

**FABÁZISÚ CENTRALIZÁLT ÁRAMTERMELÉS LOGISZTIKÁJA ÉS
ANNAK HATÁSA AZ EGERERDŐ ERDÉSZETI ZRT.
FAHASZNÁLATI TEVÉKENYSÉGÉRE**

Jung László

Nyugat-magyarországi Egyetem
Erdőmérnöki Kar
Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Rudományok Doktori Iskola
Erdészeti műszaki ismeretek program

Témavezető:
Dr.habil.D.Sc. Marosvölgyi Béla egyetemi tanár

2008

Fabázisú centralizált áramtermelés logisztikája és annak hatása az Egererdő Erdészeti Zrt. fahasználati tevékenységére

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében,
a Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskolája Erdészeti műszaki ismeretek, programjához tartozóan.

Írta:
Jung László

Témavezető: Dr.habil.D.Sc. Marosvölgyi Béla egyetemi tanár

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton % -ot ért el,

Sopron,

.....
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen /nem)

Első bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

Második bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

(Esetleg harmadik bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján.....% - ot ért el

Sopron,

.....
a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....
Az EDT elnöke

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS.....	1
2. A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK, AZOK SZEREPE AZ ENERGIAGAZDÁLKODÁSBAN, AZ ENERGIASZTRATÉGIÁK NEMZETKÖZI ÉS HAZAI ÖSZEFÜGGÉSEI, A BIOMASSZÁN BELÜL A DENDROMASSZA POZICIONÁLÁSA (A SZAKIRODALOM FELDOLGOZÁSA).....	5
2.1. A LÉGKÖR SZÉNDIOXID KONCENTRÁCIÓJA, AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS ÉS A FÖLDI ÉLET KAPCSOLATA.....	5
2.2. A VILÁG ENERGIAIGÉNYE ÉS A MEGÚJULÓK SZEREPE.....	11
2.3. A MEGÚJULÓK FELHASZNÁLÁSÁNAK IRÁNYAI AZ EURÓPAI UNIÓBAN.....	12
2.3.1. <i>A megújuló energiaforrások hasznosíthatósága.....</i>	16
2.3.2. <i>A földrajzi helyzet, természeti adottságok.....</i>	18
2.3.3. <i>Energiapolitikai kérdések.....</i>	19
2.3.4. <i>A megújulóknak gyorsabb fejlődését akadályozó tényezők, kilátások és siker-feltételek.....</i>	21
2.4. MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK FELHASZNÁLÁSÁNAK HELYZETE ÉS TRENDJE MAGYARORSZÁGON.....	22
2.4.1. <i>Megújuló alapú hőtermelés.....</i>	25
2.4.2. <i>Megújuló alapú villamosenergia-termelés.....</i>	26
2.4.3. <i>Megújuló alapú energiatermelés támogatása Magyarországon.....</i>	28
2.4.4. <i>Számba vehető megújuló potenciál és lehetséges szcenáriók.....</i>	30
2.5. AZ ERDŐK SZÉNKÉSZLETE, MAGYAR ERDŐGAZDÁLKODÁS PRIMER TERMÉKTEREJE AZ ENERGETIKAI SZCENÁRIÓK TÜKRÉBEN.....	34
2.5.1. <i>A magyarországi erdők élőfa-készletének szénkészlete.....</i>	37
2.6. A MEGÚJULÓ ENERGIAFELHASZNÁLÁS SZAKIRODALMÁNAK ÖSSZEFOGÓ ELŐZMÉNYEI.....	43
3. AZ ERŐMŰVI BESZÁLLÍTÁSOK ERDŐGAZDÁLKODÁSRA GYAKOROLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA AZ EGERERDŐ ZRT. TERÜLETÉN.....	45
3.1. ÉSZAKI KÖZÉPHEGYSÉG ERDŐGAZDÁLKODÁSI TÁJCSOPORT.....	45
3.2. EGERERDŐ ERDÉSZETI ZRT. ERDŐGAZDÁLKODÁSÁNAK ÖKOLÓGIAI JELLEMZŐI, FAHASZNÁLATI KERETSZÁMAI A TÉRSÉG ENERGETIKAI KONCEPCIÓVÁLTOZÁSÁNAK TÜKRÉBEN.....	47
3.2.1. <i>Természeti adottságok.....</i>	47

3.2.2.	<i>Fahasználat erdőtervi lehetőségei és tényyszámai 1990-2006. között</i>	51
3.2.3.	<i>Fahasználat választék-összetétele 1990-2006. között.....</i>	53
3.2.4.	<i>Fahasználati lehetőségek prognózisa, különös tekintettel a sarangolt faválasztékokra.....</i>	60
3.2.4.1.	A prognosztizálás időszakára eső, kitermelésre kerülő iparifa-sarangoltfa hányad.....	61
3.2.4.2.	Energetikai célra felhasználható választék ciklusonként és évente.....	63
3.3.	A RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ TŰZIFA VÁLASZTÉK ENERGIATARTALMÁNAK PROGNÓZISA.....	65
3.4.	AZ ERŐMŰVI BESZÁLLÍTÁSOK LEHETŐSÉGÉNEK ÉS AZ ERDŐGAZDÁLKODÁSRA GYAKOROLT HATÁSÁNAKNAK ÖSSZEFOGLALÁSA.....	66
4.	AZ ERŐMŰVEKBE KERÜLŐ ENERGETIKAI VÁLASZTÉK FELHASZNÁLÁSÁNAK EGYIK ALTERNATÍVÁJA.....	68
4.1.	AZ ENERGETIKAI CÉLÚ ERDEI VÁLASZTÉK, A TŰZIFA.....	68
4.1.1.	<i>Hosszméreti változás.....</i>	70
4.1.2.	<i>Minőségi változások.....</i>	71
4.1.3.	<i>Elnevezés megváltozása.....</i>	72
4.2.	KÖTÖTT MINTAVÉTELŰ VIZSGÁLAT.....	73
4.2.1.	<i>Mintavétel és feldolgozás.....</i>	74
4.2.2.	<i>Elemzés.....</i>	75
4.3.	ENERGETIKAI VÁLASZTÉK EGYIK LEHETSÉGES FELHASZNÁLÁSA VIZSGÁLATÁNAK ÖSSZEFOGLALÁSA	79
5.	FAKITERMELÉSI, KÉSZLETEZÉSI ÉS ANYAGMOZGATÁSI TECHNOLOGIÁK VÁLTOZÁSÁNAK SZÜKSÉGSZERŰSÉGE.....	81
5.1.	PRIMER ERDEI TERMÉK ELŐÁLLÍTÁSÁNAK SÉMÁJA.....	81
5.1.1.	<i>Erdőn belüli munkaszakaszok.....</i>	82
5.1.1.1.	Választékolás, készletezés.....	83
5.1.1.2.	Az energetikai választék kiszállítása és szállítása....	84
5.1.1.3.	Erdei feltáráshálózat.....	86
5.1.1.4.	Úthálózatok forgalomsűrűsége.....	89

5.2.	AZ ENERGETIKAI VÁLASZTÉK NEDVESSÉGTARTALMA ÉS ANNAK HATÁSA AZ ANYAGMOZGATÁSRA.....	89
5.2.1.	<i>Nedvességtartalom és fűtőérték összefüggései.....</i>	90
5.2.2.	<i>Nedvességtartalom és faanyag-beszállítás összefüggései.....</i>	97
5.3.	A FAKITERMELÉSI, KÉSZLETEZÉSI ÉS ANYAGMOZGATÁSI TECHNOLÓGIÁK VÁLTOZÁSA VIZSGÁLATÁNAK ÖSSZEFOGLALÁSA.....	100
6.	ÖSSZEFOGLALÁS.....	102
6.1.	A VIZSGÁLAT SORÁN ELÉRT ÚJ EREDMÉNYEK.....	104
6.2.	TÉZISEK.....	110
6.3.	A DOKTORI KUTATÁS EREDMÉNYEINEK GYAKORLATI ALKALMAZHATÓSÁGA, JAVASLATOK, JÖVŐBENI KUTATÁSI FELADATOK.....	111
7.	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	112
8.	IRODALOMJEGYZÉK.....	113
8.1.	NYOMTATOTT IRODALOM.....	113
8.2.	ELEKTRONIKUS IRODALOM.....	116
8.2.1.	<i>Magyar nyelvű honlapok.....</i>	116
8.2.2.	<i>Angol nyelvű honlapok.....</i>	117
8.3.	KUTATÁSSAL KAPCSOLATOS PUBLIKÁCIÓK.....	118
8.4.	KUTATÁSSAL KAPCSOLATOS ELŐADÁSOK.....	120

KIVONAT

MELLÉKLETEK

TÁBLAJEGYZÉK:

2-1.	táblázat:	Emisszió abszorpció egyenlege.....	7
2-2.	táblázat:	CO ₂ kibocsátás Megatonnában.....	20
2-3.	táblázat:	Beruházások megtérülési ideje, 8 %-os eszközarányos nyereséggel kalkulálva.....	29
2-4.	táblázat:	Megújuló lehetséges produktuma.....	31
2-5.	táblázat:	Számításba vehető biomassza megoszlása.....	31
2-6.	táblázat:	Kiaknázható megújuló potenciálok szerkezete.....	32
2-7.	táblázat:	BAU és Policy megújuló összesen forgatókönyve.....	32
2-8.	táblázat:	BAU és Policy megújulóból előállított villamos energiatermelés prognózisa.....	33
2-9.	táblázat:	Megújulóból termelt villamos energia TPS egyenértékben.....	33
2-10.	táblázat:	EU-25-ök erdőterület adatai.....	36
2-11.	táblázat:	Élőfakészlet és szénkészlet.....	38
2-12.	táblázat:	Szénkészlet összetétele.....	39
2-13.	táblázat:	Választékszerkezet 2006-ban.....	41
2-14.	táblázat:	Egyes biomasszaféleségek kémiai összetétele.....	42
3-1.	táblázat:	Az Északi Középhegység erdőgazdasági tájcsoportjai.....	46
3-2.	táblázat:	Az Egererdő Zrt. erdőállományainak rendeltetés szerinti megoszlása...	48
3-3.	táblázat:	Az EGERERDŐ ZRT. erdeinek klíma szerinti megoszlása.....	49
3-4.	táblázat:	Az élőfakészlet megoszlása az egyes korosztályokban.....	50
3-5.	táblázat:	Export mennyiségi adatai.....	58
3-6.	táblázat:	Kitermelésre kerülő iparifa-sarangoltfa hányad 2029-ig (nm ³ -ben).....	61
3-7.	táblázat:	Kitermelésre kerülő brm ³ 2029-ig.....	62
3-8.	táblázat:	Fafajonként energetikai választék 2029-ig (nm ³).....	63
3-9.	táblázat:	Fafajonkénti fűtőérték ciklusonként.....	64
4-1.	táblázat:	Feldolgozott tűzifa és rönk kihozatali adatai és eredményszámításai.	75
4-2.	táblázat:	Kalkuláció 100 %-os normál mozaikparketta kihozatal mellett.....	77
5-1.	táblázat:	Értékesítési formák mennyiségi adatai ciklusonként.....	86
5-2.	táblázat:	Fordulók száma ciklusonként.....	86
5-3.	táblázat:	Az EGERERDŐ Zrt. gépparkjának változása az elmúlt öt év alatt...	87
5-4.	táblázat:	Nedvesség % kihatása GJ/t fajlagos mutatókra.....	98
5-5.	táblázat:	Nedvesség % és számított fordulók számának viszonya.....	99

ÁBRAJEGYZÉK:

2-1.	ábra:	CO ₂ koncentráció növekedése az atmoszférában.....	7
2-2.	ábra:	A világ primerenergia felhasználása.....	11
2-3.	ábra:	A világ villamos energiatermelése.....	11
2-4.	ábra:	A megújulók növekménye.....	12
2-5.	ábra:	Az összenergia felhasználás összetételének változása az EU 25 országaiban.....	13
2-6.	ábra:	RES –E fogyasztási arány.....	14
2-7.	ábra:	Az elsődleges energiafogyasztáson belül a megújulók részaránya...	14
2-8.	ábra:	Az egyes tagországok megújuló alapú villamosenergia részarányára vonatkozó célkitűzései.....	18
2-9.	ábra:	Az összenergia felhasználás összetételének változása Magyarországon.....	23
2-10.	ábra:	Megújuló energiafelhasználás megoszlása 2006-ban.....	24
2.11.	ábra:	A megújuló energiafelhasználás alakulása felhasználási területek szerint.....	24
2-12.	ábra:	Hőtermelésre fordított megújuló energiaforrások hazai megoszlása 2006-ban.....	25
2-13.	ábra:	RES-E fogyasztási arány.....	26
2-14.	ábra:	Megújuló bázisú villamosenergia-termelés részaránya Magyarországon.....	27
2-15.	ábra:	Megújuló alapú villamos energiatermelés alapanyag összetétele.....	28
2-16.		A támogatott áron történő kötelező átvételi rendszer folyó kifizetése.....	30
2-17.	ábra:	Bolygónk szárazföldjének erdősültsége.....	34
2-18.	ábra:	Földrészenkénti megoszlás.....	35
2-19.	ábra:	Erdőterület aránya az összterülethez.....	36
2-20.	ábra:	Lakosságra vetített fajlagos mutató.....	37
2-21.	ábra:	Erdőterület hektáronkénti élőfakészlete.....	37
2-22.	ábra:	Fafaj és szénkészlet aránya.....	39
2-23.	ábra:	Fahasználat tényadatai.....	40
3-1.	ábra:	Magyarország erdőterülete.....	47
3-2.	ábra:	Az EGERERDŐ Zrt. erdőállományainak elsődleges rendeltetés szerinti megoszlása.....	48
3-3.	ábra:	Élőfakészlet fajokcsoportonkénti megoszlása.....	49
3-4.	ábra:	A fajok terület-megoszlása az egyes korosztályokban.....	50
3-5.	ábra:	Közelítési módok megoszlása.....	51
3-6.	ábra:	Az EGERERDŐ Zrt. fahasználati mérlege.....	52
3-7.	ábra:	Üzemtervi lehetőséghez mért %-os kihasználás.....	53
3-8.	ábra:	Kitermelt fafaj aránya az össztermelés %-ában.....	54
3-9.	ábra:	Tölgy, bükk és cser fafajok %-os aránya az össztermeléshez viszonyítva.....	55
3-10.	ábra:	Fafajonként, egalizáltan valamennyi használati módban megtermelt sarangolt és nem sarangolt választék aránya.....	56
3-11.	ábra:	Tűzifa és papírfa+rostfa (jellemzően rostfa) viszonyának alakulása..	57
3-12.	ábra:	Sarangolt választék exportja.....	58
3-13.	ábra:	Önköltségi ár és eladási ár.....	59
3-14.	ábra:	Ciklusonként egy év átlagára eső fakitermelési lehetőség (nm ³).....	62

3-15.	ábra:	Számba vehető évenkénti energetikai alapanyag az EGERERDŐ Zrt. területén.....	63
3-16.	ábra:	Ciklusonként és évenként rendelkezésre álló energetikai mennyiség t-ban és TJ-ban.....	66
4-1.	ábra:	Fűrészáru kihozatal.....	76
4-2.	ábra:	Kihozatal: mozaikparketta (m ²) / alapanyag (m ³).....	77
4-3.	ábra:	Normál és ipari mozaikparketta arány.....	78
4-4.	ábra:	Alapanyagra vetített átlageredmény.....	79
5-1.	ábra:	Fanyagmozgatási alapséma.....	82
5-2.	ábra:	Erdei munkafázisok.....	82
5-3.	ábra:	Faanyagszállítás energetikai program előtt.....	84
5-4.	ábra:	Faanyagszállítás energetikai program alatt.....	85
5-5.	ábra:	Fordulók száma és iránya.....	87
5-6.	ábra:	Kocsánytalan tölgy nedvesség % és fűtőérték viszonya.....	92
5-7.	ábra:	Cser nedvesség % és fűtőérték viszonya.....	92
5-8.	ábra:	Bükk nedvesség % és fűtőérték viszonya.....	93
5-9.	ábra:	Gyertyán nedvesség % és fűtőérték viszonya.....	93
5-10.	ábra:	Átlag nedvesség % és fűtőérték viszonya.....	94
5-11.	ábra:	Nedvesség % és fűtőérték.....	96
5-12.	ábra:	Szállítás fajlagos költsége a nedvesség % viszonylatában.....	99

Képjegyzék:

2-1.	kép:	Viharkárok a Mátrában (2007)	10
4-1.	kép:	Hagyományos tűzifasarang.....	70
4-2.	kép:	Hosszú tűzifa.....	71
4-3.	kép:	Kijelölt hosszú tűzifa.....	73
4-4.	kép:	Fűrésztelepre beszállított hosszú tűzifa.....	74

1. Bevezetés

A témaválasztás indoklása, a vizsgálatok célja

A bioszféra fennmaradásának és fejlődésének alapja a rendelkezésre álló és az egyes szakaszokra jellemző módon előállított energia felhasználása.

Az élet megjelenésétől számítva (beleértve az ember fejlődéstörténetét is) az energia felhasználását a környezetre vagy akár magára az individuumra történő közvetlen vagy közvetett kihatással járó fogyasztásnak lehet minősíteni.

Viszont az emberi faj kivételével más nem lehet a felelős, hogy energiaszükségletének megteremtésével, annak környezetére gyakorolt hatásával, más fajok fennmaradását veszélyezteti, vagy akár az egész bolygó létét teszi kockára.

A bioszféra igen is sérülékeny, valamint instabil és nem csak a bioszféra szereplőitől független behatásoktól.

Az ember szerepe abszolút determináns, és a tudomány, valamint a technika fejlődése, továbbá a végeláthatatlan igénynövekedés egyes állítások szerint már korszakunkban a teljesítőképességének határára juttathatja a Földet, vagy a földtörténeti ciklikus (éghajlati) változásokat felgyorsíthatja, illetve lelassíthatja.

Az igények felmérése, szükségszerűsége egészen más tudományterület, mint magának a kielégítendő energiaigénynek megfelelő energia előállítása és felhasználása.

A globális problémákra nem létezik globális megoldás, hanem felismerve elhárításának szükségszerűségét, beilleszkedve a rendszerbe, mindenki a maga tudományterületén kell, hogy megtegye a lépéseket, integrációs akarattal.

Ekképpen a megújuló energiaforrások igénybevétele, továbbá pont az integráció igénye miatt, hatásmechanizmusának feltárása része, mégpedig kiemelt része a helyes arányok megalkotásának.

A világ primerenergia felhasználása, mely 2003-ban 448 EJ volt, részarányait tekintve 81 %-ban fosszilis származék. Ezen energiatermelő alapanyagok égetése során felszabaduló égéstermékek koncentrációjának mértéke és annak hatása nem tartozik a természetes folyamatváltozások sorába. Vitatott ennek súlya, de az tény, hogy amíg a légkör CO₂ tartalma a Földön a vegetációfejlődéssel összefüggő szénlekötés miatt fokozatosan csökkent, és a 18. század végén 270-280 ppm szinten stabilizálódott, addig ma értéke eléri a 360 ppm nagyságot (IPCC-WGI, 2001). A fossziliák ilyen rövid időintervallumon belüli kitermelése és a felhasználás-intenzitása ehhez minden bizonnyal hozzájárult, ami nehezen modellezhetően, de befolyásolja a földi életet. Ez a közeg, mely ösztönzi a tudomány és a gyakorlat szereplőit, hogy apró részletekig is lemenve, bármely ehhez kapcsolható területet feltárjon és kidolgozzon, szemben a könnyen elfogadható direktívák és nemzetközi egyezmények hangoztatásával.

Valamennyi napvilágot látott, e témával foglalkozó publikáció, vállalás érinti az alábbi három alap-irányvonalat, elfogadva a növekvő energiaigényt:

- Energia-takarékosság
- Energia-hatékonyság
- Energia előállítására alkalmas alternatívák feltárása

Mindhárom területen igen jelentős kutatások vannak folyamatban, számos eredménnyel fémjelezve a megoldás közeli helyzetet.

Az alternatívákat kiemelve, meghatározó lehetőséget rejt magában a megújuló források kiaknázása, így:

- szélenergia
- napenergia
- geotermikus energia
- hullámenergia
- árapály energia
- vízenergia
- biomassza energia
- hulladékból származó biogáz energia

felhasználása.

Hazánk a tengerekhez, óceánokhoz köthető árapály- és hullámenergia kivételével, valamennyi forrással rendelkezik.

Dolgozatomban a biomasszán belül a hagyományos erdőgazdálkodásból a rendszerbe bevihető és felhasználható energetikai választék helyzetét vizsgálom, nem rejtve azt a szándékot, hogy a sokszor mellékterméknek nevezett erdei produktum méltó helyére kerüljön, azonos fajsúllyal, mint a hámozási- és késelesi rönk, a fűrészrönk, a fagyártmányfa, az egyéb iparifa, vagy a rost- és papírfa.

Célként jelöltem meg, hogy a hagyományos erdőgazdálkodás kereteire szorítkozzam. A dolgozat tárja fel a faenergetikának az ökológiára és ökonómiára gyakorolt kihatásait és a jelen kialakult helyzetén túlmutatva, prognosztizáljon, adva egyben olyan módszertani irányelveket, melyek segítségével megalapozott döntéseket lehet meghozni. Az energiastratégiákba való részvétel csak ily módon lesz meghatározó jelentőségű.

Értekezésemben az erdei tűzifaválaszték jelenlegi helyzetének alábbi vonatkozásait vizsgálom:

- I. A kutatás legkiterjedtebb irodalmi feldolgozását jelentő elemzés pozicionálja a felhasználható és számba vehető megújuló energiaforrások közül a biomasszán belül a dendromassza szerepét. Tekintettel arra, hogy jelen korunkban a kutatók, szakemberek, de még a politikusok is kiemelt helyen kezelik az éghajlatváltozás problematikáját, így célom – teljességre és hitelességre törekvő bemutatás mellett – az irodalom rendezése, illetve összegzése
- II. Egy lokális példa alapján, az *Egererdő Erdészeti Zrt.*-nél kimutatható változásokon keresztül, elemezni a gyakorlati erdőgazdálkodásra tett hatásokat. Összehasonlítottam, azonos időintervallumokon belül az erőművi beszállítások előtti, illetve utáni időszakokat. Az ökonómiai hatásokon túl, és nem eltitkolva annak ösztönző prioritását, kutattam magára az erdőre és annak infrastruktúrájára gyakorolt hatásokat, vagy éppen azok változatlanságát. Részleteiben elemeztem az üzemtervek és aktualizált nyilvántartásuk által levonható következtetéseket. Prognosztizáltam a lehetőségeket a számba vehető választékok tükrében.

- III. A doktori kutatás kiemelt fontosságú 4 éves vizsgálatsorozatával olyan kérdésekre kerestem a választ, hogy a nagy volumenű, „egyszerűsített kereskedelempolitika” nem hordozta-e magában az alapanyaggal való gazdálkodás fellazulását (kárára más ágazatoknak), és hogy a jelen kutatási időszakban valóban csak ez a megoldás kínálkozott-e? A fűrészüzemi és parkettagyári vizsgálat célja elsősorban a lehetséges kihozatali értékek megismerése volt, a realizálódó veszteségek számszerűsítésével, összehasonlítva a ténylegesen feldolgozásra szánt alapanyag eredményével.
- IV. A téma kutatása közben legfőbb célként fogalmazódott meg a fakitermelési, készletezési és anyagmozgatási technológiák változásának szükségszerűsége, és a lehetséges hatásának vizsgálata a jövőbeni energiapolitikára. Az *Egererdő Erdészeti Zrt.* által kezelt más-más erdőrészekből, de azonos időben és azonos fajtából vett mintasorozat segítségével, a végtermékként számszerűsíthető energiaértékek adatai alapján összevetésre került a költségek közül a legmeghatározóbb, az anyagmozgatás költsége.

2. A megújuló energiaforrások, azok szerepe az energiagazdálkodásban, az energiastratégiák nemzetközi és hazai összefüggései, a biomassza belül a dendromassza pozicionálása (A szakirodalom feldolgozása)

2.1. A légkör széndioxid koncentrációja, az éghajlatváltozás és a földi élet kapcsolata

„Midőn még Földünk ki nem hűlt, a méhében rejlő mérhetetlen mennyiségű szénsavas sók: márvány, kréta, mészkő, dolomit stb. szénsava szintén a levegőben volt, mert ezek nem állják a tüzet anélkül, hogy szénsavukat el nem vesztenék. Az áradék szenek: antracit, kőszén, barnaszén stb. szene szintén, mint szénsav a levegőben volt. S ez az óriási mennyiségű szénsav ma hiányzik a levegőből.”

Kosutány Tamás

Természettudományi Közlöny, XX. kötet, 222-ik füzet 1888. februárius

A „hiányzik” valós és tényszerű fizikai megállapítás, viszont e globális folyamatrendszer kezdete egybeesik a bioszféra kialakulásával, megteremtve a földi élet lehetőségét és egyben képezi a mindenkori létfenntartás elemét magát, a felhasználható energiát is.

A földtörténeti léptékű, 3 milliárd évvel ezelőtti légkör összetétele markánsan eltért a jelenétől (mely időintervallum szintén több százmillió évben értendő).

Az egyik legjelentősebb változás a CO₂ koncentrációjának csökkenésében következett be, javára az oxigénnek, illetve a nitrogénnek. A Föld atmoszférája jelentősen eltér attól, ami élettelen környezetben kialakult egyensúlyi állapotban lenne megfigyelhető. Ezt bizonyítja a Naprendszer három bolygójának, a Vénusznak, a Földnek és a Marsnak a jelentősen eltérő légköre is. A Vénuszon 96,6%, a Marson pedig 95% a CO₂, és 3,2%, illetve 2,7% a N₂ aránya. A csekély mennyiségű vízgőz és O₂ mellett az argongáz mennyisége jelentősebb még a Marson. Az élettelen, de a Földhöz képest a Naphoz közelebb, illetve attól távolabb keringő két bolygón tehát feltűnően hasonló a légkör összetétele. A Föld légköre ezzel szemben 78,1% N₂-t, 20,9% O₂-t, 0,03% CO₂-t és közel 1% vízgőzt és redukált állapotú mikrogázokat tartalmaz.

Két alapvető és egymást követő ok miatt csökkent a CO₂ (vagy ahogy *Kosutány Tamás* évszázadában hívták szén-sav) koncentráció.

Az egyik az, hogy a folyamatos és igen lassú bolygólehűlés következtében, a 300 °C-nál alacsonyabb hőmérsékleten a légköri szén-dioxid jelentős hányada kémiai reakciókkal, elsősorban az óceánokban, karbonátos kőzetek formájában megkötődött. Így az atmoszférát uraló és minden lehetséges életet megakadályozó CO₂ a litoszférában mészkőként és dolomitként megkötődött.

Ezt követte a másik, és a folyamatot felgyorsító tényező, magának a bioszférának a megjelenése. A fotoszintézis folyamatában ugyanis a növényzet a légkörből szén-dioxidot vont el és oxigént szabadított fel. Ennek következtében a széndioxid és az oxigén mennyisége légkörünkben a geológiai korok folyamán lényegében egymás tükörképeként változott; igaz, bizonyos fokú ingadozások mindkettő gáz esetében előfordultak.

A fotoszintézist végző növények szaporodásának következtében az oxigénszint a kambriumban fokozatosan emelkedett, és a szilur végére (420 millió évvel ezelőtt) már elérte azt a szintet, amikor elkezdődhetett a szárazföldi szerves életet is lehetővé tevő vastagabb, és magasabban elhelyezkedő légköri ózonréteg kialakulása. Ezen oxigénkoncentráció hatására az ózonréteg már 20 km magasságban helyezkedett el. Az ózonréteg megnövekedett hőmérséklete a sztratoszféra kialakulásához vezetett, aminek eredményeként csökkent a függőleges feláramlások és a felhőképződés intenzitása. Ezzel gyakorlatilag az óceáni medencéket feltöltő korábbi heves záporok időszaka is véget ért, hiszen a sztratoszféra lezárta a függőleges menti hőmérséklet-csökkenést, így a légtömegek nem emelkedhettek fel olyan magasra és annyira hevesen, mint a sztratoszféra nélküli időszakban. Talán ennél is fontosabb következménye volt, hogy a sztratoszférába, és azon keresztül a világűrbe gyakorlatilag elhanyagolható mennyiségű vízgőz kerülhetett ezek után.

A szárazföldi élet elterjedése után az oxigén termelése tovább növekedett, és a karbonban az oxigénszint még a mostaninál is magasabb lehetett. A későbbi időszakokban is megfigyelhető az oxigénkoncentráció és a szén-dioxid arányának időszakos ingadozása, ám ezek soha nem érték el olyan mértéket, ami a földi életet veszélyeztette volna. Hosszú távon mind az oxigén, mind pedig a szén-dioxid arányát a bioszféra léte és a Föld-légkör rendszerben működő geokémiai folyamatok szabályozták.

Ilyen megközelítéssel *Kosutány Tamás* fogalmazása helytálló, hiszen a bioszféra kialakulásának körülményére hivatkozott.

Az IPCC (UN Intergovernmental Panel on Climate Change) 2006. májusi megállapítása szerint az alábbi teljes carbon egyenleg mutatható ki évente Földünkön:

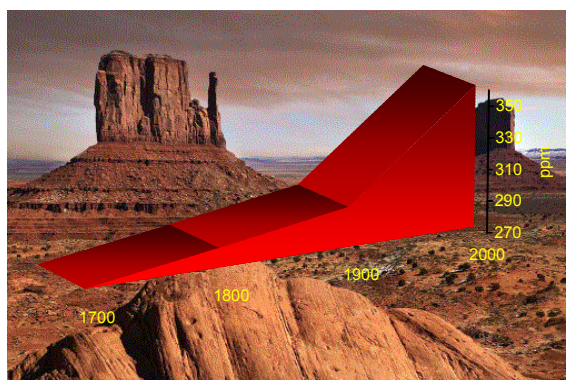
2-1. táblázat: Emisszió abszorpció egyenlege

Emisszió		Billió to/év
Foszzilis anyag elégetése		6.3
Trópusok erdőirtása		1.6
Összesen		7.9
Abszorbció		
Tengerek, tavak		2.3
Erdő- és biomasszanövekmény		2.3
Atmoszférába		3.3
Összesen		7.9

Forrás: IPCC, 2006

Az IPCC és a WGI (Worldwide Governance Indicators) közös kutatásuk eredményeként kimutatták 2006-ban, hogy amíg a légkör CO₂ tartalma a Földön a vegetációfejlődéssel összefüggő szénlekötés miatt fokozatosan csökkent, és a 18. század végén 270-280 ppm szinten stabilizálódott, addig ma értéke eléri a 360 ppm nagyságot (1ppm CO₂ tartalom 1-milliomodnyi részarányt jelent a levegőben).

2-1. ábra: CO₂ koncentráció növekedése az atmoszférában



Forrás: IPCC-WGI, 2006

A szén-dioxid gáz az üvegházhatás egyik komponense, ezért valószínűsíthető, hogy e kedvezőtlen körülmény hozzájárul a földközeli légrétegek hőmérsékletének emelkedéséhez, ezen keresztül pedig az időjárási anomáliák (aszály, árvíz stb.) gyakoribb bekövetkezéséhez. Mivel a szén a növények, így a fás szárúak építőeleme, ezért a célirányos, a szénlekötést és széntárolást figyelembe vevő erdőgazdálkodás és fahasznosítás az üvegházhatás mérsékléséhez hathatósan hozzájárulhat. A tartamos erdőgazdálkodás összeurópai ún. „Helsinki” kritériumrendszerében (1993) is megfogalmazásra került az erdőnek a szénforgalomban – és így a környezetvédelemben – elfoglalt rendkívül jelentős szerepe. A Miniszteri Konferencia az Európai Erdők Védelméről (MCPFE; Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe) bécsi ülésén pedig már elfogadták az „Éghajlatváltozás és a fenntartható erdőgazdálkodás Európában” című határozatot.

Kiemelt figyelmet szenteltek és jelentőséget tulajdonítottak a SO₂ és CO₂ gázok kibocsátása mérséklésének, ami egyben nemzetközi környezetvédelmi kötelezettségvállalást is jelent az azt elfogadó tagállamoknak.

- SO₂-kibocsátás mérséklése 1980-hoz képest a Kén-II. Egyezmény alapján:

• 2000-re	45 %
• 2005-re	50 %
• 2010-re	60 %

- CO₂-kibocsátás mérséklése:

- 1992. Rio de Janeiro: 1985-1987-hez képest nem lehet növekmény 2000-ig
- 1997. Kyoto: korábbi vállalás 6 %-os mérséklése 2010-ig

A fentiek tükrében és hatására az Európai Bizottság, a prognosztizált éghajlatváltozással kapcsolatos állásfoglalásában kiemelte, hogy az utóbbi években egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy az éghajlatváltozás nagy kihívást jelent bolygónk jövője szempontjából. Az éghajlatváltozást elemző számos tanulmány egyértelműen bizonyítja, hogy a légkörben egyre több az üvegházhatást okozó gáz, és ez globális felmelegedéshez vezet. A légkör összetételének emberi tevékenység hatására bekövetkező változása egyre gyorsul.

Az Európai Unió és tagállamai határozottan síkraszálltak a légköri felmelegedés lassítására irányuló célkitűzések mellett. Politikáinak különböző területein az Unió – a jobb eredmény érdekében – számos változtatást vett tervbe. A klímaváltozás az egyik legnagyobb környezeti, szociális és gazdasági fenyegetés, amelynek az egész világra nézve messze ható következményei lehetnek, és az UE az ellene folytatott nemzetközi küzdelem egyik élharcosa.

Az EU feladata az, hogy növelje az éghajlat védelme terén tett erőfeszítéseit, és ennek során az ENSZ Klímaváltozási Keretegyezményben vállalt kötelezettségeinek és a Kiotói Jegyzőkönyv rendelkezéseinek megfelelően csökkentse a mezőgazdasági, **erdészeti** és halászati szektor üvegházhatású gáz-kibocsátását.

A nemzetközi közösség több egyezmény, köztük a klímavédelemről szóló Kiotói Jegyzőkönyv alapján igyekszik az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását különböző politikai iránymódosítások segítségével korlátok közé szorítani.

A légköri felmelegedés többféle – közvetlen és közvetett – módon hat a különböző régiókra és gazdasági ágazatokra. Az összes hatás értékelése tudományos szempontból nehéz vállalkozás. Világszerte számos kutatás foglalkozik a kérdéssel, a várható éghajlatváltozásra különböző forgatókönyvek készültek. A már meglévő ismeretekből kiindulva a kutatók igyekeznek felmérni az emberi és természeti rendszerekre gyakorolt hatást. Az adott terület és a körülményekben beálló változás függvényében ez a hatás lehet káros vagy hasznos.

A nemzetközi közösség és az EU elsősorban az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának csökkentésén fáradozik, hogy lassítsa az éghajlatváltozás folyamatát. Az éghajlatváltozás nem csak környezetpolitikai kérdés – gazdasági, társadalmi és kulturális téren is roppant nagy hatása van az egész emberiség fejlődésére.

Az éghajlatváltozás fékezése érdekében tett próbálkozások mellett az Európai Uniónak és a többi országnak, illetve régióknak sokkalta többet kellene tennie annak érdekében, hogy az emberek és a gazdasági rendszerek alkalmazkodni tudjanak a változó körülményekhez. Ez azért fontos, mert – még ha az éghajlatváltozás hosszú távon meg is fékezhető – már a közel jövőben számítani kell olyan változásokra, amelyek nemzeti és nemzetközi szinten számos társadalmi szektorban jelentős alkalmazkodást tesznek szükségessé.

Az éghajlatváltozás érezhetően befolyásolni fogja a világgazdaság irányát és fejlődését, ezért az EU is előterjesztette értékelését a gazdaság alakulásával és az energiafogyasztással kapcsolatban.

Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás nagy kihívás az Európai Unió számos ágazatának fenntartható fejlődése szempontjából. A következő ágazatokban mindenképpen lépéseket kell tenni: ipar, energiaipar, közlekedés, építőipar, egészségügy, idegenforgalom, biztosítás, földhasználat, biodiverzitás, a természet üdülési célokra való felhasználása, vízkészletek, halászat, erdőgazdálkodás, növénytermesztés, állattenyésztés és élelmiszer-termelés, vadgazdálkodás. Ezért fontos, hogy az EU és tagállamai kidolgozzák az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás stratégiáját.

A fenyegető természeti katasztrófák – árvizek, szélviharok, jégesők, – amelyek a várható klímaváltozás eredményeként egyre gyakoribbá válnak, és a gazdaság különböző ágazataira nézve egyformán negatív következményekkel járnak majd.

2-1. kép: Viharkárok a Mátrában (2007)

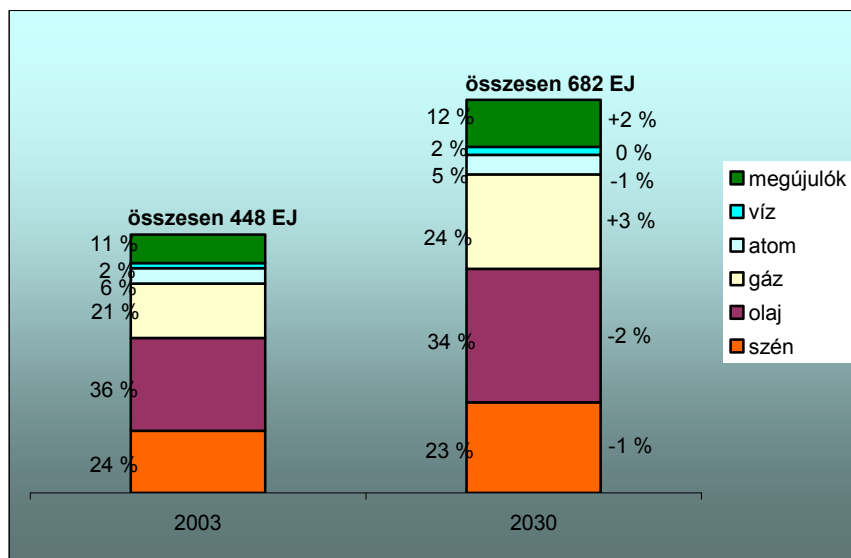


Fotó: Jung L.

2.2. A világ energiaigénye és a megújulók szerepe

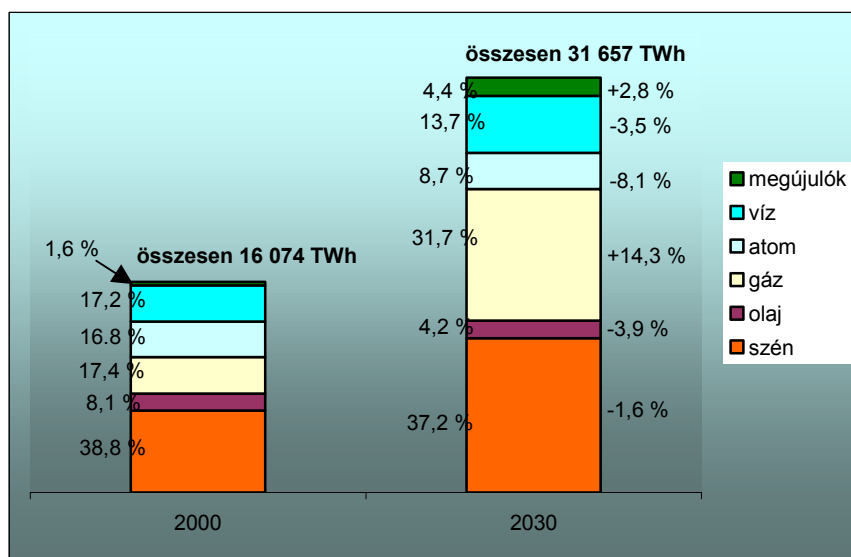
A világ jelenlegi és prognosztizált energia-felhasználását és energia-termelését jellemzik az alábbi ábrák.

2-2. ábra: A világ primerenergia felhasználása



Forrás: IEA, World Energy Outlook 2005.

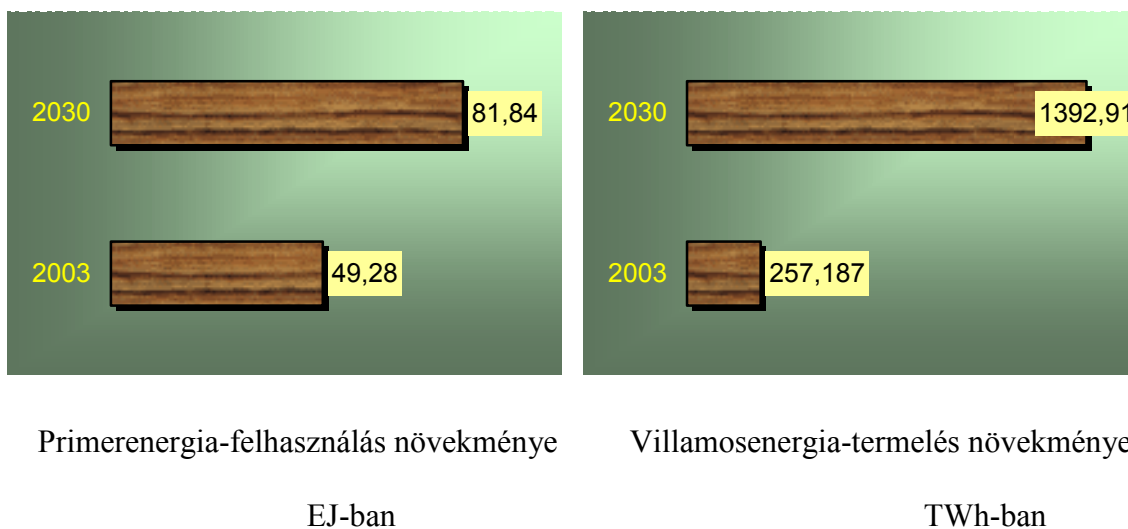
2-3. ábra: A világ villamos energia termelése



Forrás: IEA, World Power 2006, p.12.

Látható, hogy a prognózisok tekintetében a gáznál (+3%, +14%) és a megújulóknál (+2%, +2.8%) elemezhető markáns növekmény-arány.

2-4. ábra: A megújulók növekménye

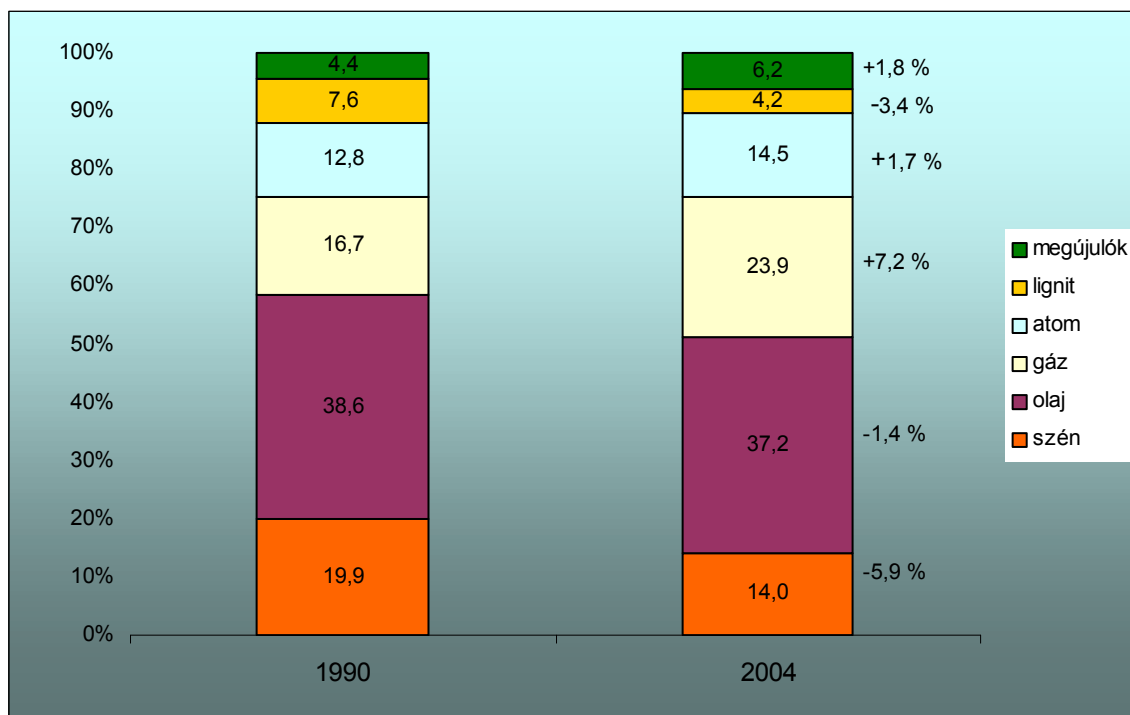


Forrás: IEA, World Energy Outlook 2005.

2.3. A megújulók felhasználásának iránya az Európai Unióban

A fosszilis energiahordozók árának folyamatos növekedése és a készletek csökkenése, valamint az atomenergiával kapcsolatos félelmek miatt, egyre inkább előtérbe kerül a rendelkezésre álló és előállítható megújuló energiaforrások hasznosítása. Ennek megfelelően a formálódó uniós energiapolitika fókuszába az ellátásbiztonság, az energiapiac liberalizációja és integrációja, a megújuló energiaforrások felhasználásának növelése, valamint az energiahatékonyság, takarékoság ösztönzése kerültek és kaptak kiemelt szerepet. Az Európai Bizottság 2007. januárjában mutatta be az egységes európai energiapolitika megalapozására irányuló „energiacsomagot”. Európában a megújulók használata nagy múltra tekint vissza, ennek ellenére részesedése az összes energiafelhasználásból meglehetősen szerény: 2004-ben az EU 25 energiafelhasználásának csak 6,2 %-át tette ki. A tendencia azonban kedvező:

2-5. ábra: Az összenergia felhasználás összetételének változása az EU25 országaiban



Forrás: GKM 2005

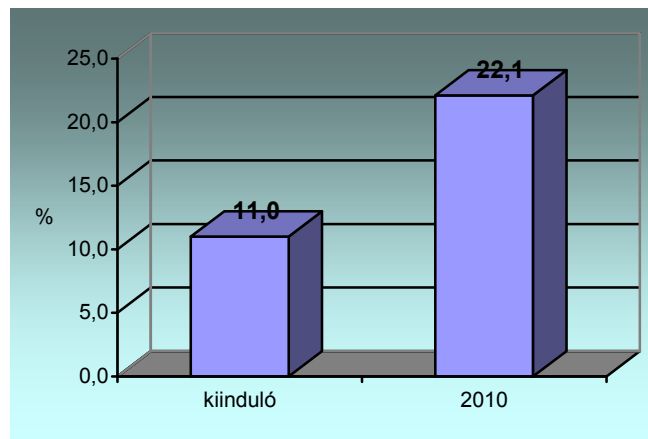
Az Európai Unió fosszilis energiaforrásoknak való kitétsége 1991-2004 között közel 8 %-kal növekedett. A hagyományos (feketeszén, lignit) felhasználásának csökkenését legnagyobb mértékben a földgáz (60 %), majd a megújuló energiaforrások (58 %), és az atomenergia (28 %) felhasználásának növekedése ellensúlyozta. Viszont ez (tekintettel az olaj és gáz importhányadára) az ellátásbiztonság kérdéseit vetette fel.

Általános az egyetértés abban, hogy a megújuló energiák nagyobb mértékű hasznosítása a kibocsátás-csökkentési és ellátás-biztonsági célok elérésében meghatározó szerepet játszik. Mindez jól tükröződik a különböző EU-s energiapolitikai dokumentumokban.

A **2001/77/EC EU** direktíva szól a megújuló forrásokkal termelt villamos energia elterjedésének elősegítéséről. A direktíva az EU szintjén 22,1 %-os "indikatív" RES-E (renewable energy sourced electricity, RES-E) fogyasztási arányt tűz ki 2010-re, továbbá ezzel összhangban különböző "indikatív" arányokat a tagállamok felé.

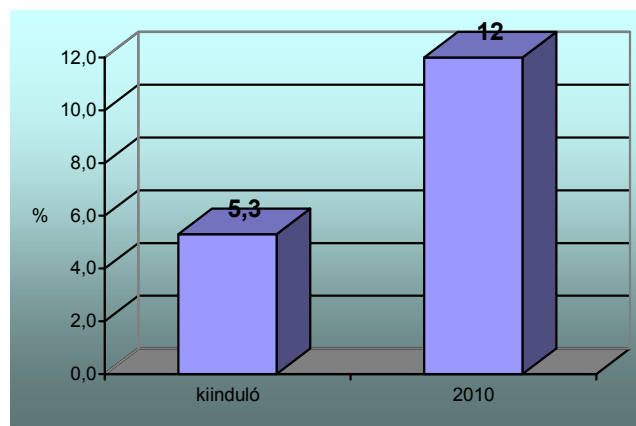
A nemzeti szintű irányadó célok kitűzésénél figyelembe vették az adott ország megújuló energia potenciálját, a hasznosítás költségeit, a Kyotó-i EU vállalásból a tagország részesedését, és az EU 1998-as Fehér könyvében kitűzött megújuló energia célokat. Ez utóbbi a megújuló energia arányának az elsődleges energiafogyasztáson belül 12%-ra történő növelését kívánja elérni. A direktíva nem közvetlenül a megújulók felhasználásával termelt áram pénzügyi támogatásáról szól, hanem a közösségi szintű megújuló villamosenergia-piac létrejöttét elősegítendő intézkedések első lépésének tekinthető.

2-6. ábra: RES –E fogyasztási arány



Forrás: 2001/77/EC EU direktíva

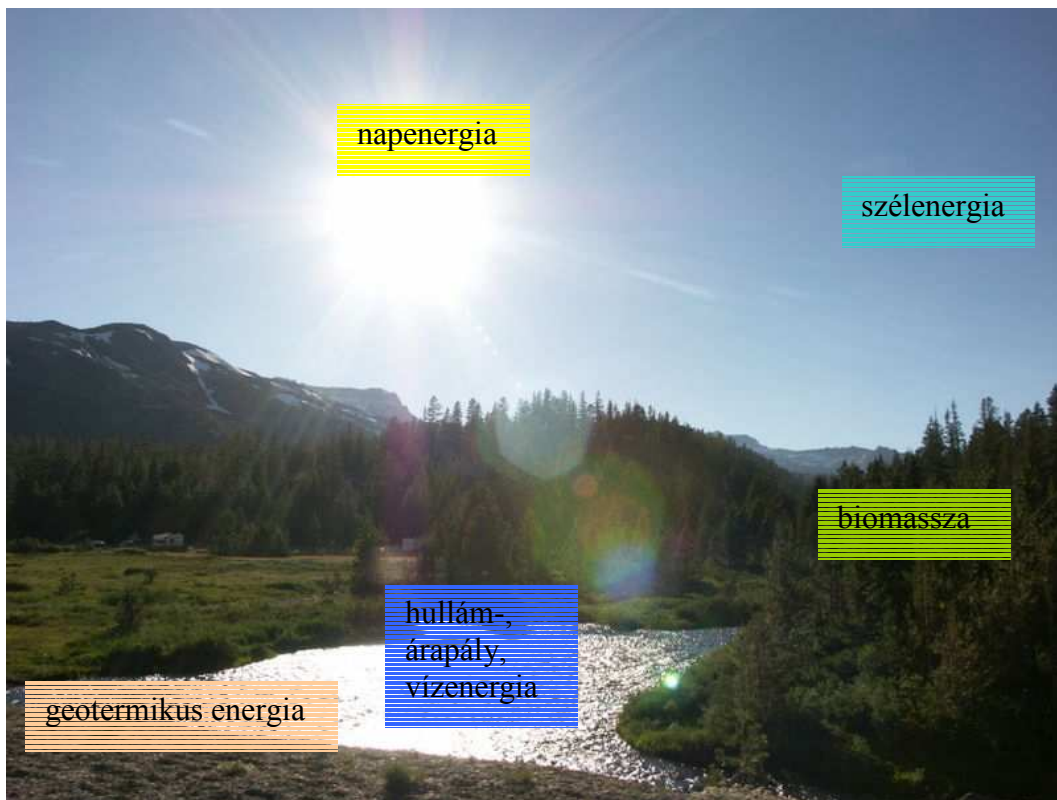
2-7. ábra: Az elsődleges energiafogyasztáson belül a megújulók részaránya



Forrás: 2001/77/EC EU direktíva

Ennek érdekében a direktíva megköveteli a származási bizonyítványok alkalmazását, meghatározza, hogy mi tekinthető megújuló energiának. Egy esetleges közösségi szintű támogatási rendszer életbe lépéséig célként tűzi ki a nemzeti szintű támogatási programok, majd legalább hét évig az átmenetet biztosító rendszerek működtetését, a beruházók folyamatos támogatásának, a bizonytalanság kiküszöbölésének érdekében.

Az Európai Unióban a megújuló energia támogatásának lehetőségeit a 2001/C 37/03 számú Community Guidelines on State Aid for Environmental Protection iránymutatás szabályozza. A környezetvédelem a joganyag szerint minden olyan tevékenységet magába foglal, amely a fizikai környezetünk vagy természeti erőforrásaink károsodásának megakadályozását vagy helyreállítását szolgálja, vagy elősegíti az erőforrások hatékony felhasználását. A környezetvédelem részének tekinti az összes olyan tevékenységet, amelyek az energiahatékonyság növelését, vagy a megújuló energiaforrások használatát célozza meg. A megújuló energiaforrások fogalmának meghatározásánál a 2001/C 37/03 iránymutatás a később véglegesített és elfogadott 2001/77/EC direktívát tekinti meghatározónak, amely a következő, nem fosszilis energiaforrásokat definiálja megújulóként:



Egyes tagországokban – adottságaik folytán – bizonyos megújuló energiaforrások nem elérhetőek. Így például az árapály, a hullámenergia, továbbá a tengerbe telepített – partközeli – szélenergia hasznosítás a tengerparttal nem rendelkező országokban nem jöhet szóba. A geotermikus energia megléte szintén az ország adottságának kérdése.

Bizonyos eltérés van viszont a vízerőművek megítélésében. A vízenergiát egyöntetűen megújulónak tekintik ugyan, azonban néhány tagállam kizárja a nagy vízerőműveket, a megújulókat támogató programjaiból (pl. Egyesült Királyság 10 MW, Németország 5 MW felett). Az EU-direktíva a vízenergiát megújulóként értelmezi, teljesítménytől függetlenül.

A hulladékból égetéssel előállított energiát több országban (pl. Egyesült Királyság, Belgium, Hollandia) „megújulónak” tekintették. Az EU-direktíva szerint az ipari és a városi hulladék szerves részéből előállított villamos energia fele tekinthető csak megújuló jellegűnek. A tőzeg nem tekinthető megújuló energiaforrásnak.

Összefoglalva megállapítható, hogy az EU tagállamaiban azonos a megújuló energiaforrások értelmezése, de bizonyos eltérések vannak azok megítélésében. Tagállamonként más és más szabályozottság tapasztalható felhasználásuk arányait tekintve, melyek egyben a hasznosíthatóságaikat határozzák meg.

2.3.1. A megújuló energiaforrások hasznosíthatósága

A megújuló energiaforrások hasznosíthatóságát több, egymással kölcsönhatásban lévő tényező befolyásolja. Ezek a következőkben foglalhatók össze.

1. *A földrajzi helyzet, a hasznosító ország helyi adottsága*
 - 1.1. napsugárzás intenzitása, napos órák száma évente
 - 1.2. a földterület jellemzői (sík és hegyvidék aránya, talajminőség, erdősültség)
 - 1.3. a szélviszonyok (szélsébség, szélirányjellemzők, változások gyakorisága)
 - 1.4. vízenergia készlet (vízerőműi hasznosítás lehetőségei)
 - 1.5. geotermális energiakészlet
 - 1.6. fosszilis tüzelőanyag ellátottság
 - 1.7. nukleáris energiatermelés lehetőségei

2. *A gazdasági környezet*

- 2.1. a fosszilis tüzelőanyagok árviszonya (olaj, földgáz, szén)
- 2.2. nukleáris fűtőanyag ára
- 2.3. az energiatermelés külső költségeinek mértéke és fedezete
- 2.4. energiahordozók állami ártámogatása

3. *A politikai tényezők*

- 3.1. elérendő célok, koncepciók
- 3.2. stratégiai szervezés, irányítás
- 3.3. környezetvédelmi szempontok képviselése
- 3.4. támogatási árpolitika
- 3.5. nemzetközi programok és azokban való részvételi elkötelezettség (EU-direktívák, ALTENER, KYOTO-protocol)
- 3.6. kedvező szabályozási intézkedések (átvételi árak, tenderek, kvóta kötelezettségek, adókedvezmények)

4. *A technikai és technológiai tényezők*

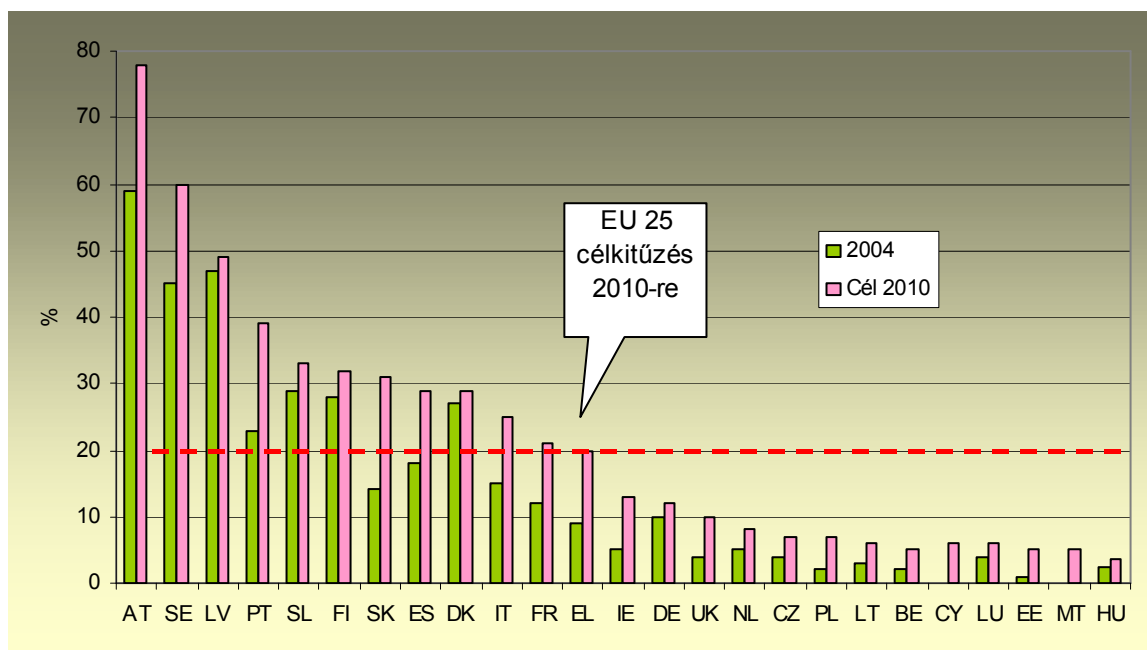
- 4.1. megújuló energetikai technológiák fejlesztési programjai
- 4.2. hálózati adottságok, kapacitás

5. *A társadalmi környezet*

- 5.1. társadalmi tudatosság
- 5.2. hagyományos energiatermelési technológiákkal való összehasonlítás, hatékonysági kérdések
- 5.3. egyes alkalmazásokkal szembeni helyi tartózkodás (szélturbinák, folyami vízerőművek)

A felsorolt tényezők által jellemzett viszonyok az egyes tagországokban eltérőek, és így a hasznosíthatóság feltételei is eltérnek. A lehetőségeiket elemezve az alábbi vállalásokat tették a megújuló energiaforrások részarányának növelésére a villamosenergia-termelés tekintetében.

2-8. ábra: Az egyes tagországok megújuló alapú villamos energia részarányára vonatkozó célkitűzései



Forrás: 2001/77/EK irányelv

A megújuló energiaforrásokkal termelt villamos energia aránya 13,7 %-ot ért el 2004-ben (országokénti nagy eltéréssel). A vízenergia-felhasználásának eredményeképpen kiemelkedik Ausztria, Svédország és Lettország, de jelentős Szlovénia, Dánia és Portugália részaránya is. Magyarország a 2004-ben regisztrált 2,3 %-kal sereghajtó.

2.3.2. A földrajzi helyzet, természeti adottságok

A helyi természeti adottságok jelentős mértékben befolyásolják az egyes országok különböző megújuló energetikai potenciáljait.

A *vízenergia-potenciál* összefügg az éghajlati viszonyokkal, a víz természetes körforgalmával (a teljes csapadékmennyiség és annak évi eloszlása). A kedvező adottságú országok: Ausztria, Svédország, Portugália, Finnország, Spanyolország, Olaszország és Franciaország.

A *közvetlen napenergia* hasznosítása tekintetében a dél-európai országok (pl. Görögország, Olaszország) adottságai a legkedvezőbbek.

A *legkedvezőbb szélenergia-potenciálú* országok: Egyesült Királyság, Írország, Franciaország, Dánia, Spanyolország. Pl. egy Írországiban üzemelő szélturbina-generátor által termelt villamos energia évi mennyisége csaknem kétszerese annak, amit egy ugyanilyen szélturbina Németországban tud termelni (a szélenergia kapacitásaik 2001. év végén: Írország: 132 MW, Németország 8100 MW).

A *biomassza-potenciál* tekintetében a következő országok adottságai a legkedvezőbbek: Finnország, Dánia, Luxemburg, Hollandia, Portugália, Ausztria és Svédország.

A *geotermikus* energiakészletek Olaszországban és Portugáliában a legkedvezőbbek.

2.3.3. Energiapolitikai kérdések

A helyi adottságok között igen lényeges az egyéb (fosszilis) energiahordozók saját készleteinek mennyisége, ami az adott ország energiapolitikáját is befolyásolja (saját gáz- és kőolaj-készletekkel rendelkezők, például Egyesült Királyság és Hollandia).

A *nukleáris energiatermelés helyzete és mértéke* ugyancsak befolyást gyakorol az ország energiapolitikájára. Az EU hét tagállama nem rendelkezik atomerőművel.

Négy tagállam (Belgium, Németország, Svédország és Hollandia) döntött úgy, hogy fokozatosan leépíti és megszünteti az atomerőműveit. Továbbra is fenntartja, fejleszti ezt a kapacitását az Egyesült Királyság, Franciaország és Finnország.

A *nemzetközi elkötelezettségek* a megújuló energiaforrások támogatási politikáját ugyancsak befolyásolják. Az EU-direktiva a nemzetközi villamosenergia-piacon a megújuló energiaforrásokból termelt részhányad 8,1%-os növelését irányozza elő 2010-ig (az 1997.

évihez képest). A villamosenergia-piac liberalizációja megindult, és 2002 áprilisáig öt tagállam (Ausztria, Finnország, Németország, Svédország és az Egyesült Királyság) piaca volt teljesen liberalizált.

A Kyoto-egyezmény alapján az *üvegházhatást okozó gázok emissziójával* kapcsolatosan az EU átlagosan 8%-os csökkentési kötelezettséget vállalt az 1990-es emisszióhoz képest.

2-2. táblázat: CO₂ kibocsátás Megatonnában

	2003	2004	2005	Előirányzat 2010	Kyoto-i cél 2012	Kyoto-i cél alatt %-kal
Esztország	21,2	21,2	20,7	18,9	40,0	52,7%
Lettország	10,7	10,7	10,9	13,6	23,3	41,6%
Litvánia	16,7	21,1	22,6	33,5	44,1	24,0%
Magyarország	83,3	79,5	80,5	87,4	114,9	23,9%
Lengyelország	382,5	396,7	399,0	420,0	551,7	23,9%
Csehország	147,5	147,1	145,6	145,7	180,6	19,3%
Szlovákia	51,1	49,5	48,7	58,3	67,2	13,2%
Egyesült-Királyság	658,0	660,4	657,4	595,6	678,3	12,2%
Svédország	70,9	69,7	67,0	69,8	75,2	7,2%
Németország	1024,4	1025,0	1001,5	955,4	972,9	1,8%
						Kyoto-i cél felett %-kal
Luxemburg	11,3	12,8	12,7	14,2	9,1	56,0%
Ausztria	92,5	91,2	93,3	92,5	68,7	34,7%
Spanyolország	407,4	425,2	440,6	410,2	331,6	23,7%
Olaszország	577,3	580,5	582,2	587,3	485,7	20,9%
Finnország	85,4	81,2	69,3	85,0	71,1	19,5%
Szlovénia	19,7	19,9	20,3	21,6	18,6	16,1%
Dánia	73,6	68,2	63,9	62,6	54,8	14,2%
Portugália	83,7	84,6	85,5	88,0	77,4	13,7%
Írország	68,4	68,6	69,9	68,4	63,0	8,6%
Görögország	137,2	137,6	139,2	150,4	139,6	7,7%
Hollandia	215,4	218,4	212,1	211,8	200,4	5,7%
Belgium	147,6	147,6	143,8	141,6	135,9	4,2%
Franciaország	560,9	556,1	553,4	569,0	564,0	0,9%
Málta	3,1	3,2	3,4	2,2	nincs cél	
Ciprus	9,2	9,9	9,9	12,2	nincs cél	

Forrás: European Environment Agency (EEA), 2007

Az energiapolitikai rányitás és a megújuló energiaforrások támogatási politikája a tagországokban ugyancsak eltérő. Egyes tagállamokban a felelős minisztériumok együttműködnek a megújuló energetikai szervezetekkel és azok szakértőivel. Az alkalmazott támogatási rendszerek különböző pénzügyi eszközöket alkalmaznak (átvételi ártámogatás, mennyiségi elkötelezettség támogatása, adókedvezmény, pályázati lehetőségek támogatása).

A *társadalmi tudatosság* és a megújuló energiaforrások hasznosításával kapcsolatos lakossági vélemények tekintetében ugyancsak vannak eltérések a tagországok között. A társadalmi tudatformálás, a felvilágosítás, a közös vállalkozások létesítése általában elősegíti a kedvező lakossági szemlélet kialakulását. Egyes országokban lehetővé teszik, hogy a fogyasztó környezetkímélő energiatermeléssel előállított villamos energiát igényeljen, magasabb egységáron. Pl. Hollandiában a háztartások 13%-a döntött a „környezettisztán” előállított, de számukra költségesebb villamos energia fogyasztása mellett. Ausztriában tájékoztatást kapnak a fogyasztók arról, hogy milyen energiaforrással működő erőműből kapják a villamos energiát. A fogyasztónak lehetősége van változtatást kérni és más energiatermelőt választani.

2.3.4. A megújulók gyorsabb fejlődését akadályozó tényezők; kilátások és siker-feltételek

Az akadályozó tényezők egyike az ár hatása. A fő probléma az, hogy a konvencionális energiaforrások alkalmazását nem terhelik a külső költségeik, hanem üzleti okokból támogatást kapnak (pl. az 1990-es évtized közepén ez a támogatás 250–300 Mrd USD volt évente világviszonylatban; European Environment Agency, 2007). Erőteljes az ellenállás ennek a támogatásnak a megszüntetésével szemben, ami megmutatkozott a Megújuló Energia Feladattervvel szemben kifejtett amerikai és kanadai állásfoglalásban is (Genova, 2001.), és – kisebb mértékben – ez az EU keretében is megmutatkozik. Az Európa Tanács a 6. Környezetvédelmi Akcióprogramban az Európa Parlament azon kérését érvényesítette, amely a környezeti szempontból negatív hatású célok támogatásának megszüntetését megfontolásra javasolta.

A külső költségek problémája az EU keretében korrigálható (pl. a szénadó útján), legalábbis a fosszilis tüzelőanyagok tekintetében. A 2002 márciusában, Barcelonában tartott csúcskonferencia után ez a cél elérhető közelségbe került, és a 2001/77/EC direktíva is célul tűzi ki a fosszilis tüzelőanyagok és a nukleáris energiatermelés rejtett támogatásának megszüntetését (pl. biztosítás, hulladéktárolás). Ugyanakkor az Európa Tanács a nukleáris energiatermelés fontosságát elismeri (Green Paper, EC 2000 b).

A megújulók elterjesztése irányában való változtatási és támogatási politika még erősítendő, hogy fejlesztésük igazi beindulása megtörténjen (Green Paper, EC 2000–50, IEA REWP 2001:1, 9–10), és a beruházók relatív elbizonytalanodása elkerülhető legyen.

A megújuló energiaforrások jövőjét feltehetően az árak és a politikai támogatások együttesen határozzák meg. Az árak eltorzulását okozó támogatások, továbbá a külső költségek belső költségekké való alakítása várhatóan jelentős javulást eredményezne.

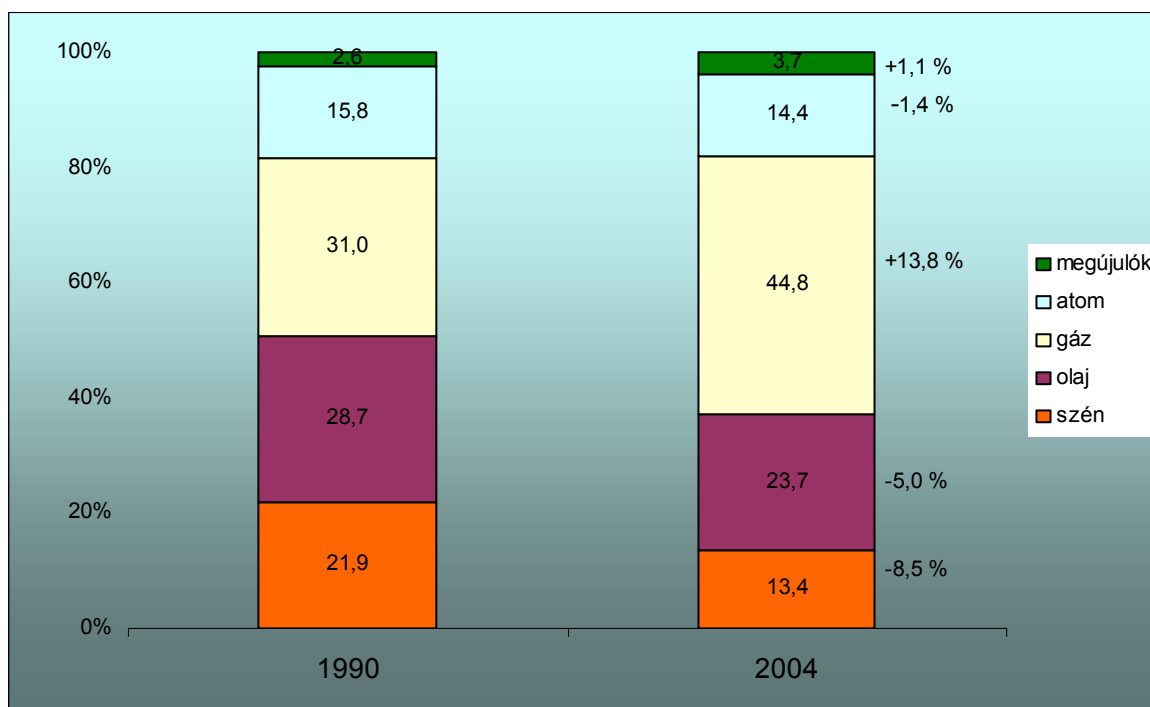
A klímaváltozási egyezmények ratifikálása és fokozatos betartásának szigorítása a továbbiakban ugyancsak segítő hatású.

Általánosságban az EU érdeke a megújulók fejlesztése az egész világon, részben azért, mert az EU már a megújuló energetikai technológiák legnagyobb exportőre, részben pedig azért, mert különben szembe kell, hogy nézzen az olaj és gáz lelőhelyekkel rendelkező, gyorsan iparosodó ázsiai és latin-amerikai országok versenyével. Ugyanakkor a kőolaj- és a földgázkészletek fokozatos csökkenése az olajárak emelkedését eredményezi, ami a megújulókat erőteljesen támogatni fogja.

2.4. Megújuló energiaforrások felhasználásának helyzete és trendje Magyarországon

Magyarországon az energiafelhasználás összetételének változása az Európai Unió átlagánál még kedvezőtlenebb hosszú távú tendenciát mutat. 1990-től 2004-ig ugyan közel 10 %-kal csökkent a hazai összenergia felhasználás, a gázfelhasználás 30 %-os növekedése viszont jelentős ellátás-biztonsági kérdést hordoz magában. Az energia importfüggőség meghaladja a 75 %-ot. A megújuló energiaforrások felhasználásának szándéka tágabb nemzetközi politikák keretébe illeszkedik. Ezek közül meghatározóak az Európai Unió törekvései egy egységes európai energiapolitika kialakítására, amelynek tágabb keretet adnak a klímavédelmet szolgáló nemzetközi és uniós szintű politikák. A megújulók fokozott felhasználása irányába hat továbbá az Európai Unió változó agrár- és vidékfejlesztési politikája, amely alapvetően befolyásolja a jelentőségében meghatározó bioenergia piacot.

2-9. ábra: Az összenergia felhasználás összetételének változása Magyarországon

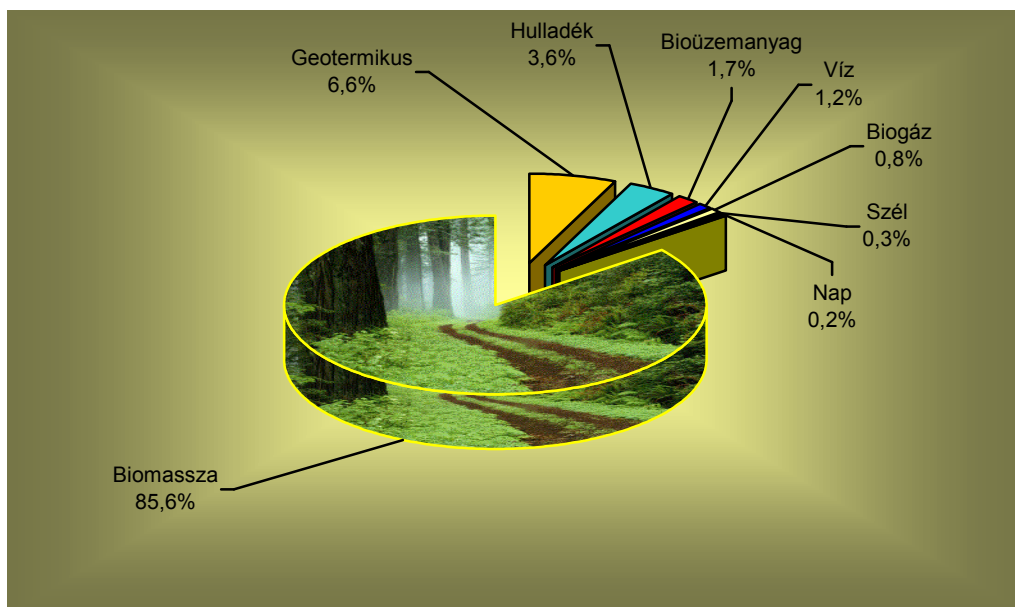


Forrás: GKM, 2006

A megújuló részarány erőteljesen növekedett a másfél évtized alatt. Ez a trend tovább tart napjainkig. 2001-ben 36,4 PJ-t tettek ki a megújulók, 2006-ban már 54,8 PJ-t (50,8 %-os növekedés), ezzel már a primeren belül 4,7 %-t jelentett. A kilencvenes évek közepe óta tartó stagnálást 2003 után váltotta fel intenzívebb növekedés, ami a kedvező támogatási rendszer hatására a biomassza alapú villamosenergia termelés felfutásának volt legnagyobb részben betudható.

Magyarországon a legjelentősebb megújuló energiaforrás a biomassza, amely 2006-ban az összes megújuló energia közel 90%-át adta. A biomasszát jelentőségében a geotermikus energia (3,6 PJ), a megújuló alapú hulladék felhasználás, a bioüzemanyag (0,96 PJ), és a vízenergia (0,67 PJ) felhasználás követi, de ezek nagyságrendileg lényegesen elmaradnak a biomassza felhasználásától.

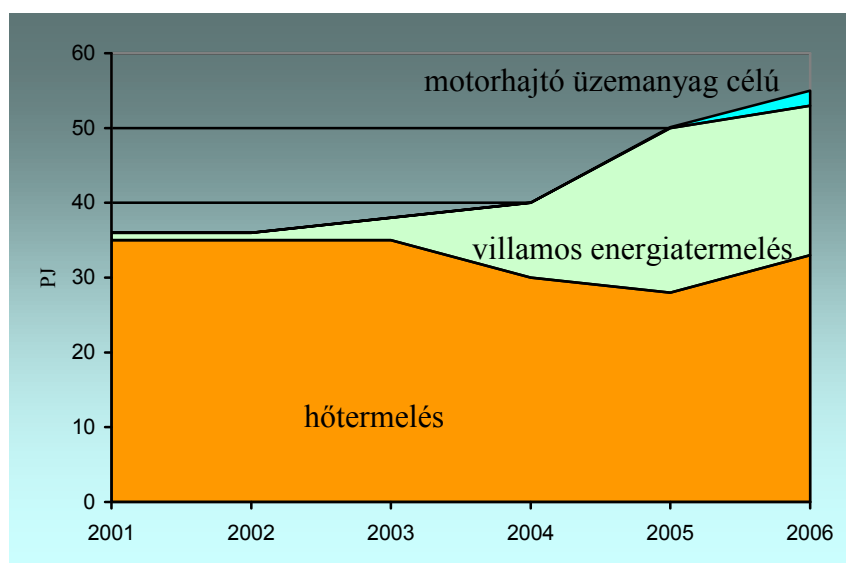
2-10. ábra: Megújuló energiafelhasználás megoszlása 2006-ban



Forrás: GKM., 2007.

A 2006-ban az összesen felhasznált közel 55 PJ értékű megújuló energiahordozó többsége a hőenergia termelésben hasznosult. A legjelentősebb növekedés a megújuló alapú villamosenergia-termelésben következett be, de még mindig 61 % a hőtermelés részaránya.

2-11. ábra: A megújuló energiafelhasználás alakulása felhasználási területek szerint



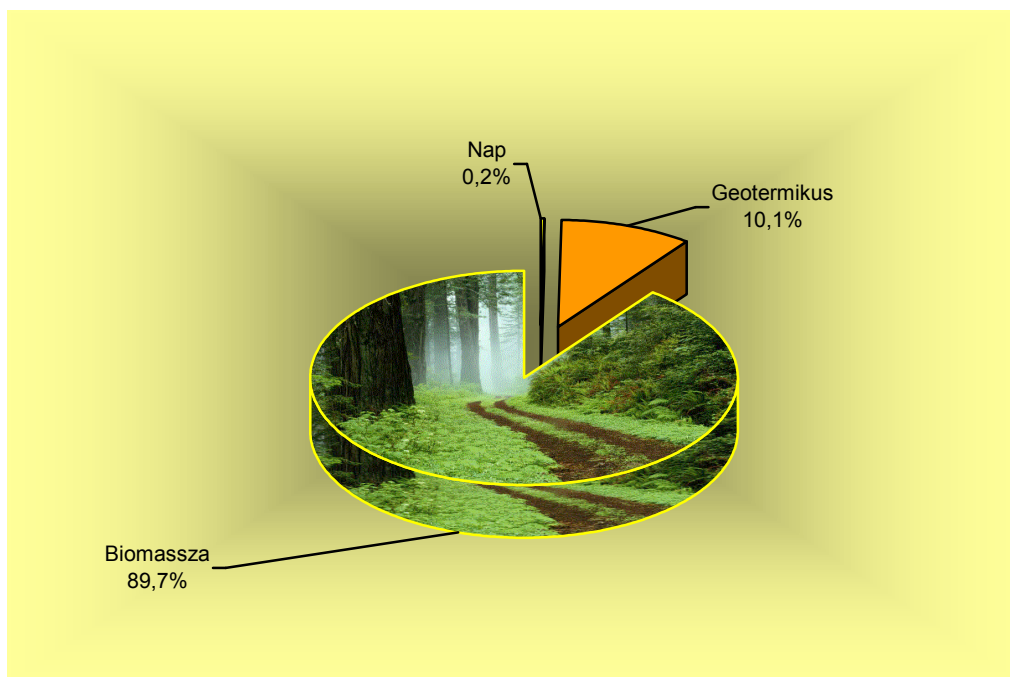
Forrás: GKM, 2007

2.4.1. Megújuló alapú hőenergia-termelés

Hazánkban hőtermelésre vonatkozó támogatás nincs, az egységes európai szabályozás hiányában egyelőre nem is várható, legfeljebb beruházás-támogatás.

A hőtermelés kiemelt pontja energiapolitikánknak. 2006-ban a 926,5 PJ volumenű közvetlen (végső) energiafelhasználásnak több mint a fele (490 PJ) hőigények kielégítését szolgálta. Ebből a mennyiségből 330 PJ közvetlen fűtésre, ill. használati melegvíz előállításra fordítódott. A közel 55 PJ volumenű megújuló energiafelhasználásból 36 PJ a hőtermelést szolgálta.

2-12. ábra: Hőtermelésre fordított megújuló energiaforrások hazai megoszlása 2006-ban



Forrás: GKM, 2007

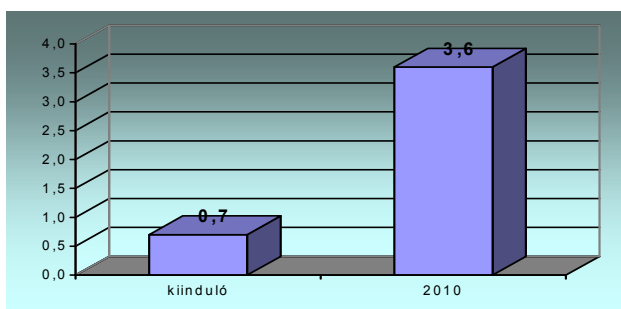
A megújuló alapú hőtermelésben a biomassza képviseli a legjelentősebb volument és részarányt, ezen felül a geotermikus hőtermelés tekinthető viszonylag jelentősnek. A megújulók hazai részaránya a hőigények kielégítésében, 2006-ban nem érte el a 10 %-ot, felhasználói oldalon tehát viszonylag nagy a megújulókkal elvben kiváltható hőigény.

2.4.2. Megújuló alapú villamosenergia-termelés

A magyar energiapolitika sarokpontja az energiapiaci liberalizáció, de igen hangsúlyosan megjelenik az energiahatékonyság és a megújuló energiák nagyobb térhódítása is. Az 1107/1999 (X. 8) Kormányhatározat 2010-re 50 PJ-ra irányozza elő a megújulók éves mennyiségét a primer energiafelhasználásban. Tekintve a hozzávetőlegesen 1000 PJ/év hazai energiafelhasználást, ez ugyanakkor még a felét sem éri el az EU 1998-as Fehér Könyvének a Közösségre vonatkozó, szintén 2010-re elérendő 12%-os célkitűzésének. Már ebből a szempontból is látszik, hogy a meglévőknél hatásosabb és hatékonyabb intézkedésre van szükség, de ez még szembetűnőbb, ha az EU 2001-es, a megújulókból termelt elektromos áramra vonatkozó direktívájának 2010-re elérendő – közösségi szintű – 22%-os célkitűzését tekintjük (2001/77/EC). Ezt az átlagos célkitűzést tehermegosztás keretében tagállamról tagállamra változó célokra bontották, az adott ország megújuló potenciálját és költségeit figyelembe véve.

Magyarország a direktíva megszületése után egyezett meg az Unióval, egy nagy szakadékot áthidaló kompromisszum eredményeként. Az várható volt, hogy az akkori kevesebb, mint 1%-os megújuló energiaforrás arányt jelentősen növelni kell majd, azonban az Unió 11%-os kiindulópontja teljes mértékben irreális és meglepő volt. Végül 3,6%-os megegyezés született, de ez az arány is túlzónak, valamint megvalósítása várhatóan költségesnek tűnt. Fontos állandóan szem előtt tartani, hogy milyen célokat szeretne a környezet- és energiapolitika elérni, e célok elérésében milyen állami beavatkozás indokolt, s milyen keretek megteremtése, milyen szakpolitikai és egyéb eszközök segítenek a célok érdekében.

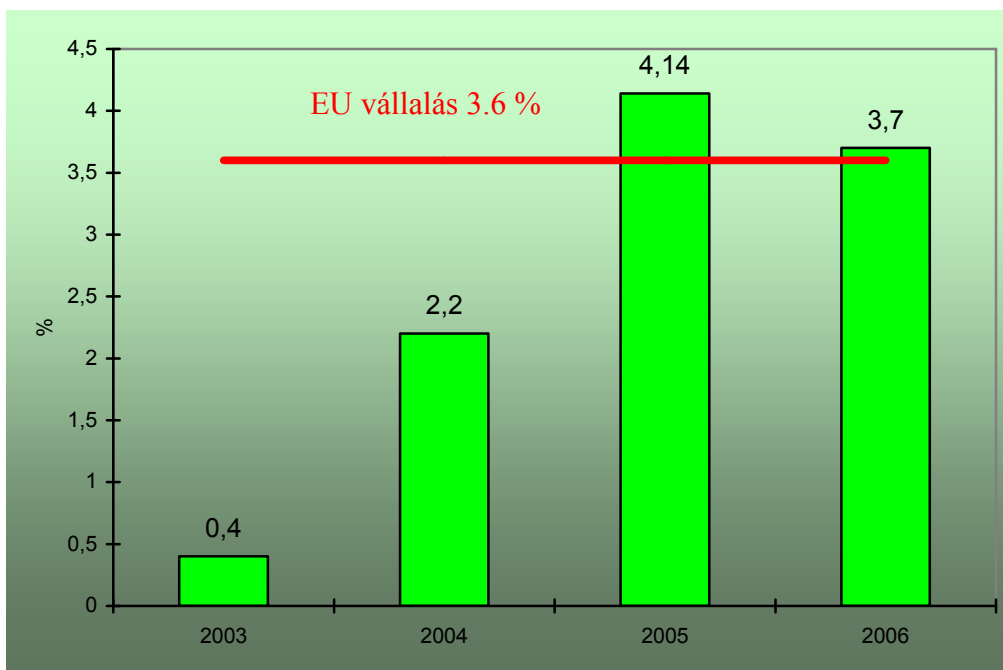
2-13. ábra: RES-E fogyasztási arány



Az érvényes EU irányelvek és az azokból következő hazai támogatási rendszer jelenleg elsősorban a megújuló energiaforrások felhasználásával történő villamos energiatermelést preferálja. A „zöld” áram termelést a magyar jogszabályok az átvételi kötelezettséggel és az átvételi árba épített közvetlen árkiegészítéssel támogatják.

A megújuló alapú (dendromassza) villamos energiatermelés 2003 utáni felfutás annak volt köszönhető, hogy a meglévő erőművi kapacitásokat átállították, jellemzően tűzifa és fűrészipari hulladék eltüzelésére alkalmas technológiára (Kazincbarcikai Erőmű - 30 MW, Pécsi Erőmű - 49 MW, Ajkai Erőmű – 20 MW), valamint a meglévő szenes erőművekben, átalakítás nélkül szénrel való együtt-tüzelésre. Eredményeképpen 2005-ben már a vállalás 3,6 %-os részarányát átlépte Magyarország.

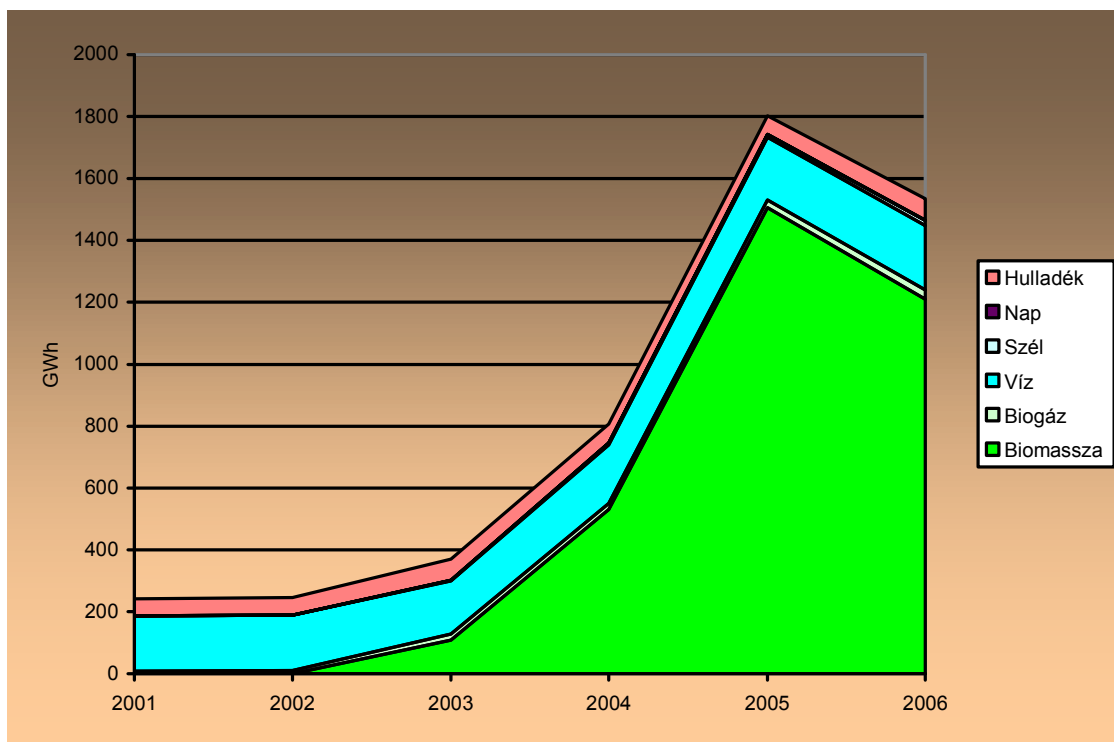
2-14. ábra: Megújuló bázisú villamosenergia-termelés részaránya Magyarországon



Forrás: GKM, 2006

A biomasszán felül a megújuló alapú áramtermelés kb. 12 %-át a vízenergia, további 6 %-át pedig kommunális hulladék felhasználásával állították elő 2006-ban

2-15. ábra: Megújuló alapú villamos energiatermelés alapanyag összetétele



Forrás: GKM, 2007.

A biomasszán belül gyakorlatilag a fa alapanyagot kell érteni.

2.4.3. A megújuló alapú energiatermelés támogatása Magyarországon

Az EU-n belüli tagállamok többségében, így hazánkban is, a támogatás elsődlegesen a termelésen keresztül történik. A termelési támogatások közül a támogatott átvételi ár (feed-in-tariff) a legelterjedtebb. A villamos energiáról szóló 2001. évi CX. Törvény (VET) vezette be a kötelező átvétel intézményét, majd későbbi módosítással (2005), az átvételi kötelezettségen túl az átvételi árat is a törvény szabályozza. Ekkor a kiinduló ár $k \cdot 23$ Ft/kWh, ahol a „k” tényező a fogyasztói árindex. Ezzel egy jól kiszámítható és stabil árrendszer alakult ki, mely lépést tart az inflációval.

A rendszer ekkor fix, de technológiánként differenciálatlan. Szigorítások következtek, melyben elkülönítésre került az időjárástól függő (nap, szél) és független (biomassza, geotermális) megújuló erőforrások. Továbbá a Magyar Energetikai Hivatal feladatául kapta, erőművi, vagy kiserőműi engedélyben a kötelezően átveendő mennyiséget és annak időtartamát.

Az átvételre kötelezett szolgáltatók az átvételi árak és a közüzemi nagykereskedelmi díjak különbsége alapján számított „kompenzációt” (KÁP) kapnak a rendszerirányítótól.

A rendszer működésére jellemző, hogy kedvező megtérülési időt biztosít, de csak egyes megújulóknál.

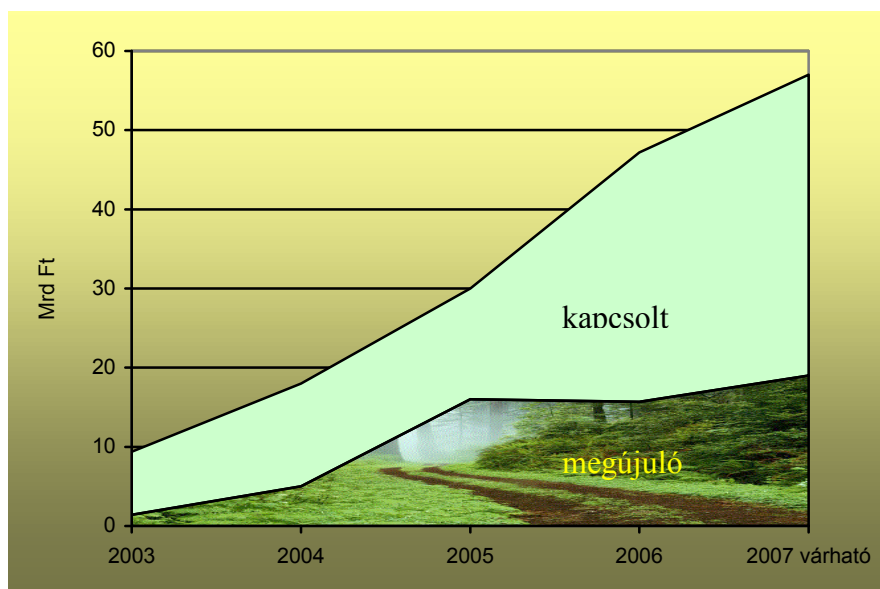
2-3. táblázat: Beruházások megtérülési ideje, 8 %-os eszközarányos nyereséggel kalkulálva

Új biomassza erőmű	8-9	év
Szélturbina	<7	év
Hulladékégető	10	év
Biogáz bázisú erőmű	11	év
Napelem	>40	év
Geotermikus erőmű	10	év

Forrás: GKM, 2007.

A rendszer egyik jelentős feszültségpontja, hogy nem tisztán a megújuló erőforrásokra vonatkozik, hanem az ún. kapcsolt alapú villamos energiatermelés támogatására. A hőtermelésben energiatakarékossági és környezetvédelmi szempontból igen kedvező a kapcsolt termelés, viszont ezzel növekedik a forrásoldali rugalmatlanság, ami a tisztán megújuló rendszerbe való integrálását nehezíti. A megújulók hazai támogatási rendszere számos ellentmondással, aszimmetriával terhelt. Ezek közül a legfontosabb a megújuló hőpiac hiányzó támogatása, valamint a KÁP-kassza, nem tervezett, gyors ütemű növekedése (2003-ban 9,4 Mrd Ft; 2006-ban 47,2 Mrd Ft).

2-16. ábra: A támogatott áron történő kötelező átvételi rendszer folyó kifizetése



Forrás: GKM, 2007.

2.4.4. Számba vehető megújuló potenciák és lehetséges scenáriók

Becslésen alapuló megközelítés áll rendelkezésre, mely több oldalról is kereteket szab, így a korlátlanul rendelkezésre álló abszolút mennyiséget és folyamatosan csökkenő értékeket mutat ki, a megtermelhetőség, felhasználhatóság korlátjaival. Továbbá közgazdasági szempontokat figyelembe véve újbóli átrendezések állnak rendelkezésre.

A Magyar Tudományos Akadémia Energia Albizottsága 2005-2006-ban készítette el az eddigiekhez mért legrészletesebb elemzést, célul tűzve ki a maximális lehetőséget.

2-4. táblázat: Megújuló lehetséges produktuma

Megújuló energiahordozó típus	MTA Megújuló Energia Albizottság felmérése (PJ)	2006-ba hasznosított (PJ)
Nap	1838,0	0,1
Víz	14,4	0,7
Geotermia	63,5	3,6
Biomassza	328,0	49,2
Szél	532,8	0,2
Összesen	2776,7	53,8

Forrás: MTA, GKM, 2006

A becsült érték közel 2,5-szerese a teljes energiaigénynek. Annak ellenére, hogy nem készült minden technológiai-, gazdasági-, társadalmi feltételt figyelembe vevő tanulmány, állítható, hogy Magyarország megújuló források tekintetében nem szegény ország.

A legvitatottabb terület a biomassza, a becslések nagy eltéréseket mutatnak. A bioenergetika három területére fókuszálva az alábbi becslés áll rendelkezésre, mintegy 7-15 évet megelőzve.

2-5. táblázat: Számításba vehető biomassza megoszlása

Energetikai célra felhasználható biomassza potenciál (PJ)	
Bioüzemanyagok	
bioetanol	36
biodizel	9,5
Szilárd biomassza	188,26
Biogáz	25
Összesen	~260

Forrás: FVM, 2007

A fenti becslés is csak a megtermelhetőség határait vizsgálta, nem terjedt ki a logisztikára.

A becslést megelőzően 2006-ban az European Environment Agency (Európai Környezetvédelmi Ügynökség), fenntarthatósági szempontokat is figyelembe véve a hazai biomasszára alapuló megújuló potenciált 145,5 PJ-ra becsülte.

Mindezek figyelembevételével a GKM 2020-ra megfogalmazott stratégiája ezt az értéket a biomasszára elfogadta, és elkészítette a stratégia alapjául szolgáló kiaknázható megújuló potenciálokat.

2-6. táblázat: Kiaknázható megújuló potenciálok szerkezete

Megújuló energiahordozó típus	Kiaknázható potenciálok (PJ)
Nap	2,0
Víz	1,0
Geotermia	12,0
Biomassza	142,0
Szél	6,0
Összesen	163,0

Forrás: GKM, 2007.

A GKM a rendelkezésre álló becslések alapján a részarányokra vonatkozó célértékek meghatározásához két scenáriót állított fel:

- BAU – a szokásos „üzletmenetre” épülő forgatókönyvet
- Policy - a javasolt intézkedéseket megvalósító stratégiai forgatókönyvet

2-7. táblázat: BAU és Policy megújuló összesen forgatókönyve

Megújuló energiafelhasználás mindösszesen (PJ)	2005	2020	2020
		BAU	Policy
Mindösszesen	49,93	135,94	186,28
Bioüzemanyag	0,21	19,55	19,55
Összesen (bioüzemanyag nélkül)	49,72	116,39	166,73
Vízenergia	0,73	0,88	0,88
Szél	0,04	4,04	6,12
Napenergia	0,08	0,42	1,66
Geotermikus	3,63	7,27	11,36
Biomassza	43,56	93,70	130,81
Biogáz+biometán	0,30	6,75	12,57
Hulladék megújuló része	1,38	3,33	3,33

Forrás: GKM, 2007

Az összehajrá vizonylatában, 2020-ban a BAU forgatókönyv alapján 11%-ot, Policy alapján 15 %-ot ér el a megújuló részarány, mely értékek az EU-s elképzelések alatti tartományokat prognosztizálják.

2-8. táblázat: BAU és Policy megújulóól előállított villamos energiatermelés prognózisa

Megújuló villamosenergia-termelés (GWh)	2005	2020	2020
		BAU	Policy
Összesen	1802	7557	9470
Vízenergia	202	243	243
Szél	10	1122	1700
Napenergia	0	1	1
Geotermikus	0	520	656
Biomassza	1506	4982	6011
Biogáz	25	547	717
Hulladék megújuló része	59	142	142

Forrás: GKM, 2007

2-9. táblázat: Megújulóól termelt villamos energia TPS egyenértékben

Megújuló villamosenergia-termelés TPES egyenértéke (PJ)	2005	2020	2020
		BAU	Policy
Összesen	21,43	65,00	79,69
Vízenergia	0,73	0,88	0,88
Szél	0,04	4,04	6,12
Napenergia	0,000	0,002	0,002
Geotermikus	0,00	1,87	2,36
Biomassza	19,62	51,43	62,02
Biogáz	0,23	4,93	6,46
Hulladék megújuló része	0,81	1,85	1,85

Forrás: GKM, 2007

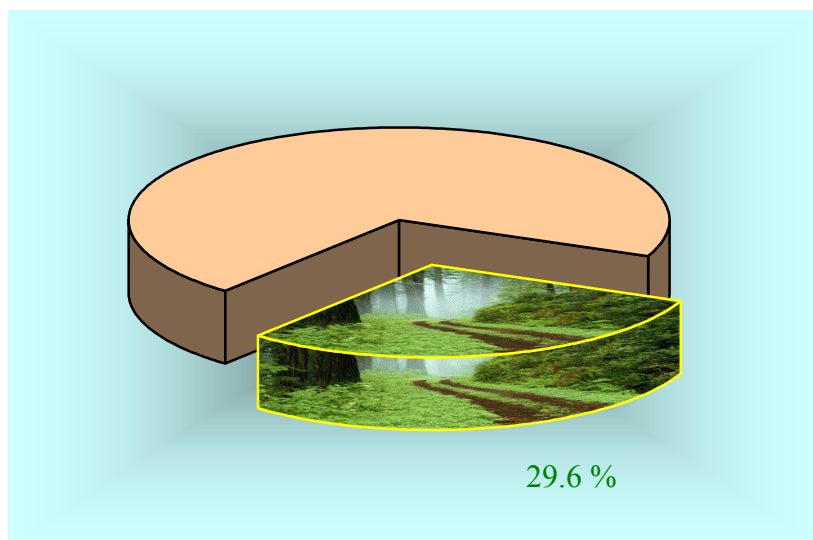
A zöld áram termelés terén várható a legjelentősebb fejlődés, ami nagy részben a biomassza alapú felhasználás eredménye.

A több mint 3-, ill. 4-szeres növekedés megbízható alapja, a prognosztizált biomassza-termelés mellett, továbbra is a hagyományos erdőgazdálkodásból származó energetikai alapanyag, a tűzifa.

2.5. Az erdők szénkészlete, magyar erdőgazdálkodás primer produktuma a szcenáriók tükrében

A vegetáció, ezen belül az erdőtakaró jelentős szerepet játszik a földi klíma stabilizálásában és mérséklésében. Összetétele és kiterjedése a légköri CO₂ megkötését, valamint a szárazföldek hőháztartását befolyásolja. Az erdők energiaelnyelő képessége kedvezőbb, mint más területhasználati formáké (a lomberdő albedója 13-17 %, a száraz legelőé 30-32 %), és lényegesen magasabb a megtermelt és az ökoszisztémában hosszabb időre elraktározott élő és holt szerves anyag mennyisége is. Az erdőterületek szénraktározó szerepe különösen a mérsékelt öv nedvesebb részén, valamint a boreális övben jelentős.

2-17. ábra: Bolygónk szárazföldjének erdősültsége

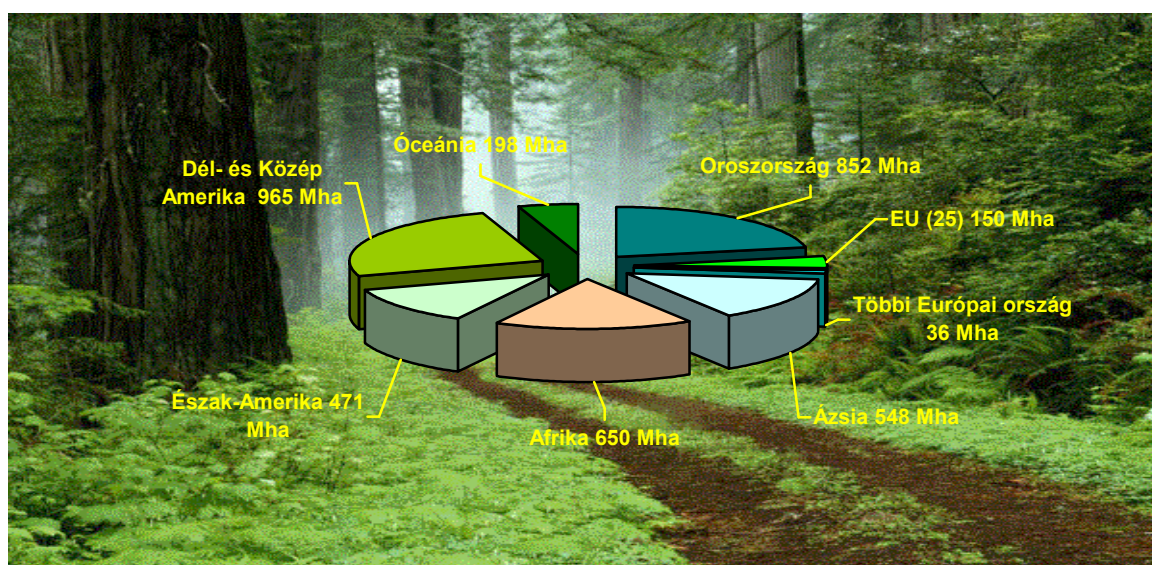


Forrás: FAO, 2003

Ma a szárazföldi növények évente mintegy 2,5 billió tonna, a vízi növények pedig ugyancsak 2,5 billió tonna szenet kötnek meg. A légzés során ebből a növényzet közel 2,5 billió tonna szenet juttat vissza a légkörbe.

A fennmaradó évi 2,5 billió tonna szén a bioszféra anyagforgalmába kerül. A légköri szén hosszabb időre ma is főleg a tengerekben kötődik meg, a szárazföldi ökoszisztémákban, így az erdők faállományában megkötött szén természetes körülmények között az egyed elhalása után újra felszabadul. A szénkörforgás sebességét a klimatikus viszonyok szabályozzák: a trópusi esőerdőkben igen gyors, a boreális öv tajgáin lassúbb. Itt a vastag avartakaróban és tőzegben, az enyhébb éghajlatú területeken pedig a talajban humuszként tárolódik a megkötött szén.

2-18. ábra: Földrészenkénti megoszlás



Forrás: FAO, 2003

A fenti felosztásban Oroszországot csak az Európába eső területarányal kell értelmezni, az azon kívüli Ázsiánál van feltüntetve, így Európának teljes erdőterülete 1 038 M ha. Az EU 25 országainak népességét figyelembe véve (461 millió fő) egységesen 0,32 ha erdőterület jut egy főre.

Az EU 25-n belüli közel 150 M ha erdő jellemzőit a FAO Rómában 2003-ban elemeztette ki és viszonyította egymáshoz:

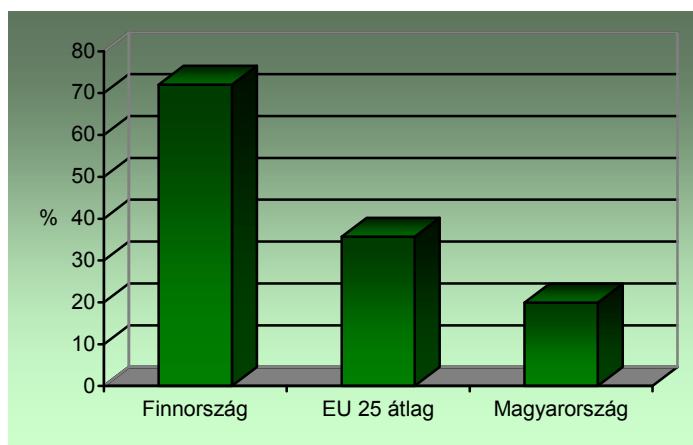
2-10. táblázat: EU-25-ök erdőterület adatai

Ország	Teljes terület	Erdőterület	%	Lakosság (1999)	ha/fő	Élőfakészlet	Élőfakészlet
	x 1000 ha	x 1000 ha		x 1000		x M m3	m3/ha
Ausztria	8 273	3 886	46,97	8 177	0,48	1 110	286
Belg./Luxemb.	3 282	728	22,18	10 579	0,07	159	218
Csehország	7 728	2 632	34,06	10 262	0,26	684	260
Dánia	4 243	455	10,72	5 282	0,09	56	123
Egyesült-Királyság	24 160	2 794	11,56	58 974	0,05	359	128
Észtország	4 227	2 060	48,73	1 412	1,46	321	156
Finnország	30 459	21 935	72,01	5 165	4,25	1 945	89
Franciaország	55 010	15 341	27,89	58 886	0,26	2 927	191
Görögország	12 890	3 599	27,92	10 626	0,34	163	45
Hollandia	3 392	375	11,06	15 735	0,02	60	160
Írország	6 889	659	9,57	3 705	0,18	49	74
Lengyelország	30 442	9 047	29,72	38 740	0,23	1 930	213
Lettország	6 205	2 923	47,11	2 389	1,22	509	174
Litvánia	6 258	1 994	31,86	3 682	0,54	366	184
Magyarország	9 234	1 840	19,93	10 076	0,18	326	177
Málta	32	0,32	1,00	386	0,00	0	0
Németország	34 927	10 740	30,75	82 178	0,13	2 880	268
Norvégia	30 683	8 868	28,90	4 442	2,00	785	89
Olaszország	29 406	10 003	34,02	57 343	0,17	1 450	145
Portugália	9 150	3 666	40,07	9 873	0,37	299	82
Spanyolország	49 945	14 370	28,77	39 634	0,36	632	44
Svájc	3 955	1 199	30,32	7 344	0,16	404	337
Svédország	41 162	27 134	65,92	8 892	3,05	2 914	107
Szlovákia	4 808	2 177	45,28	5 382	0,40	552	254
Szlovénia	2 112	1 107	52,41	1 989	0,56	313	283
Összes	418 872	149 532	35,70	461 153	0,32	21 193	142

Forrás: FAO, 2006

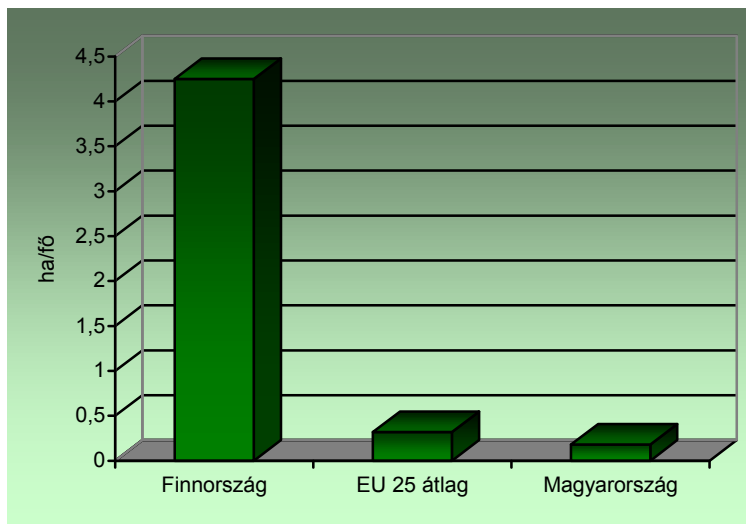
A fenti táblázatban pirossal jelölve az egyes oszlopok maximumai.

2-19. ábra: Erdőterület aránya az összterülethez



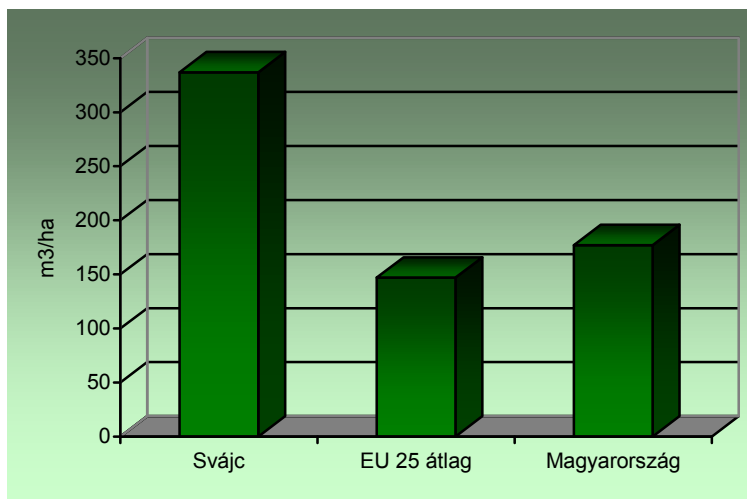
Forrás: FAO, 2006

2-20. ábra: Lakosságra vetített fajlagos mutató



Forrás: FAO, 2006

2-21. ábra: Erdőterület hektáronkénti élőfakészlete



Forrás: FAO, 2006

2.5.1. A magyarországi erdők élőfa-készletének szénmennyisége

Az erdő az éghajlatváltozás folyamatát a szénforgalomban betöltött szerepén keresztül befolyásolja. A Föld erdőterületének csökkenése (erdőirtások, erdőtüzek) még ma is csaknem 10 millió ha évente. Az ennek következtében szabaddá váló CO₂-gáz mintegy 20%-kal járul hozzá a légkör antropogén eredetű szén-dioxid-szintjének emelkedéséhez, ami 1.6 billió t/év

emissziós értéket takar (Obertle és t.sai. 1989.). Az emelkedés legnagyobb hányada a fosszilis energiahordozók felhasználásához kötődik (6.3 billió t/év). A szabaddá váló szén-dioxid 30 %-át a vegetáció szervesanyag-képzéshez újból felveszi, további 30 %-a a világtengerekben elnyelődik, 40 %-a pedig az atmoszférában marad.

A fatestben tárolt szénkészlet mennyisége a fák növekedésével évente gyarapszik és erdőművelési beavatkozással egy része kikerül az ökoszisztémából. Az értékelhető elemzéshez ismerni kell az egyes fafajok széntartalmi jellemzőit, növekményüket és felhasználásukat, valamint a használatuk kibocsátási értékeit, ill. mechanizmusát.

1 tonna faanyag képződésekor az élőfa átlagosan 1851 kg széndioxidot használ fel, fafajonként kis eltéréssel. Ha meghatározzuk a hazai erdők élőfakészletének szárazanyag-tartalmát, akkor megbecsülhető a tárolt szén-dioxid mennyiség.

Ahhoz, hogy megkapjuk az egyes fafajok m^3 -kénti széntömegét, először meg kell határozni a szárazanyag tartalmának a tömegét (Sz). A szárazanyag (Sz, tonnában) a bázissűrűség (p_b , t/m^3) és az élőfakészlet (V, m^3) szorzataként határozható meg. A szárazanyag (Sz) és a széntartalom %-nak szorzata adja meg a szénkészletet (tonnában).

$$Sz = p_b \times V$$

$$\text{Szénkészlet} = Sz \times \text{széntartalom}\%$$

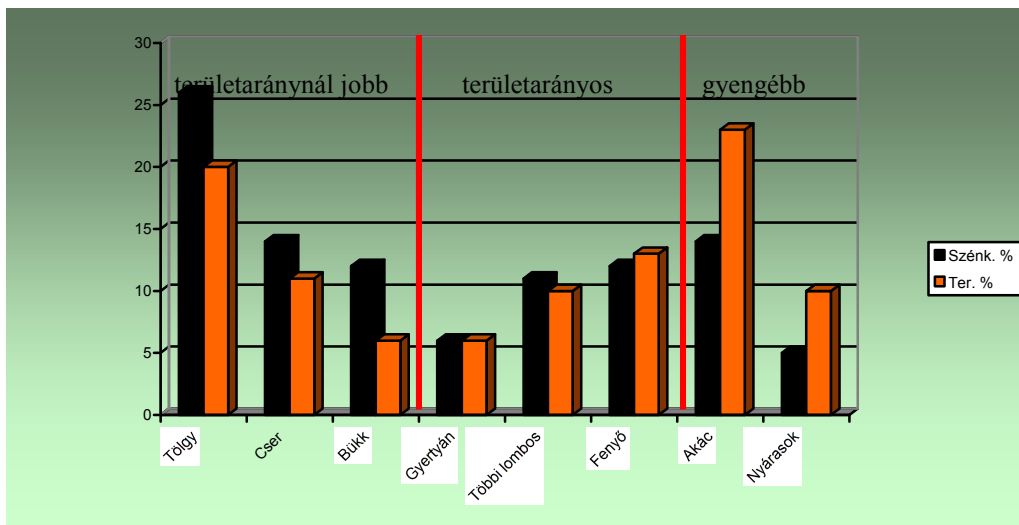
2-11. táblázat: Élőfakészlet és szénkészlet

Fafaj	Élőfakészlet	Sűrűség	Száraz a.	Szén tart.	Szénkészlet
	millió m^3	t/m^3	millió t	%	millió t
Tölgy	81,8	0,570	46,626	49,4	23,033
Cser	43,8	0,570	24,966	49,4	12,333
Bükk	39,2	0,558	21,874	48,5	10,609
Akác	41,2	0,627	25,832	49,5	12,787
Gyertyán	17,5	0,630	11,025	49,0	5,402
Nemes nyár	13,1	0,350	4,585	49,7	2,279
Hazai nyár	9,2	0,400	3,680	49,7	1,829
Többi lombos	36,8	0,540	19,872	49,8	9,896
Fenyő	51,7	0,430	22,231	49,8	11,071
Összesen	334,3		180,691		89,239

Forrás: Állami Erdészeti Szolgálat 2004. Sűrűség és széntartalom adatai: Molnár 1999.

A fafajonkénti elemzés mutatja, hogy a széndioxid-megkötés, illetve a széntárolás szempontjából a lassan növé értékes, keménylombos fajok a meghatározók. Területi elterjedésüknél nagyobb szénkészlettel a tölgyesek (26 %), a cseresek (14 %) és a bükkösök (12 %); területi arányuknak megfelelő szénkészlettel a gyertyánosok (6 %), az egyéb lombos fajok (11 %) és a fenyvesek (12 %) rendelkeznek; míg kevesebbel az akácok (14 %) és a nyárasok (5 %).

2-22. ábra: Fafaj és szénkészlet aránya



Forrás: Führer, 1994

A teljes dendromassa szénkészletének meghatározására a Führer (1994) által kimutatott, vágáslap feletti élőfakészlet, a gyökérzet és tuskó, valamint a levélzet aránya az útmutató.

2-12. táblázat: Szénkészlet összetétele

Dendromassa részei	%	millió tonna
Vágáslap feletti élőfakészlet széntartalma	56.6	89.239
Tuskó és gyökérzet széntartalma	42.2	64.956
levélzet széntartalma	2.2	3.469
Összesen	100	157.664

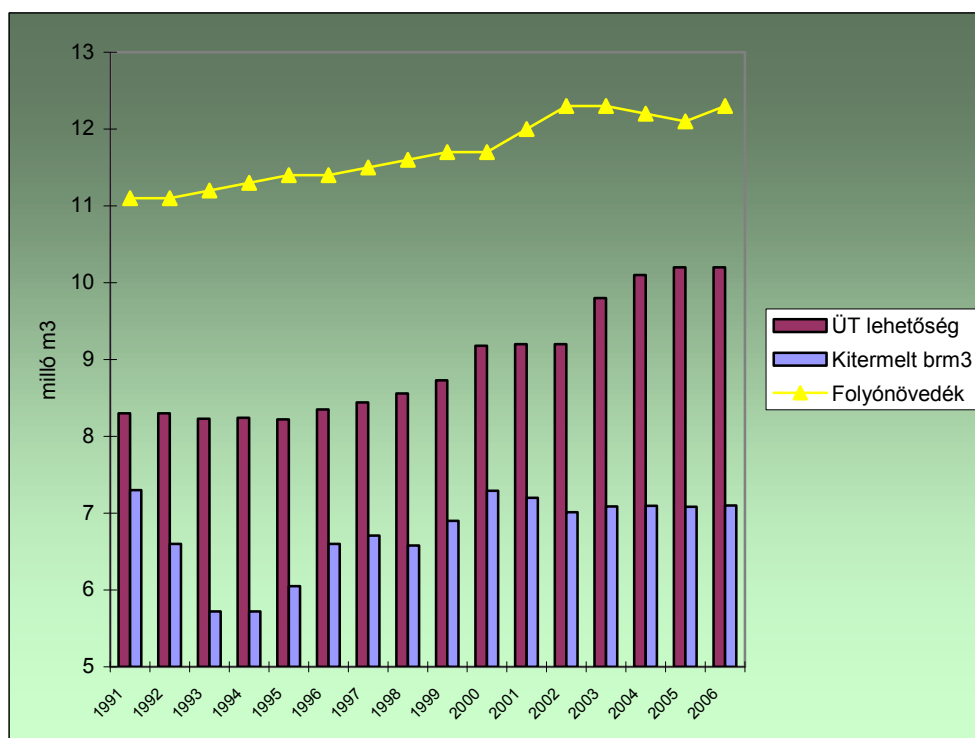
Forrás: Führer, 1994

Ez alapján 2004. január elsején a magyarországi erdők dendromasszájának szénkészlete mintegy 158 millió tonnára becsülhető. Jelen elterjedt technológiák meghatározóan a vágáslap feletti dendromasszát veszik alapul, így nem lemondva a gyökérzet és tuskó adta lehetőségről, csak a közel 89 millió tonnára becsült szénkészlettel számoltam.

Ha 1 m³ átlagos élőfakészletre vetítjük a széndioxid-megkötést, ill. széntárolást, akkor az utóbbi értéke 267 kg/m³. Ebből meghatározható az éves folyónövedékben lekötött széndioxid, ill. széntárolás nagysága: vagyis a 12,9 millió m³ éves folyónövedékben lekötött szénmennyiség mintegy 3,444 millió tonna.

Örökösen és állandóan ismétlődő kérdés, hogy mennyi faanyagot adhatna és ad a magyar erdő primer termék tekintetében. Ehhez a hiteles áttekintéséhez az Állami Erdészei Szolgálat (jelenleg: MGSZH) hivatalos statisztikai adatai adnak támpontot.

2-23. ábra: Fahasználat tényadatai



Forrás: ÁESZ 2006.

Mindezeket követően a választékszerkezet korrekt elemzésével lehet megbecsülni a fenti tételekből a ténylegesen energetikai célra felhasználható primer választékot, azon megjegyzéssel, hogy az értékek jól mutatják, hogy a magyar erdőkből jóval a folyónövedék adta üzemtervi lehetőség alatt van a tényleges fakitermelés, ami egyben igazolás minden kétséget kizárólag, hogy ökológiai értelemben is megbízhatóan számolhatunk az évtizedes statisztikai elemzésen és prognózison alapuló mennyiségi adatokkal.

A fenti adatok választékszerkezetének vizsgálatára szintén az ÁESZ adatai állnak rendelkezésre, amelyek 66 %-os statisztikai felvétel alapján kerültek kimutatásra, de itt már nettó fakitermelési adatok alapján történt meg az elemzés.

2-13. táblázat: Választékszerkezet 2006-ban

Választék	Nettó fakitermelés választékösszetétele
	%
Lemezipari rönk	1,4
Fűrészrönk	20,9
Egyéb fűrészipari alapanyag	4,9
Bányászati faanyag	0,4
Papirfa	10
Rostfa	9,4
Egyéb iparifa	5
Iparifa összesen	52
Tűzifa	48
Összes nettó fakitermelés	100 5 784.3 ezer m3

Forrás: ÁESZ 2006.

Az előzőekből megállapítható, hogy közel 2.8 millió m³ energetikai alapanyagbázissal rendelkezik éves viszonylatban az ország, ami közel 740 000 tonna szénkészletet jelent.

A biomassa elégetésekor a tüzeléstechnikában jellemző paraméterekre kell figyelemmel lenni, ismernünk kell tehát a rendelkezésre álló alapanyag jellemzőit, így az egyik legfontosabbat, a fűtőértéket.

A fűtőértéket az égéshőből (F_o' = kcal/kg-ban; F_o = kJ/kg-ban) számítjuk, az égéshő az elemi összetétel függvénye:

$$F_o = f(C, H, S, N, O)$$

Az égéshő a széntüzelésre kidolgozott képlet felhasználásával számítható. A képletbe az éghető, illetve az égést tápláló elemek %-értékeit írjuk:

$$F_o' \text{ (kcal/kg)} = 8100 \cdot C + 34000 \cdot (H - O/8) + 2500 \cdot S$$

$$F_o \text{ (kJ/kg)} = 0.239 \cdot F_o'$$

2-14. táblázat: Egyes biomasszafélések kémiai összetétele

Biomassza	Kémiai összetevők (%)					Fűtőérték (MJ/kg)
	C	H	O	N	S	
Búzaszalma	45.0	6.0	43.0	0.60	0.12	17.3
Kukoricaszár	44.0	5.8	40.0	1.30	0.12	17.5
Fa	47.0	6.3	46.0	0.16	0.02	18.5
Kéreg	47.0	5.4	40.0	0.40	0.06	16.2
Fa + kéreg	47.0	6.0	44.0	0.30	0.05	18.1
Miskanthus	46.0	6.0	44.0	0.70	0.10	17.4

Forrás: Marosvölgyi 2002.

A fűtőérték (F_u' = kcal/kg-ban; F_u = kJ/kg-ban) az égéshő és a nedvességtartalom (u) függvénye:

$$F_u' \text{ (kcal/kg)} = [(F_o - 600 \cdot (u + 9 \cdot H)) / (1 + u)]$$

$$F_u \text{ (kJ/kg)} = 0.239 \cdot F_u'$$

(u = a nedvességtartalom %/100-ban)

A fentiek alapján Magyarország energiaszektora nagy biztonsággal számolhat évente, hagyományos erdőgazdálkodásból származó tűzifából, közel 36,4 PJ egyenértékű energiára, miközben az erdő és a fa az üvegházhatást elsősorban kiváltó szén-dioxid esetében betölti kettős szerepét:

-
- faállományaink folyamatosan elnyelik és tárolják a szén-dioxidot
 - a faanyag (tűzifa) elégetésekor vagy lebomlásakor – a fosszilis energiahordozók (pl. kőszén, olaj, gáz) égetésére jellemző – többlet szén-dioxid nem keletkezik (tehát csak a lekötött mennyiség kerül vissza a légkörbe, ami ugyancsak visszaépül a folyamatos erdőfenntartás során fotoszintézis útján magába az erdőbe).

Környezetvédelmi szempontból tehát rendkívül fontos, hogy megfelelő információkkal rendelkezünk az előfakészletben megkötött és tárolt szén mennyiségéről.

A számított értéket összevetve a GKM által készített scenáriókkal, megállapítható, hogy a bioüzemanyag nélküli összes biomasszára tett prognózison belül az erdőből származó alapanyag részaránya eléri (BAU estében) az 40 %-ot. Elméletileg fedezi a biomasszából előállított zöld áram alapanyagának 70 %-át.

2.6. A megújuló energiafelhasználás szakirodalmának összegzése

Az ember energiafelhasználását, fizikai értelemben, a minél kisebb energia-bevitellel nyert minél nagyobb energianyerés jellemezi. Ezt a régmúltban az ösztönösség, a közelmúltban és a jelenben a fékevesztett igénynövekedés jellemezi. A fejlődés bővítette az igények táráját (gondoljunk csak nem másra, mint a szórakoztató iparra). Kimondható, hogy a társadalom életszínvonalbeli növekedése progresszív energiaigény növekedést eredményez. Magát a fogyasztót, mivel nem maga az előállító és forgalmazó, közvetlenül nem befolyásolja az eredet és a mód, csak a teljesítőképesség szab számára határt. Tulajdonképpen az előállítót, illetve forgalmazót is csak a „ma” érdekli. Be kell látni, hogy az energia birtoklása napjaink első számú politikai kérdése.

A kutatások, elemzések és maga a tudomány idejekorán követte, avagy megelőzte a két leglényegesebb kérdést:

-
- „mennyit – miből ?”, mérlegre téve a forrásokat,
 - „mit okoz ?”, környezeti hatások tekintetében.

Ha grafikonon ábrázolnánk a társadalom szemszögéből az igény kielégítésére tett erőfeszítések fontosságának %-át, a tudomány „aggódó” információinak %-os súlyával, egy metszéspontot találunk, amit az idősíkban az 1970-es évekre tehetünk. Kezdetben a rohamosan növekvő igénynek és az energiaforrások mennyiségi korlátainak ellentmondása jelent meg, majd később a környezetre gyakorolt hatások vizsgálata. Be kell látni, hogy az embert elsősorban a korlátok rémisztették meg.

Két irányzatban lehet összefoglalni a nem nagy múltra visszatekintő szakirodalmat:

- a problémát tényként (különböző súllyal) elfogadó és egyben alternatívát kereső,
- az aggodalmakat túlzottnak vélő, de az alternatívát (némi ökonómiai és kivitelezhetőségi korlátokkal) elfogadó.

Jelenleg is mindkét irányzat folyamatosan jelen van, de már nincs markáns különbség közöttük és egyirányúnak minősíthető a tevékenységük.

Mindezek hatására születtek meg, és folyamatosan aktualizálódnak a nemzetközi egyezmények, direktívák és vállalások, melyeknek egy közös jellemzőjük van, hogy a tudomány legfrissebb eredményeire támaszkodnak, és óriási spektrumát ölelik fel az egyes tudományágaknak, a fizika tudományától az éghajlat-tudományon keresztül egészen a társadalomtudományig.

A szakirodalom feldolgozásánál egyértelműen sikerült választ kapni, hogy a legelterjedtebb energiaforrás, a fossziliák felhasználása során felszabaduló gázok közül a CO₂ koncentrációja milyen veszélyesen növekvő irányba halad, okozva az éghajlatváltozás szélsőséges megjelenésformáit. Kimutatásra kerültek az egész világ, azon belül Európa energiaigényének trendjei. Magyarország helyzete elemezhető és összességében megállapítható az integrációs stratégiákon belül a lehetőség. A potenciálisan számba vehető megújuló energiaforrásokon

belül pozícionálni lehet a biomassza-forrás jelenleg legmeghatározóbb hányadát kitevő, faalapú energia-potenciálját.

A fenntartható erdőgazdálkodás szempontjait figyelembe véve a hazai erdőkből évente 9 millió m³ a kitermelhető faanyag, amelyből évente közel 7 millió m³-t termelünk ki, és tekintettel a túlnyomóan keménylombos állományainkra, ennek közel a fele energetikai választék, azaz **tűzifa**. Nem figyelmen kívül hagyva a Nemzeti Erdőstratégiában megfogalmazott telepítési akaratot, hazánk ezzel a közel 3,5 millió m³-rel mint megújuló energiaforrással középtávon biztosan számolhat. Nagyon lényeges, hogy ezen alapanyag felhasználása során két dolog figyelembevételével kell meghatározni a továbblépést:

- hol használjuk fel (logisztikai alapokon megközelítve az $E_{\text{output}}/E_{\text{input}}$ kedvező hányadosa érdekében),
- milyen határfokkal hasznosítjuk (decentralizált kogenerációs erőművek).

A szakirodalmi feldolgozás tovább ösztönzött a jelen kutatási témákban való elmélyülésre és egyben megkövetelte az egyes elemzések kísérletekkel történő visszaigazolását.

3. Az erőművi beszállítások erdőgazdálkodásra gyakorolt hatásának vizsgálata az EGERERDŐ Zrt. területén.

3.1. Északi Középhegység erdőgazdálkodási tájcsoport

Az Észak-magyarországi régió erdészeti szempontból kiemelkedő jelentőségű, hiszen 389.698 ha erdőterülettel rendelkezik.

Borsod-Abaúj-Zemplén, Heves, és Nógrád megyékben 2004-ben 1.151.090 bm^3 fakitermelés történt, ez 2,95 $\text{bm}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ év}^{-1}$ fahozamot jelentett – 6,3 $\text{bm}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ év}^{-1}$ folyónövedék folyónövedék mellett, ami egyértelműen a szakszerű gazdálkodás melletti élőfakészlet kiváló ütemű növekedését biztosítja.

Hegy- és dombvidéki táj, sok völgygel szaggatva. Hazánk legmagasabb hegye, a Mátra és legváltozatosabb hegye, a Bükk is ebbe a tájba tartozik. A klímáját meghatározza a domborzati tagoltság. A csapadék a tengerszint feletti magassággal hirtelen nő, 550- 800 $\text{mm} \text{ év}^{-1}$ között található az átlag. A hőmérsékleti átlagok is jelentős megoszlást mutatnak, a

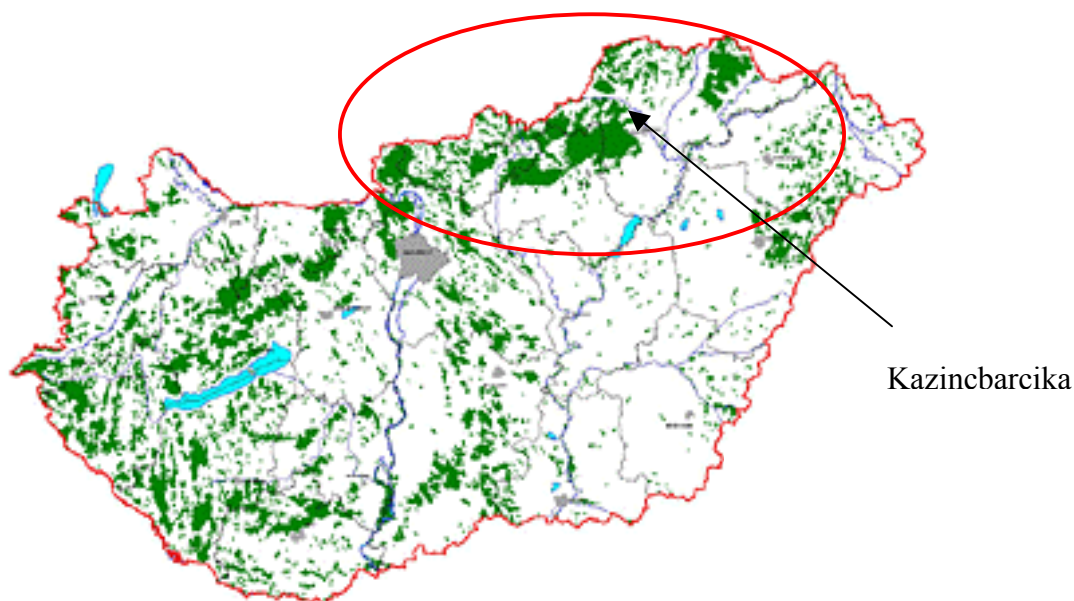
csúcsok 7.5 °C-nál hűvösebbek, viszont a Sajó-völgy 9.5 °C-nál melegebb. A relatív páratartalom kisebb eltéréseket mutat, mint a csapadék vagy hőmérséklet. A klíma hatása a hegyek erdőtársulásainak zonális elterjedésére közismert, ez hazánkban, az Északi Középhegységben jelentkezik legjellegzetesebben.

3-1. táblázat: Az Északi Középhegység erdőgazdasági tájcsoportjai

Hegyvidékek:	15.	Sátorhegység
	17.	Tornai karszt
	18.	Bükkhegység
	20.	Mátra
	21.	Cserhát
	22.	Börzsöny
Dombvidék:	12.	Gödöllői dombvidék
	16.	Borsodi dombvidék
	19.	Hevesi dombvidék

Forrás: ÁESZ Egeri Igazgatósága

A tájcsoport a legmagasabb erdősültségi %-kal rendelkező térség hazánkban (28,2 %), továbbá itt található a legnagyobb összefüggő erdőterületek.

3-1. ábra: Magyarország erdőterülete

Forrás: ÁESZ, 2007

3.2. Egererdő Erdészeti Zrt. erdőgazdálkodásának ökológiai jellemzői, fahasználati keretszámai – a térség energetikai koncepcióváltásának tükrében.

3.2.1. Természeti adottságok

Az Egererdő Erdészeti Zrt. az Északi-középhegység állami tulajdonban lévő erdeinek jelentős részén, valamint néhány száz ha – Alföldhöz tartozó – síkvidéki állami erdőterületen folytat erdőgazdálkodást, mintegy 72 ezer hektáron. Hazánkban a legnagyobb összefüggő erdőterület található a térségben. A Zrt. jelenlegi formájában 1993 óta működik, a Mátra-Nyugatbükki Erdő és Fafeldolgozó Gazdaság jogutódjaként.

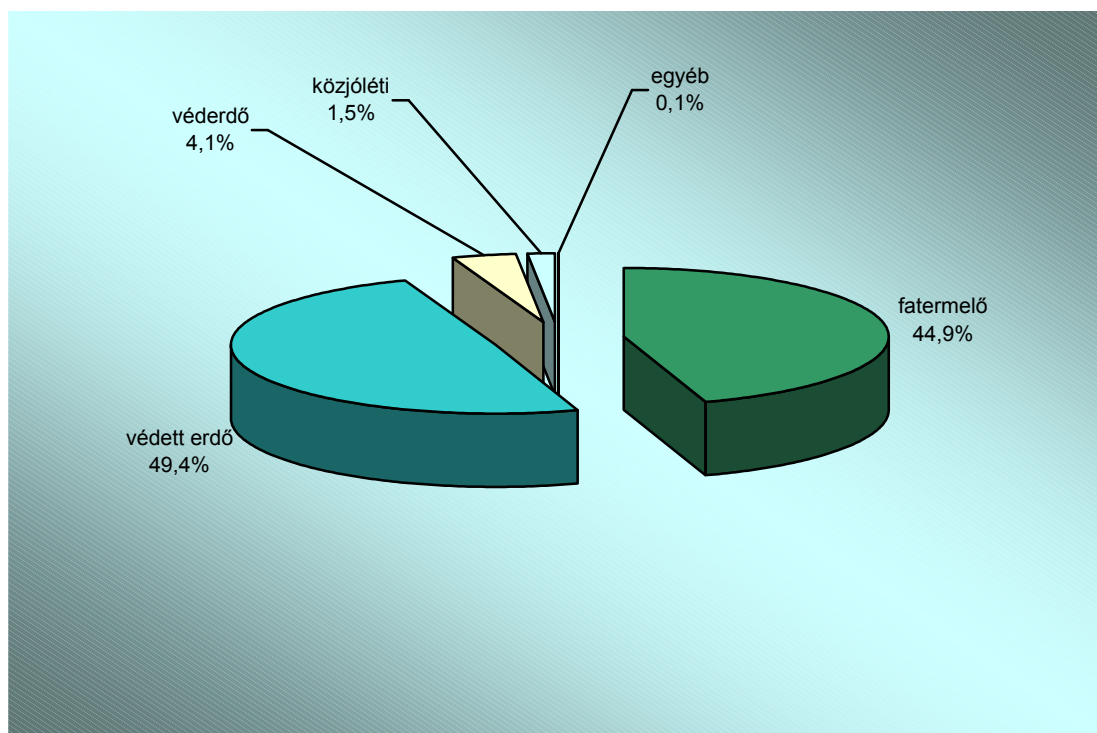
3-2. táblázat: Az Egererdő Zrt. erdőállományainak rendeltetés szerinti megoszlása

	<i>Terület (ha)</i>	<i>%</i>
Gazdasági rendeltetésű	33 645	42,9
Egyéb rendeltetésű	41 238	52,6
Összes erdő	74 883	95,5
Egyéb terület	3 547	4,5
Összes terület	78 430	100,0

Forrás: ÁESZ Egri Igazgatósága, 2006

Az erdőtervezett erdőterület közel 45 %-a elsődleges rendeltetés szerint csak fatermelő funkciót lát el. Az igen jelentős (országos átlagot messze meghaladó) védett besorolás a használati korlátok sorát állítja fel (termelés, feltáráshálózat építési korlát stb.).

3-2. ábra: Az EGERERDŐ Zrt. erdőállományainak elsődleges rendeltetés szerinti megoszlása



Forrás: ÁESZ Egri Igazgatósága, 2006

A Zrt. az erdős-sztyepptól a bükkös klímáig terjedően változatos erdőállományokkal gazdálkodik.

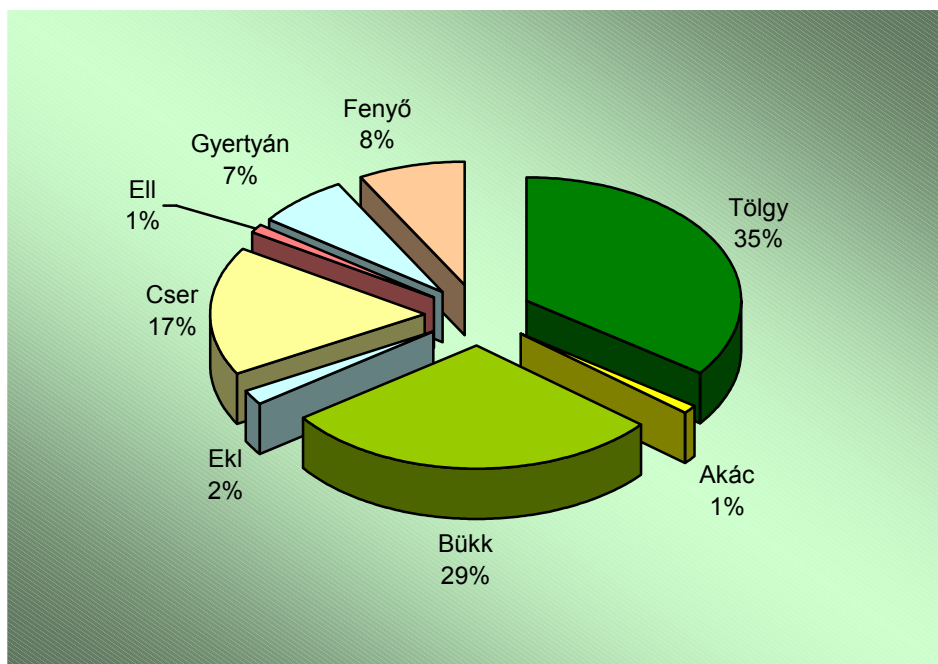
3-3. táblázat: Az EGERERDŐ ZRT. erdeinek klíma szerinti megoszlása

erdős-sztyepp:	0.3 %
kocsánytalantölgyes, cseres:	21.8 %
Gyertyános tölgyes:	49.3 %
Bükkös:	28.6 %

Forrás: ÁESZ Egri Igazgatósága, 2006

Az üzemtervezett területet őshonos lombos állományok borítják, az erdei klímának megfelelően. A természetes felújítás aránya 87 % (2007).

3-3. ábra: Élőfakészlet fajokcsoportonkénti megoszlása

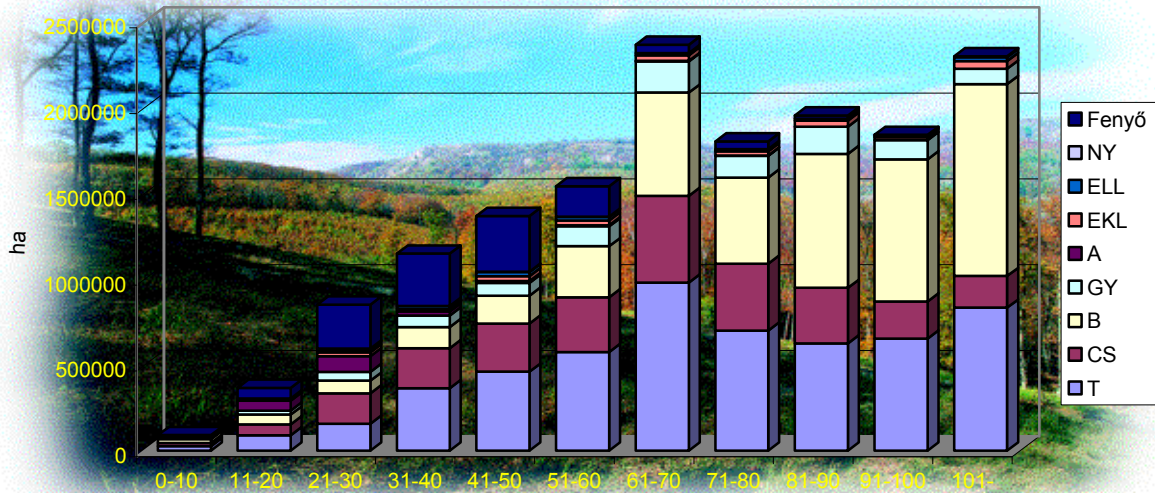


Forrás: ÁESZ Egri Igazgatósága, 2006

A Társaság által kezelt területen működik a Bükki Nemzeti Park egy része, a Mátrai Tájvédelmi Körzet és a Tarnamenti Tájvédelmi Körzet. A természetvédelmi terület 53 301 ha,

mely az összterület közel 75 %-át teszi ki. Ebből adódik, hogy a védett területeken a természetvédelmi törvény szigorú jogszabályi korlátozásait figyelembe véve kell gazdálkodni.

3-4. ábra: A fajok terület-megoszlása az egyes korosztályokban



Forrás: ÁESZ Egri Igazgatósága 2006

A Zrt. erdeit keménylombos őshonos fajok jellemzik. A korosztályok szerkezete egyenletes, és hosszú távon tartamos erdőgazdálkodást biztosít.

Az élőfakészlet 15,6 millió m³, az évi folyónövedék 421 ezer m³/év, ami 6 m³-nek felel meg hektáronként.

3-4. táblázat: Az élőfakészlet megoszlása az egyes korosztályokban

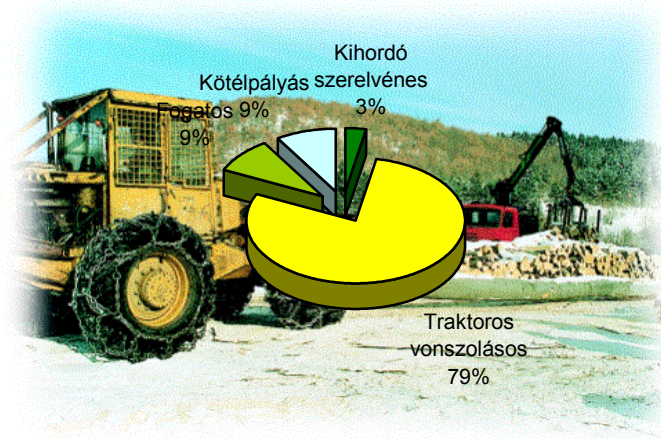
korosztály	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-	összesen
ezer m ³	91	367	850	1148	1367	1540	2365	1802	1953	1840	2299	15622
%	0,6	2,3	5,4	7,3	8,8	9,9	15,1	11,5	12,5	11,8	14,7	100,0
ha	4637	6185	6641	6056	6101	6243	8937	6351	6542	5688	7120	70500
%	6,6	8,8	9,4	8,6	8,7	8,9	12,7	9,0	9,3	8,1	10,1	100,0

Forrás: ÁESZ Egri Igazgatósága, 2006

A Zrt. területére jellemző szabdalt terep jelentős gazdálkodást befolyásoló tényező. A véghasználati korú állományok átlagos lejtése 20°. A 19.2 fm/ha feltártság országos

viszonylatban jónak, a terepi adottsághoz viszonyítva viszont kevésnek mondható. A géppel nem járható meredek terep miatt 5-6 kötélpálya dolgozik a fakitermelési szezonban. A kötélpálya mellett jelentős arányt képvisel a fogatos közelítés.

3-5. ábra: Közelítési módok megoszlása



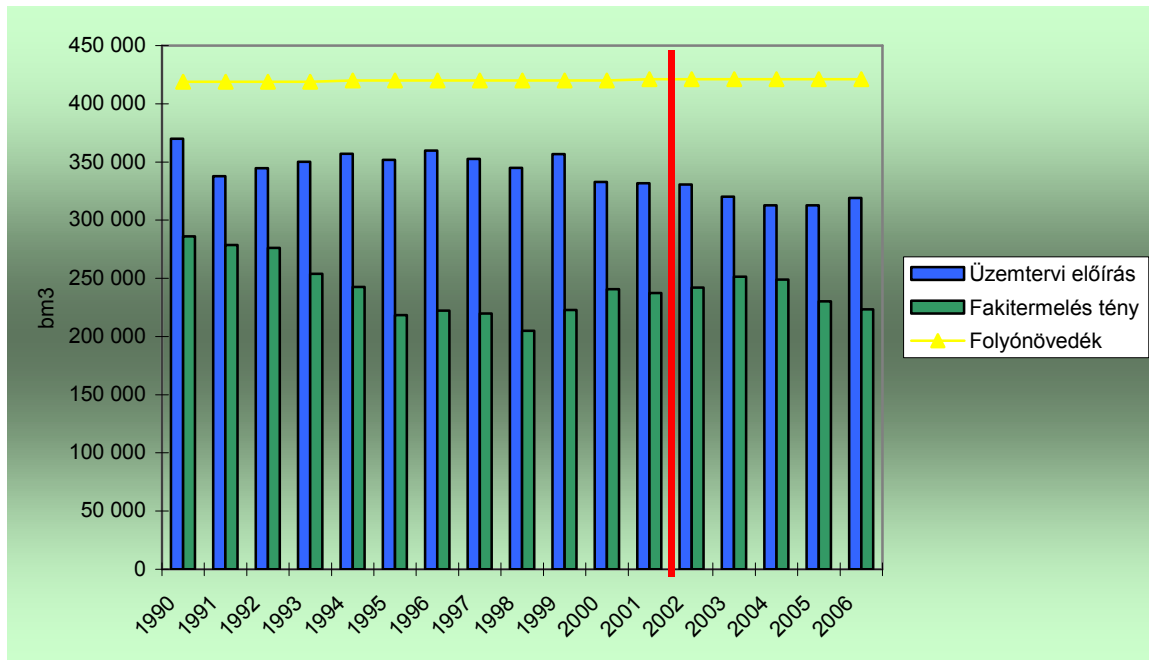
Forrás: EGERERDŐ Zrt. Termelési Osztály, 2007

A terület tagoltsága magas színvonalú technika és technológia jelenlétét igényli. A természetvédelmi és az erdőgazdálkodási törvényi korlátozás szűk időintervallumba szorítja (jellemzően október közepétől, április közepéig) elsősorban a véghasználati (természetes felújításon alapuló) fakitermeléseket. A természetes felújuláson alapuló fakitermelés részaránya évenként az összes fakitermeléshez viszonyítva közel 70 %, így aránytalanul nagy fakitermelői koncentrációra van szükség e hónapokban, és az ezen kívüli időszakokban jelentős a kihasználatlanság. A fakitermelés költségei ezért fajlagosan magasak, szemben azzal a lehetőséggel, ha ezt egyenletesen lehetne elvégezni.

3.2.2. A fahasználat erdőtervi lehetőségei és tényezői 1990-2006. között.

A fahasználati üzemtervi előírás kiegyensúlyozottnak mondható; 2007-ben 308.197 brm³ volt. Az új üzemtervezési irányelveknek megfelelően, tekintettel az őshonos fafajok jelenlétére és a természetvédelmi elvárásokra, a folyamatos erdőborítást biztosító erdőnevelési (használati) modellek végrehajtása az elvárás. Az átállást folyamatosan végzi a Zrt. szakmai kollektívája. Már az előírásokat megelőzően számos kísérleti zóna működött, ennek tapasztalatai alapján vélhető, hogy sikeres erdőfelújítási tevékenység prognosztizálható, a későbbiekben bemutatott fahasználati primer produktum biztosítása mellett.

3-6. ábra: Az EGERERDŐ Zrt. fahasználati mérlege

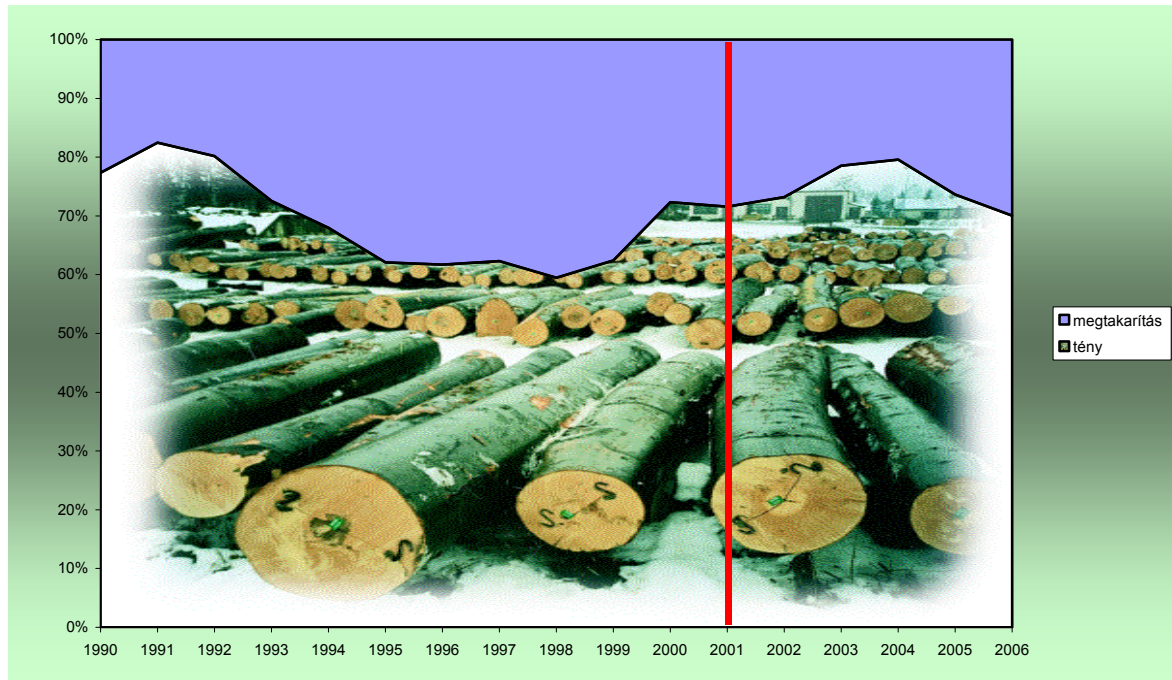


Forrás: AESZ Egeri Igazgatósága

A grafikon jól szemlélteti (mely közel azonos trendeket tartalmaz az országos átlaghoz viszonyítva), hogy messze az üzemtervi lehetőségek alatt végez fahasználatokat a Zrt., melyek kizárólag ökológiai okokra vezethetők vissza. Az országban kimagaslóan magas az itteni természetes felújítási arány a mesterségeshez viszonyítva (Egererdő Erdészeti Zrt. 86 %, országos átlag 20 %), mely feltételnek való megfelelés determinánsa a megfelelő vitalitással rendelkező újulat megjelenése, amit erősen befolyásolnak a környezeti tényezők (időjárás, magtermés, vadlétszám stb.).

A piros függőleges vonal egy igen fontos, a vizsgálatok és elemzések szempontjából a továbbiakban is meghatározó időhatárt jelent, ui. az **AES Borsodi Hőerőművel 2001. október 24-én kezdődtek meg a tárgyalások** a kizárólag szénalapú bázisra épülő technológia helyett faalapúra való áttérés tekintetében. Az erőműben szénhez kevert fűrészpor felhasználásával 2002-ben kezdődött el a megújuló villamosenergia-termelés. Egy kazán átalakítása történt meg tisztán biomassza tüzelésre. A faapríték felhasználására történő átállás léptékváltás volt, hiszen az 1951 és 1957 között épített erőmű a borsodi barnaszénre lett tervezve, melynek fluidágy rendszere nem tudta a faaprítékot befogadni, teljes technológia átépítése nélkül.

3-7.ábra: Üzemtervi lehetőséghez mért %-os kihasználás



Forrás: ÁESZ Egri Igazgatósága, 2006

Az egyes évek közötti változás eltérő, viszont mind %-ban, mind m³ nagyságrendben az erdészeti gyakorlatban teljesen elfogadható, és egyben megállapítható, hogy a kitermelés volumenét **nem befolyásolta az erőművi beszállítás**. Sőt „axiómaként” ki lehet jelteni az **1996. évi LIV. törvény Az erdőről és az erdő védelméről, egységes szerkezetben a végrehajtásról szóló 29/1997. (IV.30.) FM-, valamint az Erdőrendezés Szabályzatról kiadott 88/2000. (XI.10.) FVM rendelet** ismeretében, hogy:

az erdő fahasználatával kapcsolatos döntésmechanizmust a Zrt-ben kizárólag az ökológiai szempontok determinálták.

3.2.3. A fahasználat választék-összetétele 1990 - 2006. között.

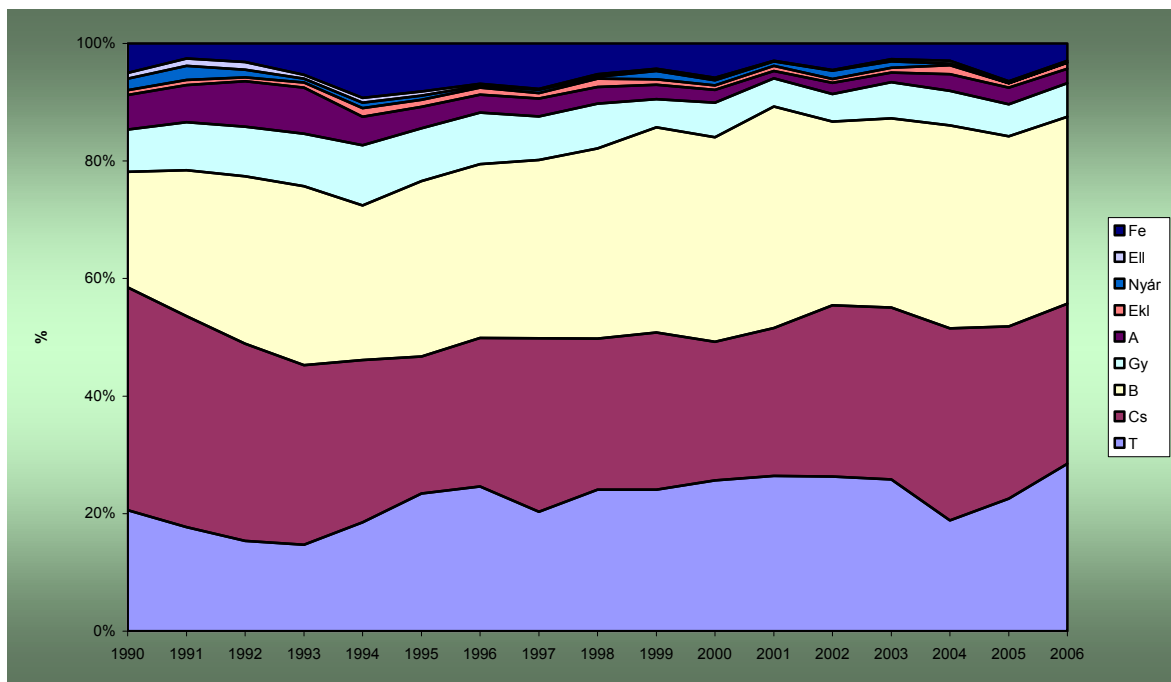
Az évenkénti tényleges választékmegosztást a melléklet tartalmazza.

Alapjaiban a választékolást mindenkoron két tényező befolyásolta, melyeket ökonómiai szempontok determinálnak:

Statikus: az ún. minőségi választékolás, ami nem más takar, mint azon vezérlőelvet, miszerint a legmagasabb (ezáltal legmagasabb árbevételt nyújtó) minőségű választéktól a legalacsonyabb irányába történjen a választékok kijelölése, egyben biztosítva az optimális kihozatalt.

Dinamikus: akár évközi választékolási utasítások szerint (feltehetően a fentiek megtartása mellett) a vásárlópiac változásának követése miatt.

3-8. ábra: Kitermelt fafaj aránya az össztermelés %-ában



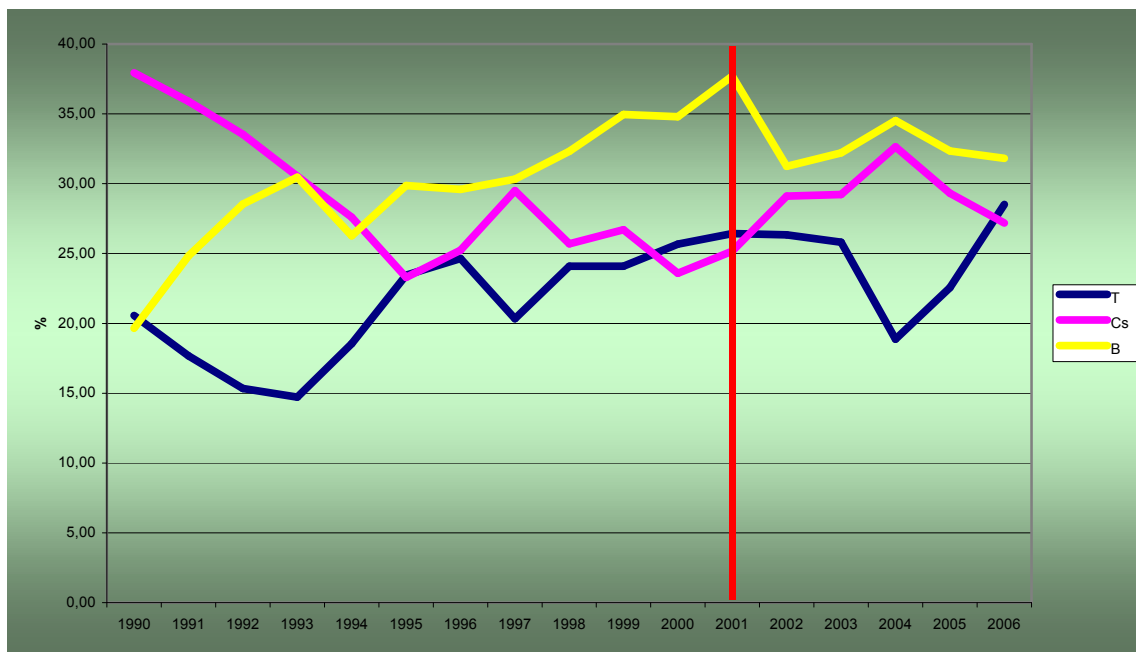
Forrás: ÁESZ Egri Igazgatósága, 2006

A három (10 %-os arányt meghaladó) főfafaj évenkénti részarány-változása, szintén az erdészeti gyakorlatot tekintve, természetes eltéréseket mutat. Ugyanakkor kiemelendő (nem megváltoztatva az „axióma” alapjait), hogy az évenkénti favágatási tervek készítésénél a fahasználati sürgőségek és a prognosztizált piaci információk alapján, a „játéktér” adta keretek között, a fafajban rejlő lehetőségeket a gazdálkodó kihasználja.

Az erdőgazdálkodáson belül a fahasználatnál ettől a ponttól lép be és egyre határozottabb dominanciát ér el az ökonómia.

Az Egererdő Erdészeti Zrt. adatsorát elemezve megállapítható, hogy a bükk és tölgy fafajok esetében az erdő felújítása, illetve annak készülségi foka okozta, a bükk esetében a minimum 20 % és maximum 38 % közötti, valamint a tölgy esetében a minimum 15 % és maximum 29 % közötti ingadozást. Viszont a cser esetében az 1990-es esztendő 38 %-os maximumától tartó drasztikus (legmélyebb pont tekintetében 23 %) visszaesés egyik fő kiváltó oka, hogy ezen állományokból jellemzően, a vizsgált időszak tekintetében 83 %-ot meghaladó arányban sarangolt-választék került ki, melynek piaci elhelyezése – elsősorban a lakossági tűzifa-igény visszaesése miatt – kritikus helyzetbe került. A védekezési mechanizmus, a már említett „játéktéren” belül beindult, és igyekezett a gazdálkodó – a sürgőségi kötelezettségeket nem sértve – átütemezni ezen erdőállományok használatát.

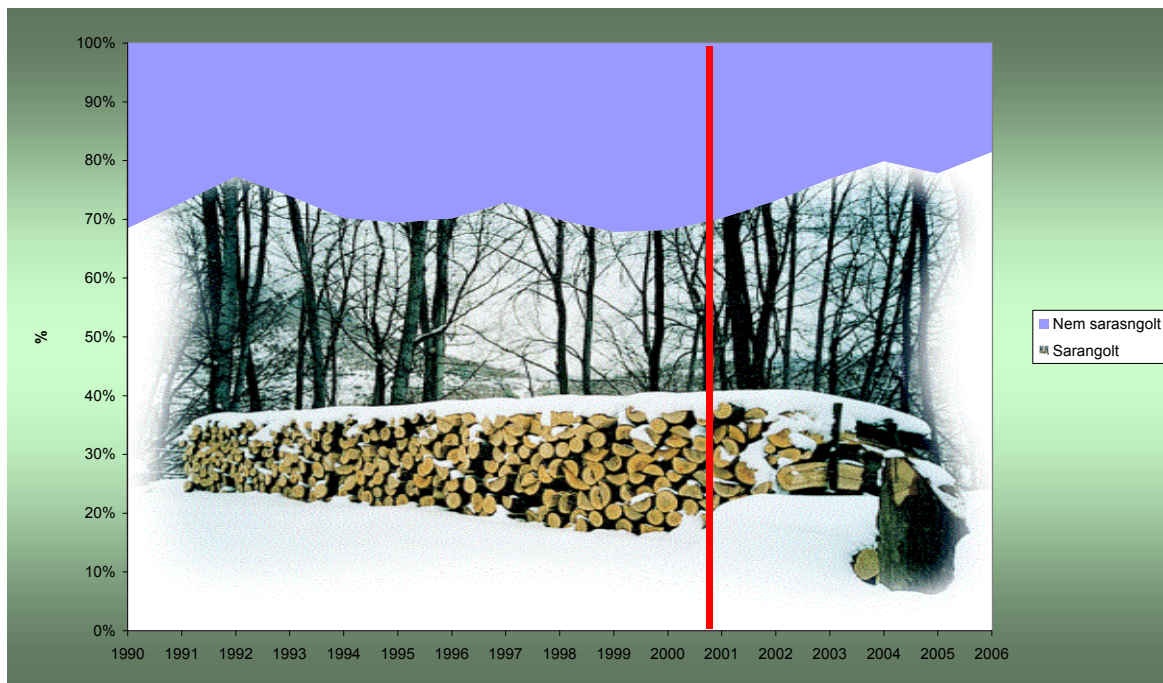
3-9. ábra: Tölgy, bükk és cser fafajok %-os aránya az össztermeléshez viszonyítva



Forrás: ÁESZ Egri Igazgatósága, 2006

Az adott és előre egy évre prognosztizált fafaj- és használati mód összetételű fahasználatból történő választékolást már kizárólag ökonómiai tényezők befolyásolják, ahol már egyéb logisztikai kérdések diktálta feltételek is megjelennek. Nem ritka a szezonon belüli választékolási irányelvek módosítása.

3-10. ábra: Fafajonként, egalizáltan valamennyi használati módban megtermelt sarangolt és nem sarangolt választék aránya

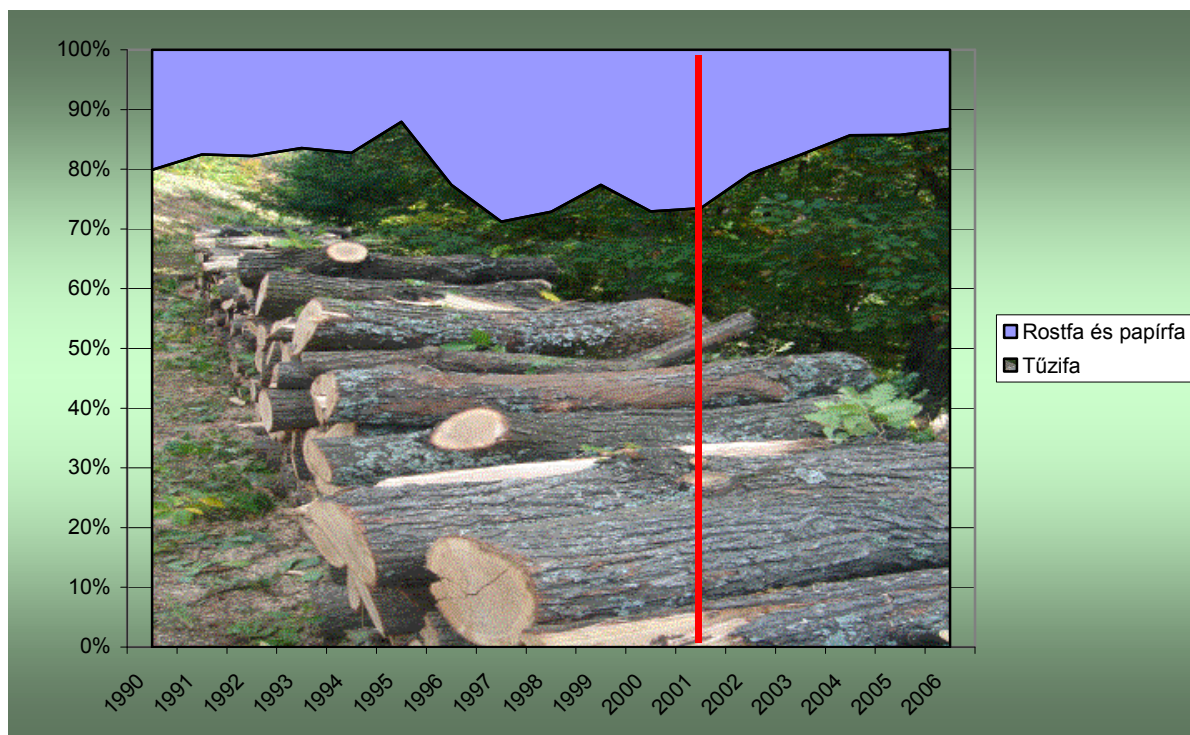


Forrás: EGERERDŐ Zrt. Termelési Osztály

A sarangolt választékon a papírfá, rostfa és tűzifa értendő. A vizsgált időszakon belüli eltérés – a korábban értelmezett választékolási gyakorlatot figyelembe véve – kiegyenlítettnek minősíthető, viszont – hivatkozva az energetikai alapanyag beszállításának kezdetétől számított időintervallumra – lassú növekedés tapasztalható. Magyarázata, hogy a korábbi években, a sürgőségi lehetőség adta átütemezés következtében csökkent a sarangolt választékok termelése, mely visszavezethető a piaci értékesítés nehézségeire, s most a felhalmozódott fahasználati lehetőséggel élt a gazdálkodó.

Az 1990-es és 1994-es esztendőik között drasztikusan visszaesett az export papírfá értékesítésének lehetősége. A cég – intenzív kereskedelmi stratégiájának köszönhetően – elsősorban az export rostfa-piac irányába mozdult el, mintegy enyhítve az akkor már érezhető kereslet csökkenést a sarangolt választékok iránt.

3-11. ábra: Tűzifa és papírfa+rostfa (jellemzően rostfa) viszonyának alakulása



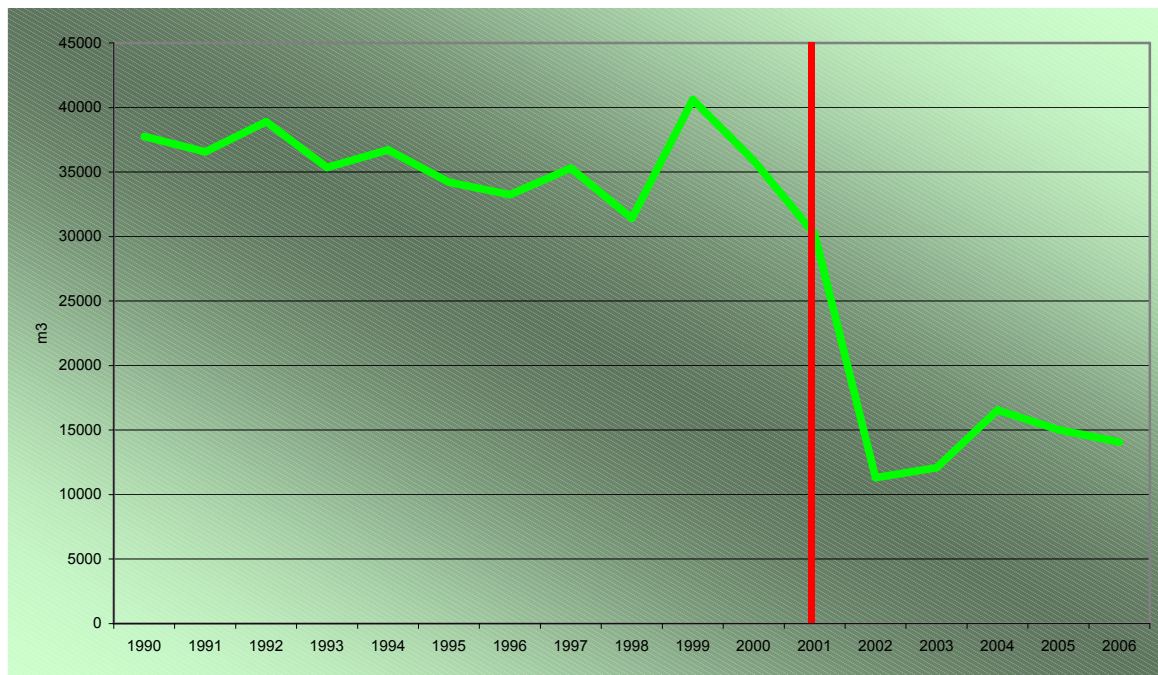
Forrás: EGEREDŐ Zrt. Termelési Osztály

A 2001-es erőművi piacnyitást követően a farostlemez- és forgácsfa-gyárak nem azonnal reagáltak az árváltozásra, így a minőségileg egymáshoz igen közel lévő választékcsoportban átjárás következett be, ami nem minősíthető jelentősnek, viszont trendértéke volt.

Az elemzés egy igen markáns eleme a sarangolt választékok exportjának feltárása, melybe beleértendő a papírfa, rostfa, tűzifa és a faszén is (visszaszámolva tűzifa m³-re).

A gazdálkodó – biztosabb és magasabb áron – a hazai piacon történő elhelyezést részesítette előnyben, ami tovább pozícionálta a választékszerkezet egyszerűsítését. Már a szállítások megkezdésekor igény merült fel az energiaszektor által igényelt választéknak a szállítóeszköz méretéhez való igazítására. (Ebből ugyan eredt egy igen sarkalatos és csak később jelentkező támadásfelület, hogy a választék korábbi 1 m-re történő darabolása helyett, annak hosszítása következett be, így adva a rönk „méretlanszatát”.)

3-12. ábra: Sarangolt választék exportja



Forrás: EGERERDŐ Zrt. Kereskedelmi Osztály

3-5. táblázat: Export mennyiségi adatai (m³-ben)

	Papírfa	Rostfa	Tűzifa
1990	27408	6362	3986
1991	22364	5622	8572
1992	25742	5838	7306
1993	14380	10000	10969
1994	10930	12271	13514
1995	1163	13725	19317
1996	1135	23008	9097
1997	626	25581	9098
1998	0	24310	7107
1999	0	33772	6835
2000	2342	23507	10045
2001	0	20140	10031
2002	0	11304	0
2003	0	12075	0
2004	0	16557	0
2005	0	15041	0
2006	0	14070	0

Forrás: EGERERDŐ Zrt. Kereskedelmi Osztály

A legdrasztikusabb változás a faszénítés teljes leállítása és exportjának beszüntetése, mivel a faszénforgalmazó szupermarketek gyakorlatilag teljesen elhatárolódtak a sarangolt választék ár-turbulenciájának a faszénre érvényesítendő hatásától (hivatkozva a Dél Amerikában adódó korlátlan beszerzési piacra).

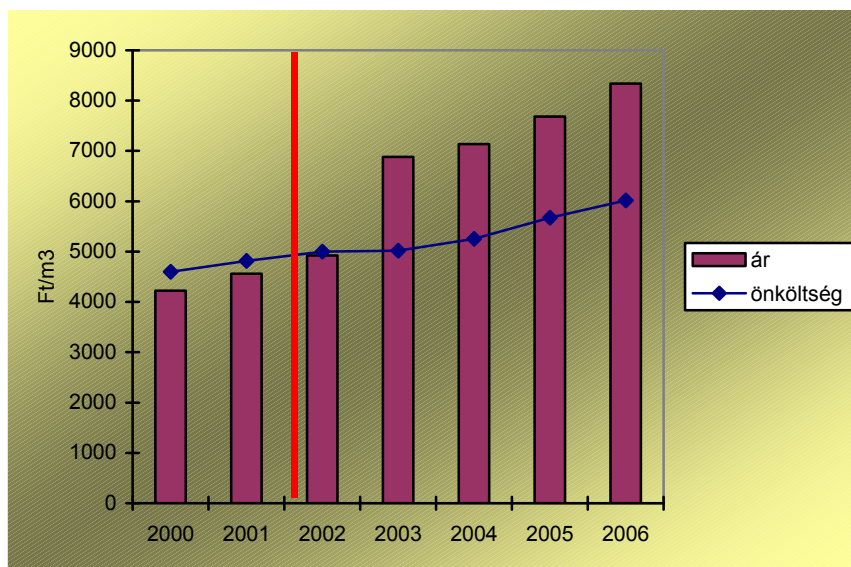
Az ökonómiai kihatás meghatározóját a kínálati piacnak keresleti piaccá való átalakulása jelentette, melynek hatására már a beszállítások kezdetekor kiegyenlítődés következett be az önköltség és az eladási ár viszonylatában.

A 90-es évek végére az energetikai választék gyakorlatilag csak veszteséggel volt értékesíthető, illetve olyan piaci területen (pl.: faszénégetés), melynek átfutási ideje sokszor meghaladta a fél évet. Továbbá jelentős kintlévőség mutatkozott az amúgy is bizonytalan piacon.

Az erőművi tárgyalások kezdetekor már érezhető volt a piacélénkülés és 2002-ben, a próbaüzem alatt bekövetkezett a kiegyenlítődés. A szerződések megkötése piac-stratégiai intézkedés volt, a keresleti pozíció elérésekor.

Így általános fogyasztói áremelkedés következett be, hatására az egyéb választékok területén is jelentős élénkülés volt tapasztalható. A hatásmechanizmus – ugyan kiegyenlítőbben – továbbra is fennáll, csupán a kiszámíthatósága stabilizálódott.

3-13. ábra: Önköltségi ár és eladási ár



Forrás: EGERERDŐ Zrt. Közgazdasági Osztály

A lakossági és az erőművi ár közötti akár 40 %-ot is elérő árkülönbözet ollója lassan zárul, s a prognózisok szerint össze is kell, hogy zárjon. Jelenleg (2008-ban) 33% különbség mutatható ki.

3.2.4. Fahasználati lehetőségek prognózisa, különös tekintettel a sarangolt fa-választékokra.

Az elemzés az elkövetkezendő 30 évre vonatkozik, feltételezve a jelenlegivel megegyező ökológiai szemléletű erdőgazdálkodást, ami ésszerű határokat diktál. A törvények szabta határok között a társadalom részéről igényként megjelenő közjóléti funkciókat és a ritka természeti értékeink megóvását célzó természetvédelmi igényeket ki kell elégíteni.

A felméréshez használt program, a Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Programban is alkalmazott, valamint az országos faanyagpotenciál-felméréséhez és annak prognosztizálásához készített és használt, a Magyar Tudományos Akadémián is bemutatásra került program volt.

A prognózist a soproni Környezeti Erőforrás-gazdálkodási és -védelmi Kooperációs Kutató Központ végezte el, az EGERERDŐ Zrt. által rendelkezésre bocsátott alapadatok segítségével.

Az erdőállomány-adattári adatok feldolgozásával és kiértékelésével történt meg a prognózist előkészítő program számára szükséges inputadatok egy részének kidolgozása. A KKK-val a megbeszélések során, a még hiányzó adatok kidolgozásához szükséges adatok egyeztetésre, és átadásra kerültek, melyek feldolgozás után a programba kerültek beépítésre.

Egyeztetésre került a Zrt. által alkalmazott erdőfelújítási stratégia, fahasználati stratégia (min.-, max.-, átlagos-véghasználati kor, előhasználat mértéke) és választékszerkezet. Továbbá felhasználásra kerültek országos statisztikai adatok.

A prognózis során ötéves ciklusokra történt meg a kitermelésre kerülő faanyag mennyiségének és minőségének a meghatározása, amely az erdőgazdálkodásban alkalmazott üzemtervi ciklusokhoz igazodik. Egy ötéves cikluson belül kitermelésre tervezett

faanyagmennyiség éves bontása a fakitermelést befolyásoló tényezőktől és az egyes erdőrészekre az Állami Erdészeti Szolgálat által kiírt sürgősségi besorolástól függ. Ezért az évente kitermelésre kerülő faanyagmennyiségnek az ötéves ciklusra kiírt mennyiség egyötödét lehet számítani, ami természetesen így átlagértéknek vehető.

Az energetikai célokra hasznosítható fafajok tekintetében a ciklusonként és fafajonként kitermelhető faanyagmennyiség mellett meghatározásra került egy átlagos kitermelési nedvességtartalommal a faanyagból kinyerhető energia is, természetesen az égéshő és a fajsúly figyelembevételével. Kimutatás tartalmazza a kitermelésre kerülő mennyiséget tonnában is, mivel az energetikai célokra hasznosítható faanyagot vásárlók általában tonna mértékegységben számolják (ill. attrotonnában) a faanyagmennyiséget.

3.2.4.1. A prognosztizálás időszakára eső, kitermelésre kerülő iparifa–sarangoltfa hányad

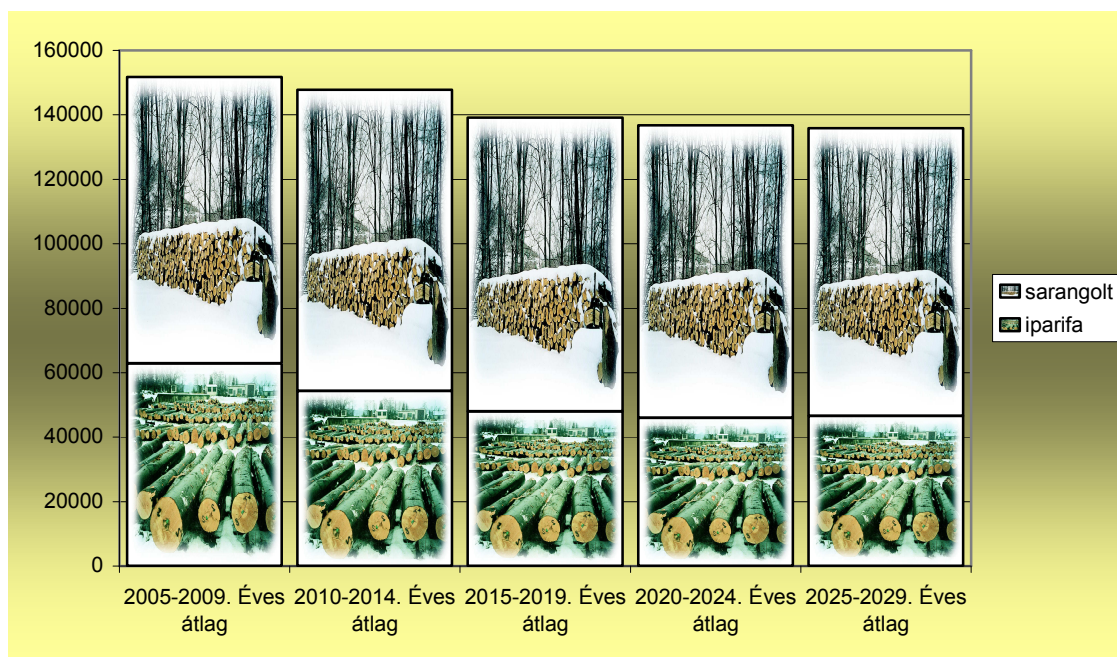
A „zöldmezős”, biomassza alapanyagra épülő erőművek megtérülési ideje közel 8 év, így szerződéseiket minimum 10 évre kötik, továbbá opcionális igénnyel lépnek fel nagyobb időtávlatra. Ismerik az energia-stratégia irányelveit, ezért hosszú távú együttműködésen fáradoznak.

3-6. táblázat: Kitermelésre kerülő iparifa–sarangoltfa hányad 2029-ig (nm³-ben)

Fafaj	2005-2009		210-2014		2015-2019		2020-2024		2025-2029	
	Iparifa	Sarangolt	Iparifa	Sarangolt	Iparifa	Sarangolt	Iparifa	Sarangolt	Iparifa	Sarangolt
Tölgy	103150	132385	99333	142635	88290	136686	82713	134335	79730	131120
Cser	7233	110173	6514	122993	6238	122106	6433	123897	6294	121308
Bükk	182714	122612	144929	107560	116840	92491	98567	81690	85558	72250
Gyertyán	943	42203	814	51442	720	49207	689	45837	466	41477
Akác	1258	3110	1628	5144	2159	6834	3906	9531	5595	11150
Ekl	3459	8885	2171	6547	2399	7746	2987	8623	3264	9366
Éger	943	888	1086	935	1679	1367	1838	1815	1865	1784
Hárs	1572	3998	814	1871	480	1367	460	1362	699	1338
Eil	943	1333	271	935	480	1367	460	1362	699	892
Fenyő	12265	18658	13841	27592	20633	36449	31707	45384	48957	55302
Összesen	314482	444246	271402	467654	239918	455619	229759	453835	233128	445987

Iparifa=Fűrészrönk+Lemezipari rönk+Feldolgozási fa+Egyéb iparifa; Sarangolt=Rostfa, Forgácsfa+Papírfa+Tűzifa

Forrás: KKK Sopron, 2007

3-14. ábra: Ciklusonként egy év átlagára eső fakitermelési lehetőség (nm³)

Forrás: KKK Sopron, 2007

30 év távlatában az összesen kitermelhető nm³ közel 10 %-os csökkenése prognosztizálható, viszont a sarangolt választék közel azonos szinten fog maradni.

Az energetikai megközelítés érdekében számba kell venni a keletkező apadék beintegrálását, így a teljes prognózis bruttó m³-ben választékcsoportonként az alábbi:

3-7. táblázat: Kitermelésre kerülő brm³ 2029-ig

A hozamszabályozás időszakára eső, kitermelésre kerülő fatömeg					
Választékok	2005-2009	2010-2014	2015-2019	2020-2024	2025-2029
Fűrészrönk	250766	216527	190304	182071	185811
Feldolgozási fa	2756	2684	3368	4138	5755
Egyéb iparifa	60961	52190	46245	43550	41562
Rostfa, forgácsfa	8850	7758	9331	9416	10235
Tűzifa	435396	459897	446288	444419	435752
Apadék	159829	155685	146517	144002	143058
Összesen (brm³)	918558	894741	842054	827596	822173

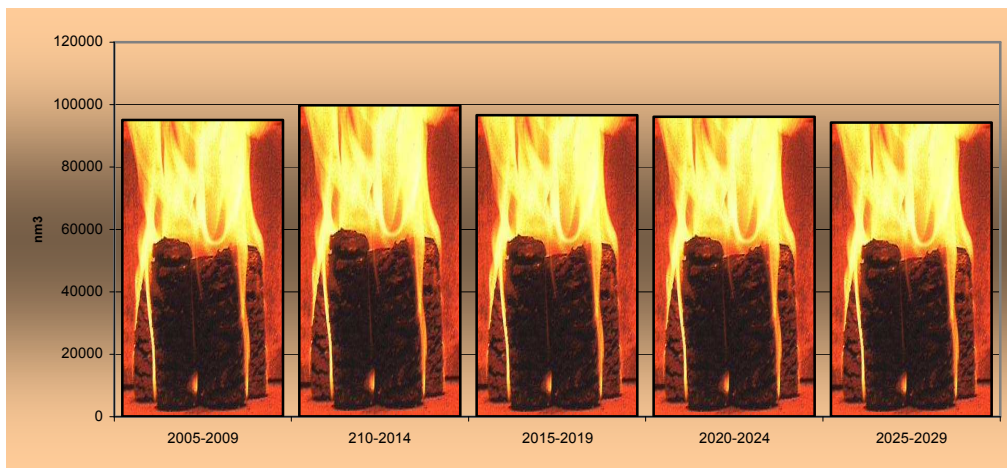
Forrás: KKK Sopron, 2007

A fűrészrönk sorban értendő a lemezipari választék is. Az apadék a további számításokban számba vehető alapanyagként szerepel, mintegy stratégiai elemként feltüntetve annak

fontosságát. Tapasztalati adatokra hivatkozva a teljes apadék mennyiségnek csupán 25 %-ával lehet számolni. Továbbá, hangsúlyozva nem piaci kizárólagosságát, a rostfa és a forgácsfa is szerepel a tételek között. Az elméleti számítás ilyen irányú megközelítésének az indoka, hogy sokféle kalkuláció készült a biomassza potenciál felmérésére, ami nagy volumenű megközelítéseket tartalmaz, magában hordozva a pontatlanság veszélyét. Kisebb régióban, így az EGERERDŐ Zrt. működési területén nagy pontossággal prognosztizálható a ténylegesen rendelkezésre álló faanyag.

3.2.4.2. Energetikai célra felhasználható választék ciklusonként és évenként

3-15. ábra: Számba vehető évenkénti energetikai alapanyag az EGERERDŐ Zrt. területén



Forrás: KKK Sopron, 2007

A fenti alapanyag energetikai tételeinek meghatározásához szükség van a választékonkénti fafaj bontásra.

3-8. táblázat: Fafajonként energetikai választék 2029-ig (nm³)

Fafaj	2005-2009	210-2014	2015-2019	2020-2024	2025-2029
Tölgy	147566	163313	156202	152538	146395
Cser	73556	87409	89110	91594	88596
Bükk	191291	170415	145340	126682	109567
Gyertyán	27032	35270	34664	32698	29121
Akác	2736	4571	6244	9443	11626
Ekl	7734	5884	7044	8159	8769
Éger	1148	1364	2115	2568	2534
Hárs	3490	1812	1282	1280	1415
Eil	1426	814	1282	1280	1105
Fenyő	19374	27965	39633	54178	72388
Összesen	475353	498817	482916	480420	471516

Forrás: KKK Sopron, 2007

A fenti értékekből kiszámítható (laboratóriumi) fűtőértékek ciklusonként az alábbiak:

3-9. táblázat Fafajonkénti fűtőérték ciklusonként

2005-2009							
Fafaj	m ³	Nedv. tart. (%)	Fűtőérték (kJ/kg)	Energ. tart. (MJ)	E.tart(TJ)	é.n. kg/m ³	t
Tölgy	147566	35	12532	1941758208	1942	1050	154944
Cser	73556	35	12633	975697122	976	1050	77234
Bükk	191291	35	12632	2585530392	2586	1070	204681
Gyertyán	27032	35	12362	324144002	324	970	26221
Akác	2736	35	12781	31466822	31	900	2462
Ekl	7734	35	12911	96858322	97	970	7502
Éger	1148	35	13142	12366622	12	820	941
Hárs	3490	35	13142	31185966	31	680	2373
Ell	1426	35	12827	7311390	7	400	570
Fenyő	19374	35	12965	200944535	201	800	15499
Összesen	475353			6207263381	6207		492427

2010-2014							
Fafaj	m ³	Nedv. tart. (%)	Fűtőérték (kJ/kg)	Energ. tart. (MJ)	E.tart(TJ)	é.n. kg/m ³	t
Tölgy	163313	35	12532	2148966308	2149	1050	171478
Cser	87409	35	12633	1159445728	1159	1050	91779
Bükk	170415	35	12632	2303367133	2303	1070	182344
Gyertyán	35270	35	12362	422929387	423	970	34212
Akác	4571	35	12781	52576743	53	900	4114
Ekl	5884	35	12911	73689931	74	970	5708
Éger	1364	35	13142	14690579	15	820	1118
Hárs	1812	35	13142	16193673	16	680	1232
Ell	814	35	12827	4175241	4	400	326
Fenyő	27965	35	12965	290059278	290	800	22372
Összesen	498817			6486094001	6486		514683

2015-2019							
Fafaj	m ³	Nedv. tart. (%)	Fűtőérték (kJ/kg)	Energ. tart. (MJ)	E.tart(TJ)	é.n. kg/m ³	t
Tölgy	156202	35	12532	2055395683	2055	1050	164012
Cser	89110	35	12633	1182008819	1182	1050	93565
Bükk	145340	35	12632	1964447843	1964	1070	155514
Gyertyán	34664	35	12362	415662724	416	970	33624
Akác	6244	35	12781	71819992	72	900	5619
Ekl	7044	35	12911	88217518	88	970	6833
Éger	2115	35	13142	22779013	23	820	1733
Hárs	1282	35	13142	11457113	11	680	872
Ell	1282	35	12827	6575749	7	400	513
Fenyő	39633	35	12965	411082401	411	800	31707
Összesen	482916			6229446855	6229		493992

2020-2024							
Fafaj	m ³	Nedv. tart. (%)	Fűtőérték (kJ/kg)	Energ. tart. (MJ)	E.tart(TJ)	é.n. kg/m ³	t
Tölgy	152538	35	12532	2007182665	2007	1050	160165
Cser	91594	35	12633	1214958094	1215	1050	96173
Bükk	126682	35	12632	1712262155	1712	1070	135550
Gyertyán	32698	35	12362	392088038	392	970	31717
Akác	9443	35	12781	108615661	109	900	8498
Ekl	8159	35	12911	102181535	102	970	7914
Éger	2568	35	13142	27657922	28	820	2105
Hárs	1280	35	13142	11439239	11	680	870
Eil	1280	35	12827	6565490	7	400	512
Fenyő	54178	35	12965	561946417	562	800	43343
Összesen	480420			6144897216	6145		486847

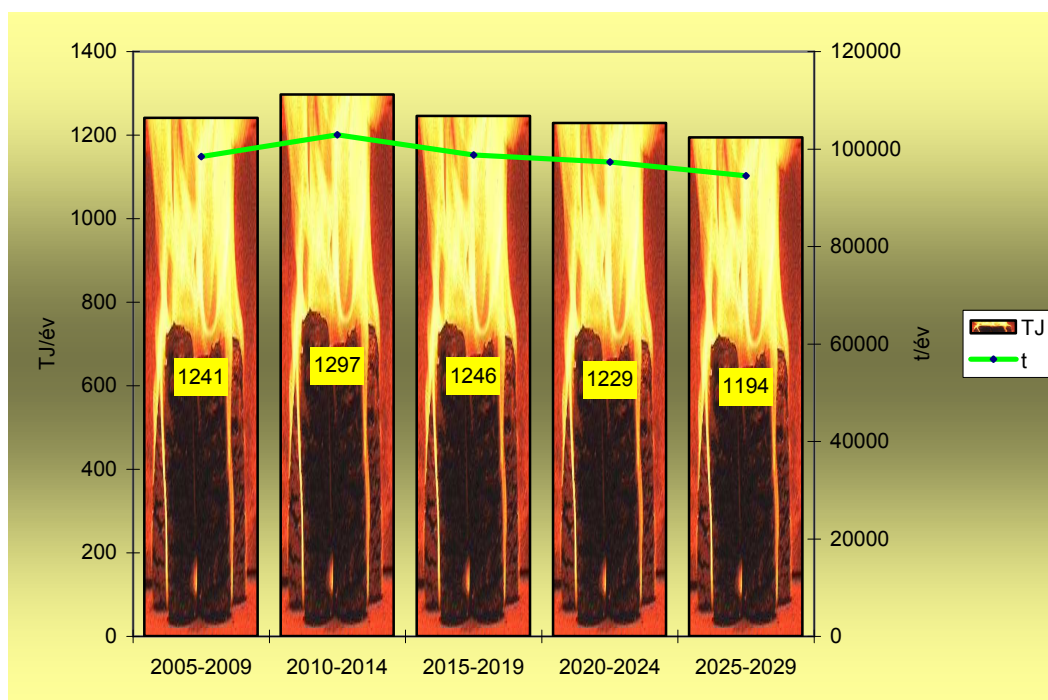
2025-2029							
Fafaj	m ³	Nedv. tart. (%)	Fűtőérték (kJ/kg)	Energ. tart. (MJ)	E.tart(TJ)	é.n. kg/m ³	t
Tölgy	146395	35	12532	1926349541	1926	1050	153714
Cser	88596	35	12633	1175190813	1175	1050	93025
Bükk	109567	35	12632	1480932000	1481	1070	117237
Gyertyán	29121	35	12362	349195540	349	970	28247
Akác	11626	35	12781	133725053	134	900	10463
Ekl	8769	35	12911	109821042	110	970	8506
Éger	2534	35	13142	27291735	27	820	2077
Hárs	1415	35	13142	12645721	13	680	962
Eil	1105	35	12827	5667864	6	400	442
Fenyő	72388	35	12965	750824638	751	800	57912
Összesen	471516			5971643945	5972		472585

Forrás: KKK Sopron, 2007

3.3. Rendelkezésre álló alapanyag energiatartalmának prognózisa

Az Egererdő Erdészeti Zrt. területéről tartamos erdőgazdálkodás mellett kitermelhető faanyagból ciklusidőnként és azon belül évenként „maximumprogram” elve alapján az alábbi mennyiség (t-ban és TJ-ban) áll rendelkezésre, energetikai célra. Igen fontos megjegyezni, hogy jelen megközelítés szigorúan elméleti és nem tartalmaz ökonómiai elemzést, viszont alapul veszi az ország energia-stratégiájának jövőképét.

3-16. ábra: Ciklusonként és évenként rendelkezésre álló energetikai mennyiség t-ban és TJ-ban



Forrás: KKK Sopron, 2007

3.4. Az erőművi beszállítások lehetőségének és az erdőgazdálkodásra gyakorolt hatásának összefoglalása

Az 1990-ig visszanyúló adatbázis elemzése egyértelműen kimutatta, hogy a szokásos volumen-intervallumon belüli mozgástól eltérő változás nem következett be a fakitermelés összes mennyiségének tekintetében. Ami visszaigazolta azt a tényt, hogy az erdőgazdálkodással kapcsolatos döntésmechanizmust elsősorban az ökológiai szempontok vezérik.

Legszembetűnőbb a cser állományok besorolásának és letermelésének arányváltozása, mely egyértelműen a piaci hatásokra vezethető vissza. Megállapítható, hogy a gazdálkodó a vizsgált időszakban nem lépte túl az ökológiailag elfogadható határokat, de tapasztalatból ismerve a fordulópont időszakát, annak határára jutott, és mivel az ökológia sérelme kizárt volt, utólag nagy biztonsággal megállapítható a tűzifapiac válsághelyzete.

Vizsgálva az azonos fafajú, korú és használati módú beavatkozásokat, e tekintetben nincs változás, viszont a 4.2.2. pontban vázoltak miatt az összes fakitermelési volumenen belül a cseres állományok felé való elmozdulásból adódóan cser fafajból közel 10 %-os fatömegmennyiség-növekedés figyelhető meg. Ez nem befolyásolta az „értékesebb”, egyben keresettebb, és a faipar számára jelenleg kurrens fafajok választék-szerkezetét.

A vizsgált időszakon (2001-2006) belüli 10 %-os tűzifa-résarány növekedés egyértelműen a rostfa-arány csökkenésével járt. Viszont megjegyzendő, hogy a farostlemez- és forgácslapgyárak a volumenében megnövekedett cser fakitermelés faanyagára nem is, vagy csak kis mértékben tartanak igényt.

A korábbi évek (1990-2000) átlagához mérten több, mint a felére visszaesett az export. Oka az volt, hogy az energetikai kereslet megteremtődésével a fakitermelés volumennövelése nélküli közegben az értékesítési irányok átcsoportosításra volt szükség. A gazdálkodó prioritást biztosított a lakossági tűzifa-ellátásnak annak ellenére, hogy az igény hektikus volt, továbbá a hazai rostfa-piac igényeinek.

Az 1990-es évek elejétől tartó tűzifa recesszió a 90-es évek végére a kezelhető mélypont alá süllyedt, és a tűzifát csak a kitermelés önköltsége alatti áron lehetett értékesíteni. Ráadásul az egyik felvevőpiac a szenítés volt, ami a nagy átfutási idő miatt (boksaberakás, szenítés, értékesítés) jelentős bizonytalansági tényezőket hordozott magában (fizetéképtelenség). Az erőművi beszállítás lehetőségének felszínre kerülésekor a legkiélezettebb vitapont maga az árképzés volt. A rendezőelv a fűtőérték-arányos árképzés volt. Ezt ugyan nem lehetett teljes egészében elérni, de az energetikai egységyszámításokon alapuló árképzést, amit a vevői oldal is elfogadott, azt meg lehetett közelíteni. A kialakított ár a kiindulási érték közel háromszorosa. Ez, csak a 2006-os esztendőben és csak az energetikai választék terén abszolút értékben közel 16 Mrd Ft többlet árbevételt jelentett az ágazatnak 2000-hez viszonyítva. Külön vizsgálendő az egyéb árfelhajtó hatás a többi primertermék esetében.

A hosszú-távú szerződések megkötése érdekében elengedhetetlen a fahasználati prognózis a várható választékszerkezet tükrében, mely számba vehető hibahatáron belüli csökkenő trendet mutat, így erdőterület változása nélkül pontosan tervezhető a rendelkezésre álló alapanyag.

Új kutatási eredmények tekintem azokat a megállapításokat, melyek a hazai faenergetikában történt változások okainak feltárásával, a tartamos erdőgazdálkodás és a faenergetika kapcsolatával, illetve az új fahasznosítási mód és a fahasználati technológiák fejlesztésével kapcsolatosak.

Megállapítható volt, hogy a tűzifa új felhasználásának megjelenését a „kis értékű” fa mint nyersanyag iránti kereslet hiánya segítette, alkalmazása pedig az erdőgazdálkodás gazdaságosságának javulását eredményezte. Megállapítható volt az is, hogy a jelenleg érvényben levő erdőtörvény által meghatározott üzemtervezési rendszerben a faenergetikát előtérbe helyező gazdálkodás a tartamos erdőgazdálkodás szakmai szempontjainak sérelme nélkül folytatható. Az Egererdő Zrt. területén a megnövekedett faenergetikai hasznosítás hatására nem növekedett a fakitermelés, javult viszont a megtermesztett faanyag hazai hasznosításának aránya, azaz csökkent a nyersanyagexport.

4. Az erőművekbe kerülő energetikai választék felhasználásának egyik alternatívája.

4.1. Az energetikai célú erdei választék a tűzifa.

*„Erdei választéknak nevezünk minden faterméket, amely a fa tuskójából, gyökértuskójából, törzséből vagy fakorona ágaiból, csak kevés megmunkálással (ágak levágása, esetleg a kéreg lehántolása, egyszerű elfűrészelése, ill. felhasogatása, de további megmunkálás nélkül) az erdőben készül. Az erdei választék ipari vagy **tűzelési** célokat szolgál. Előbbi esetben ipari (szer-)fának, utóbbi esetben **tűzifának** nevezzük.”*

Magyar Szabványügyi Hivatal

Erdei fatermékek és erdei melléktermékek

Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1958.

A hasonló témával foglalkozó, a fenti időpontot megelőzően, ill. azt követően megjelent kiadványok szerkezete, tartalmi struktúrájának felépítése azonos, mert a mindenkor piaci igénynek megfelelő értéksorrendben külön-külön határozza meg az egyes faválasztékok minőségi, méreti előírásait, valamint számbavételük módját. A választéksorrend egyben a feldolgozóipar és felhasználói körök változásának tükörképe is, ezáltal igen változatos. Új termékekkel gyarapodik ill. elhalványultan eltűnnek egyes választékok. Jelen idézetű könyvben részletezett választékok közül ma már ismeretlen a:

-
- Gyufaipari rönk
 - Ceruzafa-rönk
 - Bánya-idomfakivágás
 - Komlóoszlop – telítetlen
 - Kohászati keverő- és leszűrőfa
 - Gyümölcs-támrúd
 - Kocsirúdfa
 - Nőtt karó
 - Nyers somfanyél
 - Gereblyenyél (vasúti típus)
 - Vasúti hidak talpfája
 - Emelőfa, feszítőfa, fékeződorong

Egyben viszont minden kiadvány megegyezik, miközben a klasszikus értelemben vett Magyar Szabvány (MSZ) megszűnt, hogy a gyűjtőfogalomként meghatározott iparifának nem alkalmas választékot minősíti **tűzifának**.

A legutóbbi, még MSZ megfogalmazás szerint: „**Tűzifa:** hengeres vagy hasított, kéregben vagy részben kéregben termelt, mérete és/vagy minősége miatt csak tüzelési célra alkalmas faválaszték. (MSZ 1220-84)”. Ez a meghatározás ma is megállja a helyét, és az erdőgazda nem is cselekszik másképp.

A keletkezés miatt, valamint a számbavétel és kezelhetőség érdekében e választék hosszmérete egységesen 1 m volt. (A számvitel is előszeretettel használta az „egységes tűzifa” elnevezést.)

Ma is, mint korábban, a fahasználati tevékenység fókuszában a minőségi értékrenden alapuló választékolás áll, amit kizárólag szakképzett ember közvetlen irányítása mellett végezhető. Az erdőgazda kizárólagos érdeke, hogy a megtermelt fából a legmagasabb értéket teremtse meg. Az irányokat mindenkoron a piac határozza meg. Továbbá folyamatosan készülnek marketing stratégiák, amihez való alkalmazkodás, hosszú távon létkérdés.

4-1. kép: Hagyományos tűzifasarang



Fotó: Jung L.

4.1.1. Hosszméreti változások

A nagyüzemi (erőművi) felhasználói igény megváltoztatta – kizárólag szállítási, rakodási és feldolgozói logisztikai igények miatt – a hosszméreti elvárásokat. A szállítójármű rakodófelülete lett a meghatározó (gépjármű, vasúti vagon), ezáltal a 2.50, 2.60, és a 3.00 m hossz jelent meg, mint kötött méretigény. Természetesen a választékok értékkihozatala miatt ez nem kizárólagos lehetőség és nem kényszer előírás, és nem mehet egyéb, magasabb rendű és értékű választék rovására, ill. az 1.00 m hosszúságú termék a szerződések értelmében továbbra is beszállítható. Az EGERERDŐ Zrt. esetében 2004-ben 28 %; 2005-ben 31%; 2006-ban 33% volt az 1,00 m-es tűzifa részaránya az erőművi beszállításnak.

A hossz méret növelése készletezési, rakodási, rakodófelület kihasználási célból, és legfontosabként az aprítási technológia miatt került előtérbe.

A fentiek együttes hatására alakult ki a kötött méretekre vonatkozó termelési utasítás.

4-2. kép: Hosszú tűzifa



Fotó: Jung L.

4.1.2. Minőségi változások

Az erőművekbe szállított faanyag minősége a legkritikusabb pontja a hazai nagyüzemi célú tűzifa felhasználásnak. Ennek okai:

- a méreti megjelenés szakmán kívüliek számára rönk választék beszállítását jelenti. Ezt elsősorban a hosszméretre kell érteni, de a korábbi minimális húrméret kikötés elmaradása miatt az átmérőre is.
- a fűrésziparban átrendeződés (elsősorban technológiai) következett be, melynek üzletpolitikai kihatása, hogy a fűrészrönk korábbi 20 cm-es minimális átmérőhatára gyakorlatilag 30 cm-re emelkedett; valamint a korábban szinte minden erdőgazdaságban működő 2-3 fagyártmányfa feldolgozó üzemek megszűntek, vagy technológiát váltva, már a fagyártmányfát gazdaságosan feldolgozni nem tudják.

-
- a bányászati termékek iránti igény, a bányászati tevékenység jelentős beszűkülésével párhuzamosan szinte megszűnt, azok mérete és minősége szerinti faanyag is jelen van az erőművekbe szállított anyagban.

4.1.3. Elnevezés megváltozása

Az energetikai célra szánt faanyag-választék elnevezésének kihatását elsősorban a kommunikáció oldaláról kell megemlíteni, és adott esetben továbbkutatni.

Az erőművi projektek megjelenése és működtetése nem várt „ellen-lobbit” és negatív megítélést kapott.

Két szóhasználat a kulcsprobléma:

- elégetik a fűrészrönköket
- erdőirtás az erőművek faigényének kielégítésére

Az „elégetik a fűrészrönköket” vád a választék megjelenési formája miatt alakult ki, amit fokoz az általános fűrészipari alapanyag-hiány, sőt sok esetben maguk az erőművi felhasználók szóhasználata is, nem ismerve az erdészeti szakmai nevezéktant, helytelenül ezt a megnevezést használják, a szinte megjegyezhetetlen „hosszított tűzifa” helyes használata helyett.

Az „erdőirtás az erőművek faigényének kielégítésére” képzelt károkozása szinte minden oldalról megjelent, mert minden, a környezetért aggódó számára egyfajta ökológiai problémát vet fel, ami azonnali orvoslást és megszüntetést igényel. A faanyag szállítása koncentrált irányúvá vált és ez azt a képzetet teremtette, hogy megnövekedett a fakitermelés.

A fenti negatív vélemények módosítására a jelenleginél sokkalta kiterjedtebb és szakmailag megalapozottabb PR-tevékenységre van szükség.

A helyes szakmai szempontok betartásának igazolására, a terméket előállítók részére kötelező érvényű a mintavételen alapuló bevizsgálás, melyet az Egererdő Erdészeti Zrt. el is végzett. Vagyis kerül-e a tűzifánál magasabb minőségű faanyag az erőművekbe?

4.2. Kötött mintavételű vizsgálat

A beszállításra került alapanyag fűrészipari felhasználhatóságának vizsgálata érdekében, a fűrészüzemi feldolgozást követően kiértékelésre került a végtermék.

- Mintavétel módja: nem véletlenszerű, kötött. Feltételek: fafaj és méret (KTT, 26 cm-nél nagyobb átmérő) szerinti irányított leválogatás.
- Mintavétel helyszíne: erdei rakodó, vagy erőmű rakodója

4-3. kép: Kijelölt hosszú tűzifa



Fotó: Jung L.

- Mintavétel módja: faipari szakemberek egyedi kijelölése szerint, máglyabontás közben.
- Mintaanyag feldolgozása: Gatteres fűrészáru-termelés, minősítés, szárítás, sorozatvágó és ingafűrész parkettfrízgyártás, mozaikparketta előállítás.
- Elemzés.

4.2.1. Mintavétel és feldolgozás

A kiválogatott minta kéreg nélküli csúcsátmérő köbözéssel került regisztrálásra, adva ez által a kiindulási adatokat. A fűrészüzembe történő beszállítást követően, feltételezve a megfelelő minőséget, keretfűrészkes technológiával, 25-ös fűrészáru termelése következett. A fűrészáru felvételezése után a „gatterfriss” termék a gyöngyösi Parkettagyárba került beszállításra, ahol szárítás után a mozaikfríz-előállítás következett. Végezetül mozaikparketta előállítás zárta a folyamatot.

4-4. kép: Fűrésztelepre beszállított hosszú tűzifa



Fotó: Jung L.

4.2.2. Elemzés

Az elemzés céljára négy év adatai álltak rendelkezésre:

4-1. táblázat: Feldolgozott tűzifa és rönk kihozatali adatai és eredményszámításai

Választék	Leválogatott hosszított tűzifa					Normál fűrés:
Mintavétel időpontja:	2004	2005	2006	2007	összesen	2007
Fafaj	KTT	KTT	KTT	KTT	KTT	KTT
Alapanyag (m3)	38,89	6,28	5,92	10,29	61,38	15,62
Atrotonna	26,406	4,383	4,091	7,02	41,9	10,153
Atrotonna/m3	0,679	0,698	0,691	0,682	0,683	0,650
Energetikai egységár (Ft/atrotonna)	12128	12961	14205	15285		15285
Mintamennyiség energetikai ára (Ft)	320252	56808	58113	107301	542473	155189
KTT rönk átlagárak (Ft/m3)	14502	14884	16088	17701		17701
Mintamennyiség rönk ára (Ft)	563983	93472	95241	182143	934839	276490
Keletkezett fűrészáru (m3)	19,701	3,203	2,936	5,045	30,885	7,825
Kihozatal (%)	50,7	51,0	49,6	49,0	50,3	50,1
Anyagnorma I. (m3/m3)	1,97	1,96	2,02	2,04	1,99	2,00
Keletkezett mozaikfríz (m3)	14,5930	2,4080	2,2940	3,2370	22,5320	6,4500
Anyagnorma II. (m3/m3)	1,350	1,330	1,280	1,559	1,371	1,213
Keltkezett mozaikparketta (m2)	690,249	115,223	108,002	155,253	1068,727	349,302
Kihozatal (m2/m3)	47,30	47,85	47,08	47,96	47,43	54,16
Keletkezett mozaikp-ból normál (m2)	495,884	95,006	85,441	116,437	792,768	322,204
%	71,8	82,5	79,1	75,0	74,2	92,2
Keletkezett mozaikp-ból ipari (m2)	194,365	20,217	22,561	38,816	275,959	30,641
%	28,2	17,5	20,9	25,0	25,8	8,8
Normál mozaik eladási ár (Ft/m2)	1521,0	1443,0	1667,0	1812,0		1812,0
Ipari mozaik eladási ár (Ft/m2)	960,0	1035,0	1040,0	1042,0		1042,0
Keletkezett végtermék eladási ára (Ft)	940830	158018	165894	251430	1516172	615762
Költségek						
Alapanyag tűzifa áron (Ft)	320252	56808	58113	107301	542473	155189
Bérfelvágás (Ft)	194450	37680	41440	82320	355890	124960
Fűrészáru Parkettagyárba szállítása (Ft)	27581	4805	4698	8577	45660	13303
Fűrészáru szárítása (Ft)	157608	25624	23488	40360	247080	62600
Fűrészáru mozaikfrizzé leszabása (Ft)	13134	2167	2065	2913	20279	5805
Mozaikparketta előállítás (Ft)	337532	59916	59509	93928	550885	211328
Összesen költség (Ft)	1050557	187000	189312	335399	1762267	573184
Eredmény (Ft)	-109727	-28981	-23418	-83968	-246095	42578

A 2007-es évben egy, a korábbi technológiával megegyező, de alapanyagát tekintve normál fűrészrönkkel is kontroll történt. A költségelemzést csak addig a határig végezték, amíg megtartotta pozitív nyereségtartalmát. Az azt követő munkafázisok standard azonos fajlagos költségeket tartalmaztak, melyek nem befolyásolták a következtetést, miszerint:

A kötött mintavétellel kiválogatott tűzifa feldolgozásának eredménye szerint a fűrészipari feldolgozás során keletkezett fűrészárut, a minősége miatt jellemzően csak mozaikfríz céljára lehetett felhasználni. Ezért született meg a döntés, hogy a végtermék mozaikparketta legyen.

Fűrészáru kihozatal:

Tekintettel arra, hogy az irányított leválogatásnál szempont volt a minimális átmérő és a megfelelő alakosság (hengeresség, sudarlóság stb.), a rendelkezésre álló alapanyag szemrevételezésekor nem jelentett különbséget a mintamennyiségek halmaza.

4-1. ábra: Fűrészáru kihozatal

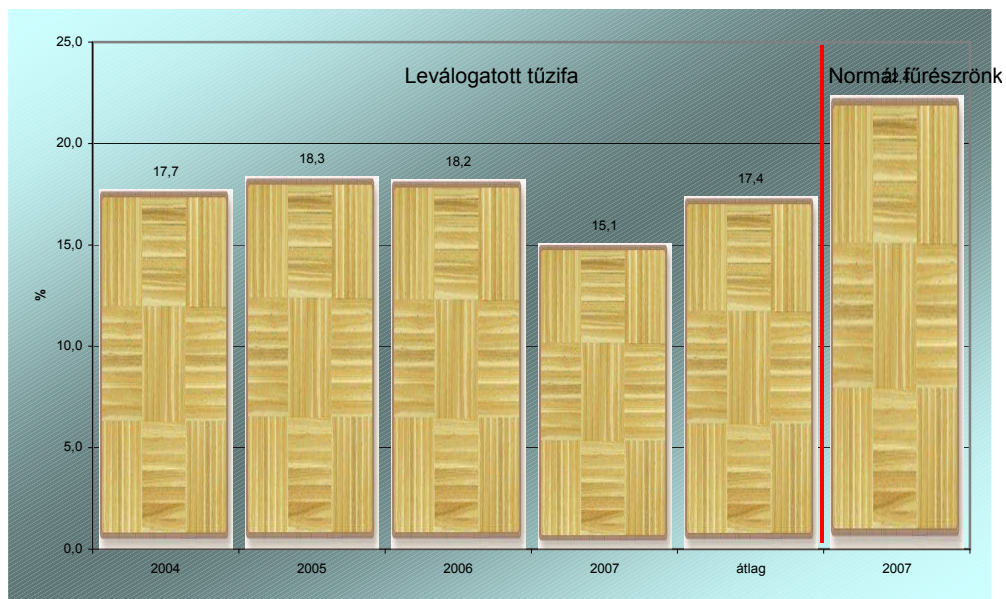


Nem mondható jelentősnek az egyes mintavételi tételek átlagából és a normál fűrészrönkből képződött kihozatali %-ok eltérése. Szándékosan nem végeztünk fűrészáru osztályozást azon elhatározásból, hogy a végterméknek szánt mozaikparketta szolgáltatssa az adatokat.

Mozaikparketta kihozatal:

A szárítást követően a mozaikfríznek történő leszabáskor már megjelentek az első jelentős eltérések, hiszen a leszárított és leszabott alapanyagból már jelentős tétel hulladékba került, jellemzően a belső fahibák következtében.

4-2. ábra: Kihozatal: mozaikparketta (m²) / alapanyag (m³)



Egy köztes számítás, ami egy 100 %-os normál mozaikparketta kihozatalt feltételezett, ugyancsak veszteséges feldolgozást eredményezett:

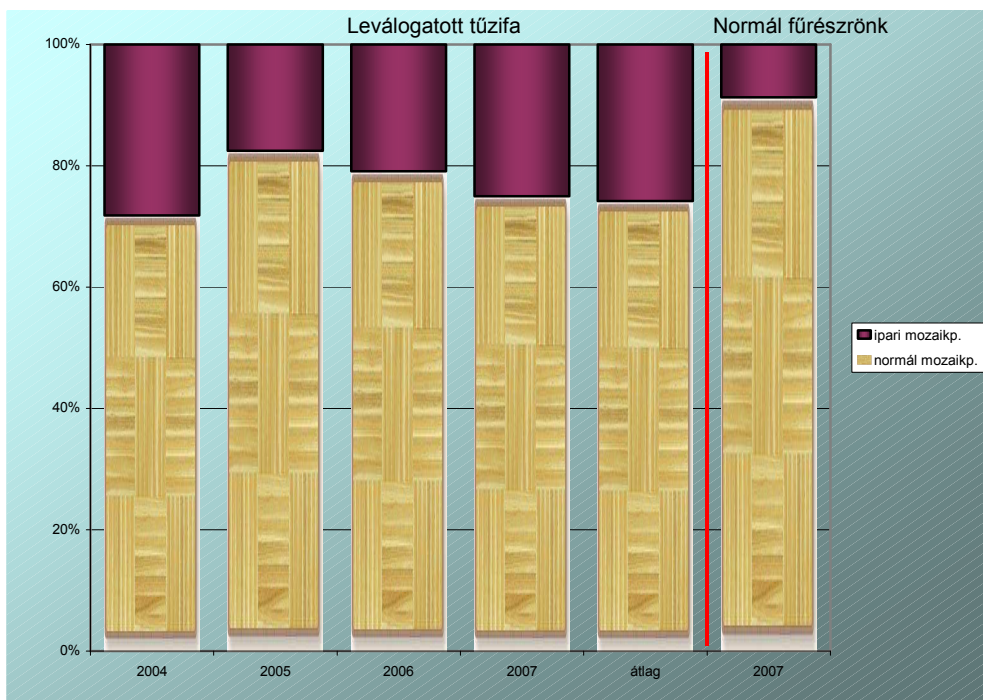
4-2. táblázat: Kalkuláció 100 %-os normál mozaikparketta kihozatal mellett

Választék	Leválogatott hosszított tűzifa					Normál fűrészlónk
	2004	2005	2006	2007	összesen	2007
Mintavétel időpontja:	2004	2005	2006	2007	összesen	2007
Fafaj	KTT	KTT	KTT	KTT	KTT	KTT
Alapanyag (m3)	38,89	6,28	5,92	10,29	61,38	15,62
Keltkezett mozaikparketta (m2)	690,249	115,223	108,002	155,253	1068,727	349,302
Normál mozaik eladási ár (Ft/m2)	1521,0	1443,0	1667,0	1812,0		1812,0
Keletkezett végtermék bevétele (Ft)	1049869	166267	180039	281318	1677493	632935
Összesen költség (Ft)	1050557	187000	189312	335399	1762268	573184
Eredmény (Ft)	-688	-20733	-9273	-54081	-84775	59751
Alapanyagra fajlagos eredmény (Ft/m3)	-18	-3301	-1566	-5256	-1381	3825

A kész mozaikparketta osztályozása viszont már teljes egészében megváltoztatta az eredményt, egyben a végkövetkeztetésre is lehetőséget teremtve. Meg kell jegyezni, hogy tekintettel a gyártási folyamatra, nem lehetett kizárólagosan csak a minta alapjául szolgáló tételt vizsgálni, ezért becslést is tartalmaznak az adatok:

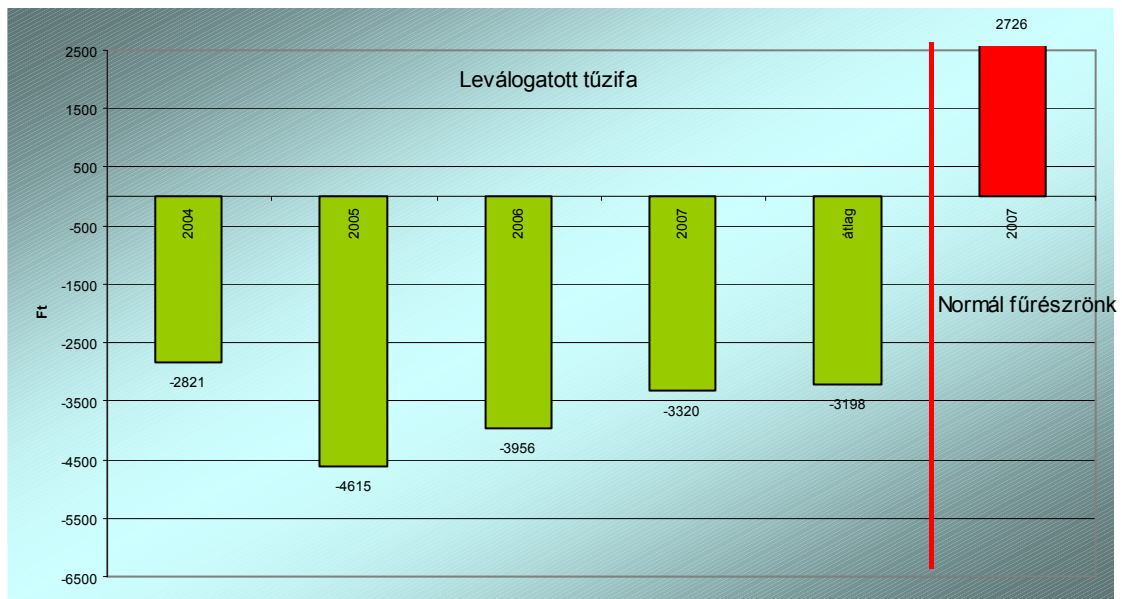
Normál és ipari mozaikparketta részaránya:

4-3. ábra: Normál és ipari mozaikparketta arány



Az osztályozást követő beárazás megadta a végeredményt, ami az alapanyag m³-arányos eredményességét van hivatva bemutatni:

4-4. ábra: Alapanyagra vetített átlageredmény



Az elemzés a fűrészipari feldolgozásra korlátozódott. Hasonló felhasználás-gazdaságossági vizsgálatot a továbbkutatás számára javasolok rostfa-feldolgozás tekintetében, viszont ott nem csupán a kihozatalt és költségeket vizsgálva, hanem az energiamérleg (E_{output}/E_{input}) meghatározását is.

Tehát megállapítható: igaz az az általános vélemény, hogy nincs olyan erdei választékfeleség, melyből, ha kis hányadából is, de ne lehetne magasabb értékű végterméket előállítani (egészen a legszélsőségesebb minőségi különbségig), viszont mindennek gátat szab az ökonómiai határ, ahol már csak a veszteséget termeli a továbbfeldolgozás.

4.3. Energetikai választék egyik lehetséges felhasználása vizsgálatának összefoglalása

A meghatározó tételben történő eröművi beszállítás egyedi szabvány kidolgozását igényelte, melynek szempontjai:

- befogadó feldolgozó technológia-igénye
- készletezés közbenső rakodón
- faanyagmozgatás

A befogadó által idealizált dimenzió maximum 6 m hosszúság és maximum 80 cm átmérő, míg az alsó limitben a normál tűzifa-szabvány paramétereit az irányadók. Kapacitásigény miatt volumen megkötés szerepel, a beszállítás ütemezésében.

A készletezésnek, különösen hegyvidéken, rakodóterületi határai vannak, sok esetben csak az 1 m hosszúságú hagyományos tűzifa-sarang elhelyezésére van lehetőség. Egyébként a rönknél alkalmazott máglyázás alakult ki.

A faanyagmozgatásnál a kialakult szállító géppark, illetve vasúti szállítás esetén az ideális vagonméret a figyelembe veendő.

A rakodófelület maximális kihasználása érdekében bevezetésre került a „hosszított” tűzifa választék (2,50; 2,60; és 3,00 m hosszban). A méretekből kiindulva súlyos kritika érte a szállítót, miszerint fűrészipari alapanyagot termel és „égettet el”.

Faipari szakemberek bevonásával méreti tulajdonságai alapján leválogatásra került, négy különböző időszakban, 61,38 m³ hosszú tűzifa és 15,62 m³ szabvány fűrészrönk.

Keretfűrész fűrészipari feldolgozás után, kizárólag mozaikparketta gyártására került sor.

Már a fűrészáru feldolgozásánál, 20-25 %-kal rosszabb minőségi kihozatali % volt tapasztalható, szemrevételezés alapján, a tűzifa választéknál. Ezt szándékosan nem érvényesítettük, mert a kísérleti végcél a mozaikparketta volt. Mozaikfrízzé való feldolgozást követően további 10-15 %-kal gyengébb kihozatal volt kimutatható a fűrészrönkhöz képest, mely a belső fahibák gyakoriságára volt visszavezethető.

A mozaikfrízről ténylegesen legyártott mozaikparketta arányok közötti különbség tovább növelte a kihozatali veszteséget. A leválogatott tűzifából készülnél a négy feldolgozás során átlagban 47,43 m²/m³ kihozatali értéket mértünk, szemben a normál fűrészrönk esetében elért értékekkel, ahol 54,16 m²/m³ keletkezett.

A kész mozaikparketta osztályozásánál jelentkezett ismételten jelentős eltérés, melyben becslési adatok is szerepelnek, ahol is az ún. ipari parketta részaránya (aminek eladási ára 60-70 %-a a normál mozaikparketta átlagárának) tűzifából átlagban 25,8 %-ot mutatott a normál fűrészrönk esetében elért 8,8 %-kal szemben.

Az azonos feldolgozási költségráfordításokkal szemben a magas kihozatali veszteségek és a közvetlen árbevételt befolyásoló minőségi arányok (ipari – normál) eltolódása miatt, kivétel nélkül valamennyi tűzifa próbafeldolgozás veszteségbe fordult, miközben meg kell jegyezni, hogy a tapasztalat szerint a hagyományos feldolgozású fűrészrönkből magasabb értékű, az árbevételt megsokszorozó egyéb terméket is lehetett volna képezni. Alapanyagra vetítve a tűzifa feldolgozásnál közel 2400 Ft/m³ veszteség, a hagyományos rönk esetében közel 2700 Ft/m³ nyereség képződött.

Új kutatási eredménynek tekintem azon vizsgálati módszer alkalmazását, amely alapján az energetikai célra termelt faanyagot és szabványos rönköt, ugyanazon hagyományos fafeldolgozási technológiát alkalmazva, egy meghatározott céltermék előállításával elemezzük, és összevetjük a kapott eredményeket. Azonos egységekre vetített kihozatali mutatók és elérhető bevételek, valamint ráfordítások összevetésére van lehetőség, igazolva a pillanatnyi környezetben a választékolás helyességét.

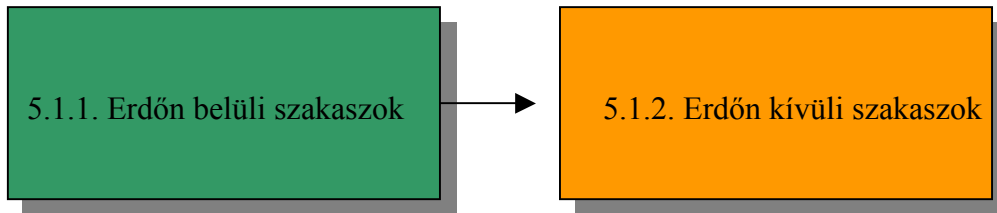
5. Fakitermelési, készletezési és anyagmozgatási technológiák változásának szükségességéről

5.1. Primer erdei fatermék előállításának sémája

A helyesen igen erős korlátok, szabályzók szerint és törvényi közegben megszületett fakitermelési engedélyek megléte esetén kezdődik el, a már kizárólag ökonómiai szempontokat figyelembe vevő termék-előállítás, melynek „ökológiai üzemcsarnoka” maga az erdő; illetve – a faanyagmozgatási logisztikai rendszerbe történő illesztésével – annak mozgatása és az áruforgalomba bocsátása.

Ennek megfelelően alapján két igen markánsan eltérő területet különböztetünk meg:

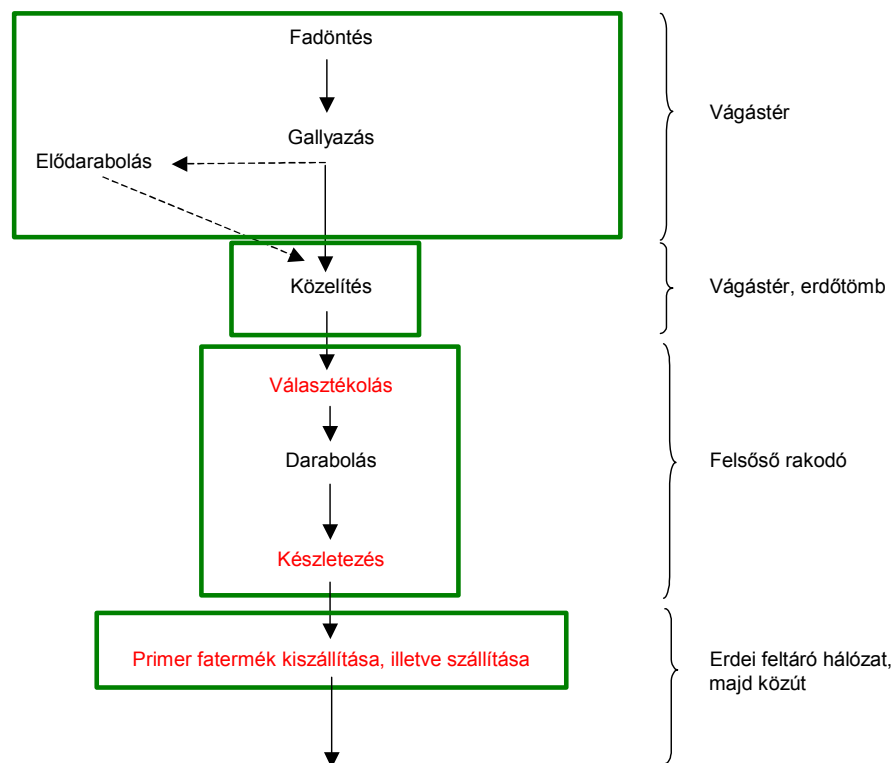
5-1. ábra: Faanyagmozgatási alapséma



5.1.1. Erdőterületen belüli munkaszakaszok

Elsősorban az erdőterület domborzati és feltártsági adottságai miatt, a vizsgált hegyvidéki területen az úgynevezett felső rakodói felkészítés a jellemző.

5-2. ábra: Erdei munkafázisok



A teljes folyamatra vonatkozóan, kiemelten a döntésre-gallyazás és közelítés műveletére, egyértelműen azt lehet megállapítani, hogy nem következett be változás, és nem is következhet be egészen a felső rakodóig.

Elemezve az egyes munkaszakaszokat, illetve az ahhoz szükséges döntésmechanizmust a felső rakodón, a következő változásokat tapasztaljuk:

5.1.1.1. Választékolás, készletezés

A választéktermelés kizárólagos meghatározója a piac, valamint az ehhez szervesen kapcsolódó anyagmozgatás logisztikája.

A piaci egyensúly megtartása mellett a fakitermelés – leszámítva az „új” termék diktálta szélsőségeket – gyakorlatilag változás nélkül, a korábbiaknak megfelelő választék-szerkezetet produkálta, de eltérő arányokban (3.2.3. pontban leírtak szerint).

Az, hogy a választékolás során, a munkapadon lévő fa mely részéből lett tűzifa, azt korábban a belső és külső fahibák, szemmel is érzékelhető megjelenési formák határozták meg. Ez a jelenben is így van. Viszont a korábban szabványban is meghatározott hosszmeret és átmérő, valamint a legnagyobb húrméret a kezelhetőség és az egyértelmű számbavehetőség miatt az új terméknel másként alakult ki.

Ezen a ponton következett be az egyik legmarkánsabb változás, mely az úgynevezett hosszított tűzifa választékolását eredményezte.

Előnye:

- fel- és leterhelés egyszerűsítése, annak költségvonzata
- szállítóeszköz kihasználása (vagon, ill. tehergépjármű rakodófelületi méretazonosság), annak hatékonysága
- erőművi készletezés és feldolgozás, annak technológiai kényszere

Hátránya:

- felső-rakodói készletezés, felvételezés bonyolultsága
- „fűrészrönk-képzet” kialakulása az új termék bírálójánál

A fentiek egyben továbbkutató területek is.

5.1.1.2. Az energetikai választék kiszállítása és szállítása

A korábbi logisztikai rendszertől eltérően az alábbi két helyen következett be látványos változás:

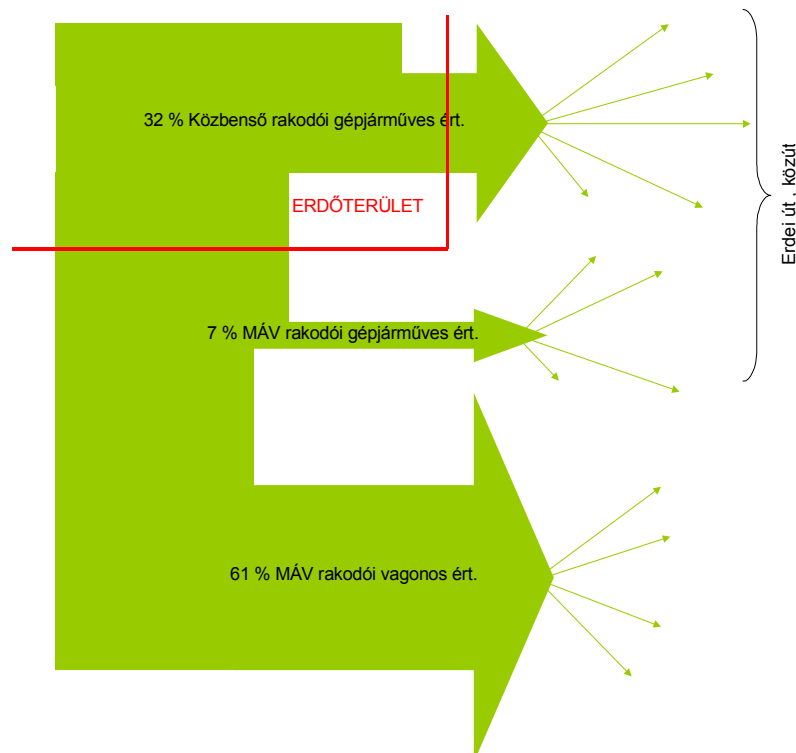
- *anyagáramlás koncentrálódása, illetve irányváltása*
- *technológiai rendszeren belül technikai eszköz változása*

A vizsgálatok során az 1999 és 2006-os évek adatai kerültek feldolgozásra, két halmazt képezve (I. II.). Mindkét halmaz a készletezési helytől (felső rakodótól) az értékesítésig mutatja az anyagmozgatás arányait az igénybevett feltáráshálózat és eszköz tükrében.

I. halmaz 1999-2002:

A feltárt 4 év még hagyományos, erőművi beszállítás nélküli anyagmozgatást, illetve értékesítési formát mutat.

5-3. ábra: Faanyagszállítás energetikai program előtt

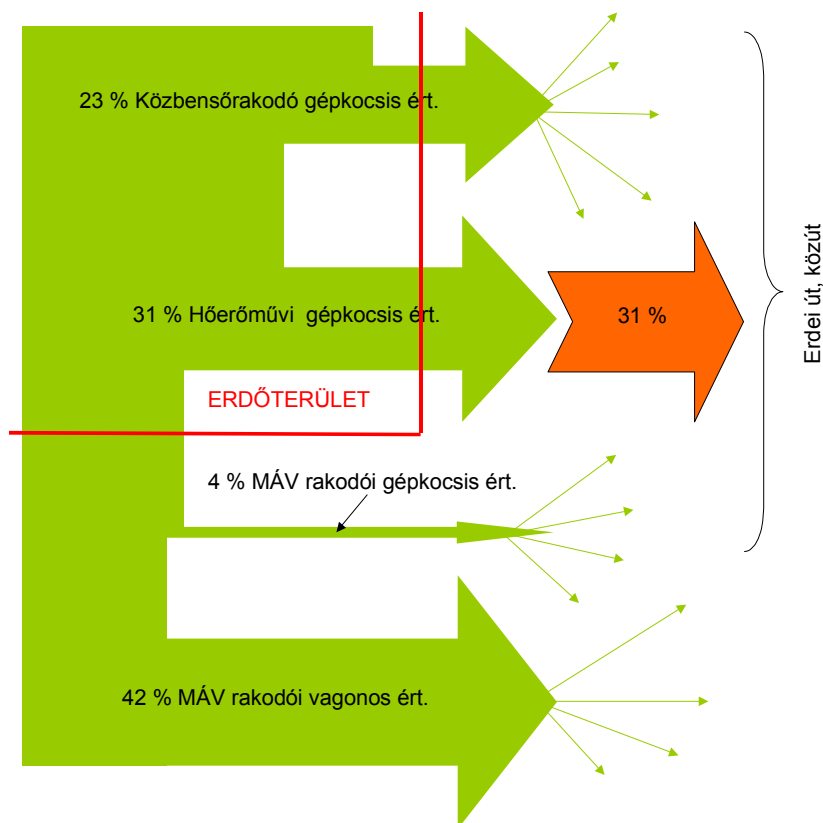


Az erdei feltáró-hálózatot évente jól tervezhetően, és összességében arányosan terhelte meg a vizsgált időszak alatt a faanyag közvetlen értékesítése (32 %), valamint a MÁV rakodókra történő anyagmozgatás (68 %). Tekintettel arra, hogy több évtizedes távlatban a géppark változáson ment keresztül, de teherbírásukat elemezve belül maradtak az erdei úthálózat által tűrt értéken, így a már kialakult karbantartási szükségleten, valamint fejlesztésen túl „extra” behatás nem érte a nagy vagyonértéket képező erdei valamint közúti pályákat. (5-3.sz. táblázat)

II. halmaz 2003-2006

Megkezdődött az erőművi beszállítás.

5-4. ábra: Faanyagszállítás energetikai program alatt



A két összevetett 4-4 esztendőben közel azonos térfogatú nettó vastagfa, illetve kitermelt primer választék állt rendelkezésre.

5-1. táblázat: Értékesítési formák mennyiségi adatai ciklusonként

	1999-2002		2003-2006	
	m ³	%	m ³	%
Felsőrakodói gépkocsis értékesítés	223851	32	168055	23
Hőerőművi gépkocsis értékesítés	0	0	226674	31
MÁV rakodói gépkocsis értékesítés	48349	7	26943	4
MÁV rakodói vagonos értékesítés	430295	61	305115	42
Összesen	702495	100	726787	100

Forrás: EGERERDŐ Zrt. Kereskedelmi Osztály

A két halmaz összevetéséből levonható következtetések:

5.1.1.3. Erdei feltáróhálózat

- Volumen: gyakorlatilag csak a két elemzett időszak közel 24 em³-es különbözetében mutatható ki, melynek az úthálózatra gyakorolt többletterhe tervezhető; míg karbantartás és fejlesztés tekintetében normál üzletmenetet jelent.
- Technológia, technika: ezt vizsgálva már jelentős eltérés és igen komoly problémákat akkumuláló helyzet teremtődött. 1999-2002 közötti időszakban átlagban 6 t-t alig meghaladó teherbírású gépjárművekkel történt a faanyag szállítása, szemben a hőerőműi beszállítás megindulását követő magasabb teherbírással. Jelentősen megnövekedett (31 %-kal) a közvetlen célállomásra történő értékesítés, mégpedig a távolság megnövekedése miatt kétszeresére növekedett teherbírású (20 t-ás) kamionokkal. Felmért adatok alapján az alábbi forgalom zajlott le az erdőben:

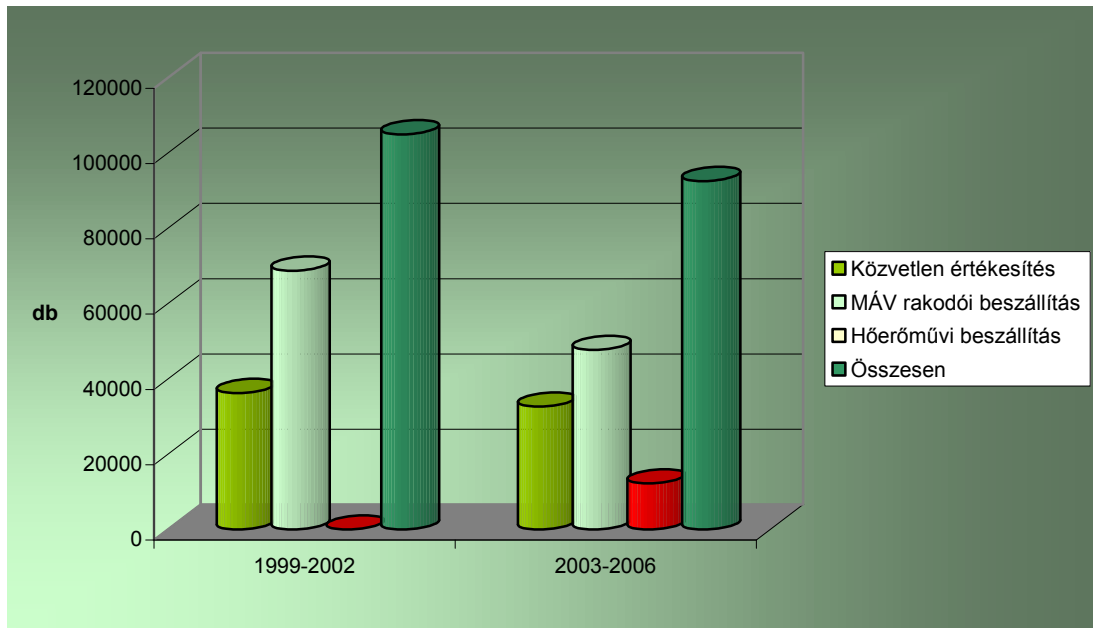
5-2. táblázat: Fordulók száma ciklusonként

	1999-2002		2003-2006	
	db	%	db	%
Felsőrakodói gépkocsis értékesítés	36227	35	32636	35
Hőerőművi gépkocsis értékesítés	0	0	12227	13
MÁV rakodóra történő anyagmozgatás	68715	65	47671	52
Összesen	104942	100	92534	100

Forrás: EGERERDŐ Zrt. Kereskedelmi Osztály

A csupán 12 %-os fordulósám-csökkenés ellenére itt rejlik a legnagyobb, az erdei úthálózat állagát érintő probléma.

5-5. ábra: Fordulók száma és iránya



Forrás: EGERERDŐ Zrt. Kereskedelmi Osztály

A két időszakban a szállítási feladatot vegyes összetételű gépparkkal végezték el. A szállítási változások elemzését a NYME Geomatika és Mérnöki Létesítmények Intézet Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Tanszéke irányította. A Primusz Péter által készített diplomaterv mutatta be, hogy az egységtengely-átszámítási tényező (B) és az egy forduló alatt leszállítandó m³ függvényében hogyan változik a fajlagos forgalomterhelés – különböző tehergépkocsi-típusok alkalmazása esetén. Ezen időszakok alatt a forgalomterhelés növekedését azok %-os változása mutatja. A két vizsgált időszak 2000 és 2005 volt. Táblázatos formában az alábbi alapadatokból indult ki:

5-3. táblázat: Az EGERERDŐ Zrt. gépparkjának változása az elmúlt öt év alatt

Géppark 2000-ben			Géppark 2005-ben		
Típus	B	hasznos teher m ³	Típus	B	hasznos teher m ³
IFA W50 LA /PV	0,203	5,35	VOLVO FM 12 6x6	1,070	11,15
IFA L60	0,553	7,00	RÁBA-LMM U 26.230	0,689	11,00
CSEPEL-350D	0,044	3,50	MAN 27.414	0,870	8,75
KAMAZ-53212	0,317	7,02	KAMAZ 4310	0,190	5,70
RÁBA FA-27.235-6.6-000	0,921	10,05			
TATRA-815	0,469	6,00			
ÁTLAGOS TEHERGÉPKOCSI	0,418	6,49	ÁTLAGOS TEHERGÉPKOCSI	0,705	9,15

Forrás: Primusz Péter, 2006

A fenti táblázatból, ismerve a gépjárművenkénti egységtengely-átszámítási tényezőket, valamint a fordulónként leszállítható m³-t – azok átlagát képezve –, kiszámítható a fajlagos forgalomterhelés.

$$T_{2000} = 0,418 / 6,49 = 0,0643 \text{ db } 100 \text{ kN e.t.} \dot{\text{a}} / \text{m}^3$$

$$T_{2005} = 0,705 / 9,15 = 0,0766 \text{ db } 100 \text{ kN e.t.} \dot{\text{a}} / \text{m}^3$$

Képezve a két időszak változását (T_{2005} / T_{2000}) megállapítható, hogy közel 20 %-os forgalomterhelés-növekedés érte az erdőgazdaság útjait. Az elemzés csak két év átlagaiból indult ki, aminél természetesen – évenként és a ténylegesen igénybevett eszközök által az érintett szakaszokon leszállított fatömeg feltárásával – „pontosabb” értéket lehet kapni. Viszont a trend jól kimutatható, mert a hőerőműi beszállítás jelentős hányadát már közel 20 t-ás szerelvények végzik, így az erdei utakat terhelő forgalomnövekedés akár 20 – 30 % többletet is jelenthet, változatlan fatömeg mellett. Következésképpen, mivel az úthálózat élettartam-csökkenése közel arányos a forgalomnövekedés ütemével, hogy a 20 éves tervezési időszak helyett jelentősen csökkenhet az erdei utak élettartama.

Vizsgált időszak elemzése:

$$E = T_t - [(m^3_1 \times B_1) / (m^3_2 \times B_2)] \times T_t$$

Ahol: E = időváltozás; T_t = tervezett élettartam; $m^3_{1,2}$ = leszállított faanyag-mennyiség; $B_{1,2}$ = egységtengely terhelési tényező

A képletet alkalmazva megkapjuk az út várható élettartam változását.

$$E = 20 - [(702495 \times 0,418) / (726787 \times 0,705)] \times 20 = 8,5 \text{ év}$$

A számítási módszert mindig csak adott útszakaszra kell elvégezni, jelen levezetés csak feltételezte, hogy azonos útszakaszon került leszállításra a teljes fatömeg. A módszer útleltár ismeretében állandóan aktualizált figyelőrendszerként működtethető, koordinálva a szükséges karbantartásokat.

5.1.1.4. Úthálózatok forgalomsűrűsége

A primer választékok közel 25-30 %-a egy célállomásra gravitál, a hőerőműbe.

- Az erdei úthálózatok leterheltségében, a célállomás-változást figyelembe véve, nincs jelentős eltérés, az 5.1.1.2-ben leírtak kivételével, mert a rendezőelv, miszerint az erdőből a lehető leggazdaságosabb módon, egyben a legrövidebb erdei útszakaszon a közútra kell terelni a forgalmat, nem változott.
- A közút leterheltsége viszont jelentős változáson megy keresztül. A termelő egységek gravitációs központokkal rendelkeznek és a távolsági értékesítést korábban ezen közbelső rakodók közbeiktatásával végezték el, az I. halmaz-ábra szerint a fatömeg 68 %-ánál. A hőerőművi beszállítás beindításával viszont jelentősen lecsökkent a rakodói beszállítás, 22 %-kal. Ezzel szemben és az erőműhöz egyre közelebb vizsgálva a hőerőmű környéki közúti forgalmat, jelentősen intenzívebb forgalomnövekedés következett be. Jóllehet a szállítópark átlagos tengelynyomása nem lépi túl a térség közútjainak teherbírási paraméterét, de a teherforgalom sűrűsége növekedése egyértelműen az útpályaszerkezet élettartam-csökkenését eredményezi. Mindezekon túl, és amivel hangsúlyozottan törődni kell, kialakult a környékbeli lakosság ellenszenvé, s egyrészt kritikát kap maga az erdőgazdálkodás, hiszen úgy tűnik, mintha többet termelne az erdőgazda, másrészt pedig a korábban „csendes” falvakon keresztül vezető útszakaszok állaga romlik, a forgalomsűrűség pedig baleseti veszélyforrás érzetét kelti.

5.2. Az energetikai választék nedvességtartalma és annak hatása az anyagmozgatásra

A fatest fizikai szempontból egy háromfázisú – fa-víz-levegő – rendszernek tekinthető, olyan szilárd test, amely

- kristályos szerkezetű (a cellulóznak és a poliózoknak köszönhetően), de jelentős amorf részekkel (lignin) is rendelkezik,
- inhomogén, mivel a fatest különböző pontjaiban a tulajdonságai tág határok között változnak,

-
- szerkezeti szempontból ortogonálisan anizotrop, vagyis a tér egymásra merőleges három síkjában (sugár-, húr-, rostirányok) a fizikai tulajdonságai sajátosan eltérőek,
 - pórusos szerkezetű és korlátozott mértékben képes a méretét változtatni.

A fizikai tulajdonságok közül a sűrűségnek – az egységnyi térfogatú faanyag tömegének – kiemelkedő jelentősége van.

Ezen tulajdonság primer termék (tűzifa) esetében meghatározóan a nedvességtartalomtól függ.

A fában tárolt víznek, illetve a fa-víz kapcsolatok ismeretének energetikai választék esetében a következő két területen van szerepe, jelentősége:

- Minél alacsonyabb nedvességtartalma – és így kisebb tömegű – faanyag szállítása
- Égetésnél minél alacsonyabb nedvességtartalma faanyag betáplálása – és így nagyobb fűtőérték előállítása.

5.2.1. Nedvességtartalom és fűtőérték összefüggései

Tekintettel arra, hogy a nagyüzemi (hőerőművi) felhasználás esetében a faanyag beszállítása primer formában történik, majd a helyszínen történik az aprítás és a közvetlen beadagolás, csak természetes úton történő nedvességtartalom csökkenéssel számolhatunk.

Hatására tömegcsökkenésnek és fűtőérték növekedésnek kell bekövetkeznie.

Rendelkezésre állnak elsősorban a fa elemi összetételének függvényében kiszámítható égéshő-adatok, illetve azt a nedvességtartalom függvényében kimutató fűtőérték függvények, azonban egy nagyobb időciklust felölelő, több fafajon elvégzett kísérletsorozat is szükséges, mely alapját szolgálhatja egy, a faanyagmozgatásra érvényes hatás elemzésének.

A vizsgálat *célja* az egyes dendromasszák (fafajok) égéshőjének meghatározása, folyamatosan csökkenő nedvességtartalom mellett.

Mintavétel helye: Csermely 15 B (Szilvásvárad Erdészeti), Parádsasvár 19 A (Parádfürdői Erdészeti), Felsőtárkány 23 C (Felsőtárkányi Erdészeti) erdőrészelei.

Mintavétel ideje: 2007 azonos időintervallumában, februártól augusztusig. Az első a fakitermeléskor, februárban, azt követően havonta, közel azonos időben, a már kitermelt erdei rakodón készletezett anyagból

Mintavétel tárgya: a kitermelésre került KTT, CS, B és GY fafajokból készletezett tűzifa.

Mintavétel módja és a minták tárolása, szállítása: motorfűrészszel az egyes fafajokból külön-külön, több helyről és farészből. Az így keletkezett gyaluforgács közvetlenül egy gyűjtő műanyagzsákba került, melyből egy hermetikusan zárható műanyag zacskóba helyezték a közel 1-1 kg-nyi mintát. Felcímkézést követően, mely a gyűjtés idejét, helyét és a fafajt tartalmazta, postai úton került a laboratóriumba.

A laboratóriumi vizsgálathoz használt *műszerek, berendezések:*

- IKA-Werke C2000 basic automata kaloriméter
- Boeco SMO 1 gyors nedvességtartalom-meghatározó készülék
- Prothermo-Hofmann B10 ipari kemence
- Radwag XA 220 analitikai mérleg

Számítások: az egyes mintákból végzett mérési sorozat legalább öt méréséből állt, e mérések számtani átlaga adta az eredményeket.

A kapott *eredmények:*

$W_{\text{mért}}$ = nedvességtartalom (%)

$H_{w=\text{mért}\%}$ = fűtőérték a mért nedvességtartalom mellett (J/g)

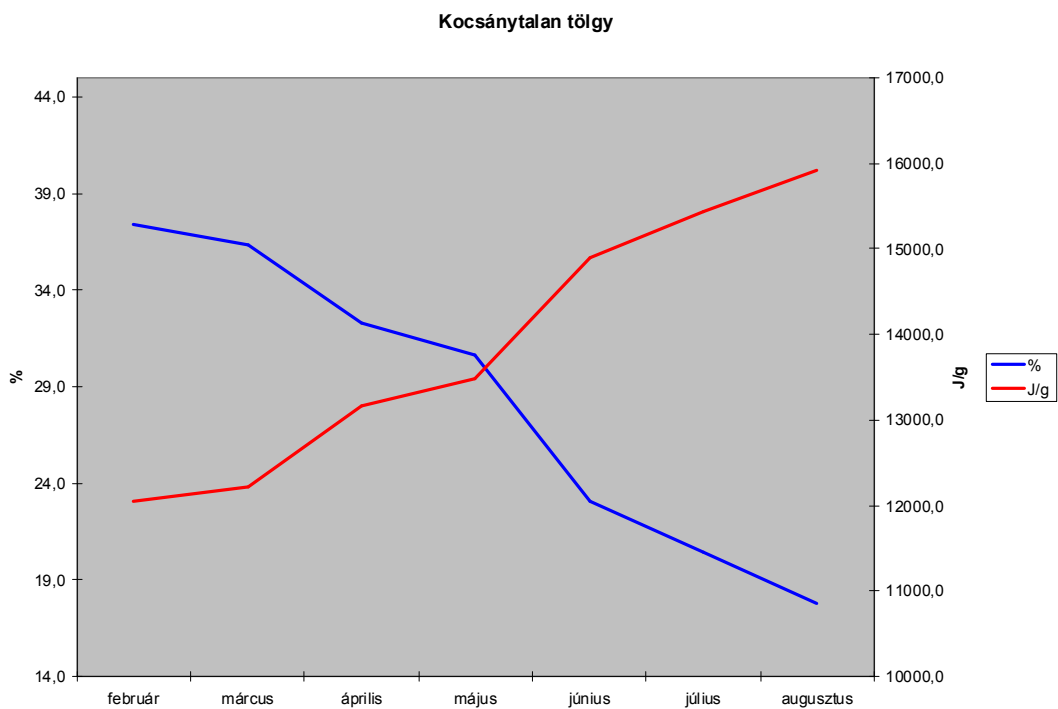
$H_{w=0\%}$ = fűtőérték 0 % nedvességtartalom mellett (J/g)

Hamutartalom %

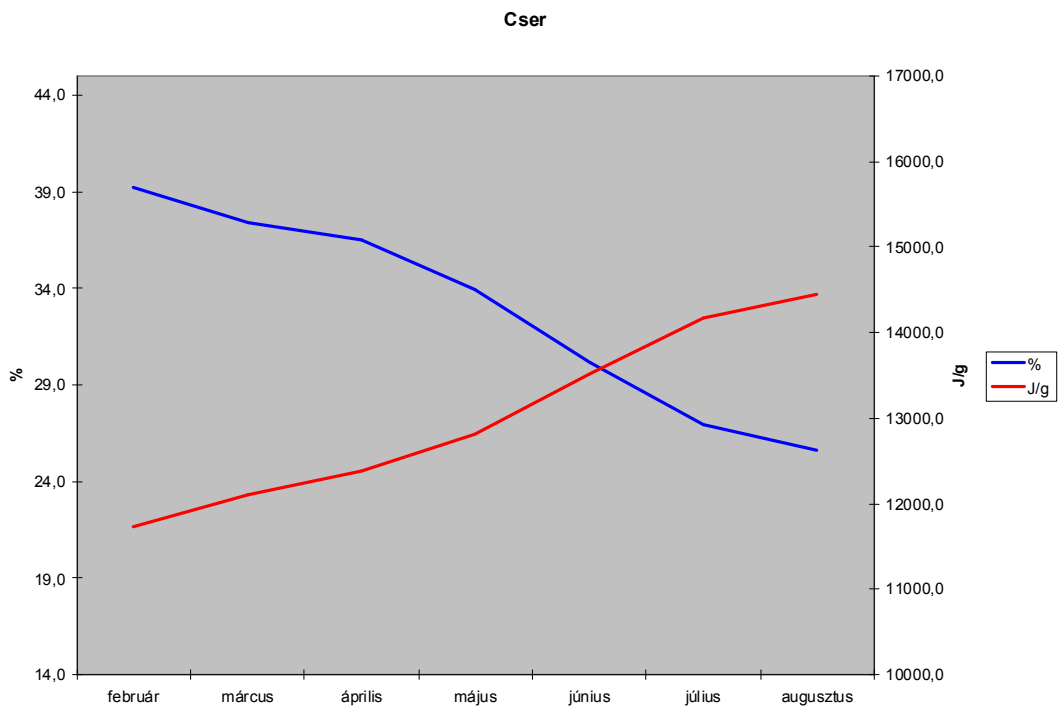
Az így rendelkezésre álló adathalmaz a laboratóriumi jegyzőkönyvekből egy Excel formátumú adattáblába került rögzítésre. (1.sz. melléklet)

A vizsgált időszakban fafajonként a nedvességtartalom és a fűtőérték az alábbiak szerint változott:

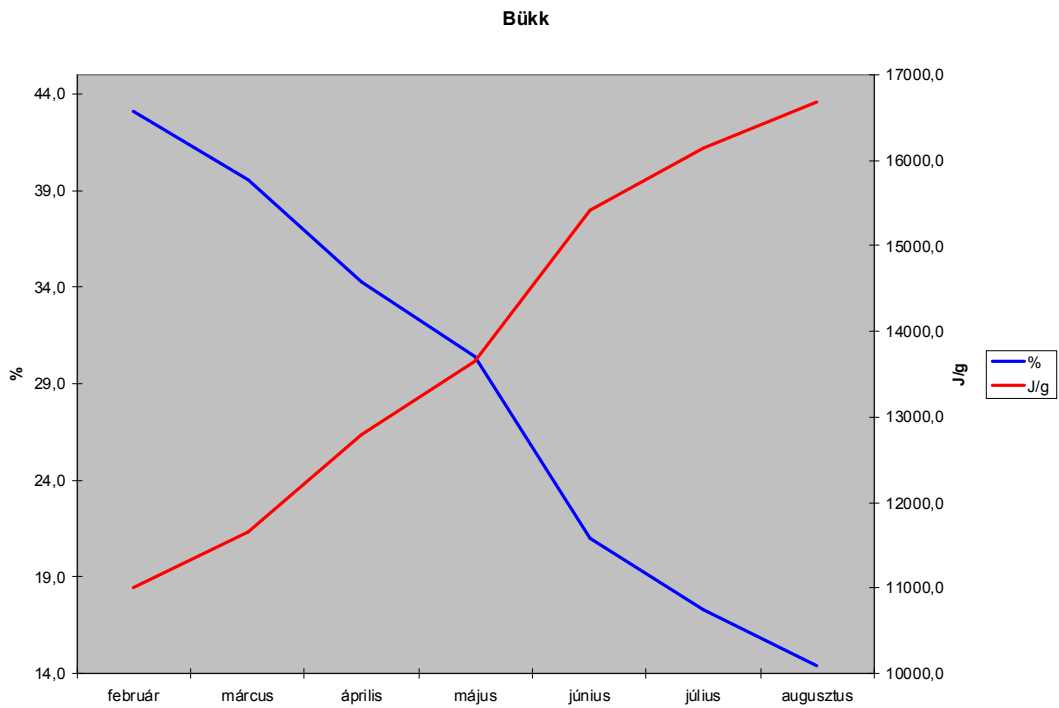
5-6. ábra: Kocsánytalan tölgy nedvesség % és fűtőérték viszonya



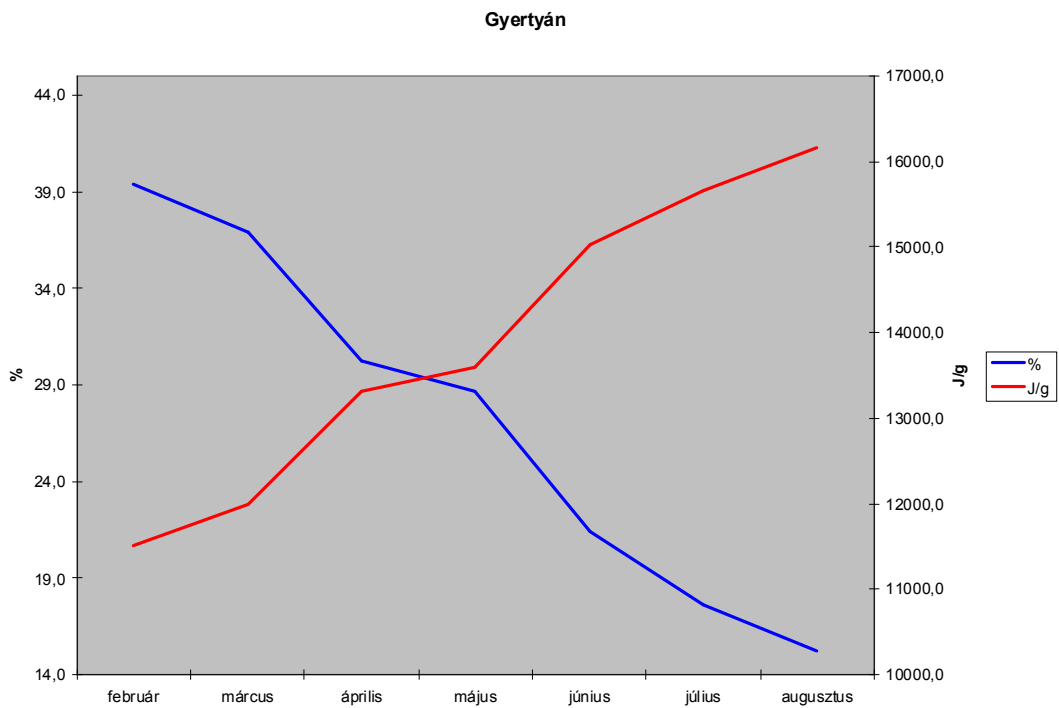
5-7. ábra: Cser nedvesség % és fűtőérték viszonya



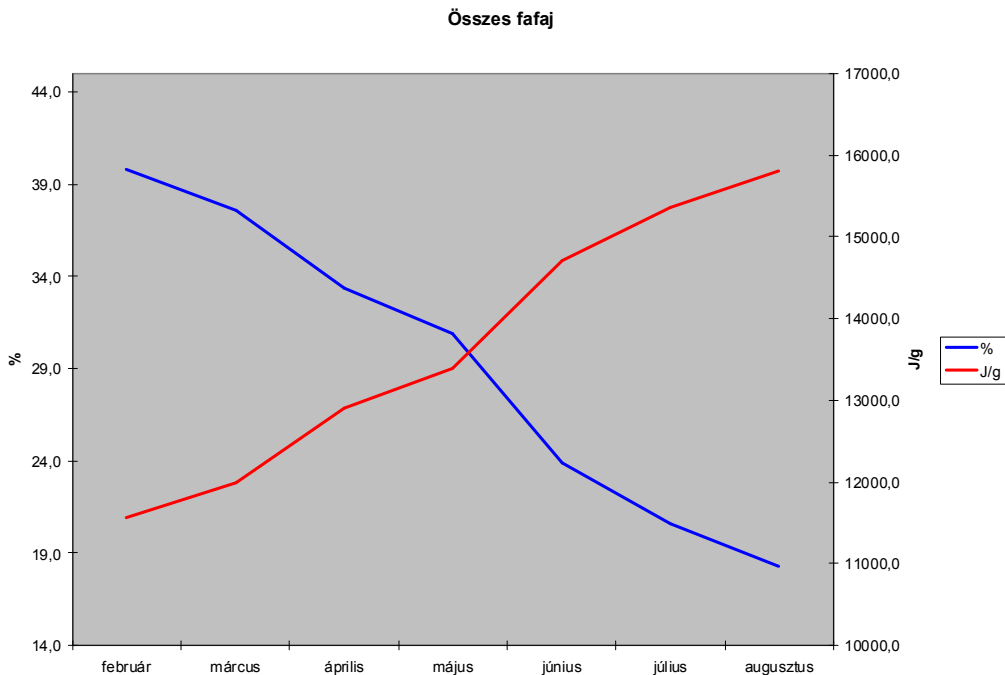
5-8. ábra: Bükk nedvesség % és fűtőérték viszonya



5-9. ábra: Gyertyán nedvesség % és fűtőérték viszonya



5-10. ábra: Átlag nedvesség % és fűtőérték viszonya



A hét hónapon keresztül vett mintasorozat hőtechnikai elemzése egyértelműen bizonyítja a tárolt fa nedvességtartalom csökkenésének és a hőértéke növekedésének fordított arányosságát.

A rendelkezésre álló mintasorozat eredményeit felhasználva egy, a térségre jellemző keményfára (KTT, Cs, B, Gy) vonatkozó átlagszámítással mutattam ki az egyes nedvesség %-hoz rendelhető fűtőértékeket. A nagy adathalmazból (5.1.sz melléklet) kapott átlagkoordinátákat alapadatként véve, sejtve ugyan a linearitást, azonban másodfokú függvény meghatározására alkalmas „parabolikus approximáció” segítségével az összefüggést képlettel is kifejeztem.

Átlagolt koordináta pontok:

$P_1(39,8;11568,3)$ $P_2(37,6;11986,5)$ $P_3(33,3;12909,1)$ $P_4(30,9;13382,1)$ $P_5(23,9;14710,7)$
 $P_6(20,6;15353,6)$ $P_7(18,3;15808,7)$ $P_8(17,3;15999,3)$ $P_9(17,1;16019,9)$ $P_{10}(16,8;16023,4)$

$n = 10$

alapképlet: $y = Ax^2 + Bx + C$

A laboratóriumi mért adatok átlagértékeiből számított függvény:

$$y = 0,0015x^2 - 195,187x + 19364,050$$

ahol $x = \text{famedvesség \%}$ -ban, az $y = \text{fűtőérték J/g}$ -ban.

Tekintettel arra, hogy a hatványos tag értékét a 0-hoz közelinek lehet venni, annak ellenére, hogy parabolikus függvény volt a keresett, mégis lineáris összefüggés állapítható meg a nedvességtartalom és a fűtőérték között. Ezért a „lineáris approximáció” segítségével is meghatároztam a keresett függvényt, melynek során szintén a laboratóriumi átlagértékeket vettem alapul:

$$y = 19363,056 - 195,106x$$

ahol $x = \text{famedvesség \%}$ -ban, az $y = \text{fűtőérték J/g}$ -ban.

Elvégezve a két egyenlet relatív hibaszázalék számítását:

$$y = 0,0015x^2 - 195,187x + 19364,050$$

mért		számított		$\Delta\%$
nedv.%	y J/g	y'	J/g	
39,8	11568,3	11598,0		-0,26
37,6	11986,5	12027,1		-0,34
33,3	12909,1	12866,0		0,33
30,9	13382,1	13334,2		0,36
23,9	14710,7	14699,9		0,07
20,6	15353,6	15343,8		0,06
18,3	15808,7	15792,6		0,10
17,3	15999,3	15987,8		0,07
17,1	16019,9	16026,8		-0,04
16,8	16023,4	16085,3		-0,39

$$\sum \Delta\% = -0,02$$

$$y = 19363,056 - 195,106x$$

mért		számított		$\Delta\%$
nedv.%	y J/g	y'	J/g	
39,8	11568,3	11597,8		-0,26
37,6	11986,5	12027,1		-0,34
33,3	12909,1	12866,0		0,33
30,9	13382,1	13334,3		0,36
23,9	14710,7	14700,0		0,07
20,6	15353,6	15343,9		0,06
18,3	15808,7	15792,6		0,10
17,3	15999,3	15987,7		0,07
17,1	16019,9	16026,7		-0,04
16,8	16023,4	16085,3		-0,39

$$\sum \Delta\% = -0,02$$

$$r = 1,000$$

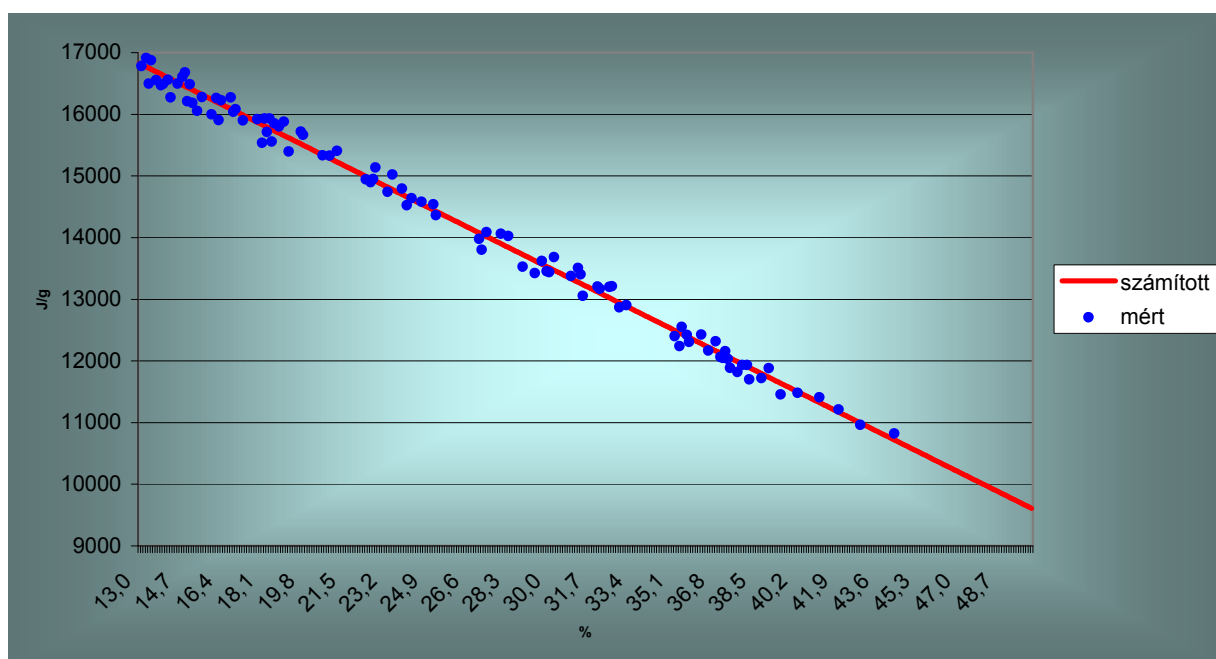
$$r^2 = 1,000$$

$$H'_r = 100 \sqrt{\frac{\sum \left(\frac{y - y'}{y} \right)^2}{n}} = 0,0000184 \geq H_r = 100 \sqrt{\frac{\sum \left(\frac{y - y'}{y} \right)^2}{n}} = 0,0000183$$

Megállapítható, hogy mivel a másodfokú egyenlet $H^r\%$ értékek nagyobb eltérést mutat, így a lineáris egyenlet használata a célszerű.

Ábrázolva a lineáris függvényt, vagyis az egyes években mért fafajonkénti nedvesség %-hoz tartozó fűtőértékeket, igazoltnak tekinthető, hogy a függvény meghatározásával egy, a nedvességtartalom ismerétére alapozott fűtőérték-számításhoz jutottunk. A fenti módszerrel elvégezhető a fafajonkénti függvény-meghatározás is, melynek segítségével könnyen számítható fűtőértékeket kapunk. Jelen disszertáció a meghatározás módjára ad iránymutatást.

5-11. ábra: Nedvesség % és fűtőérték



A fentiek alapján, a rendelkezésre álló adatbázisból (5.1.sz. melléklet), fafajonként az alábbi függvények képezhetők, a fűtőérték kiszámítása érdekében:

$$\text{KTT} \quad y = 19430,29 - 196,41x$$

$$\text{Cs} \quad y = 18381,86 - 155,17x$$

$$\text{B} \quad y = 19514,04 - 197,01x$$

$$\text{Gy} \quad y = 19098,04 - 192,30x$$

5.2.2. Nedvességtartalom és a faanyag-beszállítás összefüggései

Az elemzés céljára rendelkezésre álltak három év (2004-2006) alábbi erőművi beszállítási adatai:

Beszállított térfogat (erdészetenként): m^3

Beszállított tömeg (erdészetenként): t

Beszállított szárazanyag-tartalom (fuvaronként és erdészetenként összesítve): att

Nedvességtartalom (erdészetenként és éves átlagban): $\%$

Beszállítás költsége (erdészetenként, évente): Ft

Rakodói önköltség (erdészetenként): Ft/m^3

Erőművi átadási árak: Ft/att

A fenti tételeket táblázatba foglalva (5.2.sz melléklet) és az előzőekben (5.2.1. pontban) meghatározott lineáris függvény segítségével egy azonos vetítési alapot lehetett képezni, ami hőtechnikailag a leghasználatóbb mérték: a GJ.

Az erdészetenként és évenként rendelkezésre álló nedvesség $\%$ alapján kiszámítottam a fajlagos fűtőértéket (GJ/t), s az így kapott értéket az erdészetenként beszállított tömegértékkel (t) beszorozva megkaptam az erdészetenként „átadott” névleges fűtőértéket.

Ismerve a beszállítás teljes költségét, kiszámítható **a fajlagos beszállítási költség GJ-ra vetítve (Ft/GJ).**

A rendelkezésre álló beszállított térfogat és a fakitermelés rakodóig felmerülő önköltsége ismeretében szintén kiszámítható a teljes beszállított mennyiség rakodói összköltsége, melyet elosztva a már kiszámított összesen fűtőértékkel, megkaptam a **GJ-ra vetített fajlagos fakitermelési önköltséget (Ft/GJ).**

Az átadási árak ismeretében ugyancsak összesen átadási árak képezhetők, melyek felhasználásával, az erdészetenkénti számított fűtőértékekhez viszonyítva, eljutottam a **fajlagos, GJ-ra vetített bevételhez (Ft/GJ).**

A fenti tételek táblázatba foglalt adatai már összevethetők.

Ugyanakkor a „kiinduló” táblázat adatait felhasználva, és abban a nedvességtartalom oszlopában szerepeltetve 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 és 50 % értékeket, az azokhoz elméletileg rendelhető fajlagos mutatók oszlopainak adatait kaptam meg. Megállapítható, hogy a fajlagos mutatók közül melyek az átadási-pont eredményét egyértelműen befolyásoló szám adatok:

5-4. táblázat: Nedvesség % kihatása GJ/t fajlagos mutatókra

nedvesség tartalom	beszállítás fajlagos költsége	%	beszállított fajlagos bevétele	%	erdei ár fajlagos költsége	%	eredmény az átadási ponton	%
	Ft/GJ-t		Ft/GJ-t		Ft/GJ-t		Ft/GJ-t	
15,00	127,27	100,00%	675,48	100,00%	372,43	100,00%	175,79	100,00%
20,00	135,30	106,31%	675,87	100,06%	372,64	100,06%	167,93	95,53%
25,00	144,41	113,47%	676,30	100,12%	372,88	100,06%	159,01	90,46%
30,00	154,84	121,66%	676,80	100,19%	373,15	100,07%	148,80	84,65%
32,40	159,55	125,37%	677,06	100,23%	373,30	100,04%	144,21	82,04%
35,00	166,89	131,13%	677,36	100,28%	373,46	100,04%	137,00	77,94%
40,00	180,97	142,20%	678,02	100,37%	373,83	100,10%	123,22	70,09%
45,00	197,65	155,30%	678,79	100,49%	374,25	100,11%	106,89	60,80%
50,00	217,71	171,06%	679,71	100,63%	374,76	100,14%	87,24	49,63%

Megjegyzés: a pirossal kiemelt rész a négy év alatt beszállított alapanyag valós nedvesség %-ra számított adatokat tartalmazza.

A táblázatból kitűnik, hogy a szállítási költség változása az, ami egyértelműen befolyásolja az eredmény értékét, így a nedvességtartalom és a beszállítás fajlagos költsége értékeiből célszerű függvényt képezni a parabolikus approximáció segítségével.

Átlagolt koordináta pontok:

$$P_1(15,0;127,27) \quad P_2(20,0;135,30) \quad P_3(25,0;144,41) \quad P_4(30,0;154,84) \quad P_5(32,4;159,55)$$

$$P_6(35,0;166,89) \quad P_7(40,0;180,97) \quad P_8(45,0;197,65) \quad P_9(50,0;217,71)$$

$$n = 9$$

alapképlet:

$$y = Ax^2 + Bx + C$$

A számított függvény:

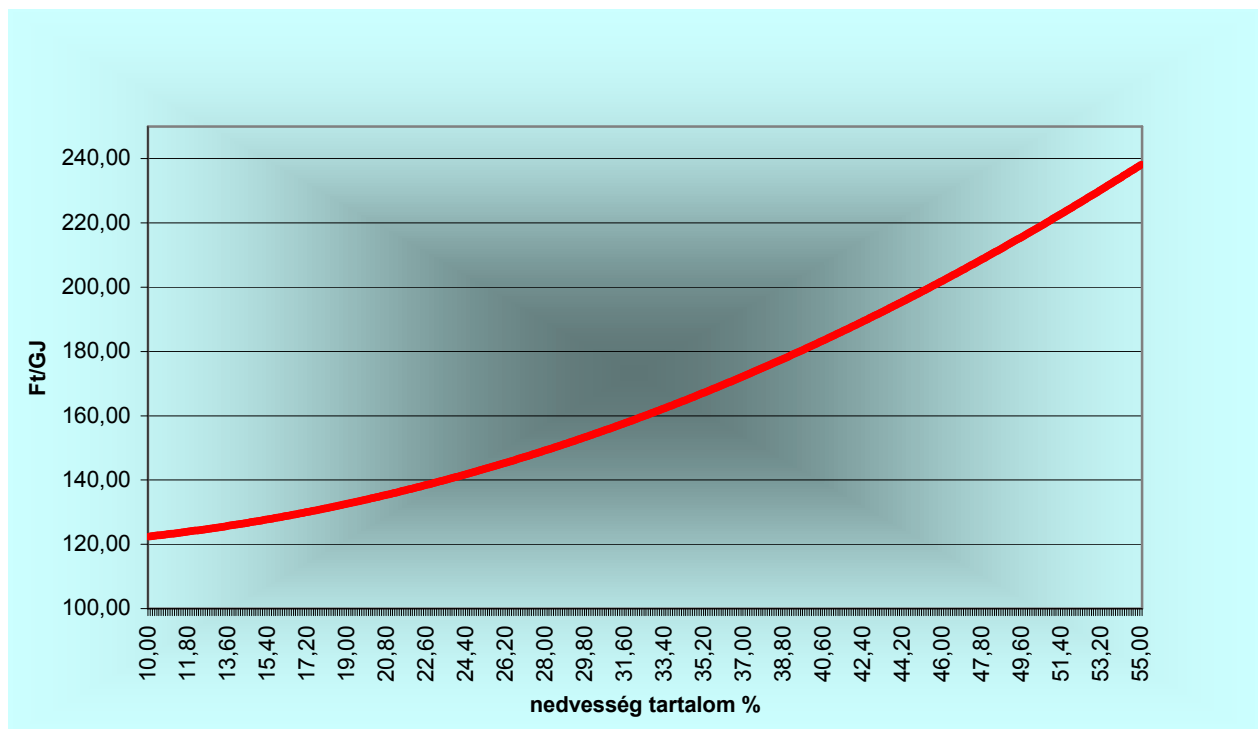
$$y = 0,04x^2 - 0,03x + 118,76$$

ahol x = fanedvesség %-ban, az y = fajlagos szállítási költség Ft/GJ-ban.

A kapott függvény segítségével táblázat készíthető és a módszer lehetőséget nyújt valamennyi fafajra történő kidolgozásra. A módszer elvezet bennünket az energiatermelés egyik legfontosabb mutatójának számításához, vagyis az előállított energia és a bevitt energia hányadosához ($E_{\text{output}}/E_{\text{input}}$); illetve annak kiszámításához meghatározó támpontot ad.

A függvény ábrázolva:

5-12. ábra: Szállítás fajlagos költsége a nedvesség % viszonylatában



A fenti nedvesség-tartalom értékekhez figyelembe vehető a fordulók számának változása is.

5-5. táblázat: Nedvesség % és számított fordulók számának viszonya

nedvesség tartalom	fordulók száma	%
	db	
15,00	7883,90	100,00%
20,00	8376,65	106,25%
25,00	8935,09	113,33%
30,00	9573,31	121,43%
átlag 32,4	9913,29	125,74%
35,00	10309,72	130,77%
40,00	11168,86	141,67%
45,00	12184,22	154,55%
50,00	13402,64	170,00%

A táblázatban látható, hogy a vágástéren természetes szárítással elért alacsonyabb nedvességtartalom miatt jelentős fordulatszám-csökkenés érhető el. Figyelembe véve az út leterheléséből adódó karbantartási költségtöbbletet, az tovább rontja az átadási ponton elérhető eredményt, és jelentős mértékben változtatja az $E_{\text{output}}/E_{\text{input}}$ arányszám értékét, közelítve a 1-es kritikus értékhez.

5.3. A fakitermelési, készletezési és anyagmozgatási technológiák változása vizsgálatának összefoglalása

Tekintettel arra, hogy a vizsgált két időintervallum (1999-2002 és 2003-2006) közötti fakitermelési volumen-eltérés nem számottevő (24 em^3), a kimutatható forgalomterhelés-változásban az erőművi beszállításhoz alkalmazkodó géppark-változás jelentette a jelentkező különbséget.

A nagyobb teherbírású gépjárművek megjelenésével a fordulók száma ugyan csökkent közel 12 %-kal, viszont a forgalomterhelés 20 %-kal növekedett, amit az egység tengely átszámítási tényező és a tehergépkocsi által leszállítható köbméter hányadosát képző forgalomterhelési tényezők összehasonlításával kaptunk meg.

A vizsgált időszakban mértek alapján, a standardként elfogadott úttervezési normák szerint a 20 évre tervezett pályaszerkezetek élettartalma 3- 6 évvel csökkenhet.

A kitermelt és erdei rakodón készletezett, más-más fafajú energetikai választék nedvességtartalom-változásának adatait a havonkénti mintavételből származó faanyag laboratóriumi vizsgálatával határoztuk meg.

Tekintettel arra, hogy a beszállított faanyag 92 %-a KTT, Cs, B, és Gy fafajokból került ki, így a kísérletek csak ezekre a fafajokra adnak érvényes összefüggéseket.

A több erdőrészletből származó mintákból fafajonkénti idősoros átlagokat képeztünk, a nedvességtartalom és hőenergia adatokból. Az így kapott értékek alapján egy megbízható és pontos lineáris függvényt kaptunk:

$$y = 19363,056 - 195,106x$$

ahol x = fanedvesség %-ban, az y = fűtőérték J/g-ban.

Az előzőekben a 2004-2006 időszak eröműbe szállított faanyag adatait dolgoztuk fel, melyek jellemzője volt a beszállított m^3 , annak atrotonna (att) és tonna értéke, valamint a kitermelés és beszállítás költségei (Ft) és a bevétel (Ft).

A számítás egyik eredménye az volt, hogy a nedvességtartalom változásával módosuló tonna értékeket lehetett képezni, melyek alapján fordulózámot lehetett meghatározni. Megállapításra került, hogy az élőnedves faanyag szállításához mérten a közel 5-6 hónapi erdei rakodón való tárolással a fordulók száma – a súlycsökkenés miatt – 13403-ról 8935-re csökkenthető (közel 30 %). Ezzel ellensúlyozható az utak igénybevételével kapcsolatos negatív következmény.

A laboratóriumi fűtőértékek meghatározásával egy egyenlet volt felállítható a nedvességtartalom és a fajlagos szállítási költség alakulása között:

$$y = 0,04x^2 - 0,03x + 118,76$$

ahol x = fanedvesség %-ban, az y = fajlagos szállítási költség Ft/GJ-ban.

Az előző összefüggések segítségével táblázatba lehetett foglalni az egyes időszakokban és erdészetenként beszállított famennyiség fűtőértékét. Ismerve a beszállítás tarifarendszerét, GJ-ra vetítve ki lehetett számítani a beszállítás költségét, továbbá az erdei rakodói bekerülés költségét (Ft/GJ) és az árbevételt (Ft/GJ). Ezeket összevetve, az átadási ponton mért eredményt is ki lehetett mutatni. Csak élőnedves fa beszállításával szemben 5-6 hónapig történő tárolás után végrehajtott átadással 80 %-kal növelni lehet a nyereséget (87,24 Ft/GJ-ról 159,01 Ft/GJ-ra).

Egyértelműen megállapítható, hogy az alapanyag nedvességtartalma nem csak a felhasználás technológiájában determináns, hanem a primerterméket előállító oldaláról is.

Új kutatási eredménynek tekintem azt az általánosítható megállapítást, mely szerint az energetikai célú faanyag logisztikája szoros kapcsolatba hozható az értékesíthető energiataralomra jellemző fajlagos energiaárral, a szállítási költségekkel és a szállítópályák használatával kapcsolatos költségekkel.

A mért és gyűjtött adatokra alapozott elemzésekkel meghatározott függvények alapján kimutathatók ezek a szoros kapcsolatok, de megállapítható az is, hogy az egyéb okok miatt is előnyös előszáritás egyben hozzájárul a szállítógépek csökkenő tengelynyomásával elérhető úthasználati költség-csökkenéshez.

Megállapítható az is, hogy a logisztikával kapcsolatos kutatásokat az úthálózatához illesztett szállítógépnagyság optimalizálása céljával folytatni kell.

6. Összefoglalás

Dolgozatomban a megújuló energiaforrásokon belül a biomassza fogalomkörbe tartozó dendromassza energetikai felhasználásának szükségszerűségét, alkalmazásainak kihatását, vizsgáltam több aspektusból, vagyis az energiaszektorra, és kiemelten az erdőgazdálkodásra koncentrálva.

Igyekeztem a hagyományos erdőgazdálkodás kereteire szorítkozni, és feltárni annak ökológiájára és ökonómiájára vonatkozó hatásokat, továbbá a kialakult hazai helyzet elemzésével prognosztizálni a jövőbeni lehetőségeket.

A kutatómunka 4 fő irányba indult és valósult meg. Az egyes vizsgálatok során az összefüggések magyarázatát és számos részletkérdés megválaszolását is célul tűztem ki.

A csak pár évtizedes múlttal rendelkező vonatkozó szakirodalmi eredmények és előrejelzések jelentős része - az időközben napvilágot látott nemzetközi és hazai direktívák, vállalások tükrében - igen változó. Sok esetben egymásnak ellentmondó megállapításokkal találkoztam, elsősorban a földi életre gyakorolt hatások megítélése terén.

Az alapvető összefüggések feltárását tűztem ki feladatul, így:

- a CO₂ földi életre gyakorolt hatása
- energiaigények nagyságának trendje, részleteiben az európai és hazai helyzetelemzés (ezekben a legfontosabb direktívák, vállalások feldolgozása)

-
- potenciálisan számításba vehető és ténylegesen a rendszerbe beilleszthető hazai megújuló energiaforráson belül a hagyományos erdőgazdálkodásból rendelkezésre álló volumen meghatározása

Időrendi elemzésre volt szükség, hogy az EGERERDŐ Zrt. által 2003-ban megkezdett nagy volumenű erőművi beszállításokat követően milyen változások következtek be – a rövid időintervallumot magába foglaló, váltás előtti időszak jellemzőihez képest; és azok törvényszerűek voltak-e?

Kutattam és elemeztem:

- az üzemterveket és azok nyilvántartásainak idősoros adatait, továbbá annak prognózisát a számba vehető választékok tükrében
- a választékszerkezet változását és flexibilitásának hatását a fakereskedelmi stratégiák meghatározására, különös tekintettel az export-import változásokra.

Az elemzések során megkerülhetetlen kutatandó területté vált, hogy a nagy volumenű, „egyszerűsített” kereskedelempolitika nem hordozta-e magában az alapanyaggal való gazdálkodás fellazulását („pazarlását”), hogy a jelen kutatási időszakban valóban csak ez a megoldás kínálkozott-e? A fűrészüzemi és parkettagyári vizsgálat célja elsősorban a lehetséges kihozatali értékek megismerése volt, a realizálódó veszteségek számszerűsítésével, összehasonlítva a ténylegesen feldolgozásra szánt alapanyag eredményeivel. A doktori kutatásom kiemelt fontosságú vizsgálat-sorozata 4 évet vett igénybe, ahol négy különböző, de azonos fafajú (KTT) véghasználati termelésből vett minta került feldolgozásra, mozaikparketta előállítás céljából, keresve az egyik lehetséges fatermék-felhasználási alternatíva gazdaságosságát, összehasonlítva a fűrészrönkből termelt parketta és az erőművi hasznosítás gazdaságosságát.

Már a tényleges beszállítások előtti előkészítő tevékenység alatt jól érzékelhető volt, hogy gyökeres változás fog bekövetkezni a készletezési és anyagmozgatási munkamódszerek területén. Legfőbb célként fogalmazódott meg ennek a témának a feldolgozása során a logisztikai rendszer értékelése. A vizsgálatok alatt erdőrészletenként más-más fafajból történt mintavétel, melyet követve idősorosan laboratóriumi elemzésre került sor.

A kapott értékek felhasználásával – a végtermékként számszerűsíthető energiaértékek alapján – összevetésre került sor a különböző ráfordítások között. Egyértelművé vált, hogy a költségek közül a legmeghatározóbb az anyagmozgatás. Feladatként fogalmazódott meg, hogy milyen egyenletekkel is leírható összefüggés mutatható ki a kapott adatok alapján, és milyen megoldásokra nyílik lehetőség ezek segítségével.

Válaszokat kerestem a faanyag nedvességtartalmi %-ának és a faanyagmozgatásnak az összefüggéseire, és hogy az milyen kihatással van a feltáráshálózatra.

6.1. A vizsgálatok során elért új eredmények

A hazai és a nemzetközi szakirodalom, az energetikai scenáriók és az EU közelmúltban publikált célkitűzései alapján megállapítható, hogy a megújuló energiák használatának bővítését illetően egyre inkább előtérbe kerül a biomasszák energetikai hasznosítása, mert ez a nyersanyagforrás az, amelyik stabil energiatermeléshez használható fel, hozzájárul a CO₂ megkötéshez, és szükség esetén termeszthető is, azaz bázisuk növelhető. A biomassza növekvő hasznosítását igen sok, mára már gyengülő vita követte. A tendenciákból kikövetkeztethető, hogy a ma még áttekinthetetlen, és sok ellentmondást tartalmazó hazai helyzet is stabilizálódik, és a hazai ellenzők is visszaszorulnak. Ehhez szolgál adalékul az a megállapítás, hogy míg korábban a légkör CO₂ tartalma a Földön, a vegetációfejlődéssel összefüggő szénlekötés miatt fokozatosan csökkent, és a 18. század végén 270-280 ppm szinten stabilizálódott, addig ma eléri a 360 ppm nagyságot. Nem figyelmen kívül hagyva azonban azokat a tudományos megállapításokat, miszerint a Föld éghajlatváltozásának a ciklikussága bizonyított tény. Mégis megállapítható, hogy az ilyen mérvű légköri túlterhelés az antropogén behatás következtében ezt a ciklikusságot befolyásolja.

A világ energiaigénye folyamatos növekedést mutat, melynek kielégítése 81 %-ban fosszilis származékokból történik. Ezen belül a legjelentősebben növekvő elektromos áramtermelés (2000-ről 2030-ra, 16 074 TWh-ról, 31 657 TWh-ra növekszik) energiaforrásánál 64,3 % jelenleg a fosszilis fűtőanyag felhasználás. A prognózisok szerint, mivel nincs más alternatívája a világnak, a 2030-ra közel megkétszereződő termelésen belül a káros anyagot kibocsátó részarány 73,2 %-ra növekszik.

A fenti felmérések alapján, a folyamatos kontroll mellett megszülető egyezmények, direktívák és vállalások megalapozottak, annak ellenére, hogy a világ összesen primerenergia-felhasználásában 2030-ig 66 %-os, a villamosenergia-termelésében 540 %-os növekmény prognosztizált.

Hazánk, a prioritásokat figyelembe véve, saját energiastratégiát dolgozott ki – integrálódva az EU direktívákhoz, tekintettel arra, hogy az EU-ban közös energiapolitika nem létezik.

Ebben sarokpont az energiapiac liberalizációja, de igen hangsúlyosan megjelenik az energiahatékonyság és a megújuló energiák nagyobb térhódítása is.

A stratégia a korábban tett vállalásokat nem változtatja meg, hanem forgatókönyv-szerűen a lehetőségeket tárja fel, és számszerűsíti a potenciálokat, összefüggésben a szintén kívánatos energia-megtakarítási programmal.

A megújuló energiaforrásoknak a teljes energiafelhasználásban vett részarányára vonatkozó célértékeinek meghatározásához két forgatókönyvet állítottak fel. Az alap scenárió (BAU) és a stratégiai (Policy) scenárió között alapvető különbséget jelent, hogy míg a BAU a már meghozott, vagy jelenleg ismert és előkészítés alatt álló döntések eredményét veszi alapul, addig a Policy forgatókönyv további, a megújulók hasznosítását ösztönző intézkedések hatásával is számol.

Az elmúlt évek erdei választékszerkezetének adatait alapul véve, és a fűtőérték számítási alapképletet alkalmazva nagy biztonsággal kijelenthető, hogy mai szinten számolva a hazánk erdeiből kikerülő energetikai választék közel 45 PJ nagyságrendet képvisel. A BAU prognózishoz mérten a program biomasszára eső tervrészének közel a felét képes lesz a dendromassza produkálni, primer vonalon. Amennyiben a villamos energia TPES egyenértékét vizsgáljuk a BAU prognózis szerinti 51,43 PJ-nyi energiához mérten, még jelentősebb ez a szám, figyelembe véve, hogy ezen az úton jár tovább a magyar energiatermelés.

A biomassza-bázisú energiatermelés az EU területén sok ellentmondás közepette fejlődött, de a jövőt illetően a megújuló-energiák között meghatározóvá válik, és az egyik legfőbb eredménye (többek között) a CO₂ emisszió csökkenése. Magyarországon a téma még vitatott, várható, hogy ugyanazokat az ellenállásokat (ellenérdekelt lobbik, a lakosság tájékozatlansága, félreértett környezetvédelmi megközelítés, a fafelhasználók, mint piaci

konkurencia ellenállás-gerjesztő tevékenysége) kell számításba venni, melyek az EU-ban 15 évvel ezelőtt voltak meghatározók. Ezért a téma hazai lehetőségeit, érdemi céljait folyamatosan kutatni kell, és erősíteni kell a közvélemény informálását.

A disszertáció a hazai faenergetika megjelenése okainak feltárásával, a tartamos erdőgazdálkodás és a faenergetika kapcsolatával, illetve az új fahasznosítási mód és a fahasználati technológiák fejlesztésével foglalkozik.

Az EGERERDŐ Zrt. 1990-ig visszanyúló adatbázisának elemzése egyértelműen kimutatta, hogy a szokásos volumen-intervallumon belüli mozgástól eltérő változás nem következett be a fakitermelés összes mennyiségének tekintetében. Ami igazolta azt a tényt, hogy az erdőgazdálkodással kapcsolatos döntésmechanizmust elsősorban az ökológiai szempontok vezérlik.

A fafajszerkezet esetleges változásának vizsgálatakor megállapítható volt, hogy jellemzően a cser állományok besorolásának és letermelésének arányváltozása következett be, mely egyértelműen a piaci igények változására vezethető vissza. Ugyanakkor megállapítható, hogy a gazdálkodó a vizsgált időszakban nem lépte túl az ökológiát kedvezőtlenül befolyásoló határokat, de ismerve a fordulópont időszakát, annak határára jutott.

A választékszerkezet alakulását elemezve az azonos fafajú, korú és használati módú beavatkozások esetében nem történt jelentős változás. Viszont – jellemzően a cseres állományok letermelésének volumennövekedése miatt – közel 10 %-os tűzifa részaránynövekedés figyelhető meg. Ez nem befolyásolta az „értékesebb”, egyben keresettebb és a faipar számára jelenleg kurrens fafajok választék-szerkezetét.

A 10 %-os tűzifa-részarány növekedés egyértelműen a rostfa-arány csökkenésével járt. Viszont megjegyzendő, hogy a rost- és forgácslap-gyárak a volumenében megnövekedett cser kitermelés forgácsfájára nem, vagy csak kis mértékben tartanak igényt.

A korábbi évek (1990-2000) átlagához mérten több, mint a felére visszaesett az export. Oka az volt, hogy az energetikai kereslet megteremtődésével, a fakitermelési volumen növelése nélküli közegben átcsoportosításra volt szükség. A gazdálkodó prioritást biztosított a lakossági tűzifa ellátásnak, annak ellenére, hogy az mindig hektikus volt, továbbá a hazai rostfa-piac igényeinek.

Az 1990-es évektől tartó tűzifa recesszió a 90-es évek végére a kezelhető mélypont alá süllyedt, vagyis a tűzifát csak a kitermelés önköltsége alatti áron lehetett, ráadásul bizonytalan piacon (faszenítés céljára) elhelyezni. Az erőművi beszállítás lehetőségének felszínre kerülésekor a legkielevezettebb vitapont maga az árképzés volt. A rendezőelv a fűtőérték-arányos árképzés volt. Ezt ugyan nem lehetett teljes egészében elérni, de az energetikai egységyszámításokon alapuló árképzést, amit a vevői oldal is elfogadott, azt meg lehetett közelíteni. A kialakított ár a kiindulási érték közel háromszorosa volt.

Megállapítható volt, hogy az új igények kielégítését a „kis értékű” fa mint nyersanyag iránti kereslet hiánya segítette, alkalmazása pedig az erdőgazdálkodás gazdaságosságának javulását eredményezte. Megállapítható volt az is, hogy a jelenleg érvényben levő erdőtörvény által meghatározott üzemtervezési rendszerben a faenergetikai hasznosítás a tartamos erdőgazdálkodás szakmai szempontjainak sérelme nélkül folytatható. Az Egererdő területén a faenergetikai előrelépés hatására nem növekedett a fakitermelés, javult viszont a megtermesztett faanyag hazai hasznosításának aránya, azaz csökkent a nyersanyagexport.

A nagy mennyiségben (60-100 ezer tonna/év volumenben) történő erőművi beszállítás egyedi szabvány kidolgozását igényelte.

A befogadó által idealizált dimenzió maximum 6 m hossz és maximum 80 cm átmérő, míg az alsó limitben a normál tűzifa-szabvány paramétereit voltak az irányadók, viszont kapacitási igény miatt a volumen-megkötés szerepelt a megállapodásokban.

A készletezésnek, különösen hegyvidéken, rakodóterületi határai vannak, sok esetben csak az 1 m hosszúságú, hagyományos tűzifa-sarangba helyezésre van lehetőség, egyéb hosszak esetén a rönknél alkalmazott máglyázás alakult ki.

A faanyagmozgatásnál a kialakult szállító géppark paramétereit, illetve vasúti szállítás esetén az ideális vagon méreteit is figyelembe veendő.

A rakodófelület maximális kihasználása érdekében bevezetésre került a „hosszított” tűzifa választék (2,50; 2,60; és 3,00 m hosszban). Súlyos kritika érte ezért a szállítót, miszerint fűrészipari alapanyagot termel és „égetteti el”.

Faipari szakemberek bevonásával leválogatásra került, méreti tulajdonságai alapján, négy különböző időszakban, 61,38 m³ hosszú tűzifa és 15,62 m³ szabvány fűrészrönk.

Keretfűrész, fűrészipari feldolgozás után, kizárólag mozaikparketta gyártásra került sor. Valamennyi munkafázisban pontos mérések történtek.

Már a fűrészáru feldolgozásánál, 20-25 %-kal rosszabb minőségi kihozatali % volt tapasztalható a tűzifa választéknál, tér és síkgörbeség miatt.

Mozaikfrízzé való feldolgozást követően további 10-15 %-kal gyengébb kihozatal volt kimutatható a fűrészrönkhöz képest, mely eltérés a belső fahibák gyakoriságára volt visszavezethető.

A mozaikfrízből ténylegesen legyártott mozaikparketta arányok közötti különbség tovább növelte a kihozatali veszteséget. A leválogatott tűzifából készülnél a négy kísérleti termelés során átlagban $47,43 \text{ m}^2/\text{m}^3$ kihozatali értéket mértünk, szemben a normál fűrészrönk feldolgozásával, ahol $54,16 \text{ m}^2/\text{m}^3$ keletkezett.

A kész mozaikparketta osztályozásánál jelentkezett ismételten egy jelentős eltérés, ahol is az ún. ipari részarány a tűzifából termelnél átlagban 25,8 %-ot ért el (aminek az eladási ára 60-70 %-a a normál parketta átlagárának), a fűrészrönkből termelt parketta 8,8 %-ával szemben.

Az azonos feldolgozási költségfordításokkal szemben a magas kihozatali veszteségek és a közvetlen árbevétel befolyásoló minőségi arányok (ipari – normál) eltolódása miatt, kivétel nélkül valamennyi tűzifa-mintafeldolgozás veszteségbe fordult. Egyben meg kell jegyezni, hogy a tapasztalat szerint a hagyományos feldolgozású fűrészrönkből magasabb értékű, az árbevétel megsokszorozó terméket is lehetett volna képezni. Alapanyagra vetítve a tűzifa feldolgozásnál közel $2400 \text{ Ft}/\text{m}^3$ volt a veszteség, a hagyományos rönk esetében pedig közel $2700 \text{ Ft}/\text{m}^3$ nyereség képződött.

Az energetikai célra termelt faanyagot és a szabványos rönköt, ugyanazon hagyományos fafeldolgozási technológiát alkalmazva, egy meghatározott céltermék előállításánál elemeztem, és összevettem a kapott eredményeket. Azonos egységekre vetített kihozatali mutatók és elérhető bevételek, valamint ráfordítások összevetésére volt lehetőség. Az eredmények igazolták a pillanatnyi környezetben az energia-centrikus választékolás helyességét.

A faanyagmozgatás elemzésénél megállapítható volt, hogy a vizsgált két időintervallum (1999-2002 és 2003-2006) között a volumen eltérés nem volt számottevő (24 em^3).

A kimutatható forgalomterhelésnél az erőművi beszállításhoz alkalmazkodó géppark-változás jelentette a különbséget.

A nagyobb teherbírású gépjárművek megjelenésével a fordulók száma ugyan csökkent, közel 12 %-kal, viszont a forgalomterhelés 20 %-kal növekedett, amit egy forduló egység tengely-átszámítási tényezője és a gépkocsival leszállítható köbméter hányadosát képező forgalomterhelési tényezők egymáshoz hasonlításával kaptunk meg.

A vizsgált időszakban mértek alapján, a standardként elfogadott úttervezési normák szerint, a 20 évre tervezett pályaszerkezetek élettartalma ezáltal 8,5 évvel csökkenhet.

A kitermelt és erdei rakodón készletezett, más-más fafajú energetikai választék nedvességtartalom-változásának adatait a havonkénti mintavételből származó mintamennyiség laboratóriumi vizsgálatával határoztuk meg.

Tekintettel arra, hogy a beszállított faanyag 92 %-a KTT, Cs, B, és Gy fafajokból áll, így a kísérlet ezekre a fafajokra terjedt ki.

A több erdőrészletből származó mintákból fafajonként idősoros átlagokat képeztünk, a nedvességtartalomból és hőenergia-tartalomból. Az így kapott értékek az összes vonatkozó adat átlagértékei, melyek adatai alapján egy lineáris függvényt számoltam ki. A függvény megmutatja a nedvesség-% és a fűtőérték összefüggését, egyben megerősíti a szakirodalomban fellelhető adatokat, de azokat pontosította, a helyi viszonyoknak megfelelően.

Feldolgoztam a 2004-2006 időszakban az erőműbe szállított tűzifa adatait, melynek legfontosabb tételei a m^3 és az atotonna (att), valamint a költségek és a bevételek voltak.

A számítás egyik eredménye az volt, hogy az eltérő nedvességtartalomhoz változó tonna értékeket lehetett képezni, mely alapján a változó fordulósámot is meg lehetett határozni. Megállapítható, hogy az élőnedves faanyag szállításához képest – közel 5-6 hónapi, erdei rakodón való tárolással – a fordulók száma a súlycsökkenés miatt 13403-ról 8935-re csökkenthető (azaz közel 30 %-kal). Ezzel ellensúlyozható az utak fokozott igénybevételének negatív következménye.

A laboratóriumi fűtőértékek meghatározásával ugyancsak egy egyenlet volt felállítható a nedvességtartalom és a fajlagos szállítási költségek közötti összefüggés számszerűsítésére.

Az egyenlet segítségével számítani, és táblázatba foglalni lehetett az egyes időszakokban és erdészetenként beszállított famennyiség fűtőértékét. Ismerve a beszállítás tarifarendszerét, egyrészt GJ-ra vetítve ki lehetett számítani a beszállítás költségét, továbbá az erdei rakodói bekerülés költségét (Ft/GJ) és az árbevételt (Ft/GJ). Előbbieket összevetve pedig az átadási ponton mért eredményt is ki lehetett mutatni.

Csak az élőnedves fa beszállításával szemben az 5-6 hónapig történő tárolás után végrehajtott átadással 80 %-kal növelni lehet a nyereséget (87,24 Ft/GJ-ról 159,01 Ft/GJ-ra).

Egyértelműen megállapítható, hogy az alapanyag nedvességtartalma nem csak szűken a felhasználás (erőművi, tüzeléstechnikai) technológiájában determináns, hanem – a primer terméket előállító oldaláról – a költséggazdálkodás szempontjából is.

Végeredményben megállapítást nyert, miszerint az energetikai célú faanyag logisztikája szoros kapcsolatba hozható az értékesíthető energiatartalomra jellemző fajlagos energiaárral, a szállítási költségekkel és a szállítópályák használatával kapcsolatos költségekkel. A mért és gyűjtött adatokra alapozott elemzésekkel meghatározott függvények alapján kimutathatók a szoros kapcsolatok, de megállapítható az is, hogy az egyéb okok miatt is előnyös előszárítás egyben hozzájárul a szállítógépek csökkenő tengelynyomásával elérhető úthasználati költségcsökkenéshez.

Megállapítható az is, hogy a logisztikával kapcsolatos kutatásokat az úthálózathoz illesztett szállítógépnagyság optimalizálása céljával folytatni kell.

6.2. Tézisek

1. Az értekezés összefoglalta Magyarország erdőgazdálkodásának helyzetét és az érvényben lévő EU direktívák, prioritások, hazai vállalások, és stratégiák ismeretében számszerűsítette a lehetőségeket a dendromassza energia-célú felhasználásában.
2. Egyedi példán keresztül (EGERERDŐ Zrt.) elemezte a nagyüzemi energetikai piac kialakulásának következményeit, annak kihatását közvetlenül magára az erdőgazdálkodásra.
3. Megállapításokat tett kereskedelem-stratégiai elemekre, valamint kidolgozta az ökonómiai fordulópontot.

4. 30 évre vonatkozó prognózist mutatott be, a hagyományos erdőgazdálkodásban és az energetikában használható adatbázison keresztül.
5. Társadalmi és szakmai negatív megítélést érzékelve korrekt, mintavételen alapuló alternatív feldolgozási kísérletet végzett, melynek eredménye szerint kizárható a pazarló, rövidtávú gondolkodást jellemző fahasznosítás az Egererdő Zrt-ben.
6. Felmérte a változások okozta kényszereket, melyeken belül az egyik legnagyobb veszélyforrás az erdő tartozékaként számon tartott feltáróhálózatra gyakorolt negatív hatás, és számszerűsítette azt.
7. Laboratóriumi mérésekkel és azok használható képletbe formálásával feltárta a nedvességtartalom-változás feltáróhálózatra gyakorolt hatását.
8. Kimutatta – az elmúlt időszakok adatbázisát és a laboratóriumi mérések eredményeit felhasználva – a nedvességtartalomnak az átadási ponton elért fajlagos nyereségtartalomra való hatását.
9. Összegezte – kutatásai és az az alatt szerzett tapasztalatai alapján – az erdészeti ágazat energetikaszektor felé történt lépésének szükségszerűségét, és megállapítást tett a stratégia nagyságrendű továbbfejlődés irányára.

6.3. *A doktori kutatás eredményeinek gyakorlati alkalmazhatósága, jövőbeni kutatási feladatok*

A kutatás során meghatározásra kerültek az ágazatpolitikailag is kiemelkedő jelentőségű, közelmúltbeli változások okai. Azaz, hogy miért kellett és volt lehetősége elmozdulni az ágazatnak a faenergetika irányába.

Miként befolyásolta ez az elmozdulás az ágazati termelés átrendeződését, egyedi példán keresztül bemutatva. Megnyugtatóan feltárásra kerültek az egyre növekvő flexibilitású környezetben, hogy érinti-e, érintheti-e magát az erdőt a szakmapolitikai szempontból történelmi léptékű változás.

Társadalmi, szakmai és társszakmai aggodalmakra, kérdésekre és ellenvéleményekre válaszadás történt – a számszerűsített, mintavételen alapuló feldolgozás eredményeinek bemutatásával. További kutatásra ösztönző megállapítások születtek, a kérdést a felhasználó oldaláról is vizsgálva.

Áttekinthetővé vált a technológiai folyamatokban történt kényszerű változások kihatása, különös tekintettel az erdei feltáróhálózatra gyakorolt hatások bemutatásával.

Az idősoros mintavétellel és a laboratóriumi eredmények feldolgozásával olyan képlet került bemutatásra, mely megfelelő szoftverbe illetve döntés-előkészítésben segédanyagként alkalmazható és segítségével fafajonként is elkészíthető összefüggésekhez jutunk. Továbbá, a közismert fűtőérték-számítására használatos képletek ilyen mérésekkel visszaigazolhatók, avagy korrigálhatók. Ugyancsak jól alkalmazhatók a nedvességtartalom és a beszállítási költség GJ-ra vetített összefüggésének eredményei, melyek szintén továbbfejleszthetők.

A nagy léptékű projektek számára az első lépés, hogy az működőképessé válják, de szinte egyidőben kell elkezdni a felkészülést a projekt lefutási ideje utáni helyzetre. Összességében jól érzékelhető, hogy a nagyüzemi beszállítás kezdeti, de véges lépés. Jövőkép megalkotása nélkül is megállapítható, hogy a beszállítás témakörében tett kutatás a továbbiakban egyértelműen az általános energiagazdálkodás irányába terelődik, igényként megjelenítve a szállítási költségek jelentősebb csökkentését, aminek van egy lehetséges megoldása: kisebb kapacitású, ezáltal nagyobb számú regionális koogenerációs erőművek, avagy fűtőművek létrehozása, melyek a szállítási távolságok csökkenését eredményezik.

7. Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondok mindenk előtt a Nyugat-magyarországi Egyetem mindazon munkatársának, akik évtizedeken keresztül képesek voltak, szakmán belül és kívül azt hitet tartani, hogy a faenergetikának jövője van. Kiemelten Dr.habil.D.Sc. Marosvölgyi Béla egyetemi tanárnak, aki a témavezetőm volt és értékes tanácsokkal látott el, és baráti segítséggel támogatott. Köszönetet mondok a faenergetika terén fáradhatatlan Dr.hc.D.Sc Kovács Jenőnek is, aki – mint vállalati elődöm – állandóan inspirált és ösztönzött a doktori fokozat megszerzésére. Az AES Borsodi Hőerőmű azon dolgozóinak, akik nemcsak a fa-alapú áramtermelés úttörőjeként végezték munkájukat, hanem befogadtak egy erdészt, aki „energetikus” lehetett és elhitték, hogy nekik is egy kicsit „erdésznek” kell lenniük. Köszönöm támogatásukat a munkatársaimnak, az EGERERDŐ Erdészeti Zrt. dolgozóinak, akik nemcsak a pillanatnyi üzletet látták 2001-ben a projektünk megvalósításában, hanem hitték, hogy mérföldkövet rakunk le, de egyben óriási felelősséget is vállalunk.

8. Irodalomjegyzék

8.1. Nyomtatott irodalom

AES BORSODI HŐERŐMŰ: Biomassza projekt. Kiadvány, Kazincbarcika. 2003.

BAI A.: A biomassza energetikai hasznosításának jelene és tendenciái hazánkban. DEATC-AVK Nemzetközi konferencia, Debrecen. 2003.

BAI A., LAKNER Z., MAROSVÖLGYI B., NÁBRÁNDI A.: A biomassza felhasználás. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 2002.

BAI A., ZSUFFA L.: A biomassza tüzelési célú hasznosítása. Gondolatok a jövőbeni elterjesztéshez. Fűtéstechnika, megújuló energiaforrások. Műszaki Kiadvány, Budapest. 2001.

BARISKA M., GERNCSÉR K., HARGITAI L.: A fűrészüzemi tevékenység hatékonyságának elemzése. Kiadvány, Sopron. 2004.

BARKÓCY Zs.: Faanyag-bázis változásának prognosztizálása. "Asbóth O." program. Kiadvány, Sopron. 2006.

BARÓTFI I.: Energiagazdálkodási kézikönyv, Budapest. 1993.

BARFÓTFI I.: A biomassza energetikai hasznosítása. Energia Központ, Budapest. 1998.

BOHÓCZKY F.: A megújuló természeti erőforrások szerepe az energiapolitikában. Energiagazdálkodás 10. sz. 1994.

BOHÓCZKY F.: A biomassza energetikai hasznosítása. Alternatív energiák, 7. Füzet. Innovapress Bt., Budapest. 1998.

BOHÓCZKY F.: Megújuló energiák alkalmazási lehetőségei és perspektívái. Fűtéstechnika, megújuló energiaforrások. Műszaki Kiadványok, Budapest. 53-55. 2001.

BOHÓCZKY F.: Megújuló energiaforrások magyarországi felhasználása, energiatakarékossági helyzetkép. Konferencia Kiadvány, Pécs. 2003.

BOKODI L.: Megújuló energiaforrás a termeléstől a felhasználásig. Bioenergia II.évf. 3.sz. 2007.

BORA GY., KOROMPAI A.: A természeti erőforrások gazdaságtana és földrajza. Aula Kiadó, Budapest. 2001.

EUROPEAN COMMISSION: Biomass Action Plan. Brussels. 2005.

FVM: Az Európai Bizottság Biomassza Akció Terve. 2007.

GKM: Magyarország megújuló energiaforrás felhasználás növelésének stratégiája 2006-2030 évek közötti időszakra. Munkaanyag, Budapest. 2007.

GRESSAI S.: (szerző: Marosvölgyi B., Kovács J.) Biomassza tüzelőberendezések gyártása műszaki háttérének fejlesztése. Országos Műszaki -fejlesztési Bizottság kiadványa, Salgótarján. 1997.

HERPAI I., MAROSVÖLGYI B., RUMPF J.: A faapríték termelése. Sopron. 1984.

IVELICS R., BARKÓCZY ZS., MAROSVÖLGYI B.: Energetikai faültetvények II. Bioenergia, II. évf. 4.sz. 2007.

JACSÓ J.: A biomassza energetikai hasznosítása Németországban. Tanulmány, Budapest. 1-23. 1996.

KACZ K., NEMÉNYI M.: Megújuló energiaforrások. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. 1998.

KERÉNYI Ö.: A megújuló energiák statisztikai fogalmai. Energiagazdálkodás, Budapest. 6.sz. 2001.

KKK: A kitermelhető összes fatömeg, valamint az energetikai célokra hasznosítható alapanyagok mennyiségeinek prognosztizálása. KKK. Sopron. 2007.

KOVÁCS J.: Erdészeti biomassza energetikai hasznosítása és a környezetvédelem. Erdészeti Lapok, Budapest. 3. Sz. 1997.

KOVÁCS J., MAROSVÖLGYI B.: A biomassza energetikai hasznosításának eredményei és lehetőségei a KOMTÁVHŐ-nél. Energiagazdálkodás, 9. Sz. 1992.

KOZMA F.: Ökonómia és ökológia. Környezetbarát gazdaság-tőkekorlát mellett. Tudományos konferencia kiadványa, Debrecen. 1992.

LÁNG I., HARNOS ZS., CSETEI L., KRALOVÁNSZKY P., TÓKÉS O.: A biomassza hasznosításának lehetőségei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 32, 35, 50, 140-158. 1985.

MAGYAR VILLAMOS MŰVEK: Közlemények. Budapest. 2006.

MAROSVÖLGYI B.: A fa mint energetikai hordozó, energetikai faültetvények. In: A biomassza energetikai hasznosítása. The Energy Centre-Phare, Budapest. 1-68. 1997.

MAROSVÖLGYI B.: A faenergetikai hasznosításának környezeti hatásai. Az Erdő, 9. sz. 1999.

MAROSVÖLGYI B.: Biomassza hasznosítás I. NYME Energetikai Tanszék előadás anyaga. Sopron. 2001.

MAROSVÖLGYI B.: Faapríték tüzelés. M.-EU Energia Központ, Budapest. 2001.

MAROSVÖLGYI B., KÜRTÖSI A.: Biomassaproduktions- und Forschungsfläche in Stadt Tata. Konferencia " Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe", Freiberg. 1999.

MAROSVÖLGYI B., ZSUFFA L.: Faapríték-tüzelés. "Csináljuk jól!" sorozat, Energia Központ Kht., Budapest. 3-15. 1999.

MÉSZÁROS K.: Nemzeti Erdőstratégia és Erdőprogram. Társadalmi és innovációs vitaanyag. Budapest. 2002.

MOLNÁR S.: Faipari Kézikönyv. Sopron. 2000.

MOLNÁR S., TÓTH B.: A faipar, fűrészipari feldolgozás és a biomassza energetikai hasznosításának kapcsolata Magyarországon. I. Ökoenergetikai és IX. Biomassza Konferencia, kiadvány, Sopron. 2006.

PÁLVÖLGYI T., FARAGÓ T.: Az üvegházhatású gázok kibocsátásának korlátozása Magyarországon. Fenntartható Fejlődés Bizottság, Budapest. 21, 27-36. 1995.

POÓS M.: Az EU csatlakozásunk energetikai területének áttekintése. Magyar Energetika 3.sz. 1999.

PRIMUSZ P.: Tehergépkocsik tengelysúly növekedésének hatása az erdészeti utak pályaszerkezetére és a pályaszerkezet-gazdálkodásra. Diplomaterv, Sopron. 65-80. 2006.

RÁKOSI GY., SÁGI F.: A biomassza hasznosításának nemzetközi tapasztalatai. Agroinform. Budapest. 1992.

SOLYMOS R.: Az erdő és a fagazdaság szerepe és fejlesztése. MTA Kutatások, Budapest. 1997.

SZAKÁLOS NÉ MÁTYÁS K., RUMPF J.: Logisztikai rendszerek alkalmazása az erdőgazdálkodásban. Logisztikai évkönyv. 2004.

SZERGÉNYI I.: Európai energiapolitika - Magyar energiapolitika. Integrációs Stratégiai Munkacsoport kiadványa. 4. Munkacsoport. 30. 1997.

VAJDA GY.: Energiaellátás ma és holnap. Magyar Tudományos Akadémia kiadvány. Budapest. 2004.

WEMEERE M.: Implementing the Kyoto Protocol: The Commission's plan of action. Prospects of Climate Related Foreign Investments in Hungary, Budapest. 2001.

WINKLER A.: Fatüzelésű Magyarország. Faipar LII. évf., Budapest. 2004.

8.2. Elektronikus irodalom

8.2.1. Magyar nyelvű honlapok

<http://foek.hu/korkep/megujulo/2-1-2-3-5-1-d.html>

<http://www.foek.hu/korkep/megujulo/2-1-2-5-d.html>

http://www.omgk.hu/MGUT5/mut5_2_7.html

<http://www.kfki.hu/chemonet/osztaly/felolvas/fo98/mink.html>

<http://www.ktk-ces.hu/343.html>

<http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz9907/klinken.html>

<http://www.energia.lap.hu/index.html>

<http://www.energiamedia.hu/upmenu/hirek/hir014.html>

<http://www.pointernet.pds.hu/ujsagok/erdogazda/2002-ev/06/erdogazda-11.html>

http://uzemtan.emk.nyme.hu/erdojog/unio/eu_erd_strat.htm

<http://www.infoprod.hu/futesszakcikk.htm>

<http://korny10.bke.hu/kornygazd/termeszeti/>

<http://foek.hu/korkep/megujulo/2-1-2-7-d.html>

<http://www.foek.hu/korkep/megujulo/2-1-2-3-b.html>

<http://fotoszintezis.szbk.u-szeged.hu/miafoto/miafoto.htm>

<http://www.matud.iif.hu/01mar/bardossy.html>

<http://www.matud.iif.hu/01nov/szebenyi.html>

<http://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/tudakozo/szavak/szen.html>

<http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz9909/szergenyt.html>

<http://www.pointernet.pds.hu/ujsagok/erdogazda/2002-ev/05/erdogazda-03.html>

<http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/Biomassza/Biomassza.html>

<http://www.zoldtech.hu/rovatok/biomassza>

<http://www.kekenergia.hu/bio.html>

http://www.omgk.hu/MGUT5/mut5_2_1.html

<http://www.biomasszaeromuvek.hu/>

<http://www.fvm.hu/main.php?folderID=2005>

<http://www.energiamedia.hu/menu/meguj/meguj009.html>

<http://www.fvm.hu/main.php?articleID=8688&ctag=articlelist&folderID=831&iid=1>

<http://www.ofakht.hu/index/html/szp/euhirek/2007jan.pdf>

<http://www.gkm.gov.hu>

8.2.2. Angol nyelvű honlapok

<http://www.unfccc.int/>

UNFCCC honlapja. Elérhetőek innen a klímaváltozással és kiotói folyamattal kapcsolatos dokumentumok, új hírek a tárgyalásokról, ország-jelentések, az egyes UNFCCC munkacsoportok tevékenységének dokumentációi.

<http://www.iea.org/>

Az International Energy Agency (IEA) klímavédelemmel és megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos információkat tartalmazza.

<http://www.caddet.org/>

A CADDET megújuló energia oldalain olvashatók megvalósult megújuló energfiás projektek technikai leírásai, környezeti hatásaival illetve a legújabb technológiával kapcsolatos információk.

<http://www.agores.org/>

A megújuló energiákkal kapcsolatos európai és nemzeti stratégiákról és politikákról informálódhatunk.

http://www.europa.eu.int/comm/enviroment/index_en.htm

Az EU környezeti és klímapolitikájával kapcsolatos információkat tartalmazza.

<http://www.energy.eu/>

Az EU megújuló energiával kapcsolatos statisztikai adatbázisát tartalmazza.

<http://www.ipcc.ch/>

Klímaváltozással kapcsolatos, tanulmányok és felmérések érhetőek el.

8.3. Kutatással kapcsolatos publikációk

- Jung L.:** Természetközeli erdőgazdálkodás. MTSZ Magyar Tudomány Napja, Eger. Konferencia kiadvány, 2000.
- Jung L.:** Erdőgazdálkodás és „hulladékgazdálkodás” kapcsolata. Hulladékgazdálkodási Konferencia, Gyöngyös. Konferencia kiadvány, 2001.
- Jung L.:** Erdőgazdálkodás, természetvédelem és közjólét az EGERERDŐ Rt. területén MTSZ Magyar Tudomány Napja, Eger. Konferencia kiadvány, 2001.
- Jung L.:** Erdőgazdálkodás-vadgazdálkodás MTA Erdész fórum, Budapest. Fórum kiadvány, 2002.
- Jung L.:** Erdőgazdálkodás-energiagazdálkodás. MTSZ Magyar Tudomány Napja, Eger. Konferencia kiadvány, 2002.
- Jung L.:** Erdőgazdálkodás, nagyüzemi energiatermelés. MVM Energia Klub Konferencia, Visonta. Konferencia kiadvány, 2003.
- Jung L.:** Erdőgazdálkodás-energiagazdálkodás. Energiafogyasztók Lapja 2003.
- Jung L.:** Faenergetika és erdőgazdálkodás MTESZ kiadvány Eger Magyar Tudomány Napja 2003.
- Jung L.:** Energiagazdálkodás- „faenergetika”. MTESZ kiadvány Dendromassza, mint energiaforrás Siófok 2003.
- Dr. Marosvölgyi B., Dr. Kovács J., Jung L.:** Fabázisú erőmű alapanyag-ellátási lehetőségeinek elemzése erdőgazdasági informatikai adatbázis felhasználásával. XXVIII. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás kiadványa, Gödöllő, 2004.
- Jung L.:** A fa energetikai hasznosításának első tapasztalatai az Egererdő és az AES Kazincbarcikai Erőmű kapcsolatában. Biomassza Társaság 2004.
- Jung L.:** Erdőgazdálkodás és energiagazdálkodás. A megújuló energiaforrások esélyei Magyarországon, Konferencia kiadvány 2004.
- Jung L.:** A fahulladék piaci alapon történő felhasználása az energia szektorban. Energetikai Konferencia kiadvány 2004.
- Jung L.:** Erdőgazdálkodás, energiatermelés. Miskolci Egyetem tudományos kiadványsorozat 2004.
- Dr. Kovács J., Jung L.:** A biomassza energia előállításának és hasznosításának néhány tapasztalata. HUNGEXPO kiadvány 2004.

- Jung L.:** A fa energetikai célú termesztése a magánerdőkben. Magánerdő Konferencia kiadvány 2004.
- Jung L.:** A fahulladék piaci alapon történő felhasználása. ENERGOEXPO Nemzetközi Energetikai Szakkiállítás és konferencia, Konferencia kiadvány 2004.
- Dr. Kovács J. Jung L.:** Faenergetika Magyarországon. MTESZ kiadványsorozat 2004.
- Dr. Marósvölgyi B., Dr. Kovács Jenő, Jung L.** Az új energetikai célú faanyag-piac első hatásai a fakitermelési technológiákra és a fakitermelés eredményességére. MTA Kutatás és Fejlesztési Tanácskozás kiadvány 2005.
- Dr. Kovács J. Jung L.** A dendromassza feldolgozás fő technológiai kérdései. Magyarország Biomassza nagyhatalom- környezet-harmonikus projektek. Konferencia kiadvány, Keszthely 2005.
- Jung L.:** Fabázisú energetika. VIII. Biomassza Konferencia kiadvány, Sopron 2005.
- Jung L.:** Dendromassza felhasználás fő kérdései. Mezőgazdasági Támogatások Konferenciája Gyöngyös-Taspusztá. Konferencia kiadvány 2005.
- Jung L.:** Energiahatékonyság és megújuló energiaforrások. Világgazdasági Konferenciák. Konferencia kiadvány, Budapest 2005.
- Jung L.:** A tartamos erdőgazdálkodás és a faenergetika optimális kapcsolata. KvVM Középeurópai Egyetem (CEU) Alternatív energiatermelési módok konferenciák. Konferencia kiadvány Budapest, 2005.
- Dr. Marósvölgyi B., Dr. Kovács J., Ivelics R., Jung L.:** A dendromassza-ültetvények termesztéstechnológiája. FVMMI Új eredmények és lehetőségek a megújuló energiák hazai alkalmazásában és hasznosításában konferencia. Konferencia kiadvány és poszter, Gödöllő, 2005.
- Dr. Marósvölgyi B., Dr. Kovács J., Barkóczy Zs., Jung L.:** Az energiabázis modellezése. XXX. Kutatási és fejlesztési Tanácskozás, kiadvány és poszter Gödöllő, 2006.
- Jung L.:** A faenergetika súlya az erdőgazdálkodásban. I. Ökoenergetikai és IX. Biomassza Konferencia kiadvány, Sopron, 2006.
- Dr. Marósvölgyi B., Jung L.:** Faenergetika aktuális kérdései. IX. Bányász-Kohász-Erdész Találkozó Tudományos Konferencia kiadvány, Eger, 2006.
- Jung L.:** Erdőgazdálkodás potenciája a hazai energia ellátásban. Pellet & Brikett – Termőföldtől a kazánig Szakmai Nap kiadvány és poszter, Gödöllő, 2006.

Jung L.: Forestry and energy. Olasz Biomassza Szakkonferencia kiadvány, Budapest, 2007.

8.4. *Kutatással kapcsolatos előadások*

Jung L., 2000. november 8. Eger: Természetközeli erdőgazdálkodás.

Jung L., 2001. október 11. Gyöngyös: Hulladékgazdálkodási Konferencia. Erdőgazdálkodás és „hulladékgazdálkodás” kapcsolata.

Jung L., 2001. november 07. Eger: MTSZ Magyar Tudomány Napja. Erdőgazdálkodás, természetvédelem és közjólét az EGERERDŐ Rt. Területén.

Jung L., 2002. május 14. Budapest: MTA Erdészforum. Erdőgazdálkodás-vadgazdálkodás.

Jung L., 2002. november 07. Eger: MTSZ Magyar Tudomány Napja. Erdőgazdálkodás-energiagazdálkodás.

Jung L., 2003. április 10. Visonta: MVM Energia Klub Konferencia. Erdőgazdálkodás, nagyüzemi energiatermelés.

Jung L., 2003. november 13. Eger: Faenergetika és erdőgazdálkodás.

Jung L., 2003. november 14. Siófok: Energiagazdálkodás-„faenergetika”.

Jung L., 2004. január 20. Gödöllő: Fabázisú erőmű alapanyag-ellátási lehetőségeinek elemzése erdőgazdasági informatikai adatbázis felhasználásával.

Jung L., 2004. március 04. Sopron: V. Biomassza Konferencia. A fa energetikai hasznosításának első tapasztalatai az Egererdő és az AES Kazincbarcikai Erőmű kapcsolatában.

Jung L., 2004. április 02. Kiskunmajsa: A megújuló energiaforrások esélyei Magyarországon Konferencia. Erdőgazdálkodás és energiagazdálkodás.

Jung L., 2004. május 13. Nyíregyháza: Energetikai Konferencia. A fahulladék piaci alapon történő felhasználása az energia szektorban.

Jung L., 2004. május 14. Miskolc: V. Bányász-Kohász-Erdész Találkozó. Erdőgazdálkodás, energiatermelés.

-
- Jung L.**, 2004. szeptember 14. Budapest: A biomassza energetikai hasznosítása. Az energiatudatosság az önkormányzatoknál Konferencia. A biomassza energia előállításának és hasznosításának néhány tapasztalata.
- Jung L.**, 2004. szeptember 20. Nagybátony: OEE Magánerdő Konferencia. A fa energetikai célú termesztése a magánerdőkben.
- Jung L.**, 2004. szeptember 28. Debrecen: ENERGEXPO Nemzetközi Energetikai Szakkiállítás és Konferencia. A fahulladék piaci alapon történő felhasználása.
- Jung L.**, 2004. november 20. Eger: MTESZ Konferencia. Faenergetika Magyarországon.
- Jung L.**, 2005. január 18. Gödöllő: MTA XXIX. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Az új, energetikai célú faanyag-piac első hatásai a fakitermelési technológiákra és a fakitermelés eredményességére.
- Jung L.**, 2005. február 26. Keszthely: Magyarország Biomassza Nagyhatalom- Környezet-harmónikus Projektek Konferencia. A dendromassza feldolgozás fő technológiai kérdései.
- Jung L.**, 2005. március 3. Sopron: VIII. Biomassza Konferencia. Fabázisú energetika.
- Jung L.**, 2005. március 31. Gyöngyös-Taspuszta: Mezőgazdasági támogatások 2005. Dendromassza feldolgozás fő kérdései.
- Jung L.**, 2005. április 26. Budapest: Világgazdasági Konferenciák. Energiahatékonyság és megújuló energiaforrások.
- Jung L.**, 2005. május 11. Sopron: Erdőakadémia. Erdőgazdálkodás, energiagazdálkodás.
- Jung L.**, 2005. május 19. Sopron: Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdőhasználati Tanszék Logisztikai feladatok erőművek tűzifa-ellátásában.
- Jung L.**, 2005. szeptember 07. Sopron: Lignonovum Szakkiállítás. Erdőgazdálkodás energiagazdálkodás.
- Jung L.**, 2005. szeptember 13. Eger: Mindentudás Iskolája rendezvénysorozat. Elfogynak az energiaforrások. Hogyan tovább?
- Jung L.**, 2005. szeptember 22. Kál: Die erneuerbare Energie

-
- Jung L.,** 2005. október 13. Szeged: FVM Képzési és Szaktanácsadási Intézet. Megújuló energiaforrás-termelés az Egererdő Rt területén.
- Jung L.,** 2005. október 18. Mátrafüred: OEE Szakosztályülés. Erdőgazdálkodás és energiatermelés kapcsolata.
- Jung L.,** 2005. október 25. Budapest: KvVM Középeurópai Egyetem (CEU) Alternatív energiatermelési módok Konferencia. A tartamos erdőgazdálkodás és a faenergetika optimális kapcsolata.
- Jung L.,** 2005. december 12. Budapest: Tisza Vízyűjtő Programrégió ülés (Parlament). Tájékoztató az erdősítés lehetőségeiről a Tisza Völgyében, különös tekintettel az energetikai faültvények létesítésére.
- Jung L.,** 2006. február 09. Sopron: Nyugat-Magyarországi Egyetem. Megújuló energiaforrás-termelése az Egererdő Erdészeti Rt. területén.
- Jung L.,** 2006. március 02. Sopron: I. Ökoenergetikai és IX. Biomassza Konferencia. A faenergetika súlya az erdőgazdálkodásban.
- Jung L.,** 2006. április 20. Mátrafüred: Vadas Jenő Erdészeti Szakközépiskola. A faenergetika és erdőgazdálkodásban.
- Jung L.,** 2006. május 26. Eger: Bányász-Kohász-Erdész Találkozó. Faenergetika aktuális kérdései.
- Jung L.,** 2006. szeptember 20. Gödöllő: Pellet & Brikett – Termőföldtől a kazánig Szakmai Nap. Erdőgazdálkodás potenciája a hazai energia ellátásban.
- Jung L.,** 2007. május 31. Szolnok: Parlament, Mezőgazdasági Bizottsági ülés. Faenergetika hasznosítása, felhasználásának lehetőségei Magyarországon.
- Jung L.,** 2007. szeptember 27. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia Megújuló energiaforrások Konferencia. A biomassza-felhasználás szabályozási környezete.
- Jung L.,** 2007. október 01. Budapest: Európai Biomassza Napok. A biomassza-felhasználás szabályozási környezete.
- Jung L.,** 2007. november 29. Budapest: Olasz Biomassza Szakkonferencia. Forestry and energy.

Jung L., 2007. december 06. Sopron: KKK Záró konferencia. Néhány felhasználási szakmai utóvizsgálat a faenergetikában.

Jung L., 2008. március 06. Sopron: XI. Biomassza Konferencia. Faenergetika-erdő.

Jung L., 2008. március 27. Gyöngyös: XI. Nemzetközi Tudományos Napok. A biomassza – felhasználás szabályozási környezete.

Jung L., 2008. április 09. Guth: Alföldi Erdőkért Egyesület, Kereskedelmi Szakbizottságának ülése. A biomassza – felhasználás szabályozási környezete.