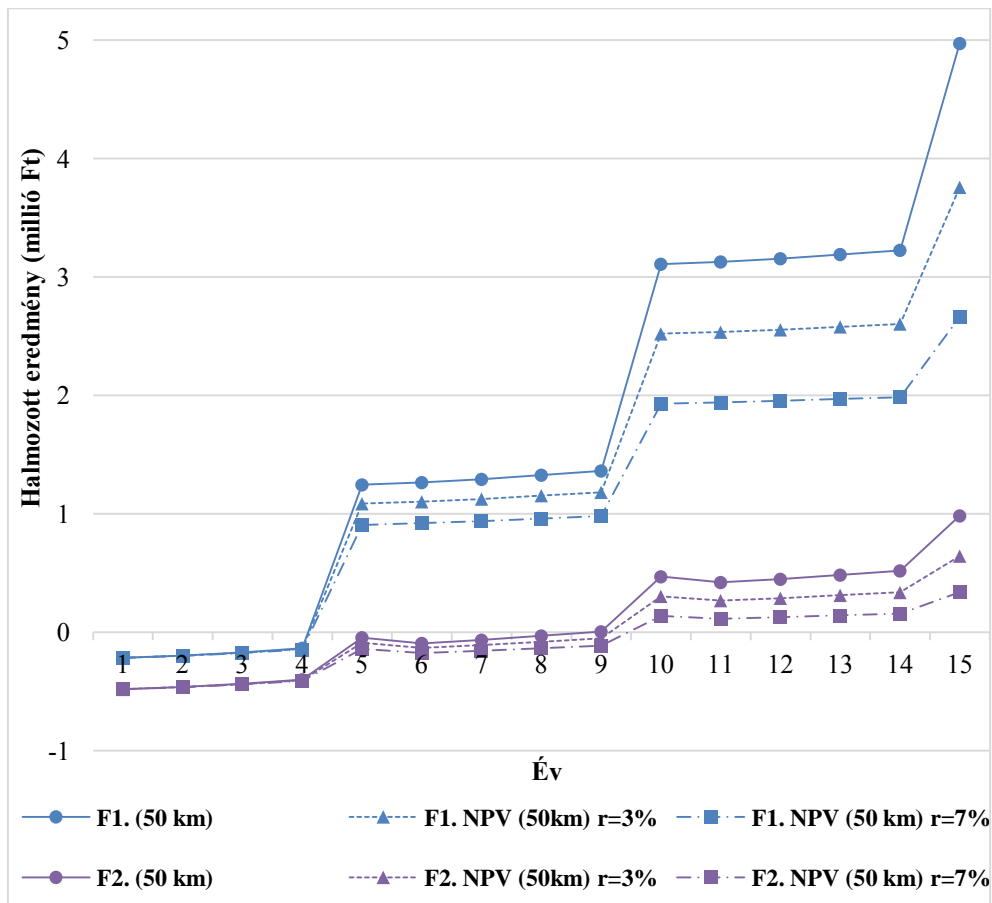
tizenötödik évben a nettó jelenérték nem éri el a 800.000 Ft-ot (nyár – 656.528 Ft, fűz – 739.673 Ft, akác – 684.777 Ft).



22. ábra: Akác energetikai tizenöt éves halmozott eredménye diszkontált értéken

Forrás: Saját kalkuláció

Mindhárom ábrában piros egyenessel került a támogatások nettó jelenértéke ábrázolásra, amely a tizenötödik évben 685.106 Ft. Ez a támogatás energetikai ültetvény létesítése nélkül is lehívható. Ebből kiindulva azok a forgatókönyvek fogadhatóak el hosszú távon gazdaságilag fenntarthatónak, amelyek meghaladják a támogatás összegét. Ezek alapján, a négy forgatókönyvből a kettő, kedvező adottságú extenzív és az intenzív forgatókönyv fogadható el (F1. és F4.).



23. ábra: Akác energetikai ültetvény tizenöt éves halmozott nominális és diszkontált eredménye

Forrás: Saját kalkuláció

Akác esetében az ötéves vágásforduló és az eltérő termesztéstechnológia ellensúlyozni tudja a kisebb növekedési erélyből származó hátrányt, kijelenthető, hogy ugyan más termőterületeken, de ugyanolyan eredményesen hasznosítható, mint a másik kettő fafaj.

A hosszabb vágásforduló a termesztés nagyobb kiszámíthatatlansága mellett pénzügyi kockázatot is jelent. Az átvételi ár szerencsére stabil, emelkedő trendet mutat, így a betakarítás időpontja (éve) nem jelent kockázatot az átvételi árat illetően. A kalkulációban használnál magasabb

átvételi ár elérésével alacsonyabb hozamokkal is elérhetőek ezek a pénzügyi eredmények.

Az akác nominális és diszkontált értékei nem maradnak el a másik kettő fafaj hasonló értékeitől. Magasabb termelési értékű forgatókönyvnél: F1. (50 km) 4.970.582 Ft (nominális érték), 3.756.830 Ft (r=3%) és 2.660.628 Ft (r=7%) nettó jelenérték. Az alacsony termelési értékű F2. (50 km) forgatókönyvnél az akác rendelkezik a legmagasabb értékekkel: 982.942 Ft (nominális érték), 643.543 Ft (r=3%), és 337.337 Ft (r=7%).

A 15. táblázat mutatói alátámasztják azt a korábbi felvetést, amely szerint a forgatókönyveken belül a szállítási távolságok döntően egyik fafajnál sem befolyásolják a megtérülést.

15. táblázat: Nyár, fűz, akác energetikai ültetvény megtérülési mutatói tizenöt éves időtartamra

Forgatókönyv		Belső megtérülési ráta	Jövedelmezőségi index	Nettó jelenérték	
Nyár	F1.	20km	84%	8,4	2 829 653
		50km	80%	7,93	2 673 900
		100km	76%	7,28	2 454 835
	F2.	20km	14%	0,45	254 253
		50km	12%	0,35	195 287
		100km	10%	0,2	112 348
Fűz	F1.	20km	68%	6,58	2 877 462
		50km	65%	6,21	2 714 887
		100km	62%	5,69	2 486 223
	F2.	20km	14%	0,53	346 471
		50km	13%	0,42	278 703
		100km	11%	0,28	183 385
Akác	F1.	20km	71%	9,74	2 796 140
		50km	69%	9,27	2 660 628
		100km	67%	8,61	2 470 027
	F2.	20km	16%	0,68	378 012
		50km	15%	0,61	337 337
		100km	14%	0,51	282 921

Forrás: Saját kalkuláció

A belső megtérülési ráta (IRR) és a jövedelmezőségi index (PI) adatai alapján gazdasági szempontból az F1. forgatókönyv a legkedvezőbb. A táblázatban a gazdasági szempontból legkedvezőbb F1. és a legkedvezőtlenebb F2. forgatókönyvek adatai szerepelnek. A nyár ültetvény azonos adataival összehasonlítva megállapítható, hogy a fűz értékei alacsonyabbak, ami a magasabb telepítési költséggel magyarázható. Az akác energetikai ültetvényénél az alacsony beruházási költség miatt itt a legmagasabb a jövedelmezőségi index annak ellenére, hogy ennél a fafajnál a legalacsonyabb a nettó jelenérték.

5.9. Az energetikai ültetvények energiamérlege, és az eredményekkel kapcsolatos kételyek

A fás szárú, sarjzattatásos ültetvénylétesítés, az elsődleges biomassa termelése elsősorban a megújuló energiaforrások minél szélesebb körű használatára tett erőfeszítések egyik eredménye. Ezért szükséges a fenntarthatóságát befolyásoló tényezők, elsősorban az energiaegyenleg vizsgálata. Az egyik ilyen mutatószám a megtermelt, és a termeléshez és a hasznosításhoz felhasznált energia különbsége, a másik az energia output és input hányadosa.

A termésátlag ingadozásából következően a hektárra vetített megtermelt energia is széles sávban mozog, és ez az energiaegyenlegre is hatással van. Szakirodalmi adatok a befektetett energia megtérülését illetően a fás szárú energiaültetvények esetében tízszeres, lágyszárúak esetén hétszeres produktivitással számolnak.

A művelés intenzitása – itt elsősorban a műtrágya kijuttatásra és a növényvédelemre gondolva – a befektetett energia mennyiségében eredményez különbséget. A művelés intenzitása mellett a technológia (vágásforduló) által meghatározott tőszám és a szaporítóanyag előállítás, a nem tervezett, de esetenként szükséges, pótlólagos ráfordítások

energiaigénye mind változóként hat a befektetett energia mennyiségére és ezen keresztül az energiaegyenlegre. Az adott gazdaság gépparkjában elérhető, a mezőgazdasági műveleteknél használt erőgépek teljesítménye is eltérhet az optimálistól.

Az energetikai ültetvény művelése során befektetett energia mellett szükségszerű lenne az input anyagok előállításának és szállításának energiaigényével is számolni a teljes energiaigény és az ökológiai lábnyom megismerése céljából.

A hányados számlálójának értékét meghatározó hozamok közötti eltérés a megtermelt energia mennyiségében okoz bizonytalanságot. Az előállított energia mennyisége nem csak a művelés intenzitásától és a terméshozamtól, hanem a faanyag jellemzőitől, energiatartalmától is függ, ami pedig a faanyag kéreg-fatest részarányától. Az energiamennyiséget az égéshővel (felső fűtőérték) és a fűtőértékkel (alsó fűtőérték) lehet meghatározni. Az utóbbi a gyakorlatban is hasznosítható energiamennyiséget jelenti. Értékét a faanyag víztartalma alapvetően meghatározza, eltérő korrigált víztartalomhoz eltérő fűtőérték adódik. Az energetikai ültetvényt alkotó fafajokkal kapcsolatban elvégzett kalkulációk alapjául szolgáló fűtőérték adatok között is eltérés tapasztalható, nincs egységes adat, egy fafajhoz több érték is található, ráadásul általában az adott fajlagos fűtőértékhez tartozó víztartalom sincs mindig feltüntetve. Magára a fára jellemző, általános adat is rendelkezésre áll, de sajnos itt is több érték található. Ezek az eltérések félreértéshez vezethetnek, és ezzel egyidejűleg a kalkulációt és a levonható következtetések bizonyosságát kérdőjelezhetik meg.

Igaz, hogy a könnyebb összehasonlítás érdekében a hozamok 0% víztartalomra vannak korrigálva, de a gyakorlatban a betakarítás során a biomassa víztartalma széles értékek között mozoghat, az időjárástól, a betakarítás időpontjától és a fafajtól függően változik. Fűz és nyár esetében 45-55% közötti élőnedves érték a jellemző, akácnál ez alacsonyabb, 40%

körül van. Ez az előtárolással 30-35% körüli értékre mérséklődik. Így a hasznosításra kerülő biomassa tényleges energiatartalma is nehezen becsülhető. A magasabb víztartalom csökkenő fűtőértéket és növekvő szállítási költséget jelent, és az ezekből következő többlet-energiabefektetés az energiahányadost rontja.

Az ingadozó víztartalom és termésátlag mellett az energia egyenlegének becslésében további bizonytalansági tényező az, hogy a számításhoz az adott víztartalom mellett melyik szakirodalmi forrás által közölt fűtőértéket vesszük alapul. Véleményem szerint elvárható lenne, hogy az adott víztartalom melletti fűtőérték egzakt, mindenki által elismert, és egységesen használt fizikai jellemzőt bemutató szám legyen. Ezzel ellenkezőleg sajnos egy víztartalomhoz több fűtőérték is található. Az nem csak fafajonként, hanem a fa, mint fűtőanyag átlagos fűtőértékére is vonatkozik. A 16. táblázatban a fafajok korábban meghatározott termésátlagait 30 és 50%-os víztartalomra korrigálása után, kettő, szakirodalomban használt fűtőértékkel határozom meg a hektárra vetített energiatermelő képességet. A támpontul vett szakirodalmi adatot három publikációból vettem: a Pannon Pellet Kft. adataira *Lukács* több könyvében is hivatkozik (2009, 2011), *Széll Andrea* (2007) doktori értekezését (Nyugat-magyarországi Egyetem Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola) és *L. Szabó G.* (2015) a Debreceni Egyetem Műszaki Karán tartott előadásának anyagát használtam fel. Az utolsó két hivatkozás ugyanúgy a táblázatban szereplő alacsonyabb fűtőértékeket adja meg.

Amellett, hogy az alacsonyabb víztartalmú aprítéknak magasabb a fajlagos fűtőértéke, ezáltal a megtermelt biomassa jobban hasznosul, a kisebb mennyiségű apríték mozgatása miatt a hektárra vetített szállítás fenntarthatósága (kibocsátása) is javul. Ez is azt bizonyítja, hogy nem elegendő a termelés energiaegyenlegét, energiahányadosát megállapítani, hanem az egész termékpálya energetikai és technológiai vizsgálata szükséges.

A termelés során jelentkező esetleges kedvező energiamérleg a magas víztartalommal történő hasznosítás, szállítás következtében romolhat, illetve a végfelhasználás módja is alapvetően meghatározza a hasznosulás mértékét.

16. táblázat: Energetikai ültetvények fajlagos fűtőértéke 30-50%-os víztartalomnál

Fafaj	Fűtőérték GJ/ha/év víztartalom: 30%		Fűtőérték GJ/ha/év víztartalom: 50%	
	Fajlagos értékek		Fajlagos értékek	
	Min.	Max.	Min.	Max.
	12,2 MJ/kg	14,44 MJ/kg	7,1 MJ/kg	10,44 MJ/kg
Nyár	151,3	473,6	123,5	480,2
Fűz	173,2	493,8	142,0	501,1
Akác	103,7	411,5	85,2	417,6

Forrás: Saját kalkuláció Lukács 2009, 2011; Széll, 2007; L. Szabó, 2015 adatai alapján

Így, mivel az összes tényező széles értékhatár között szóródik, véleményem szerint az energiamérleggel kapcsolatban sem lehet egyértelmű arányszámokat megállapítani, csak az összefüggéseket vizsgálni. *Vágvölgyi (2013)* által is idézett Hajdú 50 km szállítási távolságra kalkulált energiaegyenleggel kapcsolatos kutatási eredményei szerint is nagy szórást mutat az energia input-output hányados (*Hajdú, 2009a in: Vágvölgyi 2013*). Fafajtól és termőterülettől függően az értékek 2,3-18,5 között helyezkednek el (17. táblázat).

17. táblázat: Fás szárú energetikai ültetvények energiahozama

	Kiváló területen			Kedvezőtlen területen		
	Akác	Nyár	Fűz	Akác	Nyár	Fűz
Energia output/input hányados intenzív művelésnél	6,8	9,7	10,1	2,3	3,2	3,1
Energia output/input hányados extenzív művelésnél	13	17,8	18,5	4,7	6,2	6,1

Forrás: Hajdú, 2009a in: Vágvölgyi, 2013

A szám adatok tükrében elmondható, hogy az energiahányados inkább a vizsgált ültetvényen történő gazdálkodás hatékonyságát mutatja be az egységnyi befektetett energiára jutó megtermelt energia mennyiségével. Ebből a mutatószámból nem lehet a megtermelt energia (output) vagy a tiszta, befektetett energia mértékével csökkentett energia mennyiségére (output-input) következtetni. Erre a következtetésre jut *Kohleb (2005)* is: amíg a legkedvezőbb energia-kihozatali arányok általában a jó termőhelyeken, extenzív körülmények között adódnak, addig a legnagyobb energia outputok a jó termőhelyeken intenzív termesztési technológiák mellett érhetők el.

Az ismertetett két fűtőérték között jelentős 18 és 47%-os differencia és a hozam adatok szélsőértékei közötti eltérés a megtermelhető energia mennyiségi értékében összeadódik, felnagyítva a különbségeket. A befektetett energia meghatározásában ismertetett kérdések az energiaegyenleg és az energiahányados értékének bizonyosságát tovább rontják. A hozam ingadozása és a fűtőértékek közti különbség pedig döntő lehet az energiahányados értékének a környezeti fenntarthatóság szempontjából történő megítélésében. Ez a biomassza termelés és hasznosítás hosszabb távú környezeti fenntarthatóságát kérdőjelezi meg.

A modell során kalkulált erőművi, kizárólag villamosenergia termelés céljából történő hasznosítás esetén a hatékonyság 22-35% között van. A többi energia hőveszteség formájában távozik, amit a kapcsolt erőművek részben hasznosítani tudnak (pl.: fűtés, távhőellátás). A megtermelt villamos energia tekintetében ez a hatásfok azt jelenti, hogy a beszállított biomassza energiataralmának harmada-negyede hasznosul. Ez az energetikai ültetvény energiahányadosának szempontjából azt jelenti, hogy legalább négyszeres energiakihozatal szükséges ahhoz, hogy ugyanannyi hasznos (villamos) energiamennyiség keletkezzen, mint amennyi befektetett fosszilis energiamennyiség került felhasználásra az alapanyag előállítására,

manipulálására. Ez azt jelenti, hogy épp a környezeti szempontból fenntarthatóbb extenzív művelés energiahányadosa a megkérdőjelezhető, kifejezetten azokon a kedvezőtlenebb termőterületeken, ahol az energetikai ültetvények telepítését sokan szorgalmazzák.

Ezzel kapcsolatos ellenérv lehet, hogy a hazai erőművi rendszer a fosszilis energiából – az energiaforrástól, teljesítménytől és a technológiától függően – 20-75%-os hatásfokkal képes villamos energiát előállítani. Így jogos az a felvetés is, hogy a biomasszatermelés fosszilis energiamennyiségéből is csak az energiatartam ötöde-3/4 része alakulhatna villamos energiává.

Általánosságban ki kell jelenteni, hogy a villamosenergia termelés céljából előállított biomassza energiaegyensúlyának a vizsgálata során nem a megtermelt és az előállított biomassza energiamennyiségét kell vizsgálni, hanem a konverzió közben keletkező villamosenergia mennyiségét kell az előállításához, manipuláláshoz felhasznált összes input energia mennyiségéhez viszonyítani.

Fontos megemlíteni, hogy mivel az erőmű szerződésai és az árak beszállítva értendőek, a szállítási távolság korlátként alapvetően meghatározza a termelés jövedelmezőségét. Környezeti fenntarthatóság szempontjából ki kell emelni, hogy az erőmű átvételi kritériumai között kikötésként szerepel, hogy a „leszállításra kerülő szalmának meg kell felelnie a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény rendelkezéseinek, illetve a helyébe lépő, a villamos energiára vonatkozó jogszabály rendelkezéseinek és/vagy a villamos energia kötelező átvételéről szóló jogszabályok – jelen szerződés aláírása napján a 309/2013. (VIII.16) és a 389/2007. (XII.23.) számú Kormányrendelet – feltételeinek, azaz a leszállításra kerülő szalmának meg kell felelnie a megújuló energiaforrásokra, különös tekintettel de nem kizárólag a biomasszára vonatkozó rendelkezéseknek, ezen rendelkezések megszűnése esetében az

eladó köteles a rendelkezések megszűnése előtti utolsó paraméternek, követelménynek mindenben megfelelő szalma leszállítására”. Ezen felül a környezeti fenntarthatósággal és a károsanyag kibocsátással összefüggésben semmilyen rendelkezés nincsen. Így a szállítás nem az erőmű felelőssége, a szállításból adódó energiaegyenleg csökkenés és többlet szén-dioxid kibocsátás még nehezebben ellenőrizhető.

5.10. Egyéb felhasználási lehetőségek

A konverzió szempontjából hatékonyabb biomassa hasznosítási mód a biogáz előállítása és a hőenergetikai hasznosítása. A biogáz előállításban a feldolgozandó alapanyag szárazanyag-tartalmától függően megkülönböztetünk nedves: 0,5-1% szárazanyag-tartalmú, szuszpenziós: 5-15% szárazanyag-tartalmú, és félszáraz: 15–24% szárazanyag-tartalmú, valamint száraz: 25%-nál nagyobb szárazanyag-tartalmú töltetekkel dolgozó reaktorokat (*Bai, 2007 in: Czupy és Vágvölgyi, 2011; Hajdú, 2009b*). Hagyományosan a hazai biogáz üzemek nedves erjesztéssel működnek, inkább ezirányú hasznosításra inkább a lágyszárú energianövények alkalmasak.

A másik hasznosítási lehetőség a hőenergetikai hasznosítás, ami a másik két konverzióhoz képest kiemelkedő határfokkal rendelkezik (86%). Energetikai szempontból ez a legoptimálisabb és a leginkább ajánlott hasznosítási mód. Ezzel szemben a gyakorlati hasznosításával kapcsolatban több kérdés is felmerül. Először is nehéz a betakarításra kerülő nagy mennyiségű apríték tárolása. A betakarítás télen, a növények nyugalmi állapotában esedékes, ezért a tűzveszélyes biomasszát a következő fűtési szezonig tárolni kell. A hagyományos fatüzelésű kazánokban az apríték tüzelése nehézkes, ezért pelletálása, brikettálása szükséges. A feldolgozás további energiabefektetést és költséget jelent, környezeti fenntarthatósága kérdéses. Ezen túl a gazdaságosan üzemeltethető, több hektáros energetikai

ültetvényekről lekerülő biomassza mennyiség helyi felhasználása nehézkes, a nagyobb felvevőpiacot jelentő falusi, kisvárosi fűtőművek kialakítása, átállítása további költségekkel jár. A tűzifa tüzelésénél és a pellettel történő fűtésnél az erre alkalmas kazán beszerzése szükséges. Sokan a gáz alapú fűtésről történő átállás mellett érvelnek, pedig itt a kazáncsere mellett plusz, állandó költségként jelentkezik az előírásoknak megfelelő egy fő karbantartó-fűtő alkalmazása, aki a szükséges feltöltést, munkálatokat elvégzi. Lakossági felhasználásnál ez nem jelentkezik, de itt a felhasználásra kerülő mennyiség sem számottevő napjainkban. Sokkal egyszerűbb és kevesebb folyamatos ráfordítást igényel a fűtőkorszerűsítéssel, hőszigeteléssel, nyílászárócserevel, illetve napkollektoros melegvíz-fűtéstámasztással elérhető hatékonyságjavulás, takarékoság. Ezekhez a technológiákhoz elég az egyszeri ráfordítás, és előnye folyamatosan élvezhető gazdasági kockázat nélkül.

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

- A termesztéstechnológiát illetően elmondható, hogy a rövid vágásfordulójú, sarjzattatásos energetikai ültetvények egy alapvetően extenzívnek mondható „erdő” művelési ág intenzív termesztési rendszerben történő működtetésére tett kísérlet, amely a gazdasági és a környezeti fenntarthatóság követelményrendszerének egyidejűleg próbál megfelelni. A folyamatosan növekvő, szinte korlátlanul mondható (villamos) energiaigényt egy termőhelyi és biológiai korláttal rendelkező rendszerrel igyekeznek részben kiszolgálni. A kiszámíthatatlanságot tovább növeli, hogy a fizikai igénynek tekinthető villamosenergia-igény biológiai alapú kiszolgálását az abiotikus és a biotikus tényezőknek való kitettség is kockáztatja.
- Tekintettel arra, hogy a témában született publikációk többsége vagy csak az egészről egy-egy részfeladatra, részproblémára fókuszál, illetve a kalkulációk alapjául szolgáló általános érvényű alapadatok sem mindig megegyezők, javaslom egy egységes összehasonlítási rendszer, és az ahhoz kapcsolódó szempontok kidolgozását a kutatási eredmények könnyebb értelmezése céljából.
- A relatíve magas beruházási költségek és az intenzív termesztéstechnológia miatt teljesítménykényszer áll fenn a beruházás minél előbbi megtérülése és a kockázati tényezők alacsony szinten tartása érdekében. A két termesztéstechnológiai irányzat közül az egyik, amelynél rövidebb vágásforduló alkalmazásával a növekedési erély minél nagyobb kihasználása, és ezáltal a magasabb hozamok elérése a cél. Ebben az esetben az éves növekmény és a folyó átlagnövekmény viszonya adja meg a vágásforduló hosszát. A másik felfogás a költséges betakarítás miatt a hosszabb vágásfordulót részesíti előnyben. A két felfogás közti különbség a gazdasági modellek elemzésének

eredményeiben is nyomon követhető a rövid vágásfordulójú fűz és a nyár energetikai ültetvények és az alacsonyabb termőképességű, öt éves rotációs ciklusú akác között. A hosszabb vágásforduló képes kompenzálni a növénykultúra biomassza-növekményének évenkénti csökkenését.

- Az intenzív és az extenzív művelési formák közti különbség mind gazdasági, mind környezeti szempontból meghatározó. Termesztési oldalról a gazdálkodók érdeke az intenzív művelés a magas, kiegyensúlyozott hozamok elérése céljából, a magas biológiai potenciál minél jobb kihasználása mellett. Az energetikai ültetvény a mezőgazdasági növénytermesztésre alkalmatlan területekre ajánlott, de az intenzív művelésből következő többletráfordítás, a nemesített szaporítóanyag biológiai potenciálja a termőhelyi adottságok, körülmények miatt nem feltétlenül hasznosul kellő hatékonysággal. Ezért a termőhelyi adottságtól függően inkább az extenzív művelés az indokolt, erre a célra szelektált szaporítóanyaggal. A szakirodalomban közölt széles sávban mozgó termésátlagok felső értékeinél lehet eredményes gazdálkodást folytatni. Ez a költségek optimalizálásával egy ideig ellensúlyozható, de ahogy a kumulált eredmények is mutatják, csak magas hozam mellett érhető el eredmény, tehát a hozam maximalizálása a cél. Magas hozam pedig vagy intenzív művelésnél vagy jó termőképességű területen akár extenzív műveléssel is elérhető. A környezeti fenntarthatóság szempontjából a minél nagyobb energiahányados az optimális, ami a kedvező adottságú és az extenzív művelésű területek jellemzője. A környezeti fenntarthatóság szempontjából kedvező forgatókönyvek közül a kedvező adottságú területek kizárhatóak, hiszen az ültetvények telepítését a szántóföldi növénytermesztésre való alkalmatlanság indokolja. Ahogy a fentiekben bemutatásra került, az intenzív művelésű technológia kedvezőtlen adottságú területeken gazdasági szempontból nem mindig fenntartható, és

a pótlólagos ráfordítások miatt az energiahányadosa sem éri el a környezeti fenntarthatóság szempontjából indokolt szintet. Az intenzív művelés többletráfordításával elérhető hozamnövekedés az energiahányadost rontja, a bizonytalan megtérülésű pótlólagos ráfordítás energetikai szempontból nem kifizetődő. Az extenzív művelés ugyan környezeti szempontból fenntartható a kedvezőtlen területeken, de a várható alacsony hozamok miatt gazdasági szempontból nem fenntartható. Összegezve tehát a rövid vágásfordulójú, sarjaztatásos energetikai ültetvények külön-külön megfelelhetnek a gazdasági és a környezeti fenntarthatóság kritériumainak, de mindkettőnek egyszerre nem. A többletráfordítás ugyan magas hozamot hoz(hat), de az energiahányados a hozam (output) növekedése ellenére romlik.

- Az analízist és a modellezést megnehezítik a termelési ciklusok közötti különbségek, bizonytalanságok, elsősorban az időjárási viszonyoknak való kitettség. Az ültetvények várható 15-25 éves időtartama miatt további kockázati tényező a klímaváltozás hatása, különösen a magas vízigényű nyár és fűz esetében. Ez a bizonytalanság az ültetvénytelepítésbe történő beruházási kedvet is visszaveti. A termésátlagok értékeitől és a kalkulációkhoz felhasznált adatoktól függően gyakorlatilag bármilyen elmélet igazolható és meg is cáfolható az ültetvényekkel kapcsolatban.
- A kiszámítható termelés érdekében a vadvédelmi kerítés létesítése indokolt, azonban a telepítésre szánt tábla mérete, alakja, kitettsége határozza meg a költséget. Vizsgálataim alapján elmondható, hogy a kerítés létesítés fajlagos költségében a táblaméret növekedésével jelentős csökkenés tapasztalható. Az általam vizsgált pénzügyi feltételeknél legalább 5 hektáros, de akár 20-30 hektáros táblaméret megléte teszi indokoltá az építését. Általános érvényű következtetés véleményem szerint nem vonható le.

- Az energiaültetvények termékei versenyhátrányban vannak a biomassza melléktermékekkel szemben. Az energetikai céllal előállított biomassza főtermék egy több éves beruházás eredménye, így jobban ki van szolgáltatva a felvásárlási és hasznosítási trendek változásainak és a helyettesítő (mellék)termékek helyzetének. A megtermelt primer biomasszából előállított villamos energia értékesítése az átvételi rendszernek köszönhetően jelenleg támogatva, a piaci árnál magasabban árszínvonalon történik. A támogatási rendszer, az átvételi ár változása az alapanyag átvételi árakra is hatással van.
- A szakirodalomban gyakori elemzés tárgya a primer biomasszatermelés gazdasági-környezeti eredményességének összehasonlítása más szántóföldi növénykultúrákkal. Abból a feltételezésből kiindulva, hogy a biomasszatermelés a szántóföldi növénytermesztésre alkalmatlan területeken indokolt, nem versenytársai egymásnak a földhasználatban, ezért véleményem szerint a viszonyításnak csak elméleti haszna van. A hagyományos erdészeti művelés, illetve az ipari célú hengeresfa előállítása lehet a rövid vágásfordulójú, fás szárú sarjzattatásos energetikai ültetvények konkurensa.
- Az elérhető pályázati források és az energetikai ültetvények rendelkezésre álló terméseredményeinek tükrében megfontolandó az ültetvények jövedelmezőségi viszonyainak a felülvizsgálata. Ezek után amennyiben indokolt, a rövid vágásfordulójú, sarjzattatásos ültetvények közepes vágásfordulójú, ipari célú hengeresfa előállítással vagy a hagyományos erdőművelésre való átállással, az erdőgazdálkodásra vonatkozó jogszabályok szerinti újratelepítés lehetőségével, ezek várható ráfordításigényével szükséges kalkulálni.
- Gyakran hangoztatott érv a biomassza hasznosítása mellett, hogy a biomassza szén-dioxid semlegesesen ég el, mert égése során csak annyi szén-dioxid keletkezik, mint amennyit felvett. Ez véleményem szerint

részigazság, mivel a biomassa megtermelése és manipulálása fosszilis energiahordozók felhasználásával történik. A biológiai produktitásnak köszönhetően a biomassa termelése során a befektetett energia többszöröse térül meg, amiből a hasznosítás során valamennyi hasznosításra kerül. A pontos fogalmazás szerintem: a biomassa égése során keletkező, a későbbiekben hasznosítható energia mennyisége több kell, hogy legyen, mint az alapanyag előállításához, manipuláláshoz felhasznált fosszilis energia mennyisége. Mivel a biomassa feltételesen megújuló energiaforrás, minden évben újabb fosszilis energia felhasználására van szükség a biomassa előállítására. Feltételesen megújuló energiaforrásként az évenként jelentkező ráfordítás megtérülése a termelés kiszámíthatatlansága miatt mind pénzügyi, mind energetikai kockázatot jelent. Ez versenyhátrányt okoz a hagyományosan megújuló energiaforrások használatával szemben.

- A biomasszára alapuló villamosenergia-termelés konverziós hatásfokának javulása a közeljövőben nem várható, szemben a nap- és a szélenergián alapuló villamosenergia-termelés hatékonyságával, ahol a termelés fizikai és nem biológiai alapon történik, termőterület igényük sincsen. Ez hosszú távon a feltételesen megújuló energiaforrások, így a primer biomasszatermelés háttérbe szorulását eredményezheti. Ellentétben a jelentős alapanyagköltséggel üzemelő biomasszára alapozott villamosenergia-termeléssel, a nap- és a szélenergiára alapozott termelés kezdeti beruházásigénye magas, de az éves fenntartási költsége alacsony. A biomassa-termelésnél a változó, elért hozamtól függ az önköltség, továbbá a termelés költsége függ a fosszilis energiahordozók árától (üzemanyag), ami gazdasági-környezeti fenntarthatóság szempontjából is nehezen tervezhetővé teszi az ágazatot.
- Megújuló energetikai pályázatoknál, beruházásoknál nem csak a gazdasági, hanem a környezeti fenntarthatóság kritériumának a

bevezetése, a termékpályára vonatkoztatott folyamatos nyomonkövetés is indokolt. Jelenleg csak az erőművek emissziós adatait ellenőrzik, beszállítás és az alapanyag előállítás viszonyait nem.

- Az Európai Unió eddig is nagy erőfeszítéseket tett a belső energiapiacának egységesítése és liberalizálása érdekében. Az egységesítéssel és az európai hálózatok összekapcsolásával lehetőség nyílik a termelőkapacitások a legoptimálisabb tagországba történő telepítésére, amely kiválasztásában komparatív és kompetitív tényezők játszanak majd szerepet. A magas költséggel termelő erőművek helyét átvehetik a más tagországok versenyképebb üzemei. A versenyképesség adódhat az olcsóbb energiaforrás elérhetőségéből, fejlettebb technológia alkalmazásából vagy a kedvezőbb beruházási környezetből. Ez egyaránt vonatkozik a fosszilis és a megújuló energiaforrásokra alapozott energiatermelésre. Ebből kiindulva véleményem szerint engedni, sőt ösztönözni kell azokat a tagországokat, amelyek nagyobb mértékben és fenntarthatóan képesek és hajlandóak ebbe az energetikai iparágba, azon belül is a megújuló energiaforrások használatába fektetni. Megfontolásra javasolnám a szén-dioxid kvótakereskedelem mintájára a megújuló energetikai vállalatokkal való kereskedelem, átvállalás lehetőségét. Ezzel elkerülhető lenne a tagországok kötelező vállalásainak teljesítése érdekében tett kényszerű és esetenként környezeti szempontból kevésbé átgondolt beruházások megvalósulása.

7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Az új kutatási eredmények cáfolják azt a szakmai álláspontot, miszerint a rövid vágásfordulójú, fás szárú, sarjzattatásos energetikai ültetvények minden kedvezőtlen adottságú területen eredményesen termesztető.
2. Számításaim egyértelműen bizonyítják, hogy hosszútávon gazdaságosan csak intenzív termesztési módszerrel és/vagy jó minőségű területeken működhetnek a fűz, nyár és akác energiaültetvény beruházások.
3. Az energiamérleggel kapcsolatos vizsgálatok eredményei alapján kijelenthető, hogy ugyan a fás szárú, sarjzattatásos energetikai ültetvények megfelelnek a gazdasági és a környezeti fenntarthatóság szempontrendszerének, de a két kritérium nem teljesül egyszerre.
4. A vizsgálat eredményei tükrében megállapítható, hogy a feltételesen megújuló primer energetikai ültetvényeken termelt biomasszára alapozott hazai villamosenergia-előállítás a konverziós hatékonyság és a termesztés kiszámíthatatlansága miatt hosszú távon nem versenyképes a hagyományos megújuló energiákkal szemben.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

A dolgozat fő célkitűzése a nyár, fűz és akác fafajokból álló rövid vágásfordulójú, sarjzattatásos ültetvények gazdasági és környezeti fenntarthatóságának meghatározása. A költségek pontos meghatározása céljából először az energetikai ültetvényt alkotó három fafaj termesztéstechnológiáját határoztam meg. Mindhárom esetben egy intenzív és egy extenzív művelési módot tüntettem fel, a kétféle technológiához tartozó eltérő költségzínvonallal együtt. Az energetikai ültetvények szakirodalomban fellelhető termésátlagainak alsó és felső küszöbértékét felhasználva a pécsi biomassza tüzelésű erőmű szerződéses árait és az igénybe vehető támogatások figyelembe vételével a termelési értéket is megállapítottam. Az így kapott termelési költségek és termelési értékek szélsőértékeinek felhasználásával állítottam fel négy forgatókönyvet, amelyekhez termőhelyi adottságokat is rendeltem. A forgatókönyvek több vágásfordulót átfogó, tizenöt éves halmozott eredményének bemutatásával a megtérülési idő változása is érzékeltethető a költségek és a hozam függvényében. A betakarításra kerülő biomassza mennyisége határozza meg a szállítási költségeket, melyek értékét három eltérő szállítási távolságnál (20/50/100 km) vizsgáltam. Az energetikai ültetvények egy-egy vágásfordulójának a költségeloszlása a különböző költségtényezők és munkaműveletek súlyáról ad tájékoztatást. Ebből derül ki, hogy annak ellenére, hogy a betakarítás évében a szállítás költsége meghatározó, a vágásforduló éveire vetítve főleg az alacsonyabb hozamok esetében kisebb jelentőségű. Az ültetvények fenntartásával kapcsolatos munkaműveletek közül a betakarítás költsége a legmeghatározóbb. A felállított modell segítségével megállapítottam, hogy melyik forgatókönyv esetében folytatható gazdaságilag fenntartható biomassza termelés, és milyen esetekben érvényesül a környezeti fenntarthatóság szempontja. Kijelenthető, hogy a

rövid vágásfordulójú, sarjztatásos energetikai ültetvények külön-külön megfelelhetnek a gazdasági és a környezeti fenntarthatóság kritériumainak, de mindkettőnek egyszerre nem.

A számítások során figyelembe vettem a pénz idő-értékváltozásának beruházásra gyakorolt hatását. Az energetikai vizsgálatok is alátámasztják az egész energetikai célú biomassza-hasznosítás körül tapasztalható bizonytalanságot. A szakirodalomban fellelhető, az energetikai kalkulációk alapjául szolgáló, igaznak tekinthető energetikai adatok között is jelentős különbség tapasztalható. Az energetikai kalkulációt tovább nehezíti a jelentős hozamkülönbség, ami miatt az előállított energia mennyisége igen széles sávban mozog. A befektetett energia pontos meghatározása is kérdéses, főleg intenzív művelésnél, a műtrágya és a növényvédő szerek előállításához felhasznált energia nehéz meghatározhatósága miatt. Ezáltal a használatos energetikai mutatószámok, az energiahányados és a befektetett és a megtermelt energia különbsége ugyan konkrét esetekben megbecsülhető, de nem lehet a környezeti fenntarthatósággal kapcsolatos általános érvényű következtetéseket levonni. A primer biomassza az erőművi felhasználás mellett a nagyobb konverziós hatékonyságú hőhasznosításra is alkalmas. Több művelési ág versenyez az ültetvénytelepítésre alkalmas termőterületért, az egymás alternatívájának is tekinthető megújuló energiaforrások, technológiák egymással a befektetésekért versenyeznek.

9. SUMMARY

The main aim of the present doctoral work is to determine the economical and environmental sustainability of short rotation coppice (SRC) plantations of poplar, willow and black locust. In order to calculate the exact costs, production technologies for the three species were determined in the first step. For all three species an intensive and extensive production method was set up with their corresponding cost levels. Production values were calculated using the high and low yield extremes in the literature, the purchase prices of the biomass powerplant in Pécs and the available area payments. Using the extremes of the production costs and values, four scenarios were set up with their corresponding land characteristics. The cumulative earnings of the scenarios for 15 years (including several rotations) reflect the change in payback periods inflicted by costs and yields. The amount of harvested biomass determines the transportation costs which were calculated for three distances (20, 50 and 100 km). The cost distribution of a production cycle of SRC plantations reflects the weight of different cost factors and production procedures. Results suggest that despite the fact that in harvest years transportation costs are determining cost elements, their weight is less when distributed to all the years of a whole production cycle, particularly with lower yields. Among all costs of maintaining SRC plantations, harvest costs are the most determining. From the model it was determined in which scenarios economically sustainable biomass production is possible and in which scenarios environmental sustainability is achieved. It was concluded that SRC's can meet the requirements of either economical or environmental sustainability but the two criteria cannot be achieved at the same time.

In the model the effect of the time value of money on the investment was also taken into consideration. Energetic calculations also reflect the

uncertainties around the energetic use of biomass. In the literature there are significant differences in the caloric values used for the calculations. Energetic calculations are further made difficult by the significant differences in yields which make the produced energy values vary in a very wide range. The exact energy input is also questionable, especially in intensive production, due to the difficulties in calculating the energy used for the manufacture and transportation of fertilizers and pesticides. Due to these uncertainties, the energetic metrics (difference and ratio of energy output and input) can be estimated in specific cases but no general conclusions can be drawn for the energy production of SRC primer biomass sector as a whole. Besides the use for electricity generation in power plants, primer biomass is also suitable for thermal energy utilization with higher conversion efficiency. Several production branches compete for the lands suitable for plantations, and the alternative renewable energy resources and technologies compete with each other for investments.

10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

11. IRODALOMJEGYZÉK

1. Alföldy-Boruss M. (2014): Élelmiszer vagy (?) energia. XIV. Nemzetközi Tudományos Napok, Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös, 2014. március 27-28., Tudományos Napok Publikációi ISBN 978-963-9941-76-2 pp. 57-62.
2. Algreen, M., Trapp, S., Rein, A. (2013). Phytoscreening and phytoextraction of heavy metals at Danish polluted sites using willow and poplar trees. *Environmental science and pollution research international*, 21. pp. 8992-9001. DOI: 10.1007/s11356-013-2085-z (2017.11.02.)
3. Államadóság Kezelő Központ Zártkörűen Működő Részvénytársaság – ÁKK Zrt. (2016): Magyar Államkötvények aktuális éves kamatai. <http://www.allampapir.hu/allampapirok/lakossagi-kamatok> (2016.09.11)
4. Almádi L., Béres I., Berzsényi Z., Horváth Z., Hunyadi K., Kazinczi G., Lehoczky É., Mikulás J., Németh I., Petrányi I., Reisinger P., Szemán L., Szentey L., Szőke L., Tóth E., Varga Sz. (2010): Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Digitális Tankönyvtár, Mezőgazda Kiadó, TAMOP 4.2.5 Book Database, http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Gyomnovenyek_gyomirtas/index.html (2015.11.11.)
5. Anda A., Burucs Z., Kocsis T. (2011): Globális környezeti problémák és néhány társadalmi hatásuk. Kempelen Farkas Hallgatói Információs Központ, Digitális Tankönyvtár, TAMOP 4.2.5. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_fenntarthato_fejlodes/index.htht (2015.03.27.)
6. Aranyos T. J., Tomócsik A., Makádi M. (2014): Energiafűz betakarítása. *Őstermelő: Gazdálkodók lapja*, 18. évf. 1. sz. pp. 54.
7. Arrow K. J. (2007): Global Climate Change: A Challenge to Policy. *Economists' Voice*, 2007 June. <https://people.uwec.edu/>

jamelsem/papers/CC_Literature_Web_Share/Policy/CC_Policy_Challenge_Arrow_2007.pdf (2017.12.06)

8. Babicz Sz., Gáspár A., Holland Alma Kft., File S., „Tisza” Faaprítékot Termelők Szövetkezete (2010): A svéd nemesítésű energetikai fűzek termesztéstechnológiája. Gyakorlati útmutató. http://issuu.com/atjaro/docs/technologia_-_gyakorlati__tmutat_ (2015.10.14.)
9. Bai A. (2007): A biogáz. Száz magyar falu könyvesháza Kht., Budapest
In: Czupy I., Vágvolgyi A. (2011): Mezőgazdasági (növénytermesztés, állattartás, erdészeti) hulladékok kezelése és hasznosítása. Digitális Tankönyvtár TAMOP 4.2.5 Book Database http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0021_Mezogazdasag_hulladekai/ch04s05.html (2015. 11.22.)
10. Bai A. (2011): Újabb generációs bioüzemanyagok perspektívái. Magyar Tudomány, 172. évf. 7. sz. pp. 861-871.
11. Bai A., Lakner Z., Marosvolgyi B., Nábrádi A. (2002): A biomassza felhasználása. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest ISBN 963-9422-460.
12. Bai A., Vaszkó G., Csányi F., Tózsér B. (2012): Algák: mikroméretben hatalmas lehetőségek? Tanulmány. http://www.innoteka.hu/cikk/algak_mikromeretben_hatalmas_lehetosegek.542.html (2015.02.26.)
13. Bai, Z. G., Dent, D. L., Olsson, L., Schaepman, M. E. (2008): Global assessment of land degradation and improvement. 1. Identification by remote sensing. Report 2008/01, ISRIC – World Soil Information, Wageningen
14. Bajmóczy Z., Málovics Gy. (2011): Az ökológiai hatékonyságot növelő innovációk hatása a fenntarthatóságra. Az IPAT formula dinamizálása. Közgazdasági Szemle, 58. évf. 10. sz. pp. 890-904.
15. Balla Z. (2014a): Az Európai Unió célkitűzései a biomassza hasznosítás és felhasználás területén. Agrártudományi Közlemények, 55. sz. pp. 9-12.

16. Balla Z. (2014b): Lehetőség és kötelezettség a megújuló energiaforrások használata. *Agrártudományi Közlemények*, 55. sz. pp. 13-18.
17. Bándi Gy. (2013): Hozzászólás a Túlélés Szellemi Kör üzenetéhez egy jogász szemével. *Magyar Tudomány*, 174. évf. 9. sz. pp. 1119-1125.
18. Bándi Gy. (szerk.), Gönczi A., Jaskó L., Szabó M., Tahyné Kovács Á., Wohl, G. J. (2011): A fenntartható fejlődés koncepciójának megjelenése a nemzetközi és európai jogban, valamint az EU-tagállamok gyakorlatában. Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács, Műhelytanulmányok No. 6., Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Jog- és államtudományi Kar, Budapest, http://www.nfft.hu/dynamic/NFFT_muhelytanulmanyok_6_Bandi_etal_nemzetkozi_jjo_2011.pdf (2015.02.02.)
19. Bányai O. (2013): A folyékony és szilárd biomassza fenntarthatósági kritériumai az Európai Unióban és Magyarországon. *Jog, állam, politika*, 5. évf. 2. sz. pp. 45-62.
20. Bárány G. (2011): A nemesnyár-termesztés fejlesztésének újabb eredményei. Doktori értekezés. Nyugat-magyarországi Egyetem Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola.
21. Barkóczy Zs., Ivelics R. (2008): Energetikai célú ültetvények. Magán-erdőgazdálkodási Tájékoztató Iroda Erdészeti kiegészítő sorozata, Nyugat-magyarországi Egyetem Erdővagyon-gazdálkodási Intézet, Sopron, Lövér-Print Kft.
22. Barkóczy Zs., Ivelics R., Marosvölgyi B. (2007): Energetikai faültetvények I. *Bioenergia*, 2. évf. 3. sz. pp. 7-11. In Popp J. (szerk.), Potori N. (szerk.) (2011): A biomassza energetikai célú termelése Magyarországon. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest ISBN 978-963-491-570-6
23. Barna Zs., Gelei A. (2014): A szénlábnyom mérése. *Vezetéstudomány*, 46. évf. 7-8. sz. pp. 53-68.

24. Barontini, M., Scarfone, A., Spinelli, R., Gallucci, F., Santangelo, E., Acampora, A., Jirjis, R., Civitarese, V., Pari, L. (2014): Storage dynamics and fuel quality of poplar chips. *Biomass and Bioenergy*, 62. DOI: 10.1016/j.biombioe.2014.01.022 (2017.11.24.)
25. Barótfi I. (2000): A biomassza energetikai hasznosítása Magyarországon. *Magyar Energetika*, 8. évf. 6. sz. pp. 27-32.
26. Barótfi I. (2008): Megújuló energiaforrások és nézőpontok. *Magyar Energetika*, 16. évf. 1. sz. pp. 10-18.
27. Barótfi I. (2009a): Megújuló energiaforrások és nézőpontok. *Energiagazdálkodás*, 50. évf. 1-2. sz. pp. 41-51.
28. Barótfi I. (2009b): <http://www.zoldtech.hu/cikkek/20090817-biomassz>
In: Nemzeti Fenntartható Fejlődés Tanács, NFFT (2011): A természeti erőforrások fenntartása. Műhelytanulmányok, No.3. Pálvölgyi T. (szerk.), Csete M., Harazin P., Szendrő G. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem és Env-in-Cent Kft., Budapest.
29. Barta-Juhász I. L. (2014): Zöld áram termelési költségének csökkentési lehetőségei a hulladékhő hasznosításával. *Agrártudományi Közlemények*, 58. sz. pp. 15-20.
30. Beder, S. (2011): Corporate Discourse on Climate Change. In: Sussman G. (ed.), Lang P. (2011): *The Propaganda Society: Promotional Culture and Politics in Global Context*, New York ISBN 9781433109973 pp. 113-129.
31. Bencsik J. (2013): A magyar energiapolitika kihívásai. *Energiagazdálkodás: a jövő lehetőségei és korlátai. Világgazdaság Konferencia* http://mehi.hu/sites/default/files/bencsik_a_magyar_energiapolitika_kihivasai.pdf (2015.02.02.)
32. Benkő Zs. I., Pitrik J. (2011): *Energetika – Energiamenedzsment. Digitális Tankönyvtár, TÁMOP 4.2.5.* http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0021_Energiamenedzsment/ch12.htht (2015.03.03.)

33. Berend, F. (2017): A mezőgazdasági támogatások 2016-os adatai. Írásbeli közlés, 2017.12.04.
34. Biró B. (2012): Biomassza hasznosítás. Edutus Főiskola, TÁMOP-4.1.2 A1 és TÁMOP-4.1.2 A2 http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412A/2010-0017_11_biomassza/ch01s04.html (2015.10.01.)
35. Bloomberg, New Energy Finance – The Business Council for Sustainable Energy (2017): Sustainable Energy in America, 2017 Factbook. <https://about.bnef.com/blog/sustainable-energy-america-2017-factbook/> (2017.11.08.)
36. Bohoczky F. (2005): Megújuló energiaforrások 5. Magyar Atomforum Egyesület, Budapest. <http://www.atomforum.hu/pdf/05%20megujulo%20energiaforrasok.pdf> (2017.12.06.)
37. Bozsik N. (2004): Magyarországi agrártermékek versenyképességének vizsgálata. Gazdálkodás, 48. évf. 9. sz. különkiadás pp. 21-34.
38. British Petroleum (2016): BP Statistical Review of World Energy June 2016. <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf> (2017.11.04.)
39. British Petroleum (2017): BP Statistical Review of World Energy June 2017. <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-worldenergy-2017-full-report.pdf> (2017.11.04.)
40. British Petroleum: BP Statistical Review of World Energy 2014. <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/Energy-economics/statistical-review-2014/BP-statistical-review-of-world-energy-2014-full-report.pdf> (2015.02.03.)
41. Brundtland, G. H. (ed.) (1987): Our Common Future, World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, New York

42. Bulla M., Guzli P. (2006): A fenntartható fejlődés indikátorai. In: Bulla M., Tamás P. (szerk.) (2006): Fenntartható fejlődés Magyarországon: Jövőképek és forgatókönyvek. Stratégiai kutatások – Magyarország 2015. 5. rész, Új Mandátum Könyvkiadó, Budapest ISBN 963 9609 38 2 pp. 235-255.
43. Buzea K. (2013): Az erőművi szén-dioxid leválasztási és tárolási (CCS) technológiák jelenlegi módszerei. Energiagazdálkodás, 54. évf. 1-2. sz. pp. 21-23.
44. Büki G. (2007): A biomassza energetikai hasznosítása. Bioenergia, Szekszárdi Bioráma Kft. Budapest, 5. sz. pp. 2-6.
45. Büki G. (2010a): A biomassza energetikai hasznosítása. Nemzeti érdek, 4. évf. 1. sz. pp. 56-85.
46. Büki G. (2010b): Megújuló energiák hasznosítása. Köztisztviselői Stratégiai Programok. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest ISBN 978-963-508-599-6
47. Carson, R. (1962): Silent Spring. Houghton Mifflin Company, First Mariner Books edition 2002.
48. Caslin, B., Finnan, J., Johnston, C., McCracken A., Walsh, L., (2015): Short Rotation Coppice Willow. Best Practice Guidelines. Teagasc, Agri-Food and Bioscience Institute ISBN 1-84170-610-8
49. CGIAR – Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS) (2012): Achieving Food Security in the Face of Climate Change. Final report from the Commission on Sustainable Agriculture and Climate Change. University of Copenhagen. www.ccafs.cgiar.org/comission
50. Civitarese, V., Spinelli, R., Barontini, M., Gallucci, F., Santangelo, E., Acampora, A., Scarfone, A., Giudice, A., Pari, L. (2015): Open-Air Drying of Cut and Windrowed Short-Rotation Poplar Stems. BioEnergy Research, 8. DOI: 10.1007/s12155-015-9612-3 (2017.11.24.)

51. Constanza R. (2006): Enough is enough. Book Review. Nature, 439 p. 789. DOI: 10.1038/439789a (2017.12.06)
52. Czelnai R. (2007): Klímaügy:2007. Magyar Tudomány, 168. évf. 10. sz. pp. 1316-1326.
53. Csatári N. (2012): A fa, mint megújuló energiaforrás alkalmazási területei Európában. Agrártudományi Közlemények, 2012 47. sz. pp. 31-35.
54. Csete L. (2007): A VAHAVA jelentés. Gazdálkodás, 51. évf. 2. sz. pp. 88-89.
55. Csete M. (2012): Regionális és környezetgazdaságtan. EDUTUS Főiskola, Digitális Tankönyvtár, TAMOP-4.1.2.A/2-10/1 http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412A/20100017_15_reg_kornygazdtan/iinde.html (2017.11.08.)
56. Csipkés M. (2011): Biomassza energiaforrások felhasználási lehetőségei Magyarországon, szénhidrogének kiegészítőjeként. Magyar Energetika 18. évf. 4. sz. pp. 14-18.
57. Csutora M. (2012): Fenntartható fogyasztás: közösségi, vállalati és egyéni kibúvó stratégiák. In: Fenntartható fogyasztás? Trendek és lehetőségek Magyarországon. OTKA 68647, AULA Kiadó, Budapest ISBN 978-963-339-042-9 pp. 41-88.
58. Csutora M. (szerk.) (2011): Az ökológiai lábnyom ökonómiája. Tematikus kötet. Aula Kiadó, Budapest
59. Dallemand, J.F., Petersen, J.E., Karp, A. (2007): Short Rotation Forestry, Short Rotation Coppice and perennial grasses in the European Union: Agro-environmental aspects, present use and perspectives. European Environment Agency. JRC Scientific and Technical reports. Harpenden, United Kingdom ISSN 1018-5593
60. Daly, H. E. (1996): Beyond growth, the economics of sustainable development. Boston Beacon Press, MA

61. Daly, H. E., Cobb, Jr. J. (1989): For the Common Good: Redirecting the Economy Toward Community, the Environment and a Sustainable Future. Beacon Press, Boston ISBN 978-080704705-7
62. DEFRA - Department for Environment Food and Rural Affairs (2004): Growing Short Rotation Coppice. Best Practice Guidelines for Applicants to Defra's Energy Crops Scheme. [https://www.forestry.gov.uk/pdf/Growing_Short_Rotation_Coppice_tcm6_2004.pdf/\\$FILE/Growing_Short_Rotation_Coppice_tcm6_2004.pdf](https://www.forestry.gov.uk/pdf/Growing_Short_Rotation_Coppice_tcm6_2004.pdf/$FILE/Growing_Short_Rotation_Coppice_tcm6_2004.pdf) (2017.11.29.)
63. DEFRA – Department for Environmental, Food and Rural Affairs (2007): Growing Short Rotation Coppice. Best Practice Guidelines for Applicants to DEFRA's Energy Corp Scheme In: Csipkés M. (2011): Biomassza energiaforrások felhasználási lehetőségei Magyarországon, szénhidrogének kiegészítőjeként. Magyar Energetika, 18. évf. 4. sz. pp. 14-18.
64. Demo, M., Hauptvogel, M., Prčík, M., Húska, D. (2014): Comparison of production parameters of willow (*Salix* spp.) and poplar (*Populus* spp.) varieties in the last year of the first four-year harvest cycle. Wood research, 59. évf. 4 sz. pp. 705-715.
65. Department of Energy & Climate Change (2013): Electricity Generation Costs 2013. London, SW1A 2AW URN 13D/185 https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/223940/DECC_Electricity_Generation_Costs_for_publication__24_07_13.pdf (2015.03.04.)
66. Dezső Gy. (2011): Kihívások és elégtelen válaszok. Energiagazdálkodás, 52. évf. 5. sz. pp. 29-33.
67. Dezső Gy. (2012): Az Energiastratégia margójára. Energiagazdálkodás, 53. évf. 1. sz. pp. 30-32.

68. Dillen, S.Y., Djomo, S.N., Al Afas, N., Vanbeveren, S., Ceulemans, R.(2013): Biomass yield and energy balance of a short-rotation poplar coppice with multiple clones on degraded land during 16 years. *Biomass and Bioenergy*, 56 évf. pp. 157-165. DOI: 10.1016/j.biombioe.2013.04.019. (2017.11.20.)
69. Dimitriou, I., Aronsson, P. (2011): Wastewater and Sewage Sludge Application to Willows and Poplars Grown in Lysimeters – Plant Response and Treatment Efficiency. *Biomass and Bioenergy*, 35. pp. 161-170. DOI: 10.1016/j.biombioe.2010.08.019. (2017.11.04.)
70. Dimitriou, I., Mola-Yudego, B. (2016): Poplar and willow plantations on agricultural land in Sweden: Area, yield, groundwater quality and soil organic carbon. *Forest Ecology and Management*, 383. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.08.022. (2017.11.24.)
71. Dimitriou, I., Mola-Yudego, B. (2017): Impact of Populus Plantations on Water and Soil Quality. *Bioenergy Research*, 1-10. DOI: 10.1007/s12155-017-9836-5. (2017.11.20.)
72. Dimitriu, I., Rutz, D. (2015): Sustainable Short Rotation Coppice. A Handbook. SRCplus Project, WIP Renewable Energies, Munich, Germany ISBN 978-3-936338-36-2
73. Dinica, V. (2006): Support systems for the diffusion of renewable energy technologies – an investor perspective. *Energy Policy*, Vol. 34. pp. 461-480. In: Fodor B. E. (2012): A megújuló energia térnyerésének ösztönzési lehetőségei. A hazai kötelező átvételi rendszer értékelése. Doktori értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem Gazdálkodástani Doktori Iskola.
74. Dinya L. (2006): Bioenergetikai integrációk az agrárgazdasági szerkezetváltásban. *Gazdálkodás*, 50. évf. 15. sz. különkiadás pp. 1-11.
75. Dinya L. (2009): Fenntarthatósági kihívások és a biomassza-alapú energiatermelés. *Gazdálkodás*, 53. évf. 4. sz. pp. 311-324.

76. Dinya L. (2010): A biomassza-alapú energiatermelés és fenntartható energiagazdálkodás. Magyar Tudomány, 171. évf. 8. sz. pp. 912-925.
77. Dinya L. (2011a): A fenntarthatóság kistérségi modellje. Gazdálkodás, 55. évf. 5. sz. pp. 479-493.
78. Dinya L. (2011b): Változó klíma, természet és az innovációs kihívások. Gazdálkodás, 55. évf. 6. sz. pp. 557-565.
79. Dinya L. (2012): Tendenciák a biomassza energetikai hasznosításában. Magyar energetika, 19. évf. 4. sz. pp. 43-47.
80. Dombi M. (2009): Fenntartható energiagazdálkodás – a megújuló energiaforrások hasznosításának jelentősége, korlátai és lehetősége. Agrártudományi Közlemények, 33. sz. pp. 145-154.
81. Dombi M., Kuti I., Balogh P. (2012): Adalékok a megújuló energiaforrásokra alapozott projektek fenntarthatósági értékeléséhez. Gazdálkodás, 56. évf. 5. sz. pp. 410-425.
82. Doornbosch, R., Steenblik, R. (2007): Biofuels: Is the Cure worse than the Disease? OECD, 2007 In: Büki G. (2007): Biomassza energetikai hasznosítása III. Biomassza termelés, energiamérleg. Bioenergia, 2. évf. 6. sz. pp. 2-6. ISSN 1788-487X
83. Dupcsák Zs., Marselek S. (2013): Biogáz termelés, mint a környezettudatos energiatermelés lehetősége. Journal of Central European Green Innovation, 1. pp. 35-44.
84. Éder T. (2008): Magyarország élelmiszeriparának helyzete a klímaváltozás és a bioenergia-felhasználás tükrében. Gazdálkodás, 52. évf. 6. sz. pp. 572-576.
85. EEA – European Environment Agency (2017): Renewable energy in Europe 2017. Recent growth and knock-on effects. ISSN 1977 8449
86. Egri J. (2014): Szilárd biomassza energetikai hasznosíthatóságának vizsgálata a Tiszai Erőmű telephelyén. Energiagazdálkodás, 55. évf. 1. sz. pp. 26-29.

87. Ehlert, D., Pecenka R., Wiehe J. (2012): Neues Prinzip eines Mähhackers für Kurzumtriebsplantagen. New principle of a mower-chipper for short rotation coppice, Landtechnik, 67 pp. 332-337. <https://www.landtechnik-online.eu/ojs2.4.5/index.php/landtechnik/article/viewFile/2012-5-332-337/435> (2017.11.22.)
88. Ehrlich, P. R., Holdren, A. H. (1971): Impact of Population Growth, Science, Vol. 171. No. 3977. pp. 1212-1217.
89. EIA – U. S. Energy Information Administration (2017): International Energy Outlook 2017. [https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2017\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2017).pdf) (2017.11.23.)
90. EIA – U.S. Energy Information Administration (2014): Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual of Energy Outlook 2014. http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/electricity_generation.pdf (2015.03.04.)
91. ELD – Economics of Land Degradation Initiative (2013): The rewards of investing in sustainable land management. Interim Report for the ELD Initiative: A global strategy for sustainable land management. http://www.eld-initiative.org/fileadmin/pdf/ELD-Interim_Report_web.pdf (2015.02.26.)
92. EnAlgae, Industry Report Card (2014): EnAlgae in practice: Challenges and strategies. EnAlgae Consortium, INTERREG IVB NWE project no. 215G <http://www.enalgae.eu/public-deliverables.htm> (2015.02.28.)
93. Enerdata (2017): Global Energy Statistical YearBook 2017. <https://yearbook.enerdata.net/coal-lignite/coal-world-consumption/data.html> (2017.11.04)
94. Engelman, Robert (2013): A fenntarthatósági blablán túl. The State Of the World 2013: Is Sustainability Still Possible? Copyright 2013 by Worldwatch Institute, Washington, magyarul: A Világ helyzete 2013 –

- Van még esély a fenntarthatóságra? Felelős kiadó: Föld Napja Alapítvány, Budapest pp. 19-32.
95. Eörsi-Tóta G. (2012): Megújuló forrásokból előállított villamos energia támogatása. Energiagazdálkodás, 53. évf. 4. sz. pp. 20-21.
96. Erdős L. (2007): Ültetvényerdők szerepe a távlati földhasználatban. Gazdálkodás, 51. évf. 4. sz. pp. 24-37.
97. Erdősi F. (2011): Fenntarthatóság és klímaváltozás. In: Mezei C., Bakucz M. (szerk.) (2011): Agrárátalakulás, környezeti változások és regionális fejlődés. Tanulmányok Buday-Sántha Attila 70. születésnapjára. Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar, Pécs ISBN 978-963-642-401-5 pp. 360-375.
98. EUR-Lex – Acces to European Union law (2013): (COM(2012) 595 final – 2012/0288 (COD)) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:52012AE2363> (2015.03.02.)
99. Európai Bizottság (2013): Energiaügyi kihívások és energiapolitika. A Bizottság hozzájárulása a 2013. május 22-i Európai Tanács számára. http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/energy2_hu.pdf (2015.02.02.)
100. European Commission (2014): Roadmap for moving to a low carbon economy in 2050. http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index_en.htm (2015.02.12.)
101. European Commission (2015): 2030 Framework for climate and energy policies. http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/index_en.htm (2015.02.12.)
102. European Commission, (2014): Európai EUR-Lex Acces to European Union Law: Communication from the Commission: Guidelines on State aid for environmental protection and energy 2014-2020 (2014/C 200/01) <http://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52014XC0628%2801%29> (2017.11.07.)

103. Eurostat (2016): Electricity Statistics 2016.
[http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Electricity_Statistics_2016_\(in_GWh\)-T1.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Electricity_Statistics_2016_(in_GWh)-T1.png) (2017.11.27.)
104. FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015): World Food Situation, FAO Food Price Index.
<http://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/en/>
(2015.02.26.)
105. Faragó T. (szerk.) (2002): A nemzetközi együttműködés a fenntartható fejlődés jegyében és az Európai Unió fenntartható fejlődési stratégiája. Fenntartható Fejlődés Bizottság, Környezetvédelmi Minisztérium, Budapest.
106. Faragó T., Bartholy J. (2014): Egy hathatós globális éghajlatvédelmi megállapodás szükségessége és akadályai. Magyar Tudomány, 5. sz. pp. 594-602.
107. Faragó T., Láng I. (2012): Nemzetközi program a fenntartható fejlődésért: Riótól Rióig. Magyar Tudomány 173. évf. 5. sz. pp. 590-594.
108. Farkas Á. (2014): Pró és kontra érvek a biomassza energetikai célú felhasználása társadalmi következményeinek vonatkozásában. Társadalomkutatás, 32. évf. 1. sz. pp. 74-82.
109. Farkas Á., Faragó P. (2012): Az energiacélú biomassza hasznosítás foglalkoztatási piacáról interdiszciplináris megközelítésben. Valóság, 55. évf. 9. sz. pp. 21-33.
110. Fazekas G., Gáspár B., Soós B. (2003): Bevezetés a pénzügyi és vállalati pénzügyi számításokba. Tanszék Kft. Budapest Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem Pénzügyi Intézet. Budapest ISBN 963-212-296-8
111. Feierabend, I. (2011): Mitigation and Adaptation to Climate Change. Köz-gazdaság, 7. évf. 4. sz. pp. 127-141.

112. Fenton, A. (2014): Green Climate Found, Sean-CC Negotiation Briefing Paper. Southeast Asia Network of Climate Change Offices, http://www.seancc.org/wpcontent/themes/seancc/Publications/Activities/Negotiation/Negotiation_BriefingPapers_NOV2014/SEANCCGreen%20Climate%20Fund_Nov%202014.pdf
113. Fenyvesi L., Pecznik P. et al., (2004): Is Hungary the source of bioenergy for Europe? Second World Biomass Conference, Proceedings of the World Conference held in Rome, Italy 10-14 May 2004. Vol. I. pp. 542-545. In: Magda R. (2011): Megújuló és fosszilis energiahordozók szerepe Magyarországon. *Gazdálkodás*, 55. évf. 2. sz. pp. 153-165.
114. Ferenczi K. (2017): Eddig mindenki másképp csinálta – egységes(ebb)é válik a megújuló energia támogatása Európában? Portfolio Clean Energy Summit 2017, Konferencia. <http://www.portfolio.hu/vallalatok/fenntarthatovilag/eddig-mindenki-maskepp-csinalta-egyseges-ebb-e-valik-a-megujulo-energia-tamogatasa-europaban.251185.html> (2017.11.09.)
115. Fillion, M., Brisson, J., Guidi, W., Labrecque, M. (2011): Increasing phosphorus removal in willow and poplar vegetation filters using arbuscular mycorrhizal fungi. *Ecological Engineering*, 37. pp. 199-205. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2010.09.002 (2017.11.02.)
116. Fischer, G., Prieler, S., Velthuizen, H. (2005): Biomass potentials of miscanthus, willow and poplar: results and policy implications for Eastern Europe, Northern and Central Asia. *Biomass and Bioenergy*, 28. pp. 119-132. 10.1016/j.biombioe.2004.08.013 (2017.11.22.)
117. Flues, F., Simon, A. (2013): Kitermelő iparágak: áldás vagy átok? Serpentes Alapítvány, Magyar Természetvédők Szövetsége, ford.: Nagy Evelin.

118. Fodor, B.E. (2012): A megújuló energia térnyerésének ösztönzési lehetőségei. A hazai kötelező átvételi rendszer értékelése. Ph.D. értekezés. Budapest Corvinus Egyetem, Gazdálkodástani Doktori Iskola.
119. Folke, Carl (2013): A Föld korlátainak tiszteletben tartása, visszatérés a bioszférához. The State Of the World 2013: Is Sustainability Still Possible? Copyright 2013 by Worldwatch Institute, Washington, magyarul: A Világ helyzete 2013 – Van még esély a fenntarthatóságra? Felelős kiadó: Föld Napja Alapítvány, Budapest pp. 35-43.
120. Fónagy, J. (2009): Hozzászólás Dr. Józsa István szavaihoz. A Magyar Köztársaság Energiapolitikai Stratégiája. Bánya-, Energia-, Ipari Dolgozók Szakszervezete. Konferencia, Budapest, 2009. november 12. http://www.uni-miskolc.hu/~ombkeeo/ombke_l/energpol.pdf (2017.12.03.)
121. Forbes, E., Johnston, C., E. Archer, J., R. McCracken, A. (2017): SRC willow as a bioremediation medium for a dairy farm effluent with high pollution potential. Biomass and Bioenergy, 105. pp. 174-189. DOI: 10.1016/j.biombioe.2017.06.019 (2017.11.27.)
122. Fraunhofer ISE – Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE (2017): Electricity production and spot prices in Germany in week 43 2017. <https://www.energy-charts.de/price.htm?year=2017&auction=1h&week=43> (2017.11.27.)
123. Fraunhofer ISI – Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research Energy Systems ISI (2014): Best practice design features for RES-E support schemes and best practice methodologies to determine remuneration levels. Project Acronym: Dia-Core https://www.ecofys.com/files/files/diacore_best-practice-design-criteria-and-lcoe_2014_final.pdf (2017.11.20.)
124. Fraunhofer ISI – Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research Energy Systems ISI (2013): EU Renewable energy support

- schemes – Status quo and need for reform – Workshop in preparation of Commission review of EU Guidelines on State Aid for Environmental Protection. http://ec.europa.eu/competition/state_aid/modernisation/ragwitz_en.pdf (2017.11.07)
125. Fraunhofer-Institut Für Solare Energiesysteme – ISE (2013): Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien. Studie. <http://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen-pdf-dateien/studien-und-konzeptpapiere/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.pdf> (2017.12.06.)
126. FS-UNEP - Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF (2016): Global Trends in Renewable Energy Investment 2016. http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/publications/globaltrendsinrenewableenergyinvestment2016lowres_0.pdf (2017.11.08.)
127. FS-UNEP - Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF (2017): Global Trends in Renewable Energy Investment 2017. <http://www.fs-unep-centre.org> <http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/publications/globaltrendsinrenewableenergyinvestment2017.pdf> (2017.11.08.)
128. Futó Z. (2014): A szántóföldi növénytermesztés szerepe a bioenergia gazdálkodásban. XIV. Nemzetközi Tudományos Napok, Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös, 2014. március 27-28., Tudományos Napok Publikációi ISBN 978-963-9941-76-2 pp. 529-537.
129. Fülöp O., Király Zs. (2007): Az Energia Klub javaslata a Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terv Kidolgozásához. Energia Klub http://energiaklub.hu/dl/kiadvanyok/EE_cselekvesi_terv_EK_Publ.pdf (2015.02.02.)
130. Gács I. (2013): Szén-dioxid leválasztás szerepe a jövő villamosenergia-termelésében. Energiagazdálkodás, 54. évf. 1-2. sz. pp. 17-20.

131. Gál V. A. (2016): Beruházások gazdasági értékeléshez használt mutatószámok, pénzügyi terv elemzése. Szóbeli közlés alapján.
132. Gáspár L. (2013): A mérnökök hozzájárulása a Túlélés Szellemi Kör célkitűzéseinek eléréséhez. Hozzászólás Láng István és Kerekes Sándor Megalakult a Túlélés Szellemi Kör című a Magyar Tudomány 2013/1 számában megjelent cikkéhez. Magyar Tudomány, 174. évf. 9. sz. pp. 1126-1129.
133. Gémesi Zs. (2009): Az agrárium hozzájárulása a zöldenergia politikához – finanszírozási lehetőségek. Zöldakadémia „A megújuló energia – elsősorban a bioenergia – alkalmazási lehetősége az önkormányzatoknál” országos rendezvény, Nádudvar, 2009. május 8., <http://www.bitesz.hu/magyar-esemenyek/zoldakademianadudvaron.html> (2015.02.26.)
134. Genté, R. (2013): A palagáz felborítja a geopolitikát. Le Monde Diplomatique, magyar kiadás, ford.: Hrabák András. <http://www.magyardiplo.hu/1315-a-palagaz-felboritja-a-geopolitikat> (2015.01.23.)
135. Gergely E. (2007): Jövönk a fenntartható fejlődés. Minőség és Megbízhatóság, 2007/1. sz. pp. 16-21.
136. Gergely S. (2006): The primary factors of the national strategy for utilising „green energy” (biomass) by incineration technology. Gazdálkodás, 50. évf. 17. sz. különkiadás. pp. 1-9.
137. Gergely S. (2007): Zöldenergia és vidékfejlesztés. Gazdálkodás, 51. évf. 20. különkiadás, pp. 24-41.
138. Gergely S., Magda S. (2011): Zöldenergia, klíma, társadalom. Gazdálkodás, 55. évf. 6. sz. pp. 566-574.
139. GKI Energiakutató és Tanácsadó Kft. (2011): A Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terv hatásai a hazai villamos energia piacra. Energiapolitikai Füzetek; 24. (szerk.): Biró Péter, Budapest.

140. Glatz F. (2009): Megjegyzések az ökológiai szemléletmúltjáról és jövőjéről. In: Kóródi M. (szerk.) (2009): Az erőszak kultúrája. Fenntartható-e a fejlődés? Pallas Kiadó, Budapest ISBN 978-963-88239-3-9 pp. 15-29.
141. Glatz F. (2012): Ökológiai szemlélet fejlődése a harmadik ipari-technikai forradalom korában (1955-2007). In: Kerekes S., Jámbor I. (szerk.) (2012): Fenntartható fejlődés, élhető régió, élhető települési táj. 1. kötet. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest ISBN 978-963-503-504-5 pp. 7-14.
142. Gockler L. (2010a): Fás szárú energiaültetvények a mezőgazdaságban. 1. rész – A tüzeléscélú biomassza jelentősége és volumene hazánkban. Mezőgazdasági Technika, 51. évf. 10. sz. pp. 32-34.
143. Gockler L. (2010b): Fás szárú energiaültetvények a mezőgazdaságban. 2. rész – A sarjzattatásos fás szárú energetikai ültetvény technológiájának megfontolandó elemei. Mezőgazdasági Technika, 51. évf. 11. sz. pp. 40-43.
144. Gockler L. (2015): A mezőgazdasági gépi munkák várható költsége 2015-ben. Mezőgazdasági Technika, 56. évf. 1. sz. pp. 47-51.
145. Godó Z. (2011): Agro-ökológia. Digitális Tankönyvtár, TAMOP 4.2.5. Book http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0021_Agro-okologia/ch08s03.html (2016.01.04.)
146. Gonda C. (2014): Szőlővenyige felhasználásának lehetséges szerepe a lokális közösségi hőenergia-ellátásban beruházásgazdaságossági vizsgálat alapján. Gazdálkodás, 58. évf. 5. sz. pp. 461-471.
147. Gőgös Z. (2006): A biomassza potenciál és hasznosítása Magyarországon. Mag, kutatás, fejlesztés, környezet, 20. évf. 1. sz. pp. 11-13.

148. Grasselli G. (szerk.), Bai A., Bohoczky F., Marosvölgyi B. (2004): Munkahelyteremtő megújuló energiaforrások hasznosításának megvalósíthatósági tanulmányterve a Debreceni Agglomeráció térségben. Tanulmány. In: Grasselli G., Szendrei J. (2006): A tüzelési célú energetikai növények termesztésének jelentősége. Östermelő: Gazdálkodók lapja 10. évf. 3. sz. pp. 70-72.
149. Gróf Gy., Buzea K. (2014): Áttekintés Magyarország megújuló energiaforrásairól. Energiagazdálkodás, 55. évf. 2. sz. pp. 10-15.
150. Guidi Nissim, W., Jerbi, A., Lafleur, B., Fluet, R., Labrecque, M. (2015): Willows for the treatment of municipal wastewater: Performance under different irrigation rates. Ecological Engineering, 81. pp. 395-404. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2015.04.067 (2017.11.04.)
151. Guidi W., Pitre, F. E., Labrecque, M. (2013): Short-Rotation Coppice of Willows for the Production of Biomass in Eastern Canada. In: Biomass Now - Sustainable Growth and Use. Könyv. Dr. Miodrag Darko Matovic (szerk.), 17. fejezet, InTech, Rijeka ISBN 978-953-51-1105-4 DOI: 10.5772/51111 (2017.11.11.)
152. Gyulai I. (2006): Fejlesztéspolitika, biomassza, fenntarthatóság. Észak-magyarországi Stratégiai Füzetek, 3. évf. 2. sz. pp. 106-126. ISSN 1786-1594
153. Gyulai I. (2010): Biomassza-dilemma. 4. átdolgozott kiadás. Magyar Természetvédők Szövetsége, felelős kiadó: Dr. Farkas István, Budapest.
154. Gyulai I. (2012): A fenntartható fejlődés. Ökológiai Intézet a Fenntartható Fejlődésért Alapítvány, Miskolc KEOP 6.20.B/2010-0008 p. 79.
155. Gyulai I. (2013): Fenntartható fejlődés és fenntarthat növekedés. Statisztikai Szemle, 91. évf. 8-9 sz. pp. 797-822.

156. Gyuricza Cs. (2010a): Fás szárú energianövények termesztése (4.): Elővetemény megválasztása és talajművelés energetikai faültetvények létesítése előtt. Agrofórum, 21. évf. 12. sz. pp. 80-85.
157. Gyuricza Cs. (2010b): Új fás szárú energiaültetvény technológiája és hasznosításának komplex kidolgozása teljes termékpálya mentén. Részjelentés. a 3. munkaszakasz szakmai beszámolója. [http://www.econovum.hu /images/3munkbesz.pdf](http://www.econovum.hu/images/3munkbesz.pdf) (2015. 11.10.)
158. Gyuricza Cs. (2010c): Fás szárú energiaültetvények termesztése (1.): Területválasztás és termőhelyvizsgálat energiaültetvények létesítése előtt. Agrofórum, 21. évf. 6. sz. pp. 59-62.
159. Gyuricza Cs. (2010d): Fás szárú energiaültetvények termesztése (2.): Energetikai faültetvény létesítésére alkalmas fajok és fajták (1.). Agrofórum, 21. évf. 9. sz. pp. 64-67.
160. Gyuricza Cs. (2010e): Fás szárú energiaültetvények termesztése (3.): Energetikai faültetvény létesítésére alkalmas fajok és fajták (2.). Agrofórum, 21. évf. 10. sz. pp. 58-61.
161. Gyuricza Cs. (2011a): Növénytáplálás energiaültetvényeken. Fás szárú energianövények termesztése 5. Agrofórum, 22. évf. 3. sz. pp. 92-96.
162. Gyuricza Cs. (2011b): Fás szárú energiaültetvények termesztése (6.): Energiaültetvény létesítése – ültetési alapanyag és telepítés. Agrofórum, 22. évf. 12. sz. pp. 68-73.
163. Gyuricza Cs. (2012): Fás szárú energiaültetvények termesztése (7.): Energiaültetvények: telepítés utáni növekedés és fejlődés. Agrofórum, 23. évf. 1. sz. pp. 76-79.
164. Gyuricza Cs., Alexa L., Biro T., Borovics A., Horváth B., László P., Szabó Cs. (2011): Energianövény termelési rendszer kialakítása a vörösiszap katasztrófa után. Előadás. Vörösiszap-katasztrófa: Következmények és tapasztalatok. Konferencia. 2011. március 1.

- Magyar Tudományos Akadémia és a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság http://www.katasztrofavedelem.hu/letoltes/konferencia/5/gyuricza_csaba.pdf (2017.11.03.)
165. Gyuricza Cs., Hegyesi J., Kohleb R. (2011): Rövid vágásfordulójú fűz (*Salix* sp.) energiaültetvény termesztésének tapasztalatai és életciklus-elemzésének eredményei. *Növénytermelés*, 60. köt. 2. sz. pp. 45-65.
166. Hágen I. Zs., Magyary I. (2008): A biobrikett mezőgazdasági előállításának és felhasználásának lehetőségei. *Gazdálkodás*, 52. évf. 1. sz. pp. 83-86.
167. Hajdú J. (2009a): A szilárd biomassza hőenergetikai hasznosítása. OBEKK Tudományos Szakmai Kiadványok sorozat (10/12), Szent István Egyetem Kiadó, Gödöllő In: Vágvölgyi A. (2013): Fás szárú energetikai ültetvények helyzete Magyarországon napjainkig; üzemeltetésük, hasznosításuk alternatívái. Doktori értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola Biokörnyezettudomány Program, Sopron.
168. Hajdú J. (2009b): Biogázüzemek működése és biogáz üzemi technológiák. OBEKK Tudományos Szakmai Kiadványok sorozat (11/12), Szent István Egyetem Kiadó, Gödöllő, ISBN 978-963-269-157-2
169. Harvey, F. (2017): Syria signs Paris climate agreement and leaves US isolated. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/environment/2017/nov/07/syria-signs-paris-climate-agreement-and-leaves-us-isolated> (2017.11.23.)
170. Heinsoo, K., Dimitriou I., Foellner S., Buergow, G. (2008): Short Rotation Plantations. Guidelines for efficient biomass production with the safe applications of wastewater and sewage sludge. European Commission Biopros research project. Published by IEES – International Ecological Engineering Society <http://dspace.emu.ee/xmlui/>

- bitstream/handle/10492/3681/BIOPROS-D20-Guidelines International%
20.pdf?sequence=1 (2017.11.25.)
171. Heltai L. (1998): A GDP és az öko-logika hiánya. *Eszmélet*, 10. évf. 39. sz. pp. 111-125.
172. Holm, B., Heinsoo, K. (2013): Influence of composted sewage sludge on the wood yield of willow short rotation coppice. An Estonian study. *Environment Protection Engineering*, 39. évf. 1. sz. pp. 17-32. DOI: 10.5277/EPE130102 (2017.11.25.)
173. Horánszky B. (2012): Az Európai Unió emisszió-kereskedelmi rendszere és a CCS technológia. *Energiagazdálkodás*, 53. évf. 5. sz. pp. 11-12.
174. Horská, E., Magda R. (2013): Sustainable natural environment. *Acta Carolus Robertus*, 3. évf. 2 sz. pp. 59-71.
175. Horváth G. (2014): A „fenntartható jólét” programjának környezeti előfeltételei. *Társadalomkutatás, a Magyar Tudományos Akadémia Gazdaság- és Jogtudományok Osztályának folyóirata*, 32. évf. 1. sz. pp. 51-62.
176. Hu, S., Lozada-Hidalgo, M., Wang, F.C., Mishchenko, A., Schedin, F., Nair, R. R., Hill, E. W., Boukhvalov, D. W., Katsnelson, M.I., Dryfe, R. A. W., Grigorieva, I. V., Wu, H. A., Geim, A. K. (2014): Proton transport trough one-atom-thick crystals. *Nature*, 516 pp. 227-230. DOI:10.1038/nature14015
177. Ibn Khaldun (1967): *The Muqaddimah: An Introduction to History*. Translated from the Arabic Franz Rosenthal, Abridged edition, Bollingen Series/Princeton University Press, Princeton ISBN 0-691-09946-4
178. IEA – International Energy Agency (2016a): IEA raises its five-year renewable growth forecast as 2015 marks record year. <https://www.iea.org/newsroom/news/2016/october/iea-raises-its-five->

- year-renewable-growth-forecast-as-2015-marks-record-year.html
(2017.11.20.)
179. IEA – International Energy Agency (2016b): World Energy Outlook 2016. <https://www.iea.org/Textbase/npsum/WEO2016SUM.pdf>
(2017.11.18.)
180. IEA – International Energy Agency (2016c): Energy Efficiency Indicators Highlights. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyEfficiencyIndicatorsHighlights_2016.pdf
(2017.11.02.)
181. IEA - International Energy Agency (2017a): Key World Energy Statistics 2017. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2017.pdf> (2017.11.04.)
182. IEA – International Energy Agency (2017b): World Energy Balances 2017 Overview. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WorldEnergyBalances2017Overview.pdf> (2017.11.02.)
183. IEEFA – Institute for Energy Economics and Financial Analysis (2017): Global Electricity Utilities in Transition. Leaders and Laggards: 11 Case Studies. <http://ieefa.org/wp-content/uploads/2017/10/IEEFA-Global-Utilities-in-Transition-11-Case-Studies-October-2017.pdf>
(2017.11.18.)
184. IMECHE – Global Food Waste Not, Want Not (2013): Report, Institution of Mechanical Engineers 1 Birdcage Walk Westminster, London SW1H 9JJ www.imeche.org (2015.11.10.)
185. Imreh-Tóth M. (2012): Új irányzatok a fenntarthatósági indikátorok területén. In: Bajmóczy Z., Lengyel I., Málovics Gy. (szerk.) (2012): Regionális innovációs képesség, versenyképesség és fenntarthatóság. JATEPress, Szeged, pp. 318-335. BAROSS-DA07-DA-ELEM-07-2008-0001

186. IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (1990): Climate Change: The IPCC Scientific Assessment 1990.
187. IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2007): Climate Change 2007: Synthesis Report.
188. IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis 2013.
189. IPEEC – International Partnership for Energy Efficiency Cooperation (2017): G20 Energy Efficiency Indicators. Total energy consumption per capita. <http://g20-energy-efficiency.enerdata.net/indicators/final-energy-consumption-per-capita.html> (2017.11.02.)
190. Isebrand, J.G. (ed.), Richardson J. (ed.) (2014): Pollars and Willows. Trees for Society and Environment. Published by The Food and Agriculture Organization of United Nations and CABI. Rome, Italy ISBN 978-92-5-107185-4
191. Jankó F., Móricz N., Pappné Vancsó J. (2010): Klímaváltozás: Tudományos viták és a társadalomföldrajz feladatai (1. rész). Földrajzi Közlemények, 134. évf. 4. sz. pp. 405-418.
192. Jankó F., Móricz N., Pappné Vancsó J.(2011): Klímaváltozás: diskurzusok a katasztrófától a kételkedésig (2. rész). Földrajzi Közlemények, 135. évf. 1. sz. pp. 3-16.
193. Janssen, J., Weyens, N., Croes, S., Beckers, B., Meiresonne, L., Van Peteghem, P., Carleer, R., Vangronsveld, J. (2015): Phytoremediation of Metal Contaminated Soil Using Willow: Exploiting Plant-Associated Bacteria to Improve Biomass Production and Metal Uptake. International journal of phytoremediation, 17. évf. 11. sz. pp. 1123-1136. DOI: 10.1080/15226514.2015.1045129 (2017.11.03.)
194. Jevons W. S. (1866): The Coal Question; An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal Mines. MacMilan and Co., London, second edition, revised

195. Juhász Cs., Szöllősi N. (2008): Environmental Management. Debreceni Egyetem, Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma. Digitális Tankönyvtár TÁMOP 4.1.2/4.2.5. http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0032_kornyezetiiranyitas_es_minosminosegbizto/index.html (2015.01.11.)
196. Junek N., Mikó P., Kovács G., Nagy L., Balla I., Gyuricza Cs. (2013): Biomassza-vizsgálatok egy kedvezőtlen termőhelyi körülmények között létesített energiafűz-ültetvényben. Növénytermelés, 62. köt. 1. sz. pp. 5-18.
197. Kacálková, L., Tlustoš, P., Száková, J. (2015): Phytoextraction of Risk Elements by Willow and Poplar Trees. International Journal of Phytoremediation, 17. évf. 5. sz. pp. 414-421 (2017.11.28.)
198. Kajba, D., Andri, I. (2014): Selection of Willows (*Salix* sp.) for Biomass Production. South-east European Forestry, 5. évf. 2 sz. pp. 145-151. (2017.11.12.)
199. Kálmán Z. (2010): Megteremthető-e a globális élelmiszerbiztonság? Gazdálkodás, 54. évf. 4. sz. pp. 359-367.
200. Káposzta J., Nagy H. (2013): A vidékfejlesztés és a környezetipar kapcsolatrendszere az endogén fejlődésben. Journal of Central European Green Innovation, 1. évf. 1. sz. pp. 71-82.
201. Katona T. J. (2013): Észrevételek a Nemzeti Energiastratégiához. Energiagazdálkodás, 54. évf. 1-2. sz. pp. 5-8.
202. Keča, LJ., Keča, N. (2012): Commercial Profitability of Poplar Plantation with Reference to the Damages Caused by Fungi. South-east European Forestry, 3. évf. 1. sz. pp. 23-31. <http://dx.doi.org/10.15177/seefor.12-03> (2017.11.26.)
203. Keeling, C. D., Whorf, T. P., Wahlen, M., Plicht, J. V. D. (1995): Interannual extremes in the rate of rise of atmospheric carbon dioxide since 1980. Nature, 375, 6533, pp. 666-670.

204. Kent, T., Kofman, P.D., Coates, E. (2011): Harvesting wood for energy. Cost-effective woodfuel supply chains in Irish forestry. COFORD, Dublin ISBN 978-1-902696-68-3
205. Kerekes S. (2008): A fenntartható fejlődés európai szemmel. In: Gömbös E. (szerk.) (2008): Globális kihívások, millenniumi fejlesztési célok. ENSZ-Akadémia, Magyar ENSZ Társaság ISBN 978-963-86322-9-6 pp. 51-60.
206. Kerekes S. (2011): A környezetügy ötven éve. In: Mezei C., Bakucz M. (szerk.) (2011): Agrárátalakulás, környezeti változások és regionális fejlődés. Tanulmányok Buday-Sántha Attila 70. születésnapjára. Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar, Pécs ISBN 978-963-642-401-5 pp. 340-350.
207. Kerényi A. (1995): Általános környezetvédelem. Globális gondok, lehetséges megoldások. Mozaik Kiadó, Szeged ISBN 963-697-188-9
208. Kerényi A. (2006): A fenntartható fejlődés elmélete és gyakorlata. A Miskolci Egyetem közleményei. A sorozat Bányászat, 69. köt. pp. 297-305.
209. Kerényi A. Ö. (2013): Időszerű módosítani Magyarország Nemzeti Energiastratégiáját. Energiagazdálkodás, 54. évf. 1-2. sz. pp. 3-4.
210. Kerr, Richard A., (2007): Is battered Arctic Sea Ice Down for the Count? Science, 318, October 5, pp. 33-34.
211. Khurelbaatar, G., Sullivan, C.M., van Afferden, M., Rahman, K., Fühner, C., Gerel, O., Londong, J., Müller, R. (2017): Application of primary treated wastewater to short rotation coppice of willow and poplar in Mongolia: Influence of plants on treatment performance. Ecological Engineering, 98. pp. 82-90. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2016.10.010 (2017.11.23.)

212. Kiss B., Bajnóczy G. (2005): Fából nyert megújuló energia. Előnyök és hátrányok Magyarországon. *Energiagazdálkodás*, 46. évf. 3. sz. pp. 9-13.
213. Klang-Westin, E., Eriksson, J. (2003): Potential of Salix as phytoextractor for Cd on moderately contaminated soils. *Plant and Soil*, 249. évf. 1. sz. pp. 127–137. (2017.11.28.)
214. Klašnja, B., Orlovi , S., Gali , Z. (2013): Comparison of Different Wood Species as Raw Materials for Bioenergy. *South-east European Forestry*, 4. évf. 2. sz. pp. 81-88. (2017.11.26.)
215. Kocsis T. (2010): „Hajózni muszáj!” A GDP az ökológiai lábnyom és a szubjektív jólét stratégiai összefüggései. *Közgazdasági Szemle*, 57. évf. június, pp. 536-554.
216. Kofman, P.D. (2012a): Harvesting short rotation coppice. COFORD Harvesting/Transport No. 29. Dublin, Ireland. http://www.woodenergy.ie/media/coford/content/publications/projectreports/cofordconnects/HAR29_LR.PDF (2017.11.19.)
217. Kofman, P.D. (2012b): Storage of short rotation coppice willow fuel. COFORD Harvesting/Transport No. 30. Dublin, Ireland. http://www.coford.ie/media/coford/content/publications/projectreports/cofordconnects/HAR30_LR.PDF
218. Kohleb N. (2005): Energiaültetvények gazdasági jellemzői. In: Új utak a mezőgazdaságban. Az energetikai célú növénytermesztés lehetősége az Alföldön. Kiadvány, Energiaklub Környezetvédelmi Egyesület, Budapest ISBN 963-218-362-2 pp. 44-54.
219. Kohleb N., Pataki Gy., Porteleki A., Szabó B. (2010): A megújuló-energiaforrások foglalkoztatási hatásának meghatározása Magyarországon. Negyedik átdolgozott változat, Magyar Energetikai Hivatal, tanulmány, ESSRG Kft., Budapest

http://www.mekh.hu/gcpdocs/201006/meh_tarsadalmi_hasznossag_essrg.pdf (2015.02.28.)

220. Koncz G. (2014): A megújuló energiaforrások szerepe a helyi gazdaságfejlesztésben a Hevesi kistérség példáján. XIV. Nemzetközi Tudományos Napok, Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös, 2014. március 27-28., Tudományos Napok Publikációi ISBN 978-963-9941-76-2 pp. 825-832.
221. Kondor A. (2015): A földhasználat átalakításának lehetősége az „energiafűz” (*Salix viminalis* L.) termesztésbe vonásával Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében. Doktori értekezés, Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Növénytermesztési, Kertészeti és Regionális Tudományok Doktori Iskola.
222. Kondor A., Antal J. (2008): „Energianövény” termesztés ösztönzésének eszközei. Agrártudományi Közlemények, 30. sz. pp. 47-52.
223. Kopányi I. (2012): Energetikai ültetvény adatok. In: Vágvölgyi A. (2013): Fás szárú energetikai ültetvények helyzete Magyarországon napjainkig, üzemeltetésük, hasznosításuk alternatívái. Doktori (PhD) értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola Biokörnyezettudomány Program, Sopron.
224. Kovács E., Miller Gy., Téglá Zs. (2008): A versenyképesség javításának lehetőségei a biomassza alapú energia-klaszterben. Gazdálkodás, 52. évf. 3. sz. pp. 238-247.
225. Kovács G. (2010): A vörösiszap által szennyezett területek erdészeti hasznosítása. Erdészeti lapok, 145. évf. 11: sz. pp. 384 - 385.
226. Kovács K. (2005): Tiszta megújuló energia: a hidrogén alapú gazdaság kihívása az emberiség és a biotechnológia számára. Magyar Tudomány, 166. évf. 3. sz. pp. 258-277.

227. Kövesdi Zs. (2009): Miért épül oly sok biomassza-erőmű? Egy rövid esettanulmány a válaszáért. Magyar Energetika 16. évf. 3. sz. pp. 21-24.
228. KSH – Központi Statisztikai Hivatal (2014): Magyarország, 2014. Budapest, ISSN 1416-2768 pp. 175-180.
229. KSH – Központi Statisztikai Hivatal (2017): Magyarország, 2016. ISSN 1416-2768 (2017.11.02.)
230. Kutasi G. (2011): EU Practices for Carbon Taxation. Köz-gazdaság: tudományos füzetek, 7. évf. 4. sz. Spec English Lang. pp. 158-170.
231. L. Szabó G. (2015): Tüzeléstechnika, tüzelőanyagok jellemzése. Előadás, Debreceni Egyetem Műszaki Kar Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék <http://slideplayer.hu/slide/2942873/#> (2016.01.14.)
232. Lafleur, B., Sauvé, S., Vo Duy, S., Labrecque, M. (2016): Phytoremediation of groundwater contaminated with pesticides using short-rotation willow crops: A case study of an apple orchard. International Journal of Phytoremediation, 18. DOI: 10.1080/15226514.2016.1186593 (2017.11.26.)
233. Lakner, Z., Szabó-Burcsi, Dóra, Magó, László (2010): Some economic aspect of the Hungarian biofuel programs. Gazdálkodás, 54. évf. 24. sz. különkiadás, pp. 39-57.
234. Láng I. (2001): Stockholm – Rio – Johannesburg: Lesz-e új a nap alatt a környezetvédelemben? Magyar Tudomány, 12. sz. pp. 1415-1422.
235. Láng I. (2006): Tájékoztató a VAHAVA projekt eredményeiről. Gazdálkodás 50. évf. 6. sz. pp. 14-18.
236. Láng I., Kerekes S. (2013): Megalakult a Túlélés Szellemi Kör. Magyar Tudomány, 174. évf. 1. sz. pp. 103-112.
237. Lányi A. (2011): Miért fenntarthatatlan a fenntartható? A környezetbarát gazdálkodás és a közösségi vállalkozás esélyei egy aprófalvas régióban. Szociológiai Szemle, 20. évf. 2. sz. pp. 94-132.

238. Lányi A. (2013): Morális klímaváltozás. Magyar Tudomány, 7, 820-830. In: Szlávik J. (2014): Lépések a fenntartható gazdálkodás irányába. Gondolatok Láng István és Kerekes Sándor Megalakult a Túlélés Szellemi Kör című vitairatához. Magyar Tudomány, 175. évf. 1. sz. pp. 99-108.
239. Latouche S. (2009): Farewell to Growth. English edition: Polity Press, Cambridge ISBN-13: 978-0-7456-4616-0
240. Lattanzio, R. K. (2014): International Climate Change Financing: The Green Climate Found (GCF). Congressional Research Service, CRS Report for Congress, <https://fas.org/sgp/crs/misc/R41889.pdf> (2017.12.06.)
241. Lazard (2014): Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis – Version 8.0 <http://www.lazard.com/PDF/Levelized%20Cost%20of%20Energy%20-%20Version%208.0.pdf> (2015.03.04.)
242. Lazzaro, L., Mazza, G., D'Errico, G., Fabiani, A., Giuliani, C., Inghilesi, A., Lagomarsino, A., Landi, S., Lastrucci, L., Pastorelli, R., Roversi, P., Torrini, G., Tricarico, E., Foggi, B. (2017): How ecosystems change following invasion by Robinia pseudoacacia: Insights from soil chemical properties and soil microbial, nematode, microarthropod and plant communities. Science of The Total Environment DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.10.017 (2017.11.26.)
243. Lengyel I. (2011): Fenntarthatóság és alulról szerveződő fejlesztési stratégiák. In: Mezei C., Bakucz M. (szerk.) (2011): Agrárátalakulás, környezeti változások és regionális fejlődés. Tanulmányok Buday-Sántha Attila 70. születésnapjára. Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar, Pécs ISBN 978 963 642 401 5 pp. 321-326.
244. Lesi M., Pál G. (2005): A szén-dioxid emisszió kereskedelem elméleti alapjai és Európai Unió szabályozása. Az EU szén-dioxid kereskedelmi rendszerét bevezető irányelv, az átvételhez kapcsolódó feladatok és

- várható költségvetési hatások” című kutatás résztanulmánya. PM Kutatási Füzetek 11. szám.
245. Lezsovits F. (2014): Szilárd biomassza tüzelésen alapuló energiatermelés környezeti hatásai. Energiagazdálkodás, 55. évf. 2. sz. pp. 6-9.
246. Liebhard, P. (2009): Energetikai faültetvények. Rövid vágásfordulójú faanyagtermelés. A jövő nyersanyaga. Cser Kiadó, Budapest. ISSN 978-963-278-101-3.
247. Lóczy D. (2002): Újabb elképzelések az éghajlatváltozásról: üvegház és óceáni elméletek. Földrajzi Közlemények, 126. évf. 50. köt. 1-4. sz. pp. 15-30.
248. Lontay Z. (2012): A biomassza a magyar energetikában: Bioenergetikai potenciál. Magyar Energetika, 19. évf. 3. sz. pp. 22-23.
249. Lovelock J. E. (1979): Gaia, A New Look at Life on Earth. Oxford University Press, Oxford
250. Lukács G. S. (2008): Zöldenergia és vidékfejlesztés. Szaktudás Kiadó Ház.
251. Lukács G. S. (2009): Zöldenergia, mint a kedvezőtlen termőhelyű térségek kitorési lehetősége. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest ISBN 978-963-9935-18-1
252. Lukács G. S. (2011): Gazdaságos zöldenergia. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest ISBN 978-963-9935-83-9
253. Lukács G. S. (2012a): A zöldenergia-hasznosítás rendszere. Cser Kiadó és Kereskedelmi Kft., Budapest ISBN 978-963-278-290-4
254. Lukács G. S. (2012b): Energiaerdők létesítése és gondozása. Magyar Agrárkamara Fókusz Sorozat, Szaktudás Kiadó Ház Zrt. ISBN 978-615-5224-17-1
255. Mádainé Üveges V. (2012): Fás szárú biomassza fűtési célra történő felhasználásának lehetőségei. HulladékOnline elektronikus folyóirat, 3.

- évf. 2. sz. ISSN 2062-9133 <http://folyoirat.hulladekonline.hu/files/207/%C3%9Cveges.pdf> (2016.02.26.)
256. Magda R. (2011): Megújuló energiaforrások a hazai agrárágazatban. *Gazdálkodás*, 55. évf. 6. sz. pp. 575-588.
257. Magda R. (2013): Fenntartható intelligens kistérségi megújuló energetikai rendszermodellek, lehetőségek. KRF Gyöngyös Kutatási Jelentés pp. 1-69. In: Dupcsák Zs., Marsselek S. (2013): Biogáz termelés, mint a környezettudatos energiatermelés lehetősége. *Journal of Central European Green Innovation*, 1. pp. 35-44.
258. Magda S. (2007): Bioenergia-hasznosítás és –szaktanácsadás. *Mag, kutatás, fejlesztés és környezet*, 21. évf. 1. sz. pp. 5-8.
259. Magda S., Gergely S. (2006): A magyarországi termőföld hasznosítás átalakítási lehetőségei. *Gazdálkodás*, 50. évf. 3. sz. pp. 13-26.
260. Magyar Cukor Zrt., (2015): A szállítási költség összetétele, értékének alakulása eltérő szállítási távolságoknál a Magyar Cukor Zrt. beszállítói adatai alapján. Az adatokat rendelkezésre bocsátotta Dr. Csima Ferenc.
261. Magyar Energia Hivatal – Pylon Kft. (2010): Magyarország 2020-ig hasznosítható megújuló energiapotenciáljának gazdaságossági, megtérülési-modell, optimális támogatási eszközök vizsgálata. Nemzeti Megújuló Energiahasznosítási Cselekvési Terv háttér tanulmánya „B” kötet, Budapest munkaközi anyag http://www.mekh.hu/gcpdocs/49/NCST/NCST_B.pdf (2015.02.02.)
262. Magyar Közlöny (2017): 135/2017. (VI. 9.) Korm. rendelet 2017 évi 86. sz. pp. 8516-8520.
263. Magyar Nemzeti Bank – MNB (2016): Inflációs jelentés. Felelős kiadó Hergár Eszter, Budapest. ISSN 2064-8766
264. Málovics Gy., Bajmóczy Zoltán (2009): A fenntarthatóság közgazdaságtani értelmezései. *Közgazdasági Szemle*, 56. évf. május, pp. 464-483.

265. Malthus, T. R. (2013): An Essay on the Principle of Population. Vol. 1. Cosimo Inc., Originally published in 1798 ISBN 978-1-60206-862-9
266. Marosvölgyi B. (2004): Magyarország biomassa-energetikai potenciálja. Energiagazdálkodás, 45. évf. 6. sz. pp. 16-19.
267. Marshall, A. (2004): Principles of Economics. Digireads.com Publishing ISBN 1-42009-4444-4
268. Marshall, Julian D., Toffel, Michael W. (2005): Framing the Elusive Concept of Sustainability Hierarchy. Environmental Science and Technology, 39, 3, pp. 673-682. in Láng I., Kerekes S. (2013): Megalakult a Túlélés Szellemi Kör. Magyar Tudomány, 174. évf. 1. sz. pp. 103-112.
269. MAVIR Zrt. – Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zártkörűen Működő Részvénytársaság (2017): A Kötelező átvételi és a Prémium támogatási rendszerekkel kapcsolatos aktuális információk és tájékoztató dokumentumok. <https://www.mavir.hu/web/mavir/aktualis-informaciok/> (2017.11.07.)
270. Mayer Z. (2010): Néhány fontosabb fejlemény a hidrogén-technológiák területéről. Energiagazdálkodás, 51. évf. 6. sz. pp. 21-24.
271. Meadows D. H., Meadows D. L., Rander J., Behrens III W. W. (1972): The Limits to Growth. A Report for Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. A Potomac Associates Book, Universe Book, New York ISBN 0-87663-165-0
272. Meadows D., Randers J., Meadows D. (2004): Limits to Growth, The 30 Year Update. First published by Earthscan, London ISBN 1-84407-144-8
273. Medvéne Szabad K. (2013): A fenntartható fejlődés gazdaságtana. Budapesti Gazdasági Főiskola, Budapest. Digitális Tankönyvtár TÁMOP-4.1.2 A1 és TÁMOP-4.1.2 A2 könyvei,

- http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412A/0007_a4_1049_1051_fenntarthatofenn_2/borito_TUtryZSP5WiF4itN.html (2015.01.10.)
274. MEKH – Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (2017a): Elsődleges megújuló energiahordozók termelése és felhasználása. <http://www.mekh.hu/eves-adatok> (2017.11.02.)
275. MEKH – Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (2017b): A MEKH új, a háztartások energiafelhasználására vonatkozó statisztikát tett közzé. <http://www.mekh.hu/a-mekh-uj-a-haztartasok-energiafelhasznalasara-vonatkozozo-statisztikat-tett-kozze> (2017.11.20.)
276. MEKH – Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (2017c): Energiahatékonyság. Működési Támogatás. <http://enhat.mekh.hu/index.php/mukodesi-tamogatas-e/> (2017.11.07.)
277. Mészáros S. (2010): A fenntartható fejlődést szolgáló paradigma. *Gazdálkodás*, 54. évf. 3. sz. pp. 275-285.
278. Mészáros S. (2011): Nemnövekedés egy új gazdasági paradigma európai fejleményei. *Gazdálkodás*, 55. évf. 3. sz. pp. 259-266.
279. Mezősi A. (2014): Drága-e a megújuló? A hazai megújuló villamosenergia-termelés hatása a villamos energia árára. *Vezetéstudomány*, 45. évf. 7-8 sz. pp. 40-52.
280. Mielach, D. (2012): „We Can’t Solve Problems By Using The Same Kind Of Thinking We Used When We Created Them” *BusinessNewsDaily*, Business Insider. Apr. 19. 2012. <http://www.businessinsider.com/we-cant-solve-problems-by-using-the-same-kind-of-thinking-we-used-when-we-created-them-2012-4> (2017.12.07.)
281. Mika J., Pajtók-Tari I. (2012): Five aspects of climate change regarding sustainability. *Periodica Oeconomica*, pp. 167-181.

282. Mishan, E. J. (1982): Költség-haszon elemzés. KJK, In: Kerekes S., Szlávik J. (1996): A környezeti menedzsment közgazdasági eszközei. Közgazdasági és Jogi Kiadó, Budapest ISBN 9632229509
283. Morgenstern, R. D. (1991): Towards a Comprehensive Approach to Global Climate Change Mitigation. *American Economic Review*, Vol. 81. No. 2. pp. 140-145.
284. Moser M., Pálmai Gy. (2006): A környezetvédelem alapjai. Nemzeti Tankönyvkiadó Zrt., Budapest.
285. Nádasy K. B., Kerekes S., Luda Sz. (2012): A termék-szolgáltatás rendszerek szerepe a fenntartható fogyasztásban. In: Kerekes S., Szirmai V., Székely M. (szerk.) (2012): A fenntartható fogyasztás környezeti dimenziói. Tanulmánykötet. Aula Kiadó, Budapest pp. 17-44.
286. Nádudvari Z. (2007): Megújuló energiaforrások, különösen a biomassza támogatásának nemzetgazdasági hatásai. *Műszaki információ, Környezetvédelem*, 13-14. sz. pp. 5-16.
287. Nádudvari Z. (2009): A biomassza az EU megújuló energiaforrásokra elfogadott stratégiájában. *Műszaki információ, Környezetvédelem*, 4. sz. pp. 3-23.
288. Nádudvari Z. (2011): A biomassza hatékony alkalmazása a németországi energiatermelésen. *Műszaki információ, Környezetvédelem*, 9. sz. pp. 14-29.
289. Nagy J. (2008): A biomassza hasznosítás lehetőségei és képessége Magyarország. *Mag, kutatás, fejlesztés és környezet*, 22. évf. 5. sz. pp. 11-14.
290. Nagy O. (2012): A megújuló energia fejlesztés Magyarországon. *Agrártudományi Közlemények*, 47. sz. pp. 73-77.
291. Nagy O. (2014): Dekarbonizáció, megújuló energiák Magyarországon. *Agrártudományi Közlemények*, 55. sz. pp. 89-94.

292. Nagy S. Gy. (2006): A környezethez való jog és a Kiotói Jegyzőkönyv. *Acta Humana*, 1. pp. 41-48.
293. Nagy T. (2013): A villamos-erőművek a szén-dioxid-kibocsátásának modellezése reálopciók segítségével. *Közgazdasági szemle*, 60. évf. 3. sz. pp. 318-341.
294. Nagy Zs. (2009): A zöldenergia-termelés és –hasznosítás speciális szervezeti rendszere a klaszter. *Gazdálkodás*, 53. évf. 4. sz. pp. 384-389.
295. NAK – Nemzeti Agrárgazdasági Kamara – (2017): Támogathatóvá válik az iparifa-ültetvény telepítése. <https://www.nak.hu/tamogatasok/erdo-es-vadgazdalkodas/94175-tamogathatova-valik-az-iparifa-ultetveny-telepitese> (2017.11.23.)
296. Náray-Szabó G. (1999): Fenntartható fejlődés – fenntartható fogyasztás. *Természet Világa: természettudományi közlöny*, 130. évf. 12. sz. pp. 531-534.
297. Náray-Szabó G. (2000): The role of technology in sustainable consumption. In: Heap, B., Kent, J. (ed.) (2000): *Towards Sustainable Consumption: A European Perspective*. The Royal Society, London, pp. 67-73.
298. Náray-Szabó G. (2003): A fogyasztás zsákutcája. *Magyar Szemle*, 12. évf. 9-10. sz. pp. 26-42.
299. Náray-Szabó G. (2007): Meddig tartható fenn a gazdasági növekedés? *Magyar Kémikusok Lapja*, 62. évf. 3. sz. pp. 73-76.
300. Neményi M. (2013): Hozzászólás Láng István és Kerekes Sándor Megalakult a Túlélés Szellemi Kör című írásához. *Magyar Tudomány*, 174. évf. 3. sz. pp. 326-329.
301. Németh G., Varga M., Toth B. (2013): Dendromassza alapú energiaforrások jelentősége és hasznosítása Magyarországon. *Energiagazdálkodás*, 54. évf. 6. sz. pp. 14-17.

302. NFFT – Nemzeti Fenntartható Fejlődés Tanács (2011): A természeti erőforrások fenntartása. Műhelytanulmányok, No. 3. Pálvölgyi T. (szerk.), Csete M., Harazin P., Szendrő G. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem és Env-in-Cent Kft., Budapest.
303. NFFT – Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács (2013): Nemzeti Fenntartható Fejlődés Keretstratégia. Felelős (szerk.): Bartus Gábor, ISBN 978-963-08-7737-4 <http://nfft.hu/assets/NFFT-HUN-web.pdf> (2015.02.02.)
304. NFM - Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (2010): Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve 2010-2020. Zöldgazdaság-fejlesztésért és Klímapolitikáért Felelős Helyettes Államtitkárság ISBN 978-963-89328-0-8
305. Nordhaus, W. D. (2007): A Review of the Stern Review on the Economics of Climate Change. Journal of Economic Literature, Vol. 46. No. 3 pp. 686-702.
306. Nordhaus, W. D. (2008): Critical Assumptions in the Stern Review on Climate Change. Science Magazine's, State of the Planet 2008-2009. AAAS. pp. 155-160. ISSN 1559-1158
307. Ósz J. (2007): A biomassza energetikai hasznosításának hazai kérdései. Energiagazdálkodás, 48. évf. 5. sz. pp. 25-28.
308. Pálosi, D. (2007): A szél-, és vízenergia, mint megújuló energiaforrások alkalmazásának gazdasági vizsgálata. Doktori értekezés. Kaposvári Egyetem Gazdaságtudományi Kar, Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola. Kaposvár.
309. Pálvölgyi T. (2000): Az új évezred környezeti kihívása: az éghajlatváltozás, Környezet és társadalom, XXI. századi forгатókönyvek. L'Harmattan Kiadó, Budapest ISBN 963-0031-35-3
310. Pálvölgyi, T., Szendrő G. (2012): Trends and Indicators for Sustainable Mobility in Hungary. Periodica Oeconomica, 1. pp. 125-132.

311. Pápay J. (2011): A szén-dioxid visszasajtolásának tapasztalatai az olajipar területén. Magyar Tudomány, 172. évf. 4. sz. pp. 444-449.
312. Papp S. (2013): Véges rendszerben végtelen növekedés? Gondolatok Láng István és Kerekes Sándor Megalakult a Túlélés Szellemi Kör című írásához. Magyar Tudomány, 174. évf. 3. sz. pp. 330-344.
313. Pappné Vancsó J. (2006): Az ökológiai lábnyom számítási módszerének bemutatása Magyarország példáján keresztül. Táj, Tér, Tervezés, Geográfus Doktoranduszok VII. Országos Konferenciája, Szeged. CD-ROM, kiadja: SZTE-TTIK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged
314. Pearce, D. W., Atkinson, G. D. (1993): Capital theory and the measurement of sustainable development: an indicator of “weak” sustainability. Ecological economics, 8. no. 2, pp. 103-108.
315. Pecznik P. (2004): A biomassza energetikai hasznosítása. In: Sembery P. (szerk.), Tóth L. (szerk.) (2004): Hagyományos és megújuló energiák. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, pp. 235-280.
316. Pellényi G., Stróbl A. (2007): Az energiahatékonyság makrogazdasági hatásai, összefüggései. Energiapolitikai füzetek XI. szám, GKI Energiakutató és Tanácsadó Kft., Budapest https://www.mavir.hu/documents/10258/16761657/GKI_11.pdf/814118ce-d9c5-48df-ac7d-f0f9e40d7bff (2015.02.02.)
317. Pereira, S., Costa, M., da Graça Carvalho, M., Rodrigues, A. (2016): Potential of poplar short rotation coppice cultivation for bioenergy in Southern Portugal, In Energy Conversion and Management, 125. évf. pp. 242-253. DOI: 10.1016/j.enconman. 2016.03.068 (2017.11.21.)
318. Pintér G., Németh K., Kis-Simon T. (2009): A szőlővenyige és a fanyesedék biomassza-erőművi beszállításának elemzése. Gazdálkodás, 53. évf. 4. sz. pp. 357-363.

319. Pitre, F.E., Teodorescu T. I., and Labrecque M. (2010): Brownfield Phytoremediation of Heavy Metals using Brassica and Salix supplemented with EDTA: Results of the First Growing Season. Journal of Environmental Science and Engineering, 4. évf. sz. pp. 51-59. ISSN 1934-8932 (2017.11.29.)
320. Popp J. (2007): A bioüzemanyag-gyártás nemzetközi összefüggései. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest ISBN 978-963-491-510-1
321. Popp J. (2008): A bioüzemanyag-gyártás nemzetközi összefüggései. Gazdálkodás, 52. évf. 1. sz. pp. 13-25.
322. Popp J. (2013): A bioenergia szerepe az energiaellátásban. Gazdálkodás, 57. évf. 5. sz. pp. 419-435.
323. Popp J., Potori N. (2011): A biomassza energetikai célú termelése Magyarországon. Agrárgazdasági könyvek, Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest, NFÜ TECH_09-A3-2009-0227 sz. kutatási projekt támogatásával készült. ISBN 978-963-491-570-6
324. Porsö C., Hansson P.A. (2014): Time-dependent climate impact of heat production from Swedish willow and poplar pellets – In a life cycle perspective. Biomass and Bioenergy, 70. évf. pp. 287-301. DOI: 10.1016/j.biombioe.2014.09.004 (2017.11.26.)
325. Pucsek J. (2013): Pénzügyi és számviteli kontrolling. Budapesti Gazdasági Főiskola, Budapest (2011) http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/0007_e7_penzugyi_es_szamviteli_kontrolling_scom/aktualizalasi_rata_diszkontrata__9RAAUVHwaDwMw7Sr.html (2016.02.22.)
326. Putzer P. (2013): Energia- és alternatív energiafogyasztás Magyarországon. Irodalomkutatás, Pécsi Tudományegyetem, TÁMOP-4.2.2.A.-11/1/KONYV-2012-0058, Projektvezető Szerb László
327. Rácz N. (2011): Energianövények termesztésének gyakorlati tapasztalatai. Agrofórum, 22. évf. 3. sz. pp. 98-100.

328. Réczey, G., Bai, A., Salamon, L. (2006): Biomass: Enrgy form the fields. *Acta Agronomica Óváriensis*, Vol. 48. No. 1. pp. 87-96.
329. Rédei K., Csiha I., Veperdi I. (2009): Energiaerdők, faültetvények, új területhasznosítási lehetőségek. *Magyar Tudomány*, 170. évf. 2. sz. pp. 179-184.
330. Rédei, K., Keserű, Zs., Csiha, I., Rásó, J., Honfy, V. (2017): Plantation Silviculture of Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) Cultivars in Hungary – A Review. *South-east European forestry*. 8. DOI: 10.15177/seefor.17-11 (2017.11.24.)
331. REKK – Regionális Energia- és Infrastruktúra-Politikai Együtműködésért Alapítvány (2017): REKK Policy Brief 01 2017. Meg-megújuló statisztikák. http://rekk.hu/downloads/academic_publications/rekk_policybrief_hu_2017_01.pdf (2017.11.20.)
332. REKK – Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont (2009): Erdészeti és ültetvény eredetű fás szárú energetikai biomassza Magyarországon. Műhelytanulmány. Corvinus Egyetem Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont, Budapest http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/116/1/wp2009_5.pdf (2016.01.21.)
333. Reményi K. (2007): Megújuló energiák. Akadémiai Kiadó, Budapest
334. Reményi K. (2009): A Kyotói Egyezmény és a valóság. *Energiagazdálkodás*, 50. évf. 1-2. sz. pp. 52-55.
335. REN21 – Renewable Energy Policy Network for the 21th Century (2017): Advancing the Global Renewable Energy Transition. Highlights of the REN21 Renewables 2017 Global Status Report in perspective. http://www.ren21.net/wpcontent/uploads/2017/06/GSR2017_Highlights_FINAL.pdf (2017.11.27.)
336. Rénes J. (2008): Fás szárú energiaültetvények a gyakorlatban I. *Bioenergia*, 3. évf. 3. sz. pp. 9-12 In Popp J. (szerk.), Potori N. (szerk.)

- (2011): A biomassza energetikai célú termelése Magyarországon. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest ISBN 978-963-491-570-6
337. Reszkető T., (szerk.) (2015): Széchenyi 2020 Vidékfejlesztési Program, Kézikönyv, Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest ISBN 978-615-5307-17-1
338. Riegler, J. (2003): Ökosoziale Marktwirtschaft – europäische Antwort auf die Herausforderungen der Welt. EU Working Papers 4/2003, Budapesti Gazdasági Főiskola 2003. nov. 6-7.-én a Magyar Tudomány Napja alkalmából rendezett Magyarország a gazdasági fejlődés keresztútján, c. konferencián elhangzott előadás szerkesztett változata.
339. Riegler, J., Moser, A. (2001): Ökoszociális piacgazdaság. Agroinform Kiadóház, Budapest ISBN 963-502-753-2
340. Rosenkranz, T. (2013): Phytoremediation of landfill leachate by irrigation to willow short-rotation coppice. Master's thesis, Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Crop Production Ecology, Uppsala. https://stud.epsilon.slu.se/6189/7/rosenkranz_t_131018.pdf (2017.11.26.)
341. Rózsa I. (2014): Biodízel és biomassza algából. Magyar Mezőgazdaság, 69. évf. 48. sz. p. 18.
342. Rudolf, P. (2016): A megújuló villamosenergia-támogatási rendszer (METÁR) új erőműveinek jövőbeni keretei Magyarországon a biomassza tüzelés szemszögéből. A jelenleg ismert rendeletek és tervezetek alapján. Előadás. Pannon Hőerőmű Zrt. http://www.mket.hu/alapanyagok/2016_11_METAR/METAR-rudolf-peter.pdf (2017.11.07)
343. Sampathkumar, M., Cockburn H. (2017): Syria signs Paris Agreement – leaving US only country in the world to refuse climate change deal. Independent. [http://www.independent.co.uk/news /world/middle-](http://www.independent.co.uk/news/world/middle-)

- east/syria-paris-agreement-us-climate-change-donald-trump-world-country-accord-a8041996.html (2017.11.23.)
344. Samuelson, R. J. (2009): Selling the Green Economy. The Washington Post, 2009. April 29. In: Köz-gazdaság, tudományos füzetek, Budapesti Corvinus Egyetem Közgazdaságtudományi Kar, 2009. 4. évf. 3. sz. pp. 204-205. ford. Balla Vanda
345. Santangelo, E., Scarfone, A., Del Giudice, A., Acampora, A., Alfano, V., Suardi, A., Pari, L. (2015): Harvesting systems for poplar short rotation coppice. *Industrial Crops and Products*, 75. évf. Part B, pp. 85-92. DOI: 10.1016/j.indcrop.2015.07.013 (2017.11.18.)
346. Sántha A. (1999): Környezetgazdálkodás. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest ISBN 963-19-0358-3 pp. 224-230
347. Schelling, T. (2007): Climate Change: The Uncertainties, the Certainties What They Imply About Action. *The Economists' Voice*, Vol. 4. Iss. 3. Article 3.
348. Schultz Gy. (2005): Energiaellátás, energiatakarékosság világszerte. *Az energiagazdálkodás alapjai*, BME OMMIK, 44. k. 4. sz. pp. 5-13.
349. Schumacher E. F. (1973): *Small is Beautiful, Economics as if People Mattered*. Originally published: Blond & Briggs Ltd., London ISBN 0-06-091630-3
350. Schweier, J., Becker, G. (2012): Harvesting of short rotation coppice – harvesting trials with a cut and storage system in Germany, *Silva Fennica*, The Finnish Society of Forest Science. The Finnish Forest Research Institute, 46. évf. 2. sz. pp. 287-299. ISSN 0037-5330 <https://silvafennica.fi/pdf/article61.pdf> (2017.11.23.)
351. Simon G. (2015): Vadvédelmi kerítés létesítésének költsége egy megvalósult, konkrét beruházás alapján. Az adatot rendelkezésre bocsátotta Simon Gábor gazdálkodó.

352. Sinóros-Szabó B. (2006): Bioenergia előállítás és hasznosítás stratégiai kérdései. X. Nemzetközi Agrárökonómiai Tudományos Napok, Gyöngyös, március 30-31. CD-kiadvány.
353. Sinóros-Szabó B., Koncz G. (2012): Biodízelgyártás. Digitális Tankönyvtár, TÁMOP-4.1.2 A1-A2 Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös ISBN 978-963-9941-41-0 http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412A/20100010_03_Biodizelgyartas/2015/index.html (2015.02.28.)
354. Sipos N. (2012): A CO₂-adó bevezetésének várható hatása Magyarországon. *Gazdálkodás*, 56. évf. 5. sz. pp. 450-457.
355. Sohn, L. B. (1973): The Stockholm Declaration on the Human Environment. *Harvard International Law Journal*, Vol. 14. No. 3. pp. 422-515.
356. Soros Gy. (1999): A globális kapitalizmus válsága. Budapest, Sclar Kiadó In: Zsolnai L. (2012): Profit, fenntarthatóság és etika. In: Kerekes S., Jámbor I. (szerk.) (2012): Fenntartható fejlődés, élhető régió, élhető települési táj. 1. kötet. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest ISBN 978-963-503-504-5 pp. 93-105.
357. Spinelli, R., Cacot, E., Mihelic, M., Nestorovski, Lj., Mederski, P., Esteban, E. (2016): Techniques and productivity of coppice harvesting operations in Europe: a meta-analysis of available data. *Annals of Forest Science*, 73. pp. 1125-1139. DOI: 10.1007/s13595-016-0578-x (2017.11.25.)
358. Statista – The portal of statistics (2017): Energy and Environmental Services. Electricity. U.S. Energy Consumption Statistics&Facts. <https://www.statista.com/topics/833/energy-consumption/> (2017.11.02.)
359. Stern N. (2007): The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge University Press http://www.wwf.se/source.php/1169157/Stern%20Report_Exec%20Summary.pdf (2017.12.06)

360. Stimson, R. J., Stough R. R., Roberts, B. H. (2006): Regional Economic Development. Analysis and Planning strategy. Berlin, Heidelberg: Springer ISBN: 978-3-540-34826-9 In: Mezei C., Bakucz M. (szerk.) (2011): Agrárátalakulás, környezeti változások és regionális fejlődés. Tanulmányok Buday-Sántha Attila 70. születésnapjára. Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar, Pécs ISBN 978-963-642-401-5 pp. 322-323.
361. Stolarski, M., Olba-Zięty, E., Rosenqvist, H., Krzyżaniak, M. (2017): Economic efficiency of willow, poplar and black locust production using different soil amendments. Biomass and Bioenergy, 106. pp. 74-82. DOI: 10.1016/j.biombioe.2017.08.019 (2017.11.25.)
362. Stróbl A. (2011): Gondolatok a Nemzeti Energiastratégiáról. Energiagazdálkodás, 52. évf. 6. sz. pp. 11-14.
363. Stróbl A. (2014): Villamosenergia-ellátásunk forrásoldalának fejlesztése. Energiagazdálkodás, 55. évf. 4. sz. pp. 7-10.
364. Stroeve, J. C., Serreze, M. C., Holland, M. M., Kay, J. E., Malanik, J., Barrett, A. P. (2011): The Arctic's rapidly shrinking sea ice cover: a research synthesis. Climatic Change, DOI 10.1007/s10584-011-0101-1 (2015.01.15.)
365. Sutyera T. (2014): Energetikai ültetvények telepítése, gazdasági elemzés eredményei. Energiagazdálkodás, 55. évf. 1. sz. pp. 32-34.
366. Sütő V., Homola A. (2010): Szennyvíziszap a biogáz üzemek számára és az energia ültetvények tápanyag utánpótlására. Energiagazdálkodás, 51. évf. 2. sz. pp. pp. 9-14.
367. Szántó Zs. (2012): A bioenergia előállítás és hasznosítás térkörnyezeti elemzése. Agrártudományi Közlemények, 50. sz. pp. 235-240.
368. Széchenyi 2020 (2017): Módosult az Erdősítés támogatása című felhívás. A változások jegyzéke. <https://www.palyazat.gov.hu/download.php?objectId=75279> (2017.11.23.)

369. Szecsei T., Salamon L. (2010): Az energetikai célú növénytermelés megítélése. *Gazdálkodás*, 54. évf. 7. sz. pp. 750-756.
370. Széll A. (2007): Emissziós vizsgálatok használt forgácslapra – az égetés környezeti szempontú értékelése. Doktori (PhD) értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola Biokörnyezettudomány Program, Sopron.
371. Szigeti C. (2005): Environmental tax revenue and environmental consciousness in the European Union. *Gazdálkodás*, 49. évf. 12. sz. külöнкиadás, pp. 37-40.
372. Szigeti C. (2013): Ökológiai lábnyom mutató időbeli és térbeli elemzése. *Journal of Central European Green Innovation*, 1. évf. 2. sz. pp. 51-68. HU ISSN 2064-3004
373. Szigeti C. (2015): Az ökolábnyom és egyéb fenntarthatósági indikátorok mérési tartományának értelmezése. *Journal of Central European Green Innovation*, 3. évf. 1. sz. pp. 49-68. ISSN 2064-3004
374. Szlávik J. (2005): Fenntartható környezet- és erőforrás-gazdálkodás. KJK-Kerszöv Jogi és Üzleti Kiadó Kft., Budapest ISBN 963-224-7701 pp. 127-164.
375. Szlávik J. (2013): Fenntartható gazdálkodás. Wolters Kluwer Complex Kiadó, Budapest ISBN 978-963-295-346-5
376. Szlávik J. (2014): Lépések a fenntartható gazdálkodás irányába. Gondolatok Láng István és Kerekes Sándor Megalakult a Túlélés Szellemi Kör című vitairatához. *Magyar Tudomány*, 175. évf. 1. sz. pp. 99-108.
377. Szondi E. (2012): Hozzászólás Dr. Dezső György „Kihívások és elégtelen válaszok” c. cikkéhez (1). *Energiagazdálkodás*, 53. évf. 1. sz. pp. 33.

378. Szöllősi N., Juhász Cs., Tamás J. (2007): Emisszió kereskedelem az Európai Unióban és Magyarországon. . Agrártudományi Közlemények, 27. sz. pp. 198-203.
379. Szunyog I. (2012): A villamos erőműi szén-dioxid-kibocsátás föld alatti tárolásának lehetőségei Magyarországon. Műszaki Földtudományi Közlemények, 83. kötet, 1. sz. pp. 211-220.
380. Takács I., Takács-György K. (2013): Arguments for the optimisation of using biomass energy production. Agroinform Publishing House, Budapest. Applied Studies in Agribusiness and Commerce – APSTRACT, pp. 103-108.
381. Tamás J., Blaskó L. (2008): Environmental management. Digitális Tankönyvtár TÁMOP 4.1.2. (2011) Debreceni Egyetem. Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_kornyezettechnologia/ch03s00.html (2015.03.03.)
382. Taralik K. (2007): Biohajtóanyagok helyzete Magyarországon. Gazdálkodás, 51. évf. 6. sz. pp. 54-62.
383. Téglá Zs., Takácsné György K., Hágen I. Zs. (2013): A fás szárú biomassza ellátási logisztikai modellje. 54. Georgikon Napok ISBN 978-963-9639-48-5 pp. 476-484.
384. Teschner G., Hegyi J. (2009): A szalmapellet-előállítás és – felhasználás gazdasági kérdései. Acta agronomica Óváriensis, 51. évf. 2. sz. pp. 109-119.
385. The World Bank (2017): Sustainable Energy for All database. Energy intensity level of primary energy. <https://data.worldbank.org/indicator/EG.EGY.PRIM.PP.KD> (2017.11.23.)
386. Thrän, D., Bunzel, K., Witing, F. (2012): Sustainable Bioenergy Cropping. Abstract, 12th Congress of the European Society for Agronomy – ESA12 Helsinki, Finland 20-24 August 2012. ISBN 978-

- 952-10-4323-9 pp. 58-59. <http://www.esa12.fi/Abstracts.pdf>
(2015.03.02.)
387. Tihanyi L, Horánszky B. (2012): Európai trendek a szén-dioxid-kibocsátás területén. Műszaki Földtudományi Közlemények, 83. kötet, 1. sz. pp. 249-257.
388. Tinbergen, J. (1976): Reshaping the International Order. Futures: the journal of policy, planning and futures studies. <http://hdl.handle.net/1765/7970> (2015.01.10.)
389. Tóth G. (2013): Búvópatak I. Lépések... a fenntarthatóság felé, 18. évf. 2. sz. pp. 1, 4-5.
390. Tóth G., Szigeti C. (2014): Az IPAT egyenlettől a binómiáig. Vállalkozásfejlesztés a XXI. században IV. Tanulmánykötet, Óbudai Egyetem Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest pp. 269-280. <http://kgk.uni-obuda.hu/publikaciok/vallalkozasfejlesztes> (2015.03.05.)
391. Tóthné Heim L., Peterdi Z., Zvekán Sz. (2007): Biomasszából előállított folyékony üzemanyagok hazai termőföldigénye és gazdaságossága. Gazdálkodás, 51. évf. 5. sz. pp. 54-59.
392. Tubby, I., Armstrong A., (2002): Establishment and Management of Short Rotation Coppice. Practice Note. Forestry Commission, Edinburgh, United Kingdom ISBN 0-85538-567-7
393. UCS – Union of Concerned Scientists (2007): Smoke, Mirrors and Hot Air: How ExxonMobil Uses Big Tobacco's Tactics to Manufacture Uncertainty on Climate Science. Two Brattle Square, Cambridge, MA http://www.ucsusa.org/sites/default/files/legacy/assets/documents/global_warming/exxon_report.pdf (2017.12.06.)
394. Udovecz G. (2008): Az Európai Unió agrárérdekei. Gazdálkodás, 52. évf. 2. sz. pp. 113-123.
395. Udovecz G. (2014): Adalékok a magyar mezőgazdaság minősítéséhez. XIV. Nemzetközi Tudományos Napok, Károly Róbert

- Főiskola, Gyöngyös, 2014. március 27-28., Tudományos Napok
Publikációi ISBN 978-963-9941-76-2 pp. 1523-1529.
396. Uiterkamp, A.J.M.S. (2000): Energy Consumption: Efficiency and Conservation In: Heap, B., Kent, J. (ed.) (2000): Towards Sustainable Consumption: A European Perspective. The Royal Society, London, pp. 111-115.
397. UNCCD – United Nations Convention for Combat Desertification (2013): Land Degradation Neutrality: Resilience at local, national and regional levels. ISBN 978-92-950-43-77-0 http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/Land_Degrad_NeutralitN_E_Web.pdf (2015.02.26.)
398. UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change: The Paris Agreement. http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php (2017.11.23.)
399. Vágvolgyi A. (2013): Fás szárú energetikai ültetvények helyzete Magyarországon napjainkig, üzemeltetésük, hasznosításuk alternatívái. Doktori (PhD) értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola Biokörnyezettudomány Program.
400. Valaska J. (2011): A szén-dioxid-leválasztás és –visszasajtolás szükségessége és korlátai a hazai szénalapú erőművek esetében. Magyar Tudomány, 4. sz. pp. 441-443.
401. Varga, K. (2017): A METÁR és az új Megújuló Irányelv. Változások a hazai és nemzetközi megújulóenergia-szabályozásban. MEKH – Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal. http://www.megsz.hu/megsz/images/stories/2017honlap/Nap2017/1_Varga_Katalin_-_MET%C3%81R.pdf (2017.11.07.)
402. Vasali Z. (2010): Kvótakereskedelem piaci sikerei és kudarcai – Kincs, ami van. Kül-Világ, 7. évf. 2-3. sz. pp. 19-37.

403. Vass N. (2003): Mitől fenntartható a fenntartható fejlődés? Lesz-e valaha a vízióból valóság? EU Working Papers, 4/2003 pp. 22-29.
404. Vetőné Móznér Zs. (2012): Fenntartható életmódok felé: lehet-e az élelmiszer-fogyasztás fenntartható? In: Fenntartható fogyasztás? Trendek és lehetőségek Magyarországon. OTKA 68647 kutatás eredményei. Aula Kiadó, Budapest ISBN 978-963-339-0429 pp. 111-139.
405. Vida A., Baksa A. (2009): A bioüzemanyagok használatával járó várható földhasználati változások Magyarországon. Gazdálkodás, 53. évf. 1. sz. pp. 65-77.
406. Vida G. (2007): Fenntarthatóság és a tudósok felelőssége. Magyar Tudomány, 168. évf. 12. sz. pp. 1600-1606.
407. VM – Vidékfejlesztési Minisztérium: A magyar élelmiszer-gazdaság 2011. évi helyzete: Bioenergia-termelés. A VM által az agrárgazdaság 2011. évi helyzetéről összeállított Jelentés rövidített változata. Gazdálkodás, 2012, 56. évf. 4. sz. pp. 352-358.
408. Volk, T.A., Abrahamson, L.P., Nowak, C.A., Smart, L.B., Tharakan, P.J., White, E.H. (2006): The development of short-rotation willow in the northeastern United States for bioenergy and bioproducts, agroforestry and phytoremediation. Biomass and Bioenergy, 30 évf. 8-9. sz. pp. 715-727. DOI: 10.1016/j.biombioe.2006.03.001 (2017.11.14.)
409. Wackernagel, M., Rees, W. (1996): Our Ecological Footprint. Reducing Human Impact on the Earth. The New Catalyst, Bioregional Series. New Society Publishers, Gabriola Island, Canada ISBN 1-55092-251-3
410. WEC – World Energy Council (2016): World Energy Resources. <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/10/World-Energy-Resources-Full-report-2016.10.03.pdf> (2017.11.05.)

411. Weizsäcker, E. U. (2006): „Factor Four” and Sustainable Development in the Age of Globalization. In: Keiner, M. (ed.) (2006): The Future of Sustainability. Springer, pp. 179-192.
412. Wickham, J., Rice, B., Finnan, J., McConnon, R. (2010): A review of past and current research on short rotation coppice in Ireland and abroad. COFORD, Dublin, Ireland ISBN 978-1-902696-65-2
413. Winkler, J.; Ragawitz, M., Fraunhofer ISI (2016): Solar energy policy in the EU and the Member States, from the perspective of the petitions received. Study. Directorate General for Internal Policies, PETI Committee, Policy Department on Citizens' Rights and Constitutional Affairs [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/556968/IPOL_STU\(2016\)556968_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/556968/IPOL_STU(2016)556968_EN.pdf) (2017.11.20.)
414. WWF (2012): Living Planet Report 2012. – World Wide Found for Nature.
415. WWF (2014): Living Planet Report 2014. – World Wide Found for Nature.
416. www.res-legal.eu: Legal Sources on Renewable Energy. Compare support shemes. <http://www.res-legal.eu/compare-support-schemes/> (2017.11.07)

12. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

Magyar nyelvű tudományos közlemények

1. Posza B., Borbély Cs. (2015): Trendek és a megújuló energiaforrások felhasználásában. Acta Scientiarum Socialium 44 sz. pp. 81-92.
2. Posza B., Borbély Cs. (2017): Fás szárú, sarjaztatásos energetikai ültetvények gazdasági-környezeti modellje. Gazdálkodás 61. évf. 4. sz. pp. 310-321.
3. Borbély Cs., Posza B. (2018): Az energiatermelés és -felhasználás jövőképe, különös tekintettel az elektromos autók elterjedésére. Követ Egyesület a Fenntartható Gazdálkodásért 23. évf. 1. sz. pp. 11-12.
4. Posza B., Borbély Cs. (2018): A fás szárú energetikai ültetvények szerepének vizsgálata az energiaellátásban. Tér – Gazdaság – Ember 6. évf. 2. sz. (megjelenés alatt)

Idegen nyelvű tudományos közlemények

1. Posza B., Borbély Cs. (2016): Conceptions on sustainable energy. Regional and Business Studies 8. évf. 1. sz. pp. 1-14.
2. Posza B., Borbély Cs. (2018): Sustainability examination of the short rotation coppices. Acta Agronomica Óváriensis 59. évf. 1. sz. (megjelenés alatt)

Konferencia kiadványban teljes terjedelemben megjelent közlemények

1. Borbély Cs., Posza B. (2016): Fenntartható élelmiszer fogyasztás egy pazarló világban. XV. Nemzetközi Tudományos Napok „Innovációs kihívások és lehetőségek 2014-2020 között”, Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös, 2016. március 30-31.

13. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉN KÍVÜLI PUBLIKÁCIÓK

Magyar nyelvű tudományos közlemények

1. Keszthelyi S., Labantné Hoffmann É., Posza B. (2004): A gyapottokbagolylepke (*Helicoverpa armigera* Hbn.) 2004. évi rajzásfenológiája Somogy megyében. *Növénytermelés*, 53. évf. 6. sz. 617-626.

Idegen nyelvű tudományos közlemények

2. Csonka A., Posza B., Borbély Cs. (2009): Changes in the Structure of the Hungarian Slaughter Pig Market since the EU Accession. *Acta Scientiarum Socialium* 12 évf. 30 sz. pp. 97-101.

14. SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ

Posza Barnabás 1978. július 5-én, Pécsen született. A kaposvári Táncsics Mihály Gimnáziumban töltött középiskolás éveket követően érettségi bizonyítványát 1996-ban szerezte meg. Az egyetemi tanulmányait 2001-ben a Kaposvári Egyetem Gazdaságtudományi Karán kezdte meg, ahol 2006-ban szerezte meg a gazdasági agrármérnöki diplomát.

A biomassza megújuló energiaforrásként történő hasznosítása már az egyetemi évek alatt felkeltette az érdeklődését, ezért egyértelmű volt, hogy szakdolgozata is ebből a témából íródjon. A „Szarvasi-1” energiafű termesztésének gazdasági elemzésével a Kari Tudományos Diákköri Konferencián is szerepelt.

Doktori tanulmányait nappali tagozatos, ösztöndíjas hallgatóként a Kaposvári Egyetem Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskolában folytatta. Angol nyelvből „C” típusú szakmai középfokú, spanyol nyelvből „B” típusú középfokú nyelvvizsgával rendelkezik. A Doktori Iskola követelményeinek megfelelően a disszertáció témájából angol és magyar nyelven több tudományos cikket publikált.