

Németh Gábor

**Fafeldolgozási hulladékok kezelése,
felhasználhatósága**

Doktori (Ph.D.) értekezés

**Témavezető:
Prof. Dr. Varga Mihály
egyetemi tanár**

**Nyugat-Magyarországi Egyetem
Faipari Mérnöki Kar
Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák
Doktori Iskola**

2009

Készült az Oktatási és Kulturális Minisztérium „Deák Ferenc Ösztöndíj”, valamint az Erdő- és Fahasznosítási Regionális Egyetemi Tudásközpont támogatásával.

**FAFELDOLGOZÁSI HULLADÉKOK KEZELÉSE,
FELHASZNÁLHATÓSÁGA**

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében

Írta:
Németh Gábor

Készült a Nyugat-magyarországi Egyetem Cziráki József Faanyagtudomány és
Technológiák Doktori Iskola
Fafeldolgozási technológiák programja keretében

Témavezető: Prof. Dr. Varga Mihály

Elfogadásra javaslom (igen / nem)
(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton % -ot ért el,
Sopron, év hó nap
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen /nem)
Első bíráló (Dr.) igen/nem
(aláírás)

Második bíráló (Dr.) igen/nem
(aláírás)

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

Sopron, 2009. hó nap
a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....
.....
Az EDT elnöke

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	1
Ábra-, táblázat- és diagramjegyzék	6
Kivonat.....	11
Abstract.....	12
Köszönetnyilvánítás	13
1. A Doktori értekezés céljai és feladatai	14
2. Bevezetés	16
3. Alapfogalmak	20
3.1 Hulladékgazdálkodás	20
3.2 Hulladék és melléktermék	20
3.3 Hulladék és melléktermék fogalma saját megközelítésben	27
4. A hulladékgazdálkodási irányelvek faipari vonatkozásai az Európai Unióban	29
5. A hulladékgazdálkodási törvény (Hgt.) és a jelenlegi rendeletek faipari vonatkozásai Magyarországon	37
5.1 A faipari hulladékgazdálkodás jelenlegi helyzete.....	38
5.2 A faipari hulladékgazdálkodás általános elvei.....	39
5.3 A faipari hulladékok keletkezésének megelőzése és a már keletkezett hulladékok csökkentésének eszközei.....	40
6. Kutatási módszer	44
7. Faalapú hulladékok/melléktermékek Magyarországon.....	46
7.1 Fakitermelés Magyarországon.....	46
7.2 A fahulladék fogalma és csoportosítása.....	49
7.2.1 Az ipari fahulladékok	49
7.2.2 Nem a faipari termelés során keletkező, faalapú hulladékok („Altholz”).....	54
7.2.3 A faalapú csomagolási hulladékok.....	57
7.2.4 Fahulladék típusok keletkezése és felhasználása az egyes faipari ágazatokban.....	62
7.2.5 A faalapú hulladékok kezelési helyén történő gyűjtése, szállítása.	68
7.2.5.1 Pneumatikus „hulladék anyagszállítás” egészségügyi vonatkozásaival összefüggő problémák.....	70
7.2.6 Faalapú hulladékok tárolás	70

8. Faalapú hulladékok helyzete külföldön (Ország tanulmányok).....	72
8.1 Németország faalapú hulladékgyártásának kezelése	72
8.2 Lengyelország.....	78
9. Az inverz logisztika jelentősége a faalapú hulladékok tekintetében	82
10. A faipari hulladékok komplex hulladékkezelése és hasznosítása.....	85
10.1 A faipari hulladékok általános kezelési módszere	85
10.2 A faipari hulladékok hasznosítása	88
10.2.1 <i>Recycling a faiparban.....</i>	89
10.2.2 <i>Energetikai hasznosítás rövid áttekintése.....</i>	92
10.3 Újrahasznosítás kontra energetikai hasznosítás	96
10.4 Nem faalapú hulladékok komplex hasznosítási lehetőségei	104
10.4.1 <i>Védőszerek, ragasztók, felületkezelő anyagok, tömítők és felhasználásuk során keletkező hulladékok.....</i>	104
10.4.2 <i>Csomagolási hulladékok.....</i>	107
10.4.3 <i>Gépek, járművek üzemeltetése és karbantartása során keletkező hulladékok.....</i>	110
10.4.4 <i>Egyéb, előzőekben fel nem sorolt hulladékok.....</i>	113
11. Kutatásaim során meghatározó faipari vállalatoknál végzett, a faalapú hulladékgyártás fejlesztésére irányuló vizsgálataim és azok alapján megfogalmazott komplex hulladékkezelési modelljeim	115
11.1 Fűrészipar: Fűrészüzem és készház-gyártó vállalat.....	116
11.1.1 <i>Hasznosítási lehetőségek fűrészporra és darabos hulladékokra.....</i>	117
11.2 Lemezipar: Forgácslapgyártó Zrt.....	119
11.2.1 <i>A Forgácslapgyártó Zrt. faforgácslap gyártásának technológiai leírása, alapanyagkészlet a hulladékgyártás vizsgálataim tükrében.....</i>	123
11.2.1.1 <i>Forgácslap előállítás és hulladékai.....</i>	124
11.2.1.2 <i>A forgácslapgyártáshoz szükséges ragasztóanyagok hulladékai</i>	126
11.2.1.3 <i>A forgácslapok laminálása és az impregnált papír</i>	129
11.2.1.4 <i>A munkalapok gyártása.....</i>	130
11.2.1.5 <i>Cement kötésű faforgácslapok gyártása</i>	133
11.2.1.6 <i>Gépek, járművek üzemeltetése és karbantartása során keletkező hulladékok</i>	135
11.2.1.7 <i>Élezőműhelyben keletkező főbb hulladékok.....</i>	137
11.2.1.8 <i>Ragasztóanyag felhordó és keverő gépek mosása során keletkező hulladékok.....</i>	137
11.2.2 <i>A Forgácslapgyártó Zrt. hulladékgyártásának összefoglalása.....</i>	138
11.3 Bútoripar: Bútorgyártás laptermékből	139
11.4 Bútoripar: Ülőbútor Kft.	142
11.4.1 <i>Faalapú alapanyagok feldolgozása során keletkező hulladékok.....</i>	144
11.4.2 <i>A faalapú hulladékok kezelési helyén történő gyűjtése, szállítása, tárolása.....</i>	145

11.4.3	<i>A fahulladék tárolásának fejlesztése.....</i>	149
11.4.4	<i>A termelés során nagy mennyiségben keletkező melléktermékek minimalizálására és visszaforgatására irányuló fejlesztések</i>	152
11.4.4.1	Optimalizálási lehetőségek.....	163
11.4.5	<i>Hulladék minimalizálás lehetőségének új eljárás a hulladékok minimalizálására a SIMUL8 szoftver alkalmazásával</i>	166
11.4.5.1	Szimulációs eredmények.....	172
11.5	Bútoripar: Bútoripari Kft.	175
11.5.1	<i>A Bútoripari Kft. faalapú hulladékgazdálkodásának általános ismertetése</i>	175
11.5.2	<i>A lakkcsiszolatpor keletkezési körülményei, tulajdonságai</i>	177
11.5.2.1	Fa- és lakkcsiszolatpor hasznosítási lehetőségei	180
11.5.2.2	A fa- és lakkcsiszolatpor hasznosítása a fabrikett gyártása során.....	181
12.	Tézisek.....	187
13.	Függelék: Fogalmak meghatározásai.....	191
14.	Irodalomjegyzék, felhasznált forrásmunkák	196

Ábra-, táblázat- és diagramjegyzék

Ábrajegyzék

1. ÁBRA: A TERMELÉSI MARADÉKANYAG/HULLADÉK DÖNTÉSI FOLYAMATÁBRÁJA	25
2. ÁBRA: A 25 EU TAGÁLLAM KIBOCSÁTÁSÁNAK ELTÉRÉSE A VÁLLALT CÉLHOZ KÉPEST	32
3. ÁBRA: A HULLADÉK MEGELŐZÉS (CSÖKKENTÉS) MÓDSZEREI	41
4. ÁBRA: A FAANYAGHULLADÉK A MINDENKORI NYERSANYAGKÉSZLET RÉSZÉ.	49
5. ÁBRA: A FAALAPÚ HULLADÉKOK ÁLTALÁNOS KELETKEZÉSI KÖRÜLMÉNYEI.	50
6. ÁBRA: A KUTATÁSAIM ALAPJÁN ÖSSZEÁLLÍTOTT, FAALAPÚ HULLADÉKOK FŐ KELETKEZÉSI KÖRÜLMÉNYEINEK CSOPORTOSÍTÁSA	51
7. ÁBRA: FAHULLADÉKOK NÉHÁNY MEGJELENÉSI FORMÁJA.....	53
8. ÁBRA: FAIPARI TERMÉKEK, HULLADÉKOK/MELLÉKTERMÉKEK ÉLETÚTJÁNAK FOLYAMATMODELLJE	84
9. ÁBRA: FAIPARI HULLADÉKOK KEZELÉSÉNEK „KLASSZIKUS” ÁLTALÁNOS SÉMÁJA. ..	85
10. ÁBRA: FAALAPÚ HULLADÉKOK KEZELÉSE ÚJ MEGKÖZELÍTÉSBEN.....	87
11. ÁBRA: FAALAPÚ HULLADÉKOK KEZELÉSÉNEK HIERARCHIÁJA	88
12. ÁBRA: A FA CO ₂ MEGKÖTÉSÉNEK SÉMÁJA (ATMOSZFÉRA - ERDŐ - FATERMÉK - ATMOSZFÉRA) ÉS KAPCSOLATA AZ ÚJRAFELDOLGOZÁSSAL (CASCADING)	91
13. ÁBRA: HASZNOSÍTÁSI ÉS ÁRTALMATLANÍTÁSI LEHETŐSÉGEK KAPCSOLATA A FAALAPÚ HULLADÉKOKKAL.....	92
14. ÁBRA: A BIOMASSZA ENERGETIKAI HASZNOSÍTÁSÁNAK ALKALMAZÁSAI	95
15. ÁBRA: A FAANYAG GAZDASÁGI ÉRTÉKÉNEK LEHETŐSÉGEI	99
16. ÁBRA: A FAIPARI ALAPANYAG TÁRSADALMI ÉRTÉKÉNEK LEHETŐSÉGEI.....	99
17. ÁBRA: A VESZÉLYES HULLADÉKKÉNT BESOROLT VÉDŐSZEREK, FELÜLETKEZELŐ ÉS RAGASZTÓ ANYAGOK HULLADÉKKEZELÉSÉNEK KOMPLEX MEGOLDÁSI LEHETŐSÉGEI.....	106
18. ÁBRA: A VESZÉLYES HULLADÉKKAL NEM SZENNYEZETT CSOMAGOLÁSI HULLADÉKOK HULLADÉKKEZELÉSÉNEK KOMPLEX MEGOLDÁSI LEHETŐSÉGEI..	108
19. ÁBRA: A VESZÉLYES HULLADÉKKAL SZENNYEZETT CSOMAGOLÁSI HULLADÉKOK HULLADÉKKEZELÉSÉNEK KOMPLEX MEGOLDÁSI LEHETŐSÉGEI	109
20. ÁBRA: A GÉPEK, JÁRMŰVEK ÜZEMELTETÉSE ÉS KARBANTARTÁSA SORÁN KELETKEZŐ „FÁRADT” OLAJ (VESZÉLYES HULLADÉKOK) HULLADÉKKEZELÉSÉNEK KOMPLEX MEGOLDÁSI LEHETŐSÉGEI	111
21. ÁBRA: A GÉPEK, JÁRMŰVEK ÜZEMELTETÉSE ÉS KARBANTARTÁSA SORÁN KELETKEZŐ EGYÉB HULLADÉKOK (VESZÉLYES HULLADÉKOK) HULLADÉKKEZELÉSÉNEK KOMPLEX MEGOLDÁSI LEHETŐSÉGEI	112
22. ÁBRA: A HULLADÉKOK BESOROLÁSA	114
23. ÁBRA: FŰRÉSZÜZEM ÉS KÉSZHÁZGYÁRTÓ VÁLLALAT FELDOLGOZÁSI FOLYAMATÁBRÁJA	118

24. ÁBRA: AK-230 MOBIL APRÍTÓGÉP	121
25. ÁBRA: DW-3060 MOBIL APRÍTÓGÉP	121
26. ÁBRA: FORGÁCSLAP ELŐÁLLÍTÁSÁNAK ALAPANYAGA.....	123
27. ÁBRA: FORGÁCSLAPGYÁRTÓ ZRT.: A FORGÁCSLAPGYÁRTÁS ÁLTALÁNOS FOLYAMATÁBRÁJA KIEGÉSZÍTVE A GYÁRTÁS SORÁN KELETKEZŐ HULLADÉKAINAK KELETKEZÉSI HELYEIVEL ÉS AZOK JELLEMZŐ FELHASZNÁLÁSÁVAL.....	127
28. ÁBRA: FORGÁCSLAPGYÁRTÓ ZRT.: FORGÁCSLAPGYÁRTÁSHOZ ÁLTALÁNOSAN HASZNÁLT RAGASZTÓANYAG FELHASZNÁLÁSÁNAK FOLYAMATÁBRÁJA KIEGÉSZÍTVE A GYÁRTÁS SORÁN KELETKEZŐ HULLADÉKAINK KELETKEZÉSI HELYEIVEL ÉS AZOK JELLEMZŐ FELHASZNÁLÁSÁVAL.....	128
29. ÁBRA: FORGÁCSLAPGYÁRTÓ ZRT.: A GYÁRTOTT FAFORGÁCSLAPOK LAMINÁLÁSA ÉS A LAMINÁLÁS SORÁN HASZNÁLT IMPREGNÁLT PAPÍR FELHASZNÁLÁSÁNAK FOLYAMATÁBRÁJA KIEGÉSZÍTVE A GYÁRTÁS SORÁN KELETKEZŐ HULLADÉKAINK KELETKEZÉSI HELYEIVEL ÉS AZOK JELLEMZŐ FELHASZNÁLÁSÁVAL.....	131
30. ÁBRA: FORGÁCSLAPGYÁRTÓ ZRT.: A MUNKALAPOK GYÁRTÁSÁNAK FOLYAMATÁBRÁJA KIEGÉSZÍTVE A GYÁRTÁS SORÁN KELETKEZŐ HULLADÉKAINK KELETKEZÉSI HELYEIVEL ÉS AZOK JELLEMZŐ FELHASZNÁLÁSÁVAL.....	132
31. ÁBRA: FORGÁCSLAPGYÁRTÓ ZRT.: A CEMENTKÖTÉSŰ FORGÁCSLAPOK GYÁRTÁSÁNAK FOLYAMATÁBRÁJA KIEGÉSZÍTVE A GYÁRTÁS SORÁN KELETKEZŐ HULLADÉKAINK KELETKEZÉSI HELYEIVEL ÉS AZOK JELLEMZŐ FELHASZNÁLÁSÁVAL.....	134
32. ÁBRA: FORGÁCSLAPGYÁRTÓ ZRT.: A GÉPEK, JÁRMŰVEK ÜZEMELTETÉSE ÉS KARBANTARTÁSA SORÁN KELETKEZŐ HULLADÉKOK.....	136
33. ÁBRA: FORGÁCSLAPGYÁRTÓ ZRT.: GÉPEK MEGMUNKÁLÓ ÉLEINEK ÉLEZÉSE SORÁN KELETKEZŐ HŰTŐ-KENŐ FOLYADÉKOK HULLADÉKAI	137
34. ÁBRA: FORGÁCSLAPGYÁRTÓ ZRT.: A KÜLÖNBÖZŐ TECHNOLÓGIAI FOLYAMATOK SORÁN KELETKEZŐ MOSÓVÍZ.....	138
35. ÁBRA: VISSZAFORGATÁSRA VÁRÓ TÁBLÁSMARADÉKOK ÉS KISKONTÉNER DARABOS FORGÁCSLAPHULLADÉKKAL	140
36. ÁBRA: IRODABÚTOROKAT GYÁRTÓ CÉG FELDOLGOZÁSI FOLYAMATÁBRÁJA.....	141
37. ÁBRA: DARABOS HULLADÉKOK GYŰJTÉSE A KELETKEZÉS HELYÉN	146
38. ÁBRA: FAHULLADÉK APRÍTÓ.....	146
39. ÁBRA: KÖZPONTI SILÓ.....	146
40. ÁBRA: ÜLŐBÚTOR KFT.: FAHULLADÉKOKRA ÉLETÚTJA VONATKOZÓ FOLYAMATÁBRA (A MELLÉKTERMÉKEK VISSZAFORGATÁSÁT NEM TARTALMAZZA).....	148
41.ÁBRA: ÜLŐBÚTOR KFT.: FAHULLADÉK TÁROLÁSÁNAK, ÉLETÚTJÁNAK FOLYAMATÁBRÁJA	149
42. ÁBRA: FORGÓLAPÁTOS SILÓ SZINTÉRZÉKELŐ.....	150

43. ÁBRA: ÜLŐBÚTOR KFT.: JELENTŐSEN ELTÉRŐ MÉRETŰ ALAPANYAGOK	153
44. ÁBRA: ÜLŐBÚTOR KFT.: LESZABÓ KÖRFŰRÉSZEZŐGÉP ÉS AZ ESELÉKEK GYŰJTÉSI MÓDJA	153
45. ÁBRA: ÜLŐBÚTOR KFT.: SZÉTVÁLOGATOTT ESELÉKTÍPUSOK.....	154
46. ÁBRA: ÜLŐBÚTOR KFT.: LESZABÓ UTÁN KELETKEZŐ RAKATOK (A KÜLÖNBÖZŐ HOSSZÚSÁGÚ DESZKÁKAT MINDEGYIKÉT KÜLÖNÁLLÓ RAKATOKBA HELYEZIK).....	155
47. ÁBRA: ÜLŐBÚTOR KFT.: SOROZATVÁGÓ KÖRFŰRÉSZEZŐGÉP	156
48. ÁBRA: ÜLŐBÚTOR KFT.: VISSZAFORGATHATÓ MELLÉKTERMÉK, TOVÁBBI TERMÉK ELŐÁLLÍTÁSRA ALKALMATLAN (NEM HASZNOSÍTHATÓ) HULLADÉK	156
49. ÁBRA: ÜLŐBÚTOR KFT.: MELLÉKTERMÉK VISSZAFORGATÁSA AZ ÁBRÁN LÁTHATÓ TERMÉKBE	157
50. ÁBRA: ÜLŐBÚTOR KFT.: KERESZTMETSZETI MEGMUNKÁLÓ.....	157
51. ÁBRA: ÜLŐBÚTOR KFT.: SOROZATVÁGÓ KÖRFŰRÉSZEZŐ LAPJAINAK ELHELYEZÉSE ...	164
52. ÁBRA: SOROZATVÁGÓ KÖRFŰRÉSZEZŐ-LAP-KIOSZTÁS VÁLTOZTATÁSÁNAK MECHANIKÁJA	164
53. ÁBRA: ÜLŐBÚTOR KFT.: A FŰRÉSZEZŐ, A HOSSZLESZABÓ, SOROZATVÁGÓ, ÉS AKERESZTMETSZETI MEGMUNKÁLÓ A SZIMULÁCIÓBAN	171
54. ÁBRA: A BÚTORIPARI KFT. FELDOLGOZÁSI FOLYAMATÁBRÁJA	177

Táblázatjegyzék

1. TÁBLÁZAT: NEM VESZÉLYES FAALAPÚ HULLADÉKOK	21
2. TÁBLÁZAT: VESZÉLYES ANYAGOT TARTALMAZÓ FAALAPÚ HULLADÉKOK	22
3. TÁBLÁZAT: ERDEI FATERMÉK TERMELÉSE 2007. ÉVBEN	46
4. TÁBLÁZAT: KITERMELT FAIPARI TERMÉKEK TERMELÉSI ÉRTÉKEI 2007. ÉVBEN [5.]...	47
5. TÁBLÁZAT: 1 M ³ HENGERES ÉLŐFÁRA VETÍTETT HULLADÉK	48
6. TÁBLÁZAT: MAGYARORSZÁGRA VONATKOZÓ ÁLTALÁNOS ÉS ERDÉSZETI ALAPADATOK.....	48
7. TÁBLÁZAT: TERMÉKDÍJTÉTELEK AZ EGYES CSOMAGOLÁSI ANYAGOK FÜGGVÉNYÉBEN	58
8. TÁBLÁZAT: EURÓPAI UNIÓ 94/62. SZÁMÚ (ÚN. CSOMAGOLÁSI) IRÁNYELVÉNEK 2004. ÉVI MÓDOSÍTÁSÁBAN SZEREPLŐ MINIMÁLIS, ÚJRAFELDOLGOZÁSI CÉLKITŰZÉSEK	59
9. TÁBLÁZAT: AZ EGYES FAHULLADÉK TÍPUSOK JELLEMZŐ KELETKEZÉSI HELYEI	62
10. TÁBLÁZAT: A FAHULLADÉKOK JELLEMZŐ FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEI. [5.]	63
11. TÁBLÁZAT: A FŰRÉSZEZŐI HULLADÉK ÁTLAGOS ÖSSZETÉTELE RESCH (1974).	64
12. TÁBLÁZAT: A FŰRÉSZEZŐI HULLADÉK ÁTLAGOS ÖSSZETÉTELE (SAJÁT VIZSGÁLATAIM ALAPJÁN).....	64
13. TÁBLÁZAT: ÉPÜLETASZTALOS IPARI MEGMUNKÁLÁS SORÁN KELETKEZŐ TERMÉK-HULLADÉKTÍPUSOK MEGOSZTLÁSA. (SAJÁT VIZSGÁLATAIM ALAPJÁN)	65

14. TÁBLÁZAT: TÖMÖRFÁ ALAPANYAG BÚTORIPARI MEGMUNKÁLÁSA SORÁN KELETKEZŐ TERMÉK-HULLADÉK MEGOSZLÁSA, KÜLÖNBÖZŐ MINŐSÉGŰ ALAPANYAGOK ESETÉN.	65
15. TÁBLÁZAT: LEMEZIPARI TERMÉKEK BÚTORIPARI MEGMUNKÁLÁSA SORÁN KELETKEZŐ TERMÉK-HULLADÉK MEGOSZLÁSA.....	66
16. TÁBLÁZAT: EGYES GYAKORTA ALKALMAZOTT HELYHEZ KÖTÖTT FORGÁCSOLÓ GÉPEK ESETÉBEN KELETKEZŐ FAHULLADÉKOK TÍPUSAI. (SAJÁT VIZSGÁLATAIM ALAPJÁN).....	69
17. TÁBLÁZAT: SZENNYEZŐDÉS MÉRTÉKE NÉHÁNY FAHULLADÉK ESETÉBEN NÉMETORSZÁGBAN	75
18. TÁBLÁZAT: SZENNYEZŐDÉS MAXIMÁLIS ÉRTÉKEI HASZNOSÍTÁS ESETÉN NÉMETORSZÁGBAN.....	76
19. TÁBLÁZAT: FAHULLADÉKOK ANYAG-VISSZAFORGATÁSI ELJÁRÁSAI.....	77
20. TÁBLÁZAT: ÉVES „FAFOGYASZTÁS” NÉMETORSZÁGBAN.....	77
21. TÁBLÁZAT: FAHULLADÉKOK FELHASZNÁLÁSA	77
22. TÁBLÁZAT: FAIPARI HULLADÉKOK MENNYISÉGE LENGYELORSZÁGBAN	81
23. TÁBLÁZAT: A KÜLÖNBÖZŐ BIOMASSZA-FAJTÁK ÉS A FAALAPÚ MELLÉKTERMÉKEK ENERGETIKAI ÖSSZETEVŐINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA	93
24. TÁBLÁZAT: A FŰRÉSZÜZEM ÉS KÉSZHÁZGYÁRTÓ VÁLLALAT ALAPANYAG-FELDOLGOZÁSI ADATAI.....	117
25. TÁBLÁZAT: A FORGÁCSLAPGYÁRTÓ ZRT. ÁLTAL BEGYŰJTHETŐ ÉS HASZNOSÍTHATÓ HULLADÉKOK 16/2001. (VII. 18.) KÖM RENDELET SZERINTI KÓDSZÁMA, VALAMINT ÉVES MENNYISÉGE	119
26. TÁBLÁZAT: AZ IRODABÚTOROKAT GYÁRTÓ CÉG ALAPANYAG-FELDOLGOZÁSI ADATAI	140
27. TÁBLÁZAT: ÜLŐBÚTOR KFT.: ALKALMAZOTT GÉPEK	142
28. TÁBLÁZAT: ÜLŐBÚTOR KFT.: A FAALAPÚ MELLÉKTERMÉKEK MEGOSZLÁSA	145
29. TÁBLÁZAT: ÜLŐBÚTOR KFT.: A KELETKEZŐ BRIKETT FIZIKAI PARAMÉTEREI.....	151
31. TÁBLÁZAT: ÜLŐBÚTOR KFT.: A HOSSZLESZABÁSNÁL KELETKEZŐ ESELÉKEK MENNYISÉGEI.....	154
31. TÁBLÁZAT: ÜLŐBÚTOR KFT.: EGY VIZSGÁLT „PÉLDARAKAT” FELDOLGOZÁSÁNAK FOLYAMATA (LESZABÓ KÖRFŰRÉSZGÉP – SOROZATVÁGÓ KÖRFŰRÉSZGÉP – KERESZTMETSZETI MEGMUNKÁLÓ) SORÁN KELETKEZŐ ANYAGFÉLELÉSEK MENNYISÉGI ÉRTÉKEI	158
33. TÁBLÁZAT: ÜLŐBÚTOR KFT.: HOSSZÚSÁG – SZÉLESSÉG ÉS VASTAGSÁG ALAPADATAI.....	167
33. TÁBLÁZAT: ÜLŐBÚTOR KFT.: HULLADÉK MINIMALIZÁLÁS EREDMÉNYEI A SIMUL8SZOFTVER SEGÍTSÉGÉVEL	173
34. TÁBLÁZAT: BÚTORIPARI KFT.: A CÉG ALAPANYAG-FELDOLGOZÁSI ADATAI.....	176

35. TÁBLÁZAT: BÚTORIPARI KFT.: A VIZSGÁLAT TÁRGYÁT KÉPEZŐ FELÜLETKEZELŐ ANYAGOK ÉS ADATAIK.....	179
36. TÁBLÁZAT: BÚTORIPARI KFT.: A FACISISZOLATPORBAN TALÁLHATÓ, A FELÜLETKEZELŐ ANYAGOKBÓL SZÁRMAZÓ VEGYI ANYAGOK ÖSSZETÉTELE.....	180
37. TÁBLÁZAT: BÚTORIPARI KFT.: FACISISZOLATPOR KÉMIAI ELEMZÉSÉNEK EREDMÉNYEI A FÉMTARTALOM VONATKOZÁSÁBAN.....	182
38. TÁBLÁZAT: HAMUTARTALOM AZ ABSZOLÚT SZÁRAZ FAANYAGRA.....	183
39. TÁBLÁZAT: FÉMIONOK MENNYISÉGE, KÜLÖNBÖZŐ FAMINTÁKBAN.....	183
40. TÁBLÁZAT: A FAHAMU ELEMI ÖSSZETÉTELE.....	184
41. TÁBLÁZAT: FAHAMU KÉMIAI ÖSSZETÉTELE.....	184
42. TÁBLÁZAT: A FACISISZOLATPOR ÉS AZ ÖSSZEHASONLÍTÁS ALAPJÁUL SZOLGÁLÓ TERMÉSZETES FAANYAG ÖSSZEHASONLÍTÁSA A FÉMTARTALOM VONATKOZÁSÁBAN.....	185

Diagramjegyzék

1. DIAGRAM: A FŰRÉSZÜZEM ÉS KÉSZHÁZGYÁRTÓ VÁLLALAT ALAPANYAG-FELDOLGOZÁSI ARÁNYAI.....	117
2. DIAGRAM: ALAPANYAG KÉSZLET MEGOSZLÁSA (2005).....	123
3. DIAGRAM: ALAPANYAG KÉSZLET VÁLTOZÁSA (1997-2006).....	124
4. DIAGRAM: AZ IRODABÚTOROKAT GYÁRTÓ CÉG ALAPANYAG-FELDOLGOZÁSI ARÁNYAI.....	141
5. DIAGRAM: ÜLŐBÚTOR KFT.: ÉVES HŐENERGIA IGÉNY MEGOSZLÁSA (AZ ADATOKAT AZ ÉVES ENERGIAFELHASZNÁLÁSBÓL VETTEM FEL, FIGYELEMBE VÉVE A TECHNOLÓGIAI HŐIGÉNYT).....	150
6. DIAGRAM: ÜLŐBÚTOR KFT.: A „157”-ES JELZÉSŰ RAKAT ELEMHOSSZÚSÁGAINAK ÉS ELEMSZÉLESSÉGEINEK GYAKORISÁGA.....	152
7. DIAGRAM: ÜLŐBÚTOR KFT.: A SOROZATVÁGÓNÁL KELETKEZŐ HULLADÉKOK MENNYISÉGI MEGOSZLÁSA ÉS MENNYISÉGI ARÁNYA A KITERMELT ANYAGHOZ VISZONYÍTVA.....	155
8. DIAGRAM: ÜLŐBÚTOR KFT.: EGY VIZSGÁLT „PÉLDARAKAT” FELDOLGOZÁSÁNAK FOLYAMATÁBRÁJA A MEGMUNKÁLÁS SORÁN KELETKEZŐ TERMÉKEK, MELLÉKTERMÉKEK ÉS HULLADÉKOK SZÁZALÉKOS ÉRTÉKEIVEL.....	159
9. DIAGRAM: ÜLŐBÚTOR KFT.: EGY VIZSGÁLT „PÉLDARAKAT” MEGMUNKÁLÁSI FÁZISAIT KÖVETŐ KIHUZATALI ÉRTÉKEK (FELSŐ DIAGRAM), VALAMINT A MEGMUNKÁLÁS SORÁN KELETKEZŐ ÖSSZES ANYAGFÉLESÉG MENNYISÉGI ÉS SZÁZALÉKOS ÉRTÉKE (ALSÓ DIAGRAM).....	160
10. DIAGRAM: ÜLŐBÚTOR KFT.: A VIZSGÁLT RAKATOK MEGMUNKÁLÁSI FÁZISAIT KÖVETŐ ÁTLAGOS KIHUZATALI ÉRTÉKEI (FELSŐ DIAGRAM), VALAMINT A MEGMUNKÁLÁS SORÁN KELETKEZŐ ÖSSZES ANYAGFÉLESÉG ÁTLAGOS MENNYISÉGI ÉS SZÁZALÉKOS ÉRTÉKE (ALSÓ DIAGRAM).....	162
11. DIAGRAM: A BÚTORIPARI KFT. ALAPANYAG-FELDOLGOZÁSI ARÁNYAI.....	176

Kivonat

A disszertáció a magyarországi és EU-s faipari hulladékgazdálkodás jelenlegi helyzetét és a jövőben rejlő újszerű hulladékcsökkentési és hasznosítási lehetőségek tárgyalja. A kutatás kezdő lépéseit a szerző szakirodalmi, jogi ismeretek (hazai és EU-s törvények, rendeletek, irányelvek) és saját - a különböző faipari vállalatoknál történő innovációs, kutatási munkák során szerzett - gyakorlati tapasztalatai alapján vázolja fel. A szakirodalom feldolgozása során nagy hangsúlyt fektet a külföldi, elsősorban a COST E31 programban részt vevő országok – kiemelten Németország és Lengyelország - faipari hulladék gazdálkodásának megismerésére.

A kutatás alapján egyértelműen meghatározásra került a hulladék és melléktermék fogalma, valamint a két fogalom közti átfedés. Folyamatmodellek kerültek kidolgozásra a különböző hulladékok (faalapú és nem faalapú) alkalmazható hasznosítási formáinak kiválasztására, valamint az újrahasznosítás és az energetikai hasznosítás ellentétének feloldására. A faipari hulladékokkal összefüggő hazai jogi szabályozások pótlására jogszabály javaslatokat fogalmaz meg a faalapú hulladékokat előtérbe helyezve, illetve javaslatot tesz egy EU-s irányelv változtatására, mely szerint a faalapú csomagolási hulladékok kötelező hasznosítását meg kell növelni. A kutatási munka során több nagyobb faipari vállalatnál végzett vizsgálat alapján új hulladékcsökkentési (hagyományos és szoftveres) és hulladékhasznosítási (forgácslapban történő hasznosítás, energetikai hasznosítás, csiszolatpor hasznosítása) eljárások és javaslatok kerültek meghatározásra, melyek általános érvényűek és jól adaptálhatóak számos faipari vállalatra.

Handling and recycling of waste in wood industry

Abstract

This dissertation discusses the present situation of wood waste management in Hungary and EU and the new possibilities of waste reduction and utilization implied in the future. Starting steps of the research were designed by the author based on the knowledge of specialized and legal literature (Hungarian and EU laws, orders, directives) and his own practical experiences obtained during innovation works, researches at different companies in wood industry. During the exploration of the scientific literature special emphasize was put on the understanding of foreign countries' wood waste management, first of all those taking part in the COST E 31 programme – especially Germany and Poland.

On the basis of the research, the concept of waste and by-product as well as the overlap between the two ideas was clearly determined. Flowsheets were developed to choose the applicable utilization types of different wastes (wood-based and non-wood based) and to dissolve the antagonism between recycling and energetic utilization. Putting forward wood wastes, law proposals were drafted to complement the domestic legal regulation related to waste generated in wood industry moreover the altering of an EU directive was proposed, according to which the rate of compulsory utilization of wood-based packing waste has to be raised. Based on the inspection carried out in several larger wood industrial company during the research, new waste reduction (traditional and software-based) and waste utilization (utilization in particle board production, energetic utilization, utilization of wood dust) processes and proposals were determined which have general validity and are well applicable in case of many companies in the wood industry.

Köszönetnyilvánítás

Talán rendhagyó, hogy e köszönetnyilvánítás tudományos dolgozatom első oldalain jelenik meg, de az alább említett kutatók, családtagok, barátok nélkül e dolgozat nem, vagy csak jóval később születhetett volna meg. Mindenek előtt kiemelt köszönettel tartozom Prof. Dr. Varga Mihály Úrnak, témavezetőmnek szakmai segítségéért és emberi megértéséért. Hatalmas szakmai tudása hathatós támogatást nyújtott a már-már megoldhatatlannak tűnő problémák felmerülése esetén is.

A Disszertációm a Nyugat-Magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Karának Gépészeti Intézetében íródott. Ezúton köszönöm minden közvetlen és közvetett munkatársam segítségét, aki bármilyen módon - akár kritikájával -, is segítette munkámat. Ugyan a nevek felsorolása nélkül, de szeretném megköszönni a disszertációm kutatási fázisaiban résztvevő cégeknek és az ott dolgozó kapcsolattartóknak, hogy teljes betekintést, és több esetben szabad kezet kaphattam hulladékgazdálkodásukkal kapcsolatos vizsgálataim és fejlesztéseim vonatkozásában.

Köszönet illeti feleségemet, Anitát – külön kiemelve, hogy elfogadta és segítette a témában való elmélyülésemet -, a disszertáció leadásakor már egy éves kislányomat, Júliát - aki kellő kritikával tanulmányozta át a leadás előtt álló kéziratomat. Nem utolsósorban köszönöm szüleimnek, hogy tanulmányaim kezdetén erejükön felül teljesítve támogattak azért, hogy tanulmányaimat sikeresen elvégezhessem.

Sopron, 2009-02-04

Köszönettel:

Németh Gábor

1. A Doktori értekezés céljai és feladatai

Átfogó kutatómunkám elsődleges céljául a fafeldolgozási hulladékok keletkezési helyeinek és felhasználási lehetőségeinek megismerését, illetve azok lehetséges fejlesztési irányainak leírását tűztem ki. Ehhez elsősorban meg kell ismernem a jelenleg hatályos hazai és külföldi jogi szabályozásokat, melyek többsége általánosan foglalkozik a hulladékokkal. Ily módon célom megállapítani, hogy a faipari termelés során keletkező hulladékokra mely jogi részek vonatkoznak, és azok hogyan befolyásolják a hulladék kezelését, hasznosíthatóságát, ártalmatlanítását.

Szükségét érzem a faalapú hulladékok hasznosíthatóságának tisztázása végett, hogy megkülönböztessem a hulladékot és mellékterméket, hiszen ez a besorolás alapvetően befolyásolja a hasznosítására irányuló mozzanatokat. Éppen ezért egy általános folyamatmodell elkészítése segíthet eldönteni, hogy mit tekintünk hulladéknak és mit mellékterméknek. A faalapú hulladékoknak Magyarországon nincs kiforrott osztályozási módja, ezért ennek megfogalmazása és kialakítása elengedhetetlenül szükséges ahhoz, hogy pontos képet kapjunk a faalapú hulladékok/melléktermékek minőségi és mennyiségi kérdéseiről. Ugyanígy fontos kérdés, melyet tisztázni szeretnék: a faalapú hulladékok veszélyessége. Sok esetben első kérdés kell, hogy legyen, hogy veszélyes vagy nem veszélyes faalapú hulladékról van szó.

Napjaink problémája a hazai faiparban az, hogy maguk a szakemberek sem tudják eldönteni, hol lehet a határ az energetikai felhasználás és az újrahasznosítás között. Célom a jelenleg nem túl egyértelmű határ kidomborítása, kiemelve a faalapú hulladékok/melléktermékek minél tovább történő „életben tartását”, a hasznosítási/ártalmatlanítási alaphierarchia fenntartása mellett. Ehhez nyilván szükséges „mindkét fél” területét megismerni, beleértve ebbe az energetikai hasznosítási lehetőségeket, azok összes előnyével és hátrányával együtt.

Alapkutatásaim során fény derült egy, a faalapú csomagolási hulladékokat érintő problémára, miszerint ezek minimális hasznosítási arányaként az Európai Unió 15%-ot adott meg, szemben például a papírral, ahol ez az arány 60%. Javaslatom a vonatkozó irányelv módosítására képes ezt a problémát feloldani.

A fafeldolgozás során, a faalapú hulladékokkal/melléktermékekkel egy időben keletkező más összetételű hulladékok problémáját is tárgyalni szükséges. Az ezekre alkalmazható komplex hulladékhasznosítási lehetőségeket folyamatmodellek

segítségével egyszerűbben érthetővé kívánom tenni a szakemberek számára a jogi aspektusok maximális figyelembevételével.

Disszertációm címe ugyan a fafeldolgozási hulladékokra utal, ugyanakkor a teljesség kedvéért az egyes részeknél ki szeretnék térni az ún. „öregfa” („Altholz”) kérdésre (keletkezési körülményei, begyűjthetőség) is, mely az elhasznált fatermékek, faalapú csomagolási hulladékok gyűjtő neve.

A faalapú hulladékok tekintetében a forgácslapban történő újrafelhasználás tekinthető mérvadónak, természetesen az üzem belüli melléktermékek újrafeldolgozását követően. Kutatásom e szegmensében arra törekedtem, hogy a hulladékból melléktermékké váló anyagoknak a forgácslapgyártás termelési folyamatába integrálásának lehetőségeit felderítsem.

Meggyőződésem, hogy a hulladékok tudatos kezelését már képződésük előtt el kell kezdeni. Alapvető fontosságú az alapanyag racionalizálását célzó, a megelőzésre irányuló vizsgálat, melyet SIMUL8 termelés szimuláló szoftver segítségével végeztem el.

2. Bevezetés

A *hulladékképződés* a mai fogyasztói társadalom elkerülhetetlen velejárója. A természeti erőforrások kisajátítása, az ember és gazdasági céljainak érdekében történő felhasználása az erőforrások feldolgozásával, átalakításával jár. Az előállított használati tárgyak elkopnak, elavulnak, eredeti funkciójuk ellátására fizikailag, vagy technikailag alkalmatlanná válnak. Az így értéktelenné, feleslegessé váló tárgyaktól, anyagoktól tulajdonosuk igyekszik megszabadulni, és ezzel mintegy öntudatlanul is hulladéknak nyilvánítja, vagy tudatosan annak tekinti.

Az egyedi megítélés szempontjából hulladéknak tekintett anyagok jelentős része mások szempontjából, vagy társadalmi szinten még hordozhat valamilyen értéket. Ezen további „másodlagos” értékek kihasználásának módja a *hulladékhasznosítás*.

A hulladéktól való megszabadulás (annak elhelyezése, tárolása) mindig is gondot okozott. Ezek a gondok elsősorban a hulladék termelőjénél jelentkeznek (jelen esetben a faipari vállaltoknál), de a mennyiség – és egyre inkább a hulladékok veszélyességének - növekedésével konfliktusokat okoznak a társadalmi és természeti környezetben is. E konfliktusok feloldásának szükségessége hozta létre a hulladékokkal kapcsolatos viselkedési normák rögzítésének igényét, a hulladékgazdálkodás rendszerét, a nemzetközi elvek és prioritások megállapítását, valamint a szakterületi jog és műszaki szabályozás rendszerét. Ennek alapját hazánkban a hulladékgazdálkodásról szóló, 2000. május 23.-án Országgyűlés által elfogadott – 2001. január 1. napjától hatályos - 2000. évi XLIII. törvény teremtette meg.

Megállapítható, hogy a hulladékgazdálkodásról szóló 2000. évi. XLIII. törvény és a hozzá kapcsolódó rendeletek hatása a faiparban (is) több kisebb-nagyobb gondot okozott és fog okozni, hiszen a fennálló problémákat (pl.: faparak és a forgácslap-hulladékok) a közeljövőben elég nehéz lesz kiküszöbölni. Ennek ellenére törekedni kell arra, hogy megoldást találjunk a kényes kérdésekre. További problémákat vetett fel az EU-s csatlakozás is, hiszen az ott alkalmazott szabályozás több pontban is keményebb szankciókat vezetett be (pl: levegő átlagos portartalma). Mindezek ellenére azonban azt mondhatjuk, hogy a környezetünk óvása érdekében szükséges a keletkező hulladékokat megfelelően kezelni, visszaforgatni, ártalmatlanítani.

Magyarországon - melyet értekezésem során elkészített felmérések, vizsgálatok is igazolnak - a faiparban elég nagy káosz van a hulladékgazdálkodás terén. Ez több

helyen azzal is párosul, hogy nem, vagy hiányosan ismerik a különböző hatályos rendelkezéseket, illetve félve a felmerülő jelentős költségektől inkább próbálják azokat nem tudomásul venni. Történik mindez annak ellenére, hogy több környezetvédelmi program keretében pályázatok révén jelentős mértékű támogatást kaphatnának, nem beszélve az őket megillető adókedvezményről.

Megfigyelhető azonban Magyarországon a közelmúltban elkezdődött változás is, miszerint a keletkező faalapú hulladékokat (helyesebb a melléktermék szó használata) egyre több helyen próbálják a termelésbe visszaforgatni, illetve más módon újrafelhasználni, vagy például tüzeléssel (esetenként brikettálással vagy pelletálással történő „nemesítés után”) energianyerésre felhasználni. Sajnálatos módon ez a tudatos hulladékkezelés a veszélyes anyagok terén még nem érzékelhető, eltekintve néhány kivételes esettől (például a felületkezelő lakkanyagok visszanyerése).

Az értekezés alapozása során a faipari hulladékok keletkezését, kezelését volt szükséges feltérképezni, amire elsőként csak a NKFP Erdő és Fa 7.4. alprogram keretei felől nyílt lehetőségem. Itt elsőként Magyarország faiparának hulladékkezelési szokásait térképeztem fel, valamint a keletkező hulladékok mennyiségét mértem fel számos faipari vállalat esetén.

Ezt a programot sikerült egy nemzetközi kezdeményezés keretein belül folytatnom. A hulladékok minél hatékonyabb hasznosítása, a környezet terhelésének csökkentése érdekében az Unió számos kutatási- technológiai programot indított el, COST néven (COoperation on Scientific and Technical Research). Ezek közül COST E31 programja foglalkozott (utolsó záró konferenciára 2007. május 2-5. között került sor) az újrahasznosított fával, annak menedzsmentjével. A program 20 országot foglal magába, melyek között Magyarországot Prof. Dr. Varga Mihály, Dr. Alpár Tibor és Jómagam képviseltük. A tagok rendszeresen találkoztak, és megosztották egymással legújabb kutatási eredményeiket, bemutatták, hogy országuk mennyit fejlődött e kérdésben. Két fő munkacsoportja volt (az értekezés írásának időpontjában kezdeményezés van más formában történő folytatásra): az egyik az újrahasznosítható fa európai menedzsmentjével foglalkozott, a másik az újrahasznosítható fa kezelésével (technikai, gazdasági, környezetvédelmi szempontból). Célunk volt – remélhetőleg a folytatás során erre a későbbiekben lehetőségünk lesz - továbbá a definíciók és az adatok minőségének harmonizálása is, amely fontos az egyes országok összehasonlíthatósága miatt is.

A program keretein belül az alábbi fő faalapú „hulladékokkal” foglalkoztak a résztvevők:

- csomagolóanyagok
- bontott fa
- építőipari faanyag
- lakossági, ipari és kereskedelmi tevékenységből származó használt fa.

Ezeket számos módon fel lehet használni (beleértve sajnálatos módon azt a lehetőséget is, hogy nem csinálunk vele semmit), de ezek közül a legfontosabbak (ezen kérdésköröket a disszertáció számos fejezetében részletezni fogom):

- reuse, azaz újrafelhasználás
- recycling, azaz újrahasznosítás,
- energia előállítás,
- „megsemmisítés”

Természetesen azt, hogy melyiket választjuk számos tényezőtől függ:

- anyag mennyisége és minősége
- környezeti terhelés
- infrastruktúra
- technológiák
- törvények, rendeletek
- költségek és hasznok elemzése
- társadalmi és gazdasági szempontok stb.

Magyarországon csakúgy, mint Európában is az ellentét az újrahasznosítás és az energia- előállítás között keletkezik, hiszen a helyes irányokat és arányokat nehezen lehet (pl. a forgácsból forgácslap készüljön, vagy energiahordozóként funkcionáljon fűtési rendszerekben?) meghatározni. Egyértelmű, hogy a harmadik megoldás, az un. megsemmisítés az egyik legrosszabb lehetőség az anyag-, energiagazdálkodás valamint üvegházhatás szempontjából. Ekkor ugyanis a fát vagy hulladékként, vagy komposztálóanyagként kezelik, esetleg elégetik anélkül, hogy energiaforrásként hasznosítanák – tehát kikerül a körforgásból. Ekkor tehát a további felhasználás már nem lehetséges, és ha hulladékként kezelik és lerakják, akkor jelentős mennyiségű metán és más üvegházhatású gáz szabadul fel. A kibocsátás csökkentése tehát erről az oldalról ragadható meg leginkább – és ezzel értékes másodlagos nyersanyagokat menthetünk meg.

A másik két lehetőségre, a recyclingra és az energetikai hasznosításra hatalmas piac épült már ki, bár vannak behatároló tényezők: a veszélyes anyagokkal kezelt fák esetében nehezen megoldható az újrahasznosítás lehetősége. Alapvető fontosságú, hogy a fába zárt szén minél tovább megőrizzük, és csak legvégső esetben engedjük vissza az atmoszférába, ahonnan a fák (esetleg a tenger, a sarkok jégsapkái, stb.) elnyelik ismét.

A folyamat nem csak környezetvédelmi szempontokból fontos. Gazdasági, társadalmi szempontból megállapítható, hogy ha összegyűjtik és hasznosítják az anyagot, akkor ennek a költsége kisebb, mintha csak begyűjtenék, és elraktároznák (pl. hulladéklerakóba kerül, ahol ugyanúgy lebomlik, de a belőle nyerhető energiát nem hasznosítjuk – viszont a CO₂ ugyanúgy felszabadul). Természetesen egy vállalatnak akkor gazdaságos az újrahasznosítás, ha a kinyert másodlagos nyersanyag olcsóbb, mint az elsődleges. Sokszor ez az egyik szempont, mely segít igazán eldönteni a kérdést: újrahasznosítás vagy égetés?

3. Alapfogalmak

3.1 Hulladékgazdálkodás

Magyarországon a faipari vállalatoknál egyre inkább a tudatos hulladékgazdálkodás szélesedik ki, melyben nagy jelentősége van a 2000. évi XLIII. törvénynek. Az egyedi megítélés szempontjából hulladéknak tekintett anyagok jelentős része mások szempontjából, vagy társadalmi szinten még hordozhat valamilyen értéket. Ezen további „másodlagos” értékek kihasználásának módja a hulladékhasznosítás.

Hulladékgazdálkodás alatt azt a tudatos emberi tevékenységet értjük, melynek során mindenekelőtt a hulladék keletkezésének megelőzését, kiküszöbölését, a hulladék mennyiségének csökkentését igyekszünk elérni. Ugyanakkor mindent elkövetünk a elengedhetetlenül keletkező hulladék minél nagyobb hasznosítása érdekében, és csak az ezután fennmaradó hulladékmennyiség megfelelő kezeléséről és ártalommentes elhelyezéséről gondoskodunk.

Mindez a törvény megfogalmazásában: a *hulladékgazdálkodás* nem más, mint „a hulladékkal összefüggő tevékenységek rendszere, beleértve a hulladék keletkezésének megelőzését, mennyiségének és veszélyességének csökkentését, kezelését, ezek tervezését és ellenőrzését, a kezelő berendezések és létesítmények üzemeltetését, bezárását, utógondozását, a működés felhagyását követő vizsgálatokat, valamint az ezekhez kapcsolódó szaktanácsadást és oktatás.”

3.2 Hulladék és melléktermék

A Tisztelt Olvasót elsőre kicsit talán furcsa érzések keríthetik hatalmukba azzal kapcsolatosan, hogy sok esetben felváltva, vagy egymás mellett használom és fogom használni a falapú hulladék, melléktermék fogalmát. Ez azonban nem véletlen.

A 2000. évi XLIII. Törvény megfogalmazásában: hulladék bármely, a törvény „1. számú melléklet szerinti kategóriák valamelyikébe tartozó tárgy vagy anyag, amelytől birtokosa megválnak, megválni szándékozik, vagy megválni köteles”. Fontos kiemelni a hulladékok köréből a rendeletek által külön is kiemelten kezelt veszélyes hulladék fogalmát, mely szintén a törvény megfogalmazásában a következő: veszélyes hulladéknak tekintendő minden olyan hulladék, amely a törvény „a 2. számú mellékletben felsorolt tulajdonságok közül eggyel vagy többel rendelkező, illetve ilyen anyagokat vagy összetevőket tartalmazó, eredete, összetétele, koncentrációja miatt az egészségre, a környezetre kockázatot jelentő hulladék.” Ezen törvénnyel

összefüggésben a 16/2001. (VII. 18.) KöM rendelet, mely a hulladék típusokat sorolja fel. Itt a 03 01 „fafeldolgozásból, falemez- és bútorgyártásból származó hulladékok” EWC (Európai Hulladék Katalógus) kódszámmal rendelkező főcsoportban a faalapú hulladékok is fel vannak sorolva. Természetesen a rendelet számos más faalapú hulladékot is megkülönböztet melyet az 1. és 2. táblázat szemléltet veszélyes és nem veszélyes faalapú hulladékokra vonatkozóan.

1. táblázat: Nem veszélyes faalapú hulladékok [16/2001. (VII. 18.) KöM rendelet a hulladékok jegyzékéről]

EWC kód	Megnevezés
02 01 07	Erdőgazdálkodási hulladék
02 03 04	Fogyasztásra, illetve feldolgozásra alkalmatlan anyagok, ezen belül gabonafélék és napraforgó magjainak hántolásából keletkező hulladék
03 01 01	Fakéreg és parafahulladék (fafeldolgozásból, falemez- és bútorgyártásból származó hulladékok)
03 01 05	Faforgács, fűrészárú, deszka, furnér, falemez darabolási hulladékok, amelyek különböznek a 03 01 04-től (veszélyes anyagokat nem tartalmazó, faforgács, fűrészárú, deszka, furnér, falemez darabolási hulladékok, melyek fafeldolgozásból, falemez- és bútorgyártásból származnak)
03 03 01	Fakéreg és fahulladék (cellulózzrost szuszpenzió, papír- és kartongyártási, feldolgozási hulladékok)
15 01 03	Fa csomagolási hulladékok
17 02 01	Fa (építési és bontási hulladék)
19 12 07	Fa, amely különbözik 19 12 06-tól (veszélyes anyagot nem tartalmazó fa, közelebbről nem meghatározott mechanikai kezelésből - pl.: osztályozás, aprítás, tömörítés, pellet készítése - származó hulladékok, hulladékkezelő létesítményeknél)
20 01 38	Fa, amely különbözik 20 01 37-től (veszélyes anyagot nem tartalmazó, elkülönített gyűjtött hulladék frakció, melyek a települési hulladékokból származnak).

2. táblázat: Veszélyes anyagot tartalmazó faalapú hulladékok [16/2001. (VII. 18.) KöM rendelet a hulladékok jegyzékéről]

EWC kód	Megnevezés
03 01 04*	Veszélyes anyagokat nem tartalmazó, faforgács, fűrészáru, deszka, furnér, falemez darabolási hulladékok (melyek fafeldolgozásból, falemez- és bútorgyártásból származnak)
15 01 10*	Veszélyes anyagokat maradékként tartalmazó vagy azokkal szennyezett csomagolási hulladékok
17 02 04*	Veszélyes anyagokat tartalmazó vagy azzal szennyezett üveg, műanyag, fa (építési és bontási hulladék)
19 12 06*	Veszélyes anyagokat tartalmazó fa (közelebbről nem meghatározott mechanikai kezelésből - pl.: osztályzás, aprítás, tömörítés, pelletek készítése - származó hulladékok, hulladékkezelő létesítményeknél)

Ezen szabályozások alapján tehát nyugodtan mondhatnánk, hogy hulladékokról van szó. Mivel azonban a fáról nekem és más faiparosnak sem a hulladék jut eszébe, így szükségesnek látom további elemzésekbe bocsátkozni a fogalom finomítása érdekében.

BONNYAI és mts. (1981) szerint „általános értelemben véve hulladéknak tekintünk minden olyan, elsősorban az ember élete, termelő és fogyasztó tevékenysége során képződő anyagot (anyag együttest, terméket, maradványt, tárgyat), amely közvetlenül vagy közvetve veszélyezteti a környezet védelem alatt álló tárgyait, elemeit, és amelyek keletkezője az adott időpontban érvényben érvényes műszaki, gazdasági feltételek mellett nem képes felhasználni és/vagy értékesíteni, ezért azokat a további emberi tevékenység köréből való eltávolításra ítéli.” Fontos azonban itt megjegyezni, hogy a levegő, a víz, a talaj nem minősül hulladéknak, még ha szennyezett is, hiszen ezek csupán a hulladékok hordozói lehetnek. Éppen ezért meggondolandó az a meghatározás is, mely szerint a hulladék nem más, mint „nyersanyag a nem megfelelő helyen” (KELLER, 1997).

Ezen megfogalmazásokból talán látható, hogy minden olyan hulladékot, melynek hasznosítására lehetőség kínálkozik célszerű mellékterméknek, esetenként akár másodnyersanyagnak nevezni, melyet az Európai Közösségek Bizottsága is támogat egy, a 2007. elején kiadott dokumentumában. A melléktermékek - az adott termelési folyamatban vagy egy másikban – teljes körű kiindulási anyagként, nyersanyagként szolgálhatnak. Az ez idáig uralkodó „főtermékcentrikus”, pazarló termelés-szervezéssel mindenképpen fel kell hagyni. Erre a nyersanyag- és energiaárak, és legfőképpen a

környezetszennyező hatások is felhívják a figyelmet, éppen ezért van szükség új technológiák bevezetésére, mellyel az előbb felsoroltak jelentősen mérsékelhetők.

A keletkező melléktermék sok esetben nem kerülhet vissza a keletkezése színhelyéül szolgáló termelési folyamatba, viszont nagy körültekintéssel, szervezéssel egy másikba vihető be mint nyersanyag (erre a legjobb példa az, amikor egy bútorigipari vállalatnál keletkező mellékterméket a forgácslapgyártásban hasznosítanak). A további felhasználást az is indokolja, hogy a melléktermékek kezelése, megsemmisítése csak jelentős költséggel valósítható meg.

A fentiekből leszűrhető, hogy a hulladék és a melléktermék között a határ éles, de nem számottevő, hiszen a melléktermék igen gyakran válhat hulladékká, illetve ez fordítva is igaz, de ez – sajnos – sokkal ritkábban valósul meg. Célként tűzhető ki tehát az hogy a keletkező hulladékot mind nagyobb arányban tekintsük mellékterméknek.

A 2005. december 21-én elfogadott COM(2005) 666 tematikus stratégiában a Bizottság vállalta, hogy „az Európai Bíróság joggyakorlatán alapuló iránymutatásokat tartalmazó bizottsági közleményt tesz közzé a fontos iparágak melléktermékeire vonatkozó kérdések megválaszolására, hogy mikor kell, és mikor nem kell a mellékterméket hulladéknak tekinteni, tisztázandó a jogi helyzetet a gazdasági szereplők és az illetékes hatóságok számára”. Ennek a kötelezettségvállalásnak tesz eleget a 2007 február 21.-én az Európai Közösségek Bizottsága által COM(2007) 59 számon kiadott „Tájékoztató közlemény a hulladékról és a melléktermékekről” szülő közleménye is. A közlemény eldöntendő kérdése, hogy hogyan lehet különbséget tenni a termelési folyamatok melléktermékeként keletkezett, hulladéknak nem minősülő anyagok és a valóban hulladéknak tekintendő anyagok között. Azon elméletek, melyek szerint elegendő megvizsgálni, hogy az anyagot hasznosításra vagy ártalmatlanításra szánják-e, illetve azt, hogy az anyagnak gazdasági értéke van-e vagy sem, nem biztosítják kellően magas szinten a környezet védelmét. Ezen kérdés megválaszolását tehát sok kockázati tényező és a lehetséges hatások megvizsgálásának kell megelőznie.

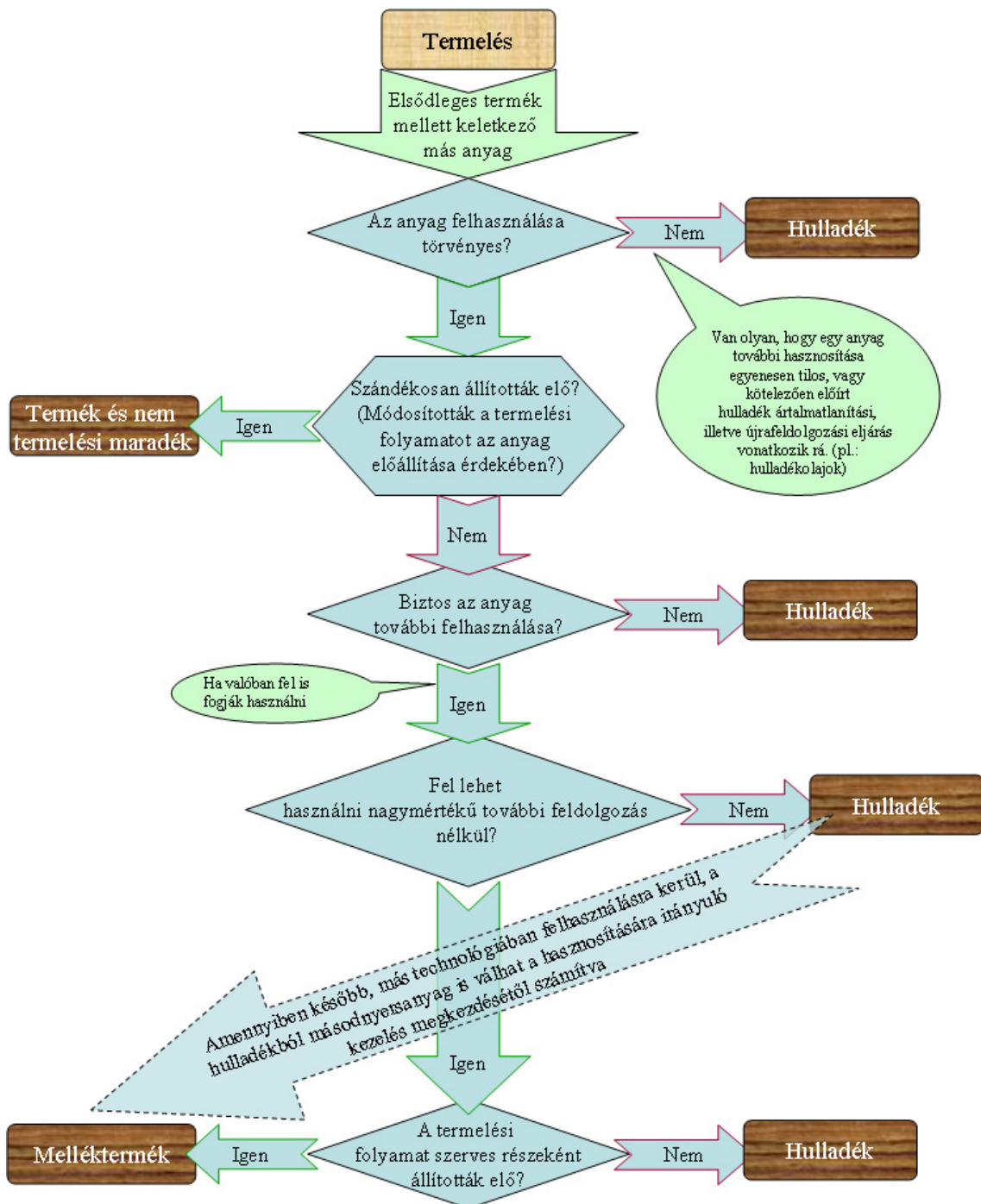
Álláspontom szerint tehát a faiparban célszerű bevezetni a túlságosan is általánosnak tekinthető hulladék fogalma mellett az ezen közleményben tárgyalt új megközelítéseket:

- *termék*: olyan anyag, amelyet egy termelési folyamat során tervszerűen állítanak elő. Gyakran meghatározható egy vagy több „elsődleges” termék, ami alatt az előállított legfontosabb anyago(ka)t kell érteni.

- *termelési maradékanyag*: olyan anyag, amelynek az előállítása nem cél az adott termelési folyamatban, ez az anyag azonban nem feltétlenül hulladék.
- *melléktermék*: olyan termelési maradékanyag, ami nem minősül hulladéknak.

Több országban, közte Magyarországon a faiparban is bebizonyosodott, hogy a hulladék nem megfelelő módon történő meghatározása gazdasági károkat okozott, nem beszélve a környezeti károkról. A közlemény I. mellékletében példaként említi a fafeldolgozás során keletkező kezeletlen fűrészport, faforgácsot és a levágott darabokat (eselék). Hangsúlyozza, hogy ezen anyagok nyersanyagként történő hasznosítása megoldott, hiszen ezek faforgácslapban illetve papírban tovább "élhetnek". A felhasználás a termelési folyamat szerves részeként biztosított, az anyag további nagymértékű feldolgozást nem igényel, maximum az adott felhasználási formának megfelelően kismértékű átalakítást kell rajta végezni, amit már az új felhasználási technológiában végeznek. [1.] Annak feltétele tehát, hogy a faiparban a fafeldolgozásból származó anyagot mellékterméknek tekintjük az, hogy magában az elsődleges termelésben, vagy egy másik integrált termelési folyamatban biztosan újrafelhasználható legyen.

Ha egy anyagot vissza kell nyerni, vagy újra fel kell dolgozni - esetenként szennyeződésektől megtisztítani -, hogy alapanyagként szolgáljon, akkor azt hulladéknak kell tekinteni, egészen addig, amíg a hasznosítására (kivétel: energetikai hasznosítás) irányuló kezelést el nem kezdjük. Ilyen megfogalmazásban pl. a lakosságnál keletkező ún. elhasznált faanyag („Altholz”, „used wood”) egyértelműen hulladéknak tekinthető, egészen addig, amíg az újrafeldolgozás vagy visszanyerés folyamata meg nem történik. Azt, hogy a termelési maradékanyag mikor nem számít hulladéknak, azt az eredeti ábra [1.] figyelembevételével készült, de általam „faiparosított” folyamatábra (1. ábra) teszi könnyebben érthetővé.



1. ábra: A termelési maradékanyag/hulladék döntési folyamatábrája

A folyamatára tanulmányozása során merülhet fel többek között az, hogy a faalapú hulladékok/melléktermékek kezelésének, hasznosításának melyik módja hasznosabb gazdaságilag, társadalmilag, rövid-, közép- illetve hosszútávon. (Ezen gondolatokra a disszertációm további fejezeteiben még többször visszatérek).

Az előző Európai Közösségek Bizottsága által kiadott közleménnyel ellentétes a jelenleg érvényben lévő Hulladékgazdálkodási törvény (Hgt.) néhány pontja, még

nyomatékosabban igaz ez, ha a faipari vonatkozásokat helyezük előtérbe. Alátámasztásul néhány példát sorolok fel az alábbiakban, egyben elemezve a Hgt.-ben (csak emlékeztetőül: a törvény azt mondja ki, hogy minden anyagot, mely az alábbiaknak megfelel, hulladéknak kell nevezni) meghatározott hulladékkategóriákat (A „Q2...Q10” jelölés a Hgt. 1. számú mellékletében megtalálható hulladékkategóriák jelöléseivel egyezik meg, míg a dőlt betűvel található mondatok nem képezik a törvény részeit!):

- *Q2 Előírásoknak meg nem felelő, selejt termékek (Miért nevezzük hulladéknak azt a selejtet, ami például felületkezelési hiba miatt kerül ezen kategóriába, és a felület csiszolásával és újra-felületkezelésével már terméket kapunk?)*
- *Q5 Tervezett tevékenység következtében szennyeződött anyagok (tisztítási műveletek maradékai, csomagolóanyagok, tartályok stb.)*
- *Q6 Használhatatlanná vált alkatrészek, tartozékok (elhasznált szárazelemek, kimerült katalizátorok stb.)*
- *Q7 A további használatra alkalmatlanná vált anyagok (szennyeződött savak, oldószerek, kimerült edzősók stb.)*
- *Q8 Ipari folyamatok maradék anyagai (Famegmunkálás során keletkező leeső darabos faanyagok maradéknak nevezhetők. De miért hulladék, mikor ezt például hosszoldással máris vissza tudom vezetni a termelési körfolyamatba.)*
- *Q9 Szennyezés-csökkentő eljárások maradékai (gázmosók iszapja, porleválasztók pora, elhasznált szűrők, szennyvíziszapok stb.) (Faforgácsolás során elszívás segítségével a helyszínen keletkező porforgács anyaghalmozatot, maradékot például a forgácslapgyártás alapanyagának tekinti. Akkor ez miért hulladék? Más megközelítésben, ha ezen anyagból brikettet vagy pelletet gyártunk és ezt követően ezt eltüzeljük, akkor hulladék tüzelésére alkalmas berendezés szükséges?)*
- *Q10 Gépi megmunkálás, felületkezelés maradék anyagai (esztergaforgács, reve stb.) (Lsd: Q8 és 9)*
- *Q14 A birtokosa számára tovább nem használható anyagok (mezőgazdasági, háztartási, irodai, kereskedelmi és bolti hulladékok stb.) (Amiatt, mert birtokosa használni nem tudja a termék mellett keletkezett mellékterméket, még nem kell azt rögtön hulladéknak kezelni, hisz mint sok esetben látható,*

más termelési folyamatok az így keletkező anyagot alapanyagként tudják hasznosítani.)

Látható, hogy sok faipari példával tudtam alátámasztani, hogy egy általános törvény alapján valamiről azt mondani, hogy hulladék, elég sok kérdést és megjegyzést vethet fel, tegyük hozzá, teljesen jogosan. Azért az is látszik, hogy nem minden kategória kérdőjelezhető meg.

Vizsgálataim során sok esetben hangzott el a kérdés, miszerint az adott anyag veszélyes vagy nem veszélyes hulladéknak minősül. Véleményem szerint az első kérdésnek amit fel kell tennünk, - akár magunknak is – az, hogy hulladékról van-e szó vagy melléktermékről. Az a kérdés tehát, hogy *veszélyes-e a hulladék*, az csak a második körben derül ki.

A *veszélyes hulladék* definíciója a Hulladékgazdálkodási törvény (Hgt.) szerint a következő: „Veszélyes hulladék a következőkben felsorolt tulajdonságok közül eggyel vagy többel rendelkező, illetve ilyen anyagokat vagy összetevőket tartalmazó, eredete, összetétele, koncentrációja miatt az egészségre, a környezetre kockázatot jelentő hulladék”. Faipari megmunkálás során véleményem és kutatásaim alapján számos veszélyes hulladék fordul elő, hiszen itt ne csak a faalapú hulladéokra gondoljunk, hanem arra is, hogy a termék előállításánál a termelési folyamatunkban keletkezhetnek karbantartási hulladékok, szennyvíz, elhasznált berendezések stb. Ugyanakkor a faalapú hulladékok körében is találhatók veszélyes hulladéknak minősíthető anyagok, melyek veszélyes anyagot tartalmazhatnak (pl.: faanyagvédő szerrel kezelt hulladékok).

3.3 Hulladék és melléktermék fogalma saját megközelítésben

A sok általános megfogalmazást figyelembe véve faiparos szemmel megpróbálom meghatározni a hulladék fogalmát. Megfogalmazásomban *hulladéknak* nevezhető minden olyan tárgy, anyag, anyaghalmaz, amely a termelés során a termék mellett, valamint a termék elhasználódása során keletkezik, újrafelhasználása (reuse) és újrahasznosítása (recycle) megoldhatatlan, és az közvetlenül vagy közvetve veszélyezteti a környezetet.

A hulladék és melléktermék fogalma - mint láttuk - szorosan összetartoznak. *Mellékterméknek* tekintek minden olyan tárgyat, anyagot, anyaghalmazt, amely a termelés során a termék mellett, valamint a termék elhasználódása során keletkezik, újrafelhasználása (reuse) és újrahasznosítása (recycle) megoldható, és az közvetlenül

vagy közvetve sem veszélyezteti a környezetet. Ezt a megfogalmazást azonban ki kell egészíteni. A melléktermék feldolgozásának folyamatában mindenképpen vannak olyan műveletek, melyeket a további hasznosítás érdekében el kell végezni. Amennyiben ezek a műveletek a termelési folyamat szerves részét képezik, az eközben keletkező anyag még mellékterméknek tekinthető. Ha azonban további visszanyerésre van szükség a későbbi felhasználás végett, - még abban az esetben is, ha a felhasználás biztos - az anyagot sok esetben hulladéknak kell tekinteni a alapanyag visszanyerés befejezéséig.

Megfogalmazásaimból látható az a tény, miszerint ezen két anyaghalmoz megkülönböztetésre irányuló gondolatok átfedésben vannak egymással. Ezért szükséges az általam megadott döntést elősegítő 1. ábrán használata abban az esetben, ha nem tudjuk eldönteni egy anyagról, hogy az hulladék vagy melléktermék.

4. A hulladékgazdálkodási irányelvek faipari vonatkozásai az Európai Unióban

Az Európai Unió szabályozás már az alapszerződésekben (Római Szerződés, valamint az Egységes Európai Okmány) is leszögezi a környezetvédelmi megközelítést. Ebben kimondják, hogy bármely döntés során a környezetvédelmi szempontokat is figyelembe kell venni. A másodlagos jogforrások között mindenképpen megemlítendő az Európai Közösség Tanácsának a hulladékról szóló 75/442/EGK (amelyet a 91/156/EGK módosított) irányelve, amely a hulladék definícióját, valamint a hulladékok kezelésével kapcsolatos általános kötelezettségeket fogalmazza meg. Megjelennek benne a hulladékgazdálkodási alapelvek is, amelyek közül a talán a legfontosabb a megelőzés és elővigyázatosság elve

Az irányelv többek között azt is leszögezi, hogy a tagállamoknak egy hulladékkezelési tervet, valamint háromévenként hulladékártalmatlanítási jelentést kell készítenie.

A veszélyes hulladékokról a 91/689/EGK direktíva szól, amely egy szigorúbb szabályozást és ellenőrzési mechanizmust vezetett be.

További speciális irányelv szól a csomagolásokról és csomagolási hulladékokról, a PCB-ről és PCT-ről, elektromos és elektronikai hulladékokról, stb. A környezetszennyezés integrált megelőzéséről és csökkentéséről szóló 96/61/EK tanácsi irányelv kimondja, hogy egyes hulladékgazdálkodási eljárásokra meghatározott engedély szükséges. A 259/93 tanácsi rendelet a határokon átnyúló hulladékszállítást szabályozza.

A 2000/76/EK irányelv a hulladékok égetéséről egységesen szabályozta bármilyen hulladék elégetését, így hatályon kívül helyezte a települési hulladékok égetéséről szóló 89/429/EGK és 89/369/EGK irányelveket, valamint a veszélyes hulladékok égetéséről szóló 94/67/EK irányelvet. Az irányelvben kimondják, hogy „bármely ésszerű hulladékgazdálkodási politikában a hulladék keletkezésének megelőzése, valamint a hulladék veszélyes tulajdonságainak a minimálisra csökkentése a legfontosabb cél”¹, valamint „elsődleges fontosságúnak tekinti a hulladék keletkezésének megelőzését, amelyet az újrahasználat és újrahasznosítás, majd a hulladék biztonságos ártalmatlanítása követ.”¹ Az irányelv hatálya alól azonban kivonja azokat az égető üzemeket, amelyek csak a következő hulladékokat kezelik:

¹ 2000/76/EK (8)

- „I. a mezőgazdaságból és az erdőgazdálkodásból származó növényi hulladékok,
- II. friss papíripari rostok előállításakor és a rostokból készült papír gyártása során keletkező rostos növényi hulladék, ha azt a termelés helyén, együttégetés útján elégetik, és a keletkezett hőt visszanyerik,
- IV: fahulladék, az olyan esetek kivételével amikor a hulladék halogénezett szerves vegyületeket vagy nehézfémeket tartalmazhat, például a fának fakonzerváló szerekkel való kezelése, illetve festése révén, valamint az építkezésein keletkező, illetve bontási hulladékból származó ilyen fahulladék is, ”²

Ez azt jelenti, hogy az irányelv az általunk vizsgált hulladékfajtát két részre bontja (kissé sarkítva): veszélyes anyagokkal szennyezett, ill. építkezési hulladéokra, valamint egyéb fahulladéokra. Az irányelv főként engedélyezési, szállítási, üzemeltetési feltételeket határoz meg, valamint kitér a folyamatos ellenőrzés, mérés fontosságára is.

Elkészült továbbá a hulladékok jegyzéke is (2000/532/EK Bizottsági Határozat), amely elősegítette az egységes szabályozás megvalósulását is, hiszen tartalmazta az összes hulladék összetételét, mennyiségét és kezelését. Korábban is létezett egy jegyzék a hulladékokról, és egy külön jegyzék a veszélyes hulladékokról, ez a határozat azonban hatályon kívül helyezte ezt.

Az EU kiemelt célként kezeli a megújuló energiaforrások részesedésének növelését az 1997.-es 6%-os szintről 12%-ra 2010.-ig (az összes energiaforráshoz viszonyított részesedés tekintetében). Hasonlóan fontos a kiotói egyezményben foglaltak teljesítése, azaz az üvegházhatást növelő gázok (CO₂, N₂O, CH₄, stb.) csökkentése (2010.-re szeretnék elérni a 8%-ot). Ezt az 1997.-ben megjelent Fehér Könyvben fogalmazták meg részletesen. Ennek a célnak fontos „segítője” a biomassa, amely mind üzemanyagként, mind fűtőanyagként jelentős szerepet tölthet be a másodlagos energiaforrások között. Nagy mennyiségben rendelkezésre áll, és a szerves anyag hulladék önmagában az egyik legnagyobb metán-kibocsátó. Ezt megelőzendő a biomassa felhasználásával csökkenteni lehet ezt a hatást a kommunális hulladék oldaláról. Ipari oldalról a biomassa egyik legfontosabb forrása pedig az ipari fa életciklusa végén. A biomassa fogalmát illetően az Európai Parlament és a Tanács 2001.-ben alkotott irányelvében (2001/77/EK) - mely a belső villamosenergia- piacon a

² 2000/76/EK 2. cikk (2)

megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia támogatásáról szól - a következőt mondja ki:

- „Biomassza: a mezőgazdaságból, erdőgazdálkodásból és az ehhez kapcsolódó iparágakból származó termékek, hulladékok és maradékanyagok (a növényi és állati eredetűeket is beleértve) biológiailag is lebontható része, valamint az ipari és települési hulladék biológiailag lebontható része”³. A fogalom-meghatározást tovább pontosítja 2001/80/EK irányelv a nagy tüzelőberendezésekből származó egyes szennyező anyagok levegőbe történő kibocsátásának korlátozásáról:
- „biomassza: bármely, teljesen vagy részben mezőgazdaságból vagy erdőgazdálkodásból származó növényi anyagot tartalmazó termék, amely energiataralmának felhasználása céljából tüzelőanyagként használható, valamint az alábbi, tüzelőanyagként használt termékek:
 - a) mezőgazdasági és erdészeti eredetű növényi hulladék;
 - b) az élelmiszer-feldolgozó iparból származó hulladék, amennyiben a termelt hőt hasznosítják;
 - c) cellulózgyártásból, valamint cellulózból történő papírgyártásból származó rostos növényi hulladék, amennyiben a gyártás helyén együttégetik és a termelt hőt hasznosítják;
 - d) parafa hulladék;
 - e) fahulladék, kivéve a fakonzerválókkal vagy bevonatokkal történő kezelésből származó halogénezett szerves vegyületeket vagy nehézfémeket esetlegesen tartalmazó fahulladékot, valamint különösen az építési és bontási hulladékból származó fahulladékot.”⁴

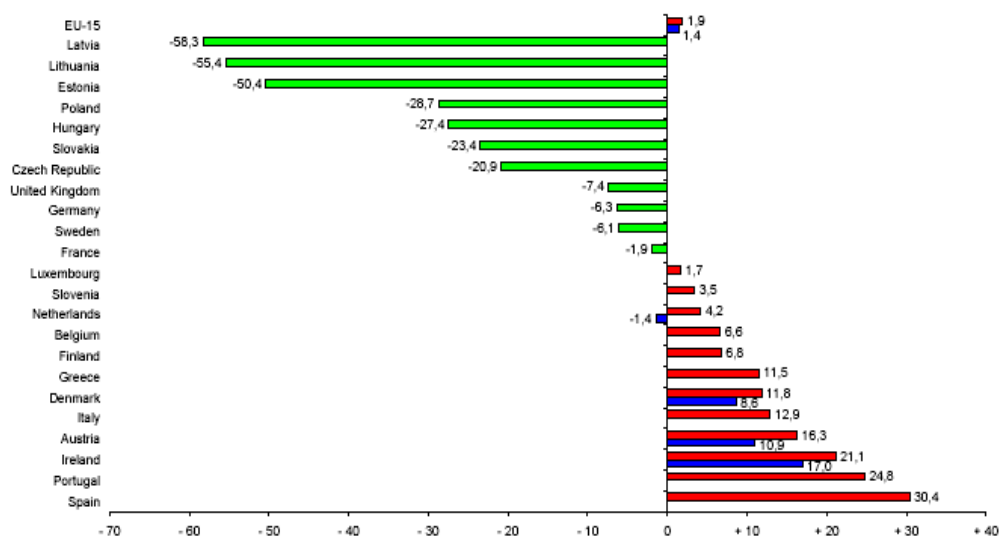
Megállapítható, hogy a második megfogalmazás ötvözi az első fogalmat a 2000/76/EK irányelvvel. A 2001/77/EK irányelv azért is jelentős, mert kötelezi a tagállamokat a megújuló energiaforrásokból előállított energia támogatására, természetesen az állami támogatásokról szóló rendelkezéseket figyelembe véve. Kilátásba helyezik továbbá egy esetleges közösségi támogatási keret kialakítását is: „Szükség esetén a Bizottságnak javaslatot kell tennie a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia támogatási rendszereivel kapcsolatos közösségi keret kidolgozására. Ez a keret biztosítaná a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia versenyképességét a nem megújuló energiaforrásokból előállított villamos

³ 2001/77/EK 2. cikk (b)

⁴ 2001/80/EK 2. cikk (11)

energiával szemben, korlátozná a fogyasztókra háruló költségeket, továbbá középtávon csökkentené az állami támogatás szükségességét.

2004.-ben az EU Tanácsa és Parlamentje közös határozatot hozott az Üvegházhatást okozó gázok Közösségen belüli kibocsátásának nyomon követését szolgáló rendszerről és a Kiotói jegyzőkönyv végrehajtásáról (280/2004/EK). Erről évente rendszeres jelentés készül, az elérendő és az elért célok különbségét figyelik. 2004. decemberében elkészült Bizottsági jelentésben már a 25 tagállamra terjesztették ki a vizsgálódást, és megadnak néhány adatot a csatlakozás előtt álló Romániára, Bulgáriára, valamint Törökországra vonatkozóan. Ebben az is megállapításra kerül, hogy várhatóan melyik ország fogja teljesíteni vállalásait – mi, magyarok is ezek között vagyunk (Magyarország 6%-ot vállalt). A vállalások teljesítése különböző célpolitikákkal, kiegészítő politikákkal történik – ezek közé tartozik a hulladék hasznosítása, a megújuló energiaforrások használata, valamint a minél kevesebb káros anyagot kibocsátó energiatermelési technológiák kialakítása is. Az alábbi 2. ábra az EU-25-ök esetében mutatja azt, hogy az egyes országok milyen mértékben tértek el 2002.-ben a vállalt céljuktól.



Jelmagyarázat: A vízszintes oszlopok mutatják százalékpontokban kifejezve, hogy az adott ország esetében mennyire tér el a vállalás alapján feltételezhető kibocsátási érték és a tényleges érték 2002.-ben.

Ahol a vállalt érték felett vannak (piros oszlop), ott bejelölték azt is, hogy a kiotói mechanizmusok alkalmazása esetén (kék oszlop) hol tartana az adott ország.

2. ábra: A 25 EU tagállam kibocsátásának eltérése a vállalt célhoz képest⁵

⁵ COM (2004) 818 végleges: „A közösség kiotói célkitűzésének utolérése”Brüsszel, 20.12.2004

2005. január 1.-én lépett hatályba az EU Kibocsátások Kereskedelmi Rendszere is. Ennek segítségével értékelik a Nemzeti Kiosztási Terveket. Az erre vonatkozó irányelvben (2003/87/EK, amelyet 2004-ben módosítottak a Kiotói egyezmény projektmechanizmusára való tekintettel) kimondják, hogy a vállalkozásokat, vállalatokat ösztönözni kell a kibocsátás-csökkentő technikák-technológiák alkalmazására, fejlesztésére. Beépíti a kiotói projektmechanizmusokat – az Együttes Végrehajtást (JI= Joint Implementation) valamint a Tiszta Fejlesztési Mechanizmust (CDM= Clean Development Mechanism)- az uniós gyakorlatba, valamint többek között lehetőséget adnak arra a tagállamoknak, hogy az üzemeltetőknek engedélyezzék a kibocsátás-csökkentők és kibocsátás-csökkentő eszközök használatát (CER és ERU). Természetesen ennek különböző feltételei vannak, ezeket az irányelv pontosan rögzíti.

A hulladékról szóló, 1975. július 15-i 75/442/EGK tanácsi irányelvet – melyet az előzőekben bemutatam - több alkalommal jelentősen módosították ezért az áttekinthetőség és érthetőség érdekében ezt az irányelvet kodifikálni kellett. A 2006.április 5.-én megjelent 2006/12/EK irányelv ezen, hiánypótló a szerepet tölti be. Ezen irányelv nagyobb hangsúlyt fektet a hulladék képződésének és veszélyességének megelőzésére, valamint az egyes hasznosítási formákra. Kiemelten kezeli azon megfontolásokat, miszerint minden tagállam önellátóvá váljon a hulladékártalmatlanítás területén.

Első olvasatra ugyan nem közvetlenül kapcsolódik a témához „A fa mint energiaforrás a kibővített Európában” (2006/C 110/11) című Európai Gazdasági és Szociális Bizottsági vélemény, de fontos mindképp kitérni erre is, mivel a fahulladék egyik hasznosítási formájának tekintjük az energetikai felhasználást. A Bizottság ezen – nem csak égetésre vonatkozó - véleményében szereplő főbb gondolatokat az alábbi felsorolásomban vázolólok röviden:

- Az EGSZB fontosnak tartja, hogy minden ország összpontosítson a fa ún. fenntartható felhasználására és elősegítse az ipari és erdészeti melléktermékek valamint a direkt energiatermelési céllal kitermelt fa tüzelőanyag piacának kialakulását.
- Ugyanakkor elismeri, hogy az Európában a fával történő energia előállítás ismeretei nem megfelelőek és ezt a tagállamokban javítani szükséges. A nagy közép-európai lomberdőterületeken megfelelő faállományt kell meghagyni, hogy biztosítva legyen az erdőkben a fajgazdagság. Az erdei erőforrások egy

részéről hiányosak az ismereteink éppen ezért ezen szegmenst is pontosan fel kell térképezni.

- „A megújuló energiaforrások felhasználása fosszilis energiahordozó helyett csökkentheti az üvegházhatású gázok kibocsátását. A csökkentés aránya természetesen attól függ, milyen tüzelőanyagot és milyen termelési módot helyettesítenek megújuló energiaformákkal. Az egyes fosszilis tüzelőanyagok különböző szén-dioxid-kibocsátási hányadossal rendelkeznek. A kibocsátás csökkentését illetően tehát különösen fontos, hogy az energiatermelés olyan formáira összpontosítsunk, amelyek esetében az egységnyi energiatermelésre eső kibocsátás különösen alacsony.” Néhány ország a széndioxidra kivetett adóval próbálják csökkenteni a szén-dioxidkibocsátást. A fa ezzel szemben szén-dioxid-semleges tüzelőanyag, amely nem bocsát ki nagy mennyiségben szennyező anyagokat a légkörbe. Más tüzelőanyagokkal összehasonlítva a fa kevés ként és nitrogént tartalmaz.
- A kitermelt fát elsősorban fa- és papírtermékek előállítására használja fel. Ezen folyamatok közben azonban melléktermék keletkezik, mely alkalmas tüzelőanyagként üzemben belül, vagy értékesíthető a tüzelőanyagok piacán.
- Az erdők iparilag hasznosítható lehetőségeink csak 50%-át merítik ki. Ezzel összefüggésben belátható, hogy a nagyobb ipari kihasználás nagyobb mennyiségű melléktermék keletkezéssel járna, ami növelné azon melléktermék mennyiségét, melyet energiatermelésre lehet felhasználni. Másrészt a kihasználatlan potenciált energiatermelésre lehetne felhasználni.
- Fontos, hogy a fából készült újrahasznosított terméket életútja végén energiává lehet alakítani, ennek megfelelően az erdészeti és faipari megmunkálások során keletkező „minden terméket és mellékterméket” fel lehet használni energiatermelés céljára, mely az „erdészeti ipar és az energiatermelés hatékony környezetbarát kombinációja”

Ugyan a saját szavaimmal foglaltam össze ezen szakvéleményt, de azt azért megpróbáltam érzékeltetni, hogy nem mindig következetes annak megfogalmazása és az utalása arra vonatkozóan, hogy elsődlegesen a faalapú melléktermékek esetén az újrahasználatot és az újrafeldolgozást kelle(ne) előnyben részesíteni. A felsorolás végén található utolsó kiemelt résszel nem tudok teljesen egyetérteni („erdészeti ipar és az energiatermelés hatékony környezetbarát kombinációja”), hiszen pont azt megelőzően

maga a szakvélemény is leírja, hogy a faipari feldolgozás szerepe sem elhanyagolható ezen folyamatokon belül. Sőt, figyelembe kell venni a faipari ágazatok falalapú igényeit. Ilyesfajta megfogalmazásban tehát nem csak az erdészeti ipart kellett volna szerepeltetni az idézett szövegrészben.

A teljesség kedvéért szükségesnek érzem kitérni a 2008. március 18.-án megjelent 4/2008/EK közös álláspontjára (Tanács által 2007. december 20-án elfogadva), melyet „az Európai Közösséget létrehozó szerződés 251. cikkében említett eljárással összhangban eljárva, a hulladékokról és egyes irányelvek hatályon kívül helyezéséről szóló európai parlamenti és tanácsi irányelv elfogadása céljából” alkottak meg.

Ezen álláspont a faalapú hulladékok szempontjából legkiemelkedőbb vonatkozásai a következők:

- Olyan alapfogalmak kerültek újra átgondolt meghatározásra, mint a hulladék, a hasznosítás és az ártalmatlanítás, a hulladékgazdálkodás alapvető követelményeit. Ezzel összefüggésben a hulladékkeletkezés és a hulladékgazdálkodás környezeti hatásainak csökkentésére való összpontosítás érdekében a 2006/12/EK irányelvet felül kell vizsgálni.
- Javaslatot tesz a hulladék és a nem hulladék, valamint a hasznosítás és az ártalmatlanítás közötti különbség pontosítására.
- Különbséget tesz a gyűjtésre váró hulladék előzetes tárolása, a hulladékgyűjtés és a kezelésre váró hulladék tárolása között.
- Pontosabb meghatározásra kerül azok az anyagok vagy tárgyak, amelyek olyan előállítási folyamat során keletkeznek, amelynek elsődleges célja nem ezen anyagok vagy tárgyak előállítása, mely esetben minősülnek mellékterméknek és nem hulladéknak. Ennek megfelelően egy termelési folyamat során előállított tárgy mellett keletkező anyag esetén melléktermékről akkor beszélünk ha:
 - „az anyag vagy a tárgy további felhasználása biztosított;
 - az anyag vagy a tárgy további, a szokásos ipari gyakorlattól eltérő feldolgozás nélkül, közvetlenül felhasználható;
 - az anyagot vagy tárgyat valamely előállítási folyamat szerves részeként állítják elő;
 - a további felhasználás jogszerű, azaz a konkrét felhasználás tekintetében az anyag vagy a tárgy megfelel a termékre, valamint a környezet- és az

egészségvédelemre vonatkozó összes követelménynek, és nincsenek a környezetet és az emberi egészséget károsító általános hatásai”⁶

Kapcsolódó pont ezen hulladék/melléktermék döntési folyamathoz, az hogy a hulladék esetén a hulladékstátusz megszűnése mihez köthető. Bizonyos anyagok esetén „életútjának” egy szakaszát követően már nem beszélhetünk hulladékról, amennyiben hasznosítási műveleten esett át, és megfelel az alábbi feltételekkel összhangban kidolgozandó konkrét kritériumoknak:

- „az anyagot vagy tárgyat általában egy konkrét célra használják;
- az anyagnak vagy tárgynak van piaca, vagy van rá kereslet;
- az anyag vagy tárgy megfelel az adott az első pontban említett konkrét cél műszaki követelményeinek és a termékekre vonatkozó létező jogszabályoknak és előírásoknak; és
- az anyag vagy tárgy felhasználása nem idéz elő általános káros környezeti vagy egészségügyi hatásokat.”⁷

Az Európai Unió hulladékokra vonatkozó jogi szabályozásáról összességében megállapítható, hogy napjainkban újra előtérbe kerültek azon gondolatok, melyek a hulladék és melléktermék kategóriák ésszerűbb átgondolását sürgetik, elég csak faiparunk hulladékgazdálkodásának helyzetét áttekinteni.

⁶ 4/2008/EK közös álláspontja alapján

⁷ 4/2008/EK közös álláspontja alapján

5. A hulladékgazdálkodási törvény (Hgt.) és a jelenlegi rendeletek faipari vonatkozásai Magyarországon

Magyarország 2004.május 1.-én csatlakozott az Európai Unióhoz. A csatlakozási tárgyalások során eleget kellett tenni jogharmonizációs kötelezettségünknek, ami azt jelentette, hogy a hatályos uniós szabályozásokat be kellett építenünk jogszabályainkba, és attól csak pozitív irányban térhettünk el. Az Alkotmányban már megjelenik a tiszta környezethez való jog, mint emberi jog, így ebből eredeztethetőek a környezetvédelem érdekében hozott törvények. Ilyen a környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. Törvény is, amelynek előírásait alkalmazza a hulladékgazdálkodásról szóló, 2000. január elsejétől hatályos 2000. évi XLIII. Törvény (Hgt.).

A törvény végrehajtásának részletes szabályait megállapító jogszabályok előkészítése és kihirdetése folyamatosan történt 2001 és 2002-ben. Az utóbbi időben azonban - a faipart is érintő – új szabályozások megalkotása nem történt. Így jelenleg a faipari hulladékgazdálkodáshoz közvetve, vagy közvetlenül kapcsolható főbb jogszabályok köre az alábbiakban felsoroltakkal ki is merül (Látható, hogy speciálisan faiparra, vagy fahulladéokra vonatkozó jogi szabályozás nem található):

- Európai Hulladékkatalógus (EWC) kódszámait tartalmazó 1/2001. (I.24.) KöM rendelet, melyet 2002 január 1.-től a – azóta többszörösen módosított (pl.: 10/2002. (III. 26.) KöM rendelet) - 16/2001 (VII.18.) KöM rendelet váltott fel,
- A hulladék olajok kezelésének szabályait a 4/2001. (II.23.) KöM rendelet hirdette ki,
- A PCB-k kezelésének szabályait az 5/2001 (II.23.) KöM rendelet hirdette ki,
- A veszélyes hulladékkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről szóló - többszörösen módosított - 98/2001. (VI.15.) Korm. rendelet.
- 3/2002. (II. 22.) KöM rendelet a hulladékok égetésének műszaki követelményeiről, működési feltételeiről és a hulladékégetés technológiai kibocsátási határértékeiről.
- 94/2002. (V. 5.) Korm. rendelet a csomagolásról és a csomagolási hulladék kezelésének részletes szabályairól

- 23/2003. (XII. 29.) KvVM rendelet a biohulladék kezeléséről és a komposztálás műszaki követelményeiről
- 126/2003. (VIII. 15.) Korm. rendelet a hulladékgazdálkodási tervek részletes tartalmi követelményéről.
- 164/2003. (X. 18.) Korm. rendelet a hulladékkal kapcsolatos nyilvántartási és adatszolgáltatási kötelezettségekről.

Láthatjuk, tehát, hogy ezen a törvények, rendeletek nem kimondottan a faipari hulladékokra vonatkoznak. Ennek ellenére a mindennapi gyakorlat során ezeket szükséges alkalmazni, adaptálva a faipar specialitásaira. Annál is inkább, hiszen a Magyarországon „bevált” gyakorlatnak megfelelően – kutatásaim tapasztalatai alapján - az évente kitermelt faanyag nettó mennyiségének 40%-a kerül energia célú felhasználásra, ezen belül 60% a háztartásokban, 30% a faipari üzemek energiaközpontjaiban, 10% a közösségi fűtőművekben (mely aránya az utóbbi időben a biomassza erőművek megjelenésével elmozdulni látszik).

5.1 A faipari hulladékgazdálkodás jelenlegi helyzete

A magyarországi faipari hulladékgazdálkodás esetén felmerülő legtöbb hulladékfajtákra vonatkozóan tudomásom szerint önálló felmérés nem készült, így ezt csakis a saját vizsgálataim, felméréseim, tapasztalataim alapján (melyeket az NKFP program és a K+F keretein belül állt módban készíteni) tudom jellemezni.

A faipari hulladékgazdálkodás 2000 óta tartó stagnáló helyzetét a következő gondolatokkal tudom jellemezni:

- A faipari hulladékgazdálkodás színvonala és jogi szabályozása, jelentősen elmarad a hazai társadalmi igényektől és a (nyugat-) európai átlagtól, de legfőképpen a mintaként is szolgáló németországi színvonaltól.
- A faipari vállalatok, mint a hulladékok tulajdonosainak viselkedése messze elmarad az elvárhatótól, bár az utóbbi időszakban - a K+F tevékenységeim segítségével is - némi fejlődésnek lehetünk tanúi ezen a téren. Vizsgálataim során kiderült, hogy a kis- és középvállalatok sok esetben nincsenek tisztában a hatályos jogszabályokkal, rendeletekkel, illetőleg nem tudják, nem mérik fel a keletkező – veszélyes, nem veszélyes – hulladékok, másodnyersanyagok, melléktermékek mennyiségét. Éppen ezért Magyarországon az ipar területén tudatos hulladékgazdálkodásról csak néhány, főként nagyobb vállalat esetén beszélhetünk. (Tanulmányként

fogom szerepeltetni a 10. fejezetben Magyarország legnagyobb bútorigipari vállalatát valamint a legnagyobb forgácslapgyártó vállalatát.)

- A hatósági engedélyezési-ellenőrzési, adat-bejelentési és nyilvántartási rendszer csak a veszélyes hulladékok tekintetében volt megfelelő néhány évvel ezelőtt. Az elmúlt néhány évben azonban ezt a hibát némileg sikerült korrigálni, de mint látni fogjuk, ez nem sikerült teljesen. Itt kell megemlítenem azon tényt is, hogy sok esetben maga a hatóság sem tudta eldönteni, hogy egy hulladék veszélyes vagy nem veszélyes kategóriába sorolandó. Úgy gondolom, joggal lenne elvárható, hogy hatósági részről stabil alapok legyenek az ilyen környezetvédelem szempontjából mindenképpen kiemelten kezelendő kérdés vonatkozásában.
- Végrehajtási oldalról vizsgálva a hazai „általános” hulladékgazdálkodást a hulladékgyűjtési és kezelési rendszer minden tekintetben elmaradott a korszerű hulladékgazdálkodás kívánalmaihoz képest. A különböző hulladékfajtákra specializált begyűjtő rendszerek, előkészítő, hasznosító és kezelő létesítmények megépítése jelentős anyagi terhet ró az államra, az önkormányzatokra, faipari vállalkozókra és a lakosságra („Altholz” tekintetében) egyaránt. Más úton azonban nem érhető el, hogy a hulladékokban rejlő erőforrások anyagi és gazdasági értelemben ne vesszenek el, és egyúttal egészség-, és környezetveszélyeztető hatásuk is kizárható legyen.

5.2 A faipari hulladékgazdálkodás általános elvei

A faipari hulladékgazdálkodási célok elérése érdekében érvényesíteni kell a 2000. évi XLIII. Törvény alapelveit. Ugyanakkor kiemelten kell kezelnie egy faipari vállalatnak azokat az alapelveket, mely alapján hozzájárul a környezeti terhelésének csökkentéséhez. Ilyen elveket az alábbiak szerint fogalmaztam meg:

- az energia- és nyersanyagfogyasztás mérséklése, a felhasználás hatékonyságának növelése;
- a hulladék mennyiségének csökkentése, azaz a természeti erőforrásokkal való takarékoskodás, a környezet hulladék által okozott terhelésének minimalizálása, szennyezésének elkerülése érdekében a hulladékkezelés

megelőzése (a természettől elsajátított anyag minél teljesebb felhasználása, hosszú élettartamú és újrahasználható termékek kialakítása);

- a képződő hulladék mennyiségének és veszélyességének csökkentése;
- a keletkező hulladék minél nagyobb arányú hasznosítása, a fogyasztás-termelés körforgásban tartása, a nem hasznosuló, vissza nem forgatható hulladék környezetkímélő ártalmatlanítása.
- az emberi egészség, a természeti és épített környezet, hulladék okozta terhelésének mérséklése.

5.3 A faipari hulladékok keletkezésének megelőzése és a már keletkezett hulladékok csökkentésének eszközei

A faipari hulladékgazdálkodásnak arra kell irányulnia, hogy minél kevesebb mennyiségű anyaghalommal (hulladékkal) kelljen gazdálkodni, azaz hogy eleve minél kevesebb hulladék keletkezzen. Az alapanyagának az a része is pénzbe kerül, amiből hulladék lesz, ráadásul ezt nem lehet egyszerűen veszteségként leírni, hiszen a hulladék gyűjtése, tárolása, szállítása, ártalmatlanításra történő átadása mind-mind pénzbe kerül, ami ebben a vetületben további forrása a veszteségnek. A hulladékban rejlő anyag és energia hasznosítása érdekében, véleményem szerint törekedni kell, a hulladék legnagyobb arányú ismételt felhasználására, a nyersanyagoknak hulladékkal/melléktermékekkel történő helyettesítésére, vagy a hulladék energiahordozóként való felhasználására. Minden termelési folyamatot úgy kell megtervezni és végezni, hogy az a környezetet a lehető legkisebb mértékben érintse, illetve a környezet terhelése és igénybevétele csökkenjen, ne okozzon környezetveszélyeztetést, illetve környezetszennyezést, és lehetővé tegye a hulladékok veszélyességének csökkentését, hasznosítását, környezetkímélő ártalmatlanítását.

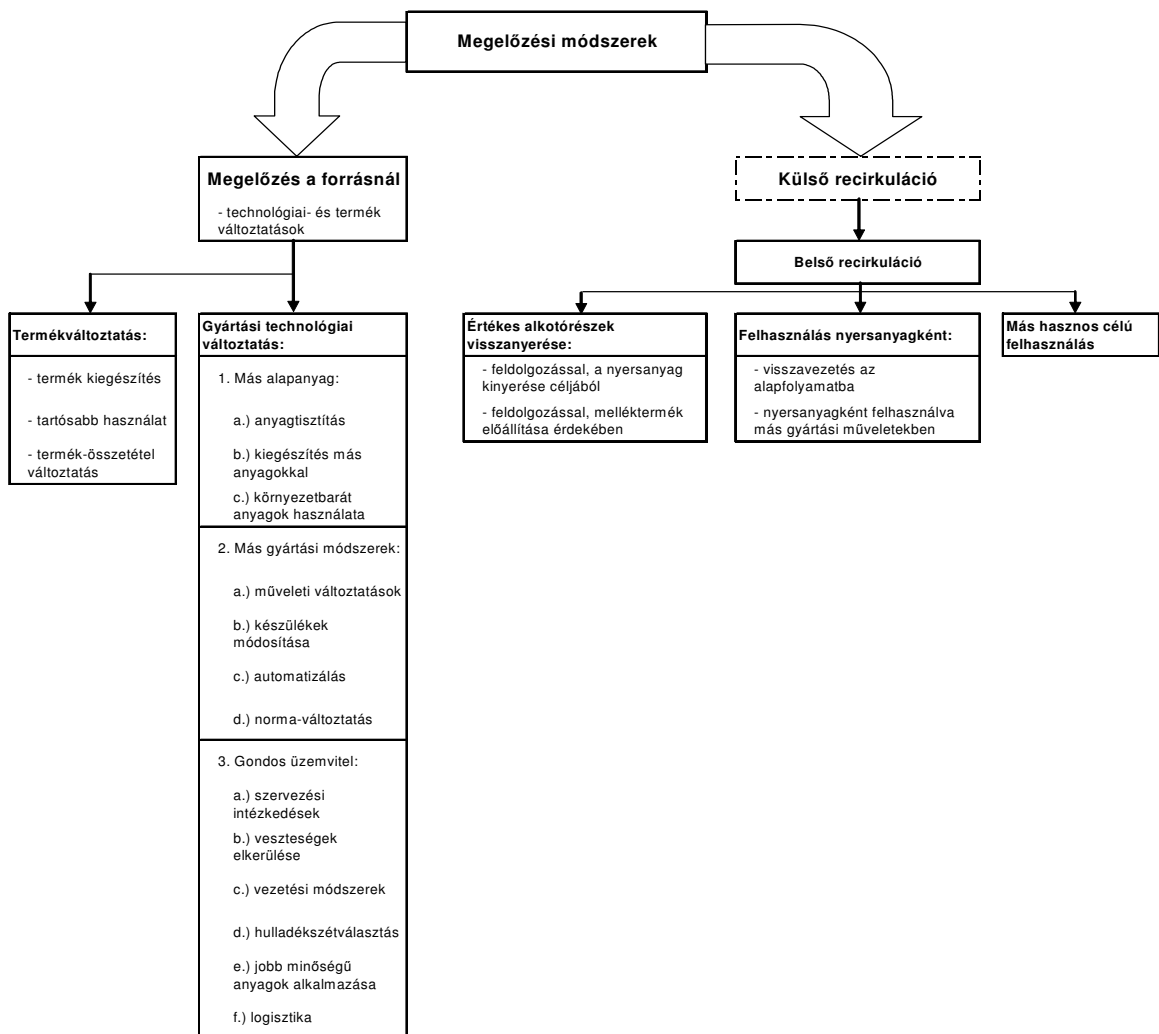
A keletkezett hulladékot, ha az ökológiailag előnyös, műszakilag lehetséges és gazdaságilag megalapozott, hasznosítani kell. Ez azt jelenti, hogy minden olyan esetben, amikor lehetséges, a hulladék ártalmatlanítása helyett a hasznosítás mellett kell döntenünk. Amennyiben a hasznosítás gazdasági és technológiai feltételei adottak, úgy a hulladékot hasznosítási lehetőségeknek megfelelően elkülönítve kell gyűjteni (szelektív hulladékgyűjtés). Ártalmatlanításra csak az a hulladék kerülhet, amelynek anyagában történő hasznosítására, vagy energiahordozóként való felhasználására a

műszaki, illetőleg gazdasági lehetőségek még nem adóttak, vagy a hasznosítás költségei az ártalmatlanítás költségeihez képest aránytalanul magasak.

Meglátásom szerint elsősorban a hulladék minimalizálását kell szem előtt tartani, és a hulladékok keletkezésének megelőzése (prevenció) területén kell nagymértékben fejlődni. (A hulladék minimalizálásra vonatkozó általam összeállított vizsgálatok metodikáját a 11.4.4 és 11.4.5 fejezetek fogják bemutatni.)

A megelőzés (prevenció) alapjaiban két fő stratégiai részből áll.

- megelőzés a termékek útján
- megelőzés a technológia révén



3. ábra: A hulladék megelőzés (csökkentés) módszerei [3.]

Néhány, a 3. ábrán található fogalomról, folyamatokról a későbbiekben bővebben lesz szó, azonban előljáróban általánosságban ezeket szeretném most tisztázni.

Termékváltoztatás: Mint az a 3. számú ábra alapján is kiderült: egy adott termék előállításakor nem csak a termelés során fellépő folyamatokat, környezeti hatásokat kell

figyelembe venni, hanem azt is, hogy mi lesz a kész termék, a fogyasztásra szánt faipari gyártmány sorsa a gépsorokról lekerülvén. E gondolatmenet veti fel a környezetbarát vagy környezetkímélő termékek lehetőségét (pl.: környezet kisebb mértékű károsítása, a termék környezetbarát csomagolása). E célt szolgálják a termék élettartamát meghosszabbító gyártási eljárások.

Termelési technológia módosítása: A termelési folyamatba beépített üzemi környezetvédelemben többnyire olyan eljárásokkal kísérleteznek, melyek a vizet, a levegőt és a talajt lehetőleg legkevésbé terhelik, valamint a keletkezett hulladékokat is, amennyire csak lehet, hasznosítják. A nyersanyagok kiválasztása során célszerű (szükségszerű) az egymással egyenértékű, helyettesíthető anyagok közül a feldolgozás során kevésbé környezetszennyezőt, illetve azt választani, amely kevesebb hulladékkeletkezéssel jár (erre köteleznek a törvény előírásai is).

A különféle gyártási eljárások közül a nagyobb termelékenységgű, s egyben kevesebb hulladékot eredményező módszerek tudnak csak a felállított követelményeknek megfelelni. Karbantartás, az időszakos felújítási munkálatok megfelelő elvégzése során ugyancsak csökkenthető a hulladék mennyisége.

Másodnyersanyagok, hulladékok visszaforgatása, recirkuláció: Ezek a módszerek szerves részét képezik az üzemi környezetvédelmi munkának. Magukban foglalják az anyagok azonos vagy más termelési folyamatba való visszaforgatását, az értékes alkotórészek visszanyerését és azok recirkulációját, valamint egyéb célú, üzemen belüli feldolgozási technikákat.

Láthatjuk tehát, hogy megelőzés szorosan összefügg a termékekkel, illetve azok tulajdonságaival. A kitűzött cél az, hogy a termékek gyártása és használata során, és azt követően hulladékként a lehető legkisebb mértékben járuljanak hozzá a környezet szennyezéséhez. Iparunkból vett példa, hogy olyan védőszereket és felületkezelő anyagokat használjunk (pl.: vízbázisú anyagok), amely az így keletkező elhasznált anyagot („Altholz”) nem teszik azt veszélyes hulladékká.

A technológiai szinten történő megelőzés fő vonalaiban a hulladékszegény, vagy tiszta technológiák kifejlesztését és alkalmazását jelenti, de magában foglalja azokat az üzem- és termelés-szervezési módszereket is, melyek anyag- illetve energia-megtakarítást, kevesebb, kevésbé veszélyes hulladék kibocsátást eredményeznek. Ez esetben szoros a kapcsolat a gyártmány- és gyártásfejlesztéssel, a korszerű termelés-szervezéssel és termelés-irányítással. A természeti erőforrások korlátozottsága

és a környezetvédelem követelményei egyaránt olyan jövőbeli fejlesztéseket tesznek szükségessé, melyek a jövedelmezőség fenntartása mellett egyúttal a környezetszennyező kibocsátások csökkentését is eredményezik. Fontos megjegyezni azt is, - amit sokszor elfelejtenek megemlíteni irodalmakban – hogy a termelési folyamatok során különböző gázok és gőzök, - melyek akár szilárd szennyezőanyagot is tartalmaznak – távoznak a környezetünkbe. Egyfajta megközelítésben ezt is tekinthetjük egyfajta ún. „légnemű hordozóanyaggal rendelkező” hulladéknak.

Természetesen teljesen hulladékmentes technológia nem létezik. A nyers- és az alapanyagokat, valamint az energiát nem lehet teljes mennyiségükben a termékben megjeleníteni. Az eddigi tapasztalatok alapján megállapítható, hogy egyik iparágban sincs olyan általános módszer, amellyel minden esetben egy csapásra hulladékszegényé alakítható a jelentős hulladék-kibocsátással járó technológia. Hiszen szükséges egyrészt, hogy az új technológia kevesebb, vagy kevésbé ártalmas hulladékot eredményezzen, másrészt a termelés szempontjából alapvető, hogy gazdaságos, nyereséges legyen.

A hulladékcsökkentés nem egyszeri akció, hanem évek sorát felölelő folyamat, melyben aktív közreműködésre kell kötelezni az adott (faipari) vállalatok, üzemek minden egyes dolgozóját, hogy a hulladékcsökkentés a mindennapi élet szerves része legyen. A legtöbb ipari hulladékcsökkentési programnak az a hibája, hogy túl kevés embert vonnak be a munkába, a végső megoldásokra koncentrálnak és a hulladékok csökkentését egyszeri programnak tekintik.

6. Kutatási módszer

Kutatási munkám fontos alapja a különböző faipari vállalatoknál végzett kutatás-fejlesztési munkák során szerzett gyakorlati tapasztalat, valamint a vonatkozó jogi ismeretek (hazai és EU-s törvények, rendeletek, irányelvek) elsajátítása. A szakirodalom feldolgozása során nagy hangsúlyt fektettem a külföldi, elsősorban a COST E31 programban részt vevő országok - kiemelten Németország és Lengyelország - faipari hulladék gazdálkodásának megismerésére. Ily módon külföldön szereztem gyakorlati tapasztalatokat.

Előzetes, konkrét vizsgálataim arra vonatkoztak, hogy a faiparban milyen típusú és milyen mennyiségű hulladék keletkezik Magyarországon. Erre elsődlegesen kérdőív tűnt célszerűnek, ugyanakkor be kellett látnom azt is, hogy a pontos felmérést csakis személyesen lehet elvégezni, hiszen faiparunk sokszínűsége a vállalati szektorban is érződik. Indokolható ez azzal is, hogy ilyen jellegű, a hulladékok hasznosításával, ártalmatlanításával összefüggő kérdésekre nem szívesen válaszoltak az érintett cégek. A válaszadó cégek között szerepeltek fűrészüzemek, fafeldolgozó (bútor és épületasztalosipar és forgácslap, valamint farostlemezipari vállalat is). Ezek az adatok elegendőek voltak egy alapozó vizsgálathoz, mely a már konkrét termelő üzemek esetében kijelölte, hogy milyen úton induljak el a faipari hulladékgazdálkodás feltérképezését illetően. Az így kapott adatok segítségével számításokat, becsléseket tudtam végezni, hogy a faalapú hulladékok hol, melyik faipari szektorban milyen arányokat jelentenek az alapanyaghoz képest (részletesen: 7. fejezet).

Ugyanakkor azt tapasztaltam, hogy egyfajta konzorciumi munkába már szívesen bekapcsolódtak a cégek, hiszen beleláthattak a kutatási munkába. Ezáltal is érthetőbbé vált, hogy ez milyen előnyökkel jár saját vállalkozásuk számára. A részletesebb és pontosabb elemzések érdekében tehát néhány, a faiparban jelentős múlttal rendelkező és a magyarországi faipart jelentősen meghatározó vállalatnál (a vállalatok, nevük mellőzését kérték) végeztem kutatásokat és felméréseket. Ez azonban egyúttal lehetőséget is biztosított arra, hogy hulladékgazdálkodási munkájukban tevékenyen részt vegyek és kutatásaim eredményeként új hasznosítási lehetőségeket dolgozzak ki. Módszerét tekintve járható és eredményes útnak csakis a személyes felmérés adódott, ily módon hosszabb időt kellett az egyes cégeknél eltölteni adatfelvételezés és információszerzés (akár konkrét gépek mellett felmérni az egyes alapanyagok, termékek

hulladékok/melléktermékek arányát, esetleges visszaforgatásának útvonalát) céljából. Hasznos volt továbbá az egyes vezetőkkel – főként a közvetlen termelésirányítókkal – és a dolgozókkal történő személyes konzultáció is.

Az előzetes vizsgálataim alapján megállapítottam, hogy a faipari termelők esetén a legtöbb probléma a faalapú hulladékokkal van, így ezen anyagokra koncentrálódik elsődlegesen kutatásom is. Céлом e területen az, hogy az általam kidolgozott újszerű megelőzési, hasznosítási eljárások a jövőben a hasonló problémákkal küszködő vállalatokra sikeresen adaptálhatók legyenek.

7. Faalapú hulladékok/melléktermékek Magyarországon

Mielőtt a faalapú hulladékokra kitérnék, ki kell emelnem, hogy vizsgálataim során a faiparban előforduló más típusú hulladékokkal is foglalkoztam. Ezekre azonban jellemző, hogy a jogi háttér adott a megfelelő kezelések és hasznosítások elvégzésére. Éppen ezért a fa megmunkálása során keletkező melléktermékeket, hulladékokat tekintettem témám elsődleges vizsgálati alapjának.

Faiparunkban felmérésem alapján az alábbi fő hulladéktípusok keletkeznek, melyeket a 10.4 fejezetben részletesebben be fogok mutatni:

- Tisztán faalapú hulladékok/melléktermékek
- Védőszerek hulladékai
- Ragasztásból, felületkezelésből származó hulladékok
- Csomagolási hulladékok, melléktermékek
- Gépek működése során és azok karbantartása során keletkező hulladékok
- Egyéb veszélyes és nem veszélyes hulladékok

7.1 Fakitermelés Magyarországon

Magyarországon becslések szerint az évente - a hozzávetőleg 1,8 millió ha. erdővel borított területből - kitermelt nettó faanyagterfogat 5,6 millió m³ [5.] (2007.), mely az alábbi módon oszlik meg az alábbi 3. táblázatban található módon oszlik meg.

3. táblázat: Erdei fatermék termelése 2007. évben [5.]⁸

Erdei fatermék	Nettó fakitermelés	
	[ezer m ³]	[%]
Lemezipari rönk	107 066	1,9
Fűrészipari rönk	1 190 137	21,1
Egyéb fűrészipari alapanyag	438 262	7,8
Bányászati faanyag	15 202	0,3
Papírfa	411 244	7,3
Rostfa	350 843	6,2
Egyéb iparifa	236 675	4,2
Ipari célú erdei apríték	11 775	0,2
Iparifa összesen	2 761 204	49,0
Tűzifa	2 878 705	51,0
Összes nettó fakitermelés	5 639 909	100,0

⁸ Országos megoszlás, 66%-os statisztikai felvétel alapján számított érték. Forrás: ÁÉSz: 2008

A fakitermelésünk bruttó mennyisége⁹: 6,8 millió m³ körül mozog (Bruttó érték tartalmazza az erdőben maradó vékony fát, kérget és egyéb kiszállítására nem kerülő anyagokat, melyek hulladéknak tekintendők. Így a bruttó értékek kb. 20%-al haladják meg a ténylegesen hasznosuló nettó fatérfogat adatokat.). Választékolásra az elsődleges feldolgozóiparban, így legfőképpen a fűrésziparban kerül sor.

Más felosztásban alapul véve megközelítőleg 2,7 millió m³ ipari célú, míg 2,9 millió m³ energetikai célú kitermelés folyik az elkerülhetetlenül keletkező 1,9-2,1 millió m³ vágástéri apadék mellett.

A 3. és 4. táblázat értékei alapján egyértelműen látható, hogy a hazai nyersanyagforrás és az import faanyagok feldolgozás során keletkező mintegy 1,2-1,5 millió m³ - általam számolt adat (vágástéri apadék nélkül), végfelhasználásra került termék és a kitermelt ipari célú alapanyag különbsége alapján - fahulladék miatt nagy jelentőséget kell tulajdonítani a tovább-feldolgozásnak, hasznosításnak.

A különböző technológiákkal feldolgozott faanyag végső hazai hasznosulását a 4. táblázat mutatja.

4. táblázat: Kitermelt faipari termékek termelési értékei 2007. évben [5.]¹⁰

Kiemelt faipari termékek	Mértékegység	Termelt mennyiség
Fenyő fűrészárú	[ezer m ³]	89,3
Lombos fűrészárú	[ezer m ³]	145,7
Parkett-fríz	[ezer m ³]	34,3
Bútorléc, bútoralkatrész	[ezer m ³]	5,4
Rakodólap	[ezer m ³]	159,3
Natú faforgácslap	[ezer m ³]	656,1
Felületkezelt faforgácslap	[ezer m ³]	561,5
Cementkötésű faforgácslap	[ezer m ³]	32,2
Farostlemez	[ezer m ³]	53,7
Sík- és idompréselt rétegelt falemez	[ezer m ³]	19,5
Fúrnér	[millió m ²]	50,9
Parketta	[ezer m ²]	2553,3
Gyufa	[millió doboz]	195,0

Ezen faipari termékek előállításakor hatalmas mennyiségben keletkeznek hulladékok (fűrész-, csiszolatpor; forgács; darabos hulladék). Országos szintű

⁹ Bruttó érték tartalmazza az erdőben maradó vékony fát, kérget és egyéb kiszállítására nem kerülő anyagokat, melyek hulladéknak tekintendők. Így a bruttó értékek kb. 20%-al haladják meg a ténylegesen hasznosuló nettó fatérfogat adatokat.

¹⁰ Országos megoszlás, 66%-os statisztikai felvétel alapján számított érték. Forrás: ÁESz: 2008

számszerű adatról nem beszélhetünk, ugyanakkor felméréseim és vizsgálataim alapján az 5. táblázat értékeivel tudom jellemezni faiparunkat.

5. táblázat: 1 m³ hengeres élőfára vetített hulladék

Fűrészipar (I, II, és III. osztályú anyagok figyelembevételével)	30-40 %
Bútoralkatrész-gyártás	60-80 %
Ajtó-ablak gyártás	55-70%
Furnérgyártás	50-60%
Rétegeltlemez gyártás	55-65%
Forgácslapgyártás:	~5%

Ha a 3., 4., és 6. táblázatban feltüntetett statisztikai adatokat elemezzük láthatjuk, hogy az főre jutó fatermék fogyasztás ~0,15 m³/év, míg az energetikai célra kitermelt fa esetén ez az arány ~0,31 m³/év.

6. táblázat: Magyarországra vonatkozó általános és erdészeti alapadatok [5.]¹¹

Az ország teljes területe	[ezer ha]	9303,0
A lakosság száma	[millió fő]	10,1
Erdőterület (adattárban nyilvántartott)	[ezer ha]	1890,9
Erdősültség	[%]	20,3
Ezer lakosra jutó erdőterület	[ha/ezer fő]	188,2
Erdőgazdálkodási célú terület	[ezer ha]	2019,2
Az erdők élőfakészlete	[millió br. m ³]	347,4
Az erdők évi bruttó folyónövedéke	[millió m ³ /év]	13,0
Fakitermelés összesen	[millió br. m ³]	6,6
Véghasználat összesen	[millió br. m ³]	4,5
Véghasználati redukált terület	[ezer ha]	19,4
Erdőfelújítás (elsőkivétel) évente	[ezer ha]	20,4
Erdőtelepítés (elsőkivétel) évente	[ezer ha]	18,9
Erdőterv szerint kezelt erdők	[%]	100,0

A 6. táblázat statisztikai értékeinek elemzése azt is eredményezi – feltételezve, hogy a fafogyasztással párhuzamosan a felhasználói részen megjelenik a hulladék – hogy ~0,15 m³/év/fő mennyiségű elhasználandó fatermék jelenik meg mint fahulladék. Ebből a lakossági szinten mintegy 30-40 % mennyiség energetikai hasznosításra kerül. Becslésem szerint tehát, egy ember évente Magyarországon 0,1 m³ (anyagfajtától és

¹¹ Országos megoszlás, 66%-os statisztikai felvétel alapján számított érték. Forrás: ÁÉSz: 2008

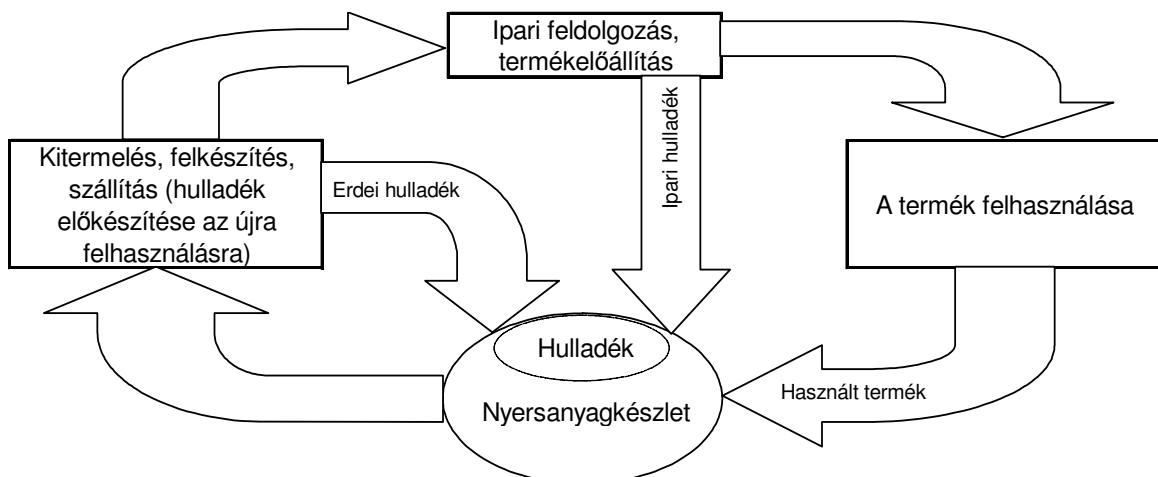
szerkezettől függően ez kb.: 40-50 kg) olyan jellegű fahulladékot termel, melyet be lehetne és kellene is gyűjteni.

7.2 A fahulladék fogalma és csoportosítása

Vorreiter szerint a "fahulladék olyan, korlátozottan felhasználható faanyag, amely szokásos értelemben piaci értékkel nem, vagy csak csekély mértékben rendelkezik. Ez nem zárja ki, hogy bizonyos hulladékféléseket rendszeresen felhasználjanak. Ha az újrafelhasználásra nem kerül sor, a megsemmisítés tényleges haszonnal nem jár, külön költségeket igényel. Ebben az esetben negatív értékű fahulladékról beszélünk." [7.] Természetesen a köztudatban sok másfajta megfogalmazás kering, általános mindenre kiterjedő örök érvényű megfogalmazást adni nagyon nehéz. Úgy gondolom az előzőekben általam meghatározott faalapú hulladék és melléktermék fogalma sikeresen adaptálható lenne a „faipari és erdészeti köztudatba”.

7.2.1 Az ipari fahulladékok

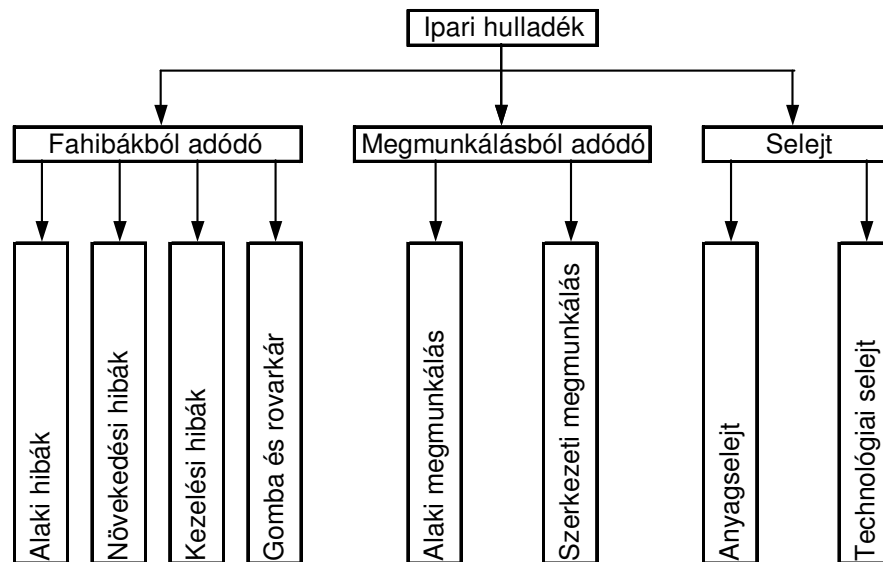
Az ipari hulladékok esetén nyomatékosan igaz azon véleményem, miszerint meg kell különböztetnünk a faalapú hulladékokat és a melléktermékeket. Sokan a mellékterméket másodnyersanyagnak nevezik. Nézeteim szerint ez a fogalom a melléktermékek egy részét képviselheti, hisz ez csak akkor lehet igaz, ha az anyagalmaz közvetlenül a főtermék termelési folyamatába vezethető vissza. Ugyanakkor egy selejtet is tekinthetnek akár mellékterméknek is, de másodnyersanyagként csak akkor tudnám felhasználni, ha azt újból szét tudom bontani. Látható, tehát hogy a két fogalom ugyan fedésben van egymással, de egyáltalán nem jelentik ugyanazt.



4. ábra: A faanyag hulladék a mindenkori nyersanyagkészlet része. [7.]

Az 4. ábrán látható körfolyamat csakis fenntartásokkal igaz, hiszen előző okfejtéseimből kitűnik, célszerűbb az ilyen folyamatokban a hulladékot - ahol mint nyersanyag számolunk vele - mellékterméknek nevezni.

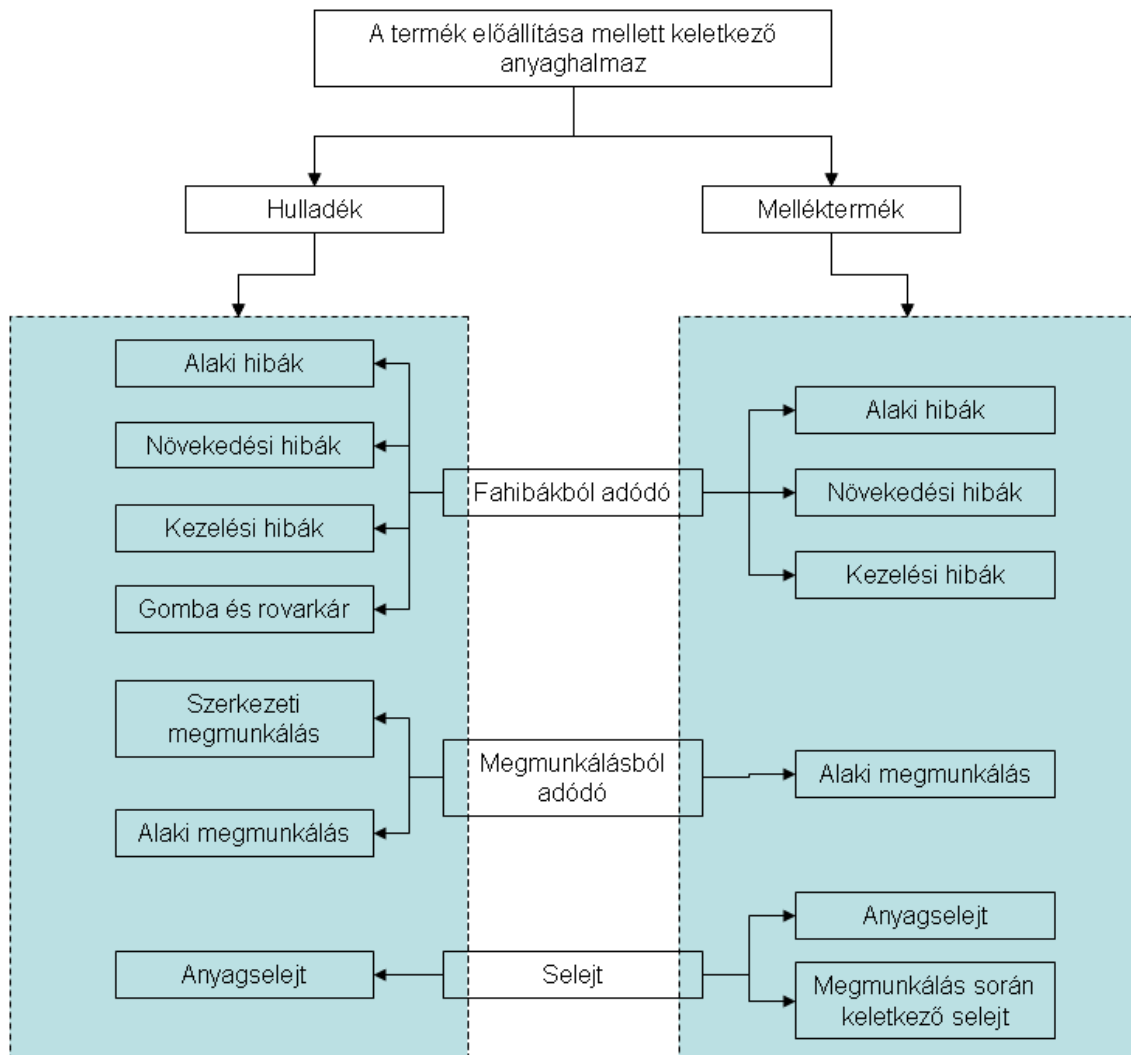
A faalapú hulladékok, melléktermékek fogalmának pontosítása előtt célszerű megvizsgálni ezen anyagok típusait, keletkezési helyeit és módjait.



5. ábra: A Faalapú hulladékok általános keletkezési körülményei. [7.]

Az 5. ábráról megállapítható, hogy a fahulladékok keletkezése alapján 3 forrást különböztetünk meg. A fahibákból adódó hulladékok esetén elmondható, hogy fontos a döntött fa megfelelő kezelése (fülledés elkerülése, gombák és rovarkárok elleni védőkezelés). A megmunkálás esetén veszteségforrás lehet az alaki és a szerkezeti megmunkálás, tehát ezek a hibák inkább már a "technológiai hulladékok" közé sorolható. A technológiai pontatlanságok, anyagselejt miatt számolnunk kell a selejttel is, amely még a legjobban megtervezett technológia esetén is előfordulhat. Meg kell azonban jegyezni, hogy egyértelműen törekedni kell a hulladékok csökkentésére, de az is belátható, hogy hulladék - ami faipar mellékterméknek illetve feldolgozási oldalról nézve másodnyersagnak tekintendő - nélkül eredményes termelést végezni nem lehet.

Fenntartásokkal kezelve az ábrát, mai tudásunknak megfelelően célszerűbb lenne talán az alábbi általam készített csoportosítást alkalmazni (6. ábra).



6. ábra: A kutatásaim alapján összeállított, faalapú hulladékok fő keletkezési körülményeinek csoportosítása

Az ipari fahulladékok csoportosítására, osztályzására sokféle irodalmi felosztás létezik. ezek közül legelterjedtebbek a Vorreiter szerinti, alább felsorolt kategóriák [7.]. Többnyire a *keletkezési hely szerinti osztályozást* alkalmazzák. E szerint beszélhetünk:

- fűrészüzemi hulladékról (gyakorlatilag mindenféle a továbbiakban részletezésre kerülő hulladék megtalálható itt)
- gyaluüzemi hulladékról
- falemezipari hulladékról (kéreg, rönkég, széldeszka, fűrészpor, elővágási és előhámozási, befogási hulladék)
- gerenda és talpfa előállítási hulladékról
- hasítással készült termékek (pl.: hordó donga) hulladékaikról
- asztalosipari hulladékról

- építőipari hulladékról
- gyufaipari hulladékról
- gépipari hulladékról

Méret alapján Vorreiter négy csoportot látott célszerűnek kialakítani:

- finom (fűrészpor, csiszolatpor stb.)
- kisméretű (gyalu- és maróforgács stb.)
- közepes nagyságú (pl. gally és egyéb kitermelési hulladék) és
- darabos (gyökér, tönk, fűrészipari darabos hulladék, széldeszka stb.)

Darabos hulladéknak azokat a hulladékokat tekintette, melyek alkalmasak arra, hogy belőle további megmunkálással kisebb termékek készülhessenek.

A *szállítás, és tárolás* szempontjából fontos az alak szerinti felosztás:

- szemcsés (csiszolat és fűrészpor),
- rostos (maróforgács),
- pikkelyszerű (gépi gyaluforgács),
- szalag alakú (kézi gyaluforgács),
- lap formájú (széldeszka)
- kihegyezett, megnyúlt (gally, szélezési eselék),
- zömök (tönk) és
- hengeres (hámozási hengermaradvány).

Hasznosításkor fontos kérdés, hogy milyen *fafajok* hulladékáról van szó:

- lágy lombos és fenyő (nyár, hárs, fenyőfélék stb.), valamint
- kemény lombos fafajok (tölgy, bükk, juhar stb.) hulladékáról.

Tisztaság és homogenitás alapján a következő faanyag-hulladékokat lehet megkülönböztetni:

a.) vegyszerekkel és más anyagokkal nem szennyezett anyagok, melyek lehetnek:

- tiszta (kizárólag a fatestből származik)
- kevert (kérges is tartalmazó)

b.) vegyszerekkel és más anyagokkal szennyezett anyagok. Szennyező anyagok pl.:

- faanyagvédőszerek,
- felületkezelő anyagok,
- ragasztóanyagok (pl.: forgácslap szélezési hulladéka), stb.

Nedvességtartalom alapján Vorreiter

- száraz (Q = 0...25%)
- nedves (Q = 25...50%) és

- nagyon nedves ($Q > 50\%$)

fahulladékot különböztet meg, ahol Q a faanyag száraz súlyára vetített nedvességtartalom.

A nedvességtartalom esetén fontos megjegyezni, azon gyakorlati tény, miszerint minél magasabb a fában lévő nedvességtartalom, annál költségesebb a fahulladék (másodnyersanyag) hasznosítása, hiszen figyelembe kell venni a szárítás nem éppen alacsony költségét. Ugyanakkor nem elhanyagolható, hogy a távolabbra történő szállítás esetén a transzfer költség is megnő, hisz a fában lévő víz, nedvességet is szállítanunk kell. A hasznosítás egy másik formája, az energetikai felhasználás (fatüzelés, brikettálás) esetén is fontos, hiszen a nedvességtartalom növekedésével csökken a fa fűtőértéke.



7. ábra: Fahulladékok néhány megjelenési formája.

Kutatásaim során összeállítottam egy lehetséges felosztást, mely a gyakorlat számára talán könnyebben kezelhető:

I. Erdőgazdasági hulladék

- Nagyméretű rönk (fűrész- vagy lemezipari rönk, illetve annak része)
- Vékony rönk (gyérités során erdőben maradt faanyag)
- Egyéb: Csúcs- és áganyag, levél, tűlevél, tönk és gyökér (főként energetikai hasznosításra alkalmas)
- Erdőgazdasági kéreghulladék

II. Fafeldolgozási hulladék

- Tömör faanyag eselékek, lécek
 1. Fűrészüzemi hulladék
 - darabolási hulladék,
 - lécek, széldezkák, selejt fűrészáru,
 2. Furnér- és rétegelt-lemezipari hulladék
 - darabolási hulladék,

- hámozási hengermaradvány, késelési eselék,
- furnér- és lemezipari selejt.

3. Bútor- és épületasztalos-, valamint vegyes faipari hulladék

- nem szennyezett,
- szennyezett
- Faalapú lapok hulladéka (Rétegelt lemez, faforgácslap és farost lemez megmunkálásakor keletkezik):
 - nem szennyezett,
 - szennyezett
- Forgács
- Fűrészpor
- Csiszolatpor és egyéb apró hulladék
- Fafeldolgozó ipari kéreghulladék.

III. Elhasznált fa hulladékai (nem közvetlenül a faipari termelés során keletkező hulladékok)

- Építési, bontási hulladék
- Csomagolóanyagok és használatra alkalmas tömör faanyag (pl.: rakodólap, láda, vasúti talpfa, stb.)
 - nem szennyezett,
 - szennyezett
- Egyéb újra felhasználható faanyagú termékek (furnérból, farostból, faforgácsból készült lemezek, lapok)
 - nem szennyezett,
 - szennyezett

Ki kell azonban hangsúlyoznom, hogy minden fahulladék és melléktermék esetén szükséges meghatározni, hogy tartalmaz-e veszélyes anyagot, és ha igen akkor milyen és milyen mennyiségben.

7.2.2 Nem a faipari termelés során keletkező, faalapú hulladékok („Altholz”)

Az ipari fahulladékok tekintetében látható volt, hogy számos felosztást alkottak az elmúlt években. A lakosságnál keletkező fahulladékokról azonban ez idáig kevés szó esett, mely nem véletlen, hiszen ezen anyagok begyűjtése, kezelése, válogatása és hasznosításnak tekintetében van a legnehezebb dolgunk. Azonban azt is be kell látnunk,

hogy jelenleg a bútorok jellemzőikből adódóan egyre rövidebb életciklussal rendelkeznek, ezért egyre több hulladék is keletkezik. Tehát sürgető kérdés, hogy mihamarabb megoldást találjunk ezek kezelésére, hasznosítására. De látni fogjuk, hogy talán a legnagyobb gondot, a hulladékok begyűjtése okozza.

Az „Altholz” esetén 6 kategóriát különítettem el:

- használt bútorok, háztartási cikkek (ez utóbbiak esetén a tömörfából készültek főként régen voltak jelentősek)
- építmények lebontásánál, átépítésénél keletkező fahulladék (gerenda, faalapú ajtók, ablakok, stb.)
- vasúti talpfák, póznák, oszlopok
- csomagolóanyagok, rekeszek
- kertészeti, mezőgazdasági fahulladékok
- egyéb

A faipari feldolgozás során keletkező melléktermékeket 90%-ban hasznosítják (ide persze bele kell érteni az égetéssel történő hasznosítást is), míg az itt felsorolt dolgokat alig-alig, pedig ezek szelektív összegyűjtése, tárolása után még sok lehetősége van az újrafelhasználásnak. A legtöbb esetben azonban kommunális hulladéklerakóba kerülnek, ahol ha el is égetik, energiát nem nyernek belőle. A hulladék kezelése, kiválogatása, tárolása sokszor kényelmetlen kötelesség. Ez a szemlélet talán a középkelet európai országokban a legelterjedtebb – valószínűleg a meglehetősen friss környezetvédelmi szabályozásnak is köszönhetően, ami a demokráciák fiatalsága miatt nem fokozatosan alakult ki. A hulladék kiválogatása azért fontos, mert nem minden hulladék dolgozható fel újra faipari terméké. A különböző favédőszerekkel, festékekkel, lakkokkal, stb. kezelt fahulladék esetében legtöbbször, mint látni fogjuk, a különleges égető-berendezésekben való hasznosítás a legcélszerűbb és talán a legjobban környezetkímélő megoldás.

Napjainkban egyik legfontosabb tényezővé a faalapú hulladékok szennyezettség szerinti megkülönböztetése vált. Európában általánosan támogatott szakértői vélemények alapján elmondható, hogy a Németországban található szabályozás az európai átlagtól messzemenően előrehaladott állapotban van. Ezt mi sem bizonyítja jobban, hogy az elhasználódott faanyagra, - mely gyakorlatilag akkor keletkezik, ha egy faalapú termék életének végéhez érve elhasználdik – megalkották már 2002-ben az Altholz Verordnung-ot (később ezen rendelet jelentőségét a németországi esettanulmány során részletezem) mely a hulladékfa elszállításával és visszaforgatásával

kapcsolatos követelményeket szabályozza. Általánosságban elmondható, hogy a kezelt fák többségében veszélyes anyagnak számítanak, a bennük levő védőszer összetétele miatt (pl. réz, arzén, króm, stb.). Ezeket általában veszélyes hulladék-égetőkbe viszik. A költségeket azonban nemcsak a szállítás, valamint maga az égetés különösen nagy óvatosságot igénylő volta növelik, hanem az is, hogy a hulladékfák közül ezeket ki kell válogatni – ez idő- és munkaigényes folyamat.

A trendek azonban ezen hulladékok tömegének növekedését mutatják, méghozzá jelentős mértékben (pl. Angliában várhatóan 14-szeresére emelkedik 2061.-re). Így egyre sürgetőbb kérdés, hogy ezeket az anyagokat is bekapcsoljuk a hulladékaramlásba. Nemcsak az egyes országok, hanem az EU is felismerte ezt a problémát. 1995.-ben megállapították, hogy az arzént tartalmazó favédőszer használata rendkívül elterjedt egész Európában. Ennek a fenn említett költségek és környezetkárosító hatások mellett egyéb kockázatai is vannak. A CSTEE (Scientific Committee on Toxicity, Eco-Toxicity and the Environment – A mérgező anyagokkal, ökológiailag mérgező anyagokkal és környezetvédelemmel foglalkozó Tudományos Bizottság) kimutatta, hogy a gyermekekre fokozott veszéllyel vannak ezen anyagok, hiszen benyelhetik (pl. egy kisgyerek mindent a szájába vesz) illetve belélegezhetik ezeket. A legjobb megoldás az, ha bizonyos berendezésekben, használati tárgyokban korlátozzuk ezek használatát. Ez azt jelentette, hogy a CCA-val kezelt fák reklámját leállították, de csak néhány berendezésben tiltották meg a használatát. A tagállamok most készülnek fel e direktíva alkalmazására, amely valószínűleg megváltoztatja ezen anyagok piaci viszonyait (2004. júl. 1.-től lépett életbe a direktíva).

Egyes becslések szerint 2010-re az EU-ban 3-4 millió m³/év CCA-val kezelt fahulladék keletkezik, melyre jelenleg a lerakás és elégetés vár. Ugyanakkor sikeres kutatások folynak a semlegesítési, biológiai, kémiai és elektrokémiai kezelési lehetőségek vonatkozásában is. Ezek közül egyik legsikeresebb talán a biológiai kezelés, amikor a mérgező összetevőket ártalmatlan vagy kevésbé mérgezőanyagokká alakítják mikroorganizmusok, enzimek által. Kutatások során a barna korhadás gombáját (*Antrodia-A. vaillantii*) használták erre a célra, mivel a CCA-val szennyezett aprított faanyag ezen gombás fertőzés során oxálsavat termel. Ebben a formában az összetevők nagy része már kimosható a faanyagból, arzén esetén a 90-97 %-os, króm esetén 80-90 %-os, míg réz esetén (ammónia pótlólagos hozzáadásával) 60-70 %-os hatásfokkal [28.].

Egy másik ígéretes eljárásnak tekinthető az elektrodialízis (ED) - olyan művelet, amelynek hajtóereje az elektromos potenciálkülönbség és a töltéssel rendelkező részecskék elválasztására alkalmas - alapelvét felhasználó szétválasztási folyamat. Az elektrodialízis során az elektródokat feszültség alá helyezzük (az elektródok között sóoldatot vezetnek keresztül), s így az ionok a megfelelő elektródok felé vándorolnak: a katód (negatív elektród) felé a kationok, míg az anód (pozitív elektród) felé az anionok áramlanak. A folyamat hatékonyságának növelése céljából célszerű oxálsavas előkezelésnek alávetni a szennyezett fahulladékot.

7.2.3 A falapú csomagolási hulladékok

Alapvetően, ha csomagolási hulladékról beszélünk, általában mindenkinek az otthonunkban és utcán eldobált szemét jut az eszébe. A csomagolási hulladék ugyanakkor energiát és nyersanyagot testesít meg, hiszen életútja minden szakaszában energiát és nyersanyagot használtunk fel, ami minden esetben kisebb-nagyobb környezetterheléssel járt. Ebből következik, hogy környezeti probléma nem csak akkor áll fenn, ha a hulladéktól „megszabadulunk”. A környezetkímélés egyik alapvető eszköze a csomagolási hulladékok tekintetében, ha olyan csomagolási típust választunk, amely előállítás és életútja során a legkisebb környezetterhelést okozza. A csomagolás fizikai tulajdonságainak és jellemzőinek lehetővé kell tenniük a több fordulót, vagy visszatérést (rotációt) a felhasználás rendes körülményei között előre látható feltételek mellett, valamint teljesíteniük kell a hasznosítható csomagolásra vonatkozó sajátos követelményeket, amikor a csomagolást már nem használják fel újra, és ezáltal hulladékká válik.

Napjainkra az európai jogrendnek sikerült elérni, hogy a csomagolt termék kibocsátója felelőséggel tartozik a csomagolás életútjáért, így egyúttal felelős a keletkező hulladék begyűjtésért és hasznosításáért. A 94/2002. (V. 5.) Korm. Rendelet alapján csomagolásnak számít minden olyan csomagolóanyag, csomagolóeszköz, illetve olyan termék, amelyet termék, áru befogadása, megóvása, kezelése, szállítása, csoportosítása és kínálása érdekében felhasználnak.

Magyarországon becslések szerint mintegy 865 ezer tonna csomagolási hulladék keletkezik¹². Ezen hulladékfajtának a „hulladék-visszagyűjtési kötelezettségét” a már említett 94/2002. (V. 5.) Korm. Rendelet szabályozza. A gyártó vagy maga köteles

¹² Forrás: Öko-Pannon Kht.: <http://www.okopannon.hu>

teljesíteni a visszagyűjtést, vagy úgynevezett hasznosítási díj fejében átadja ezt a feladatot egy koordináló szervezetnek aki átvállalja a termékdíj fizetését is.

Az alábbi táblázatban a csomagolási hulladékok termékdíjtételeit szemlélteti¹³:

7. táblázat: Termékdíjtételek az egyes csomagolási anyagok függvényében

Termékdíjköteles termék előállított csomagolás anyaga	2006. január 1-jétől termékdíjtétel [Ft/kg]
Műanyag	36
Társított	44
Alumínium	16
Fém (kivéve alumínium)	13
Papír, fa, természetes alapú textil	16
Üveg	6
Egyéb	44

A táblázatból látható, hogy a fa alapú csomagolási anyagok termékdíjtétele 16 Ft. A csomagolási hulladékokra vonatkozó, előzőekben említett rendelkezéseknek megfelelően egy vállalat esetén alapvetően négy fő út kínálkozik a környezetvédelmi előírások teljesítésére:

1. Környezetvédelmi termékdíjat megfizeti, mely jelenleg 16 Ft/kg a faalapú csomagolásra vonatkozóan. Ugyanakkor tévhit, hogy ez azt jelentené, hogy nem kell ettől kezdve a csomagolási anyaggal foglalkoznia, hiszen a 2003. január 1. óta termékdíj megfizetése nem mentesíti a cégeket a csomagolási hulladékhasznosítási kötelezettség alól
2. Termékdíj mentességet kap, amennyiben a kibocsátó külön jogszabályban meghatározott mennyiségben és módon – hasznosítja a termékdíjköteles terméket, illetőleg a külön jogszabályban meghatározott feltételeket teljesíti. A gyártó tehát maga teljesíti a csomagolási hulladék-visszagyűjtési kötelezettségét, vállalva az ezzel járó összes munkát és felelősséget. Ún. "kis cégek" (végső fogyasztó számára éves szinten bizonyos tömegnél kevesebb csomagolást végzők) méretüknél fogva jogosultak teljes mentességet szerezni a termékdíj-fizetés alól.
3. Közvetlenül a kötelezett is köthet hatósági engedélyekkel rendelkező hulladékbegyűjtő és -hasznosító cégekkel szerződést (vagy ha a kötelezett

¹³ Forrás: 1995. évi LVI. Törvény a környezetvédelmi termékdíjról, továbbá egyes termékek környezetvédelmi termékdíjáról

rendelkezik ilyen engedélyekkel, ezt a tevékenységet maga is végezheti). Ehhez azonban és nem kevés adminisztrációs feladatot is el kell végezniük (ezek a mentességi kérelemben jelennek meg), ez a fajta megoldás nem gyakran alkalmazott.

4. Ha a kötelezett hasznosítást koordináló szervezettel szerződésben áll, abban az esetben a csomagolást kibocsátó vállalatoktól ezen szervezetek hasznosítási díj fejében (jelenleg 6,7 és 7 Ft/kg között kell fizetni faalapú csomagolási anyagok esetén a vállalatoknak a különböző koordináló szervezeteknek) átvállalják a hasznosítási kötelezettséget. Ez azért megfelelő megoldás, mert a kötelezett a megfizetett hulladékhasznosítási díj (mely kb. termékdíj fele) fejében a termékdíj megfizetése alól mentességet kap és egyúttal teljesíti a számára egyéb jogszabályban előírt hulladékhasznosítási kötelezettséget is. Ez jelenleg akkor igaz, ha a koordináló szervezet begyűjti és hasznosítja a kibocsátott és hulladékká vált csomagolás 54%-át, oly módon, hogy az anyagában hasznosított hulladékmennyiség aránya elérje a 33%-ot, továbbá anyagfajtánként is teljesüljenek.

Az Európai Unió 94/62. számú (ún. csomagolási) irányelvének 2004. évi módosítása előírja hazánk számára a csomagolási hulladékok 60%-os kötelező hasznosítási (anyagában hasznosítás és hulladékégető művekben energetikai hasznosítás együtt) arányát 2012-re. Még egy kitétel szerepel, mégpedig az hogy csomagolóanyag legalább 55 és legfeljebb 80 tömegszázalékát dolgozzák fel újra (anyagában történő hasznosítás).

8. táblázat: Európai Unió 94/62. számú (ún. csomagolási) irányelvének 2004. évi módosításában szereplő minimális, újrafeldolgozási célkitűzések

Csomagolási anyagfajták	Minimális újrafeldolgozási érték [%]
Papír és karton	60
Üveg	60
Fém	50
Műanyag	22,5
Fa	15

A táblázatból látható, hogy a legtöbb csomagolási anyagfajtahoz képest a „fa” kapta a legkisebb értéket. Ez enyhén szólva sem hat ösztönzőleg, hiszen mint mindenben itt is

arra fognak törekedni a vállalatok, hogy a minimális célkitűzést teljesítsék. Ez azonban a közel 150 ezer tonna faalapú csomagolási hulladék hasznosítására nézve hátrányosan hat.

Nézzünk egy kicsit a dolgok háttérébe. Jelenleg ha egy koordináló szervezet a hasznosítási kötelezettséget átvállalja ügyfeleitől, akkor két dolgot kell szem előtt tartania. Egyik, hogy a hulladékká vált csomagolási anyagok 54%-át begyűjtse és hasznosítsa. Ez az 54% azonban az összes mennyiségre (fa, fém, üveg, papír, műanyag ...) együttesen igaz. Ugyanakkor csomagolási anyagfajtánként is teljesíteni kell a minimális értékeket (8. táblázat). Megteheti tehát, - és a gyakorlat is erre enged következtetni - hogy a faalapú csomagolási hulladékok esetén 15-20%-os hasznosítás fölé nem megy, hiszen ezzel teljesítette a 15%-os határt. A többi csomagolási anyagfajttal - aminek eleve nagyobb a minimális hasznosítási határa – majd úgyis eléri a kívánt (átlagos) 54%-os hasznosítási határt. Ilyen anyagfajta például egyes felmérések szerint a 250 ezer tonna mennyiségű papír csomagolási anyag melynek a közel 100%-os hasznosítása megoldott.

A „másik oldala” a csomagolási anyagok hasznosíthatóságának, az maga a begyűjtő és hasznosítást végző cégek felől keresendő. A koordináló szervezetek szerződést kötnek az ilyen cégekkel hogy a csomagolási hulladékokat begyűjtsék és hasznosítsák azokat, melyért természetesen ezért fizetnek nekik. Ez az összeg azonban alacsonyabb, mint amit ők kapnak a kibocsátó cégektől.

Például papír esetén a koordináló szervezet 8,7 Ft/kg összeget kap a kibocsátótól, melyből 6 Ft/kg-ot továbbad a begyűjtőnek és hasznosítónak. Tehát a koordináló szervezetnél 2,7 Ft/kg marad (azt meg kell jegyezni, hogy ez nem tisztán nyereség számára, hiszen járulékos költségek vannak még). A fa esetén 6,9 Ft/kg hasznosítási díjból 6,5 Ft/kg-ot kap meg a szerződéses partner.

Egy példán megnézve a fentebb említett állításokat és követelményeket, az alábbiakat kapjuk:

Egy vállalat kibocsát 1000 kg facsomagolási anyagot. Egy koordináló szervezet hasznosítási díj fejében átveszi tőle $1000 \text{ kg} \cdot 6,9 \text{ Ft} = 6.900 \text{ Ft}$ -ért. Ez a kibocsátónak is megéri, hisz mentesül így a $1000 \text{ kg} \cdot 16 \text{ Ft} = 16.000 \text{ Ft}$ -os termékdíjfizetés alól. Ezt követően a szerződéses gyűjtővel és hasznosítóval az 1000 kg-nak a 20 %-át begyűjteti és hasznosítja, tehát a hasznosítási oldalra ezáltal kifizet $(1000 \cdot 0,2) \text{ kg} \cdot 6,5 \text{ Ft} = 1.300 \text{ Ft}$ -ot. Így a koordináló szervezetnek fennmarad 5.600 Ft.

Többutas, körforgásban részt vevő faalapú csomagolási anyagoknak tekintendő a visszaváltható raklap. Ilyen esetben a kibocsátott raklap mennyiségéből le kell vonni a visszavett raklap mennyiségét, viszont a keletkező selejtes raklap mennyiségét már hozzá kell adni. Az így kapott értéket tekinthetjük hasznosítható alapnak vagy szakzsargonnal élve raklap egyenlegnek és ezután kell fizetni termék, illetve hasznosítási díjat.

Látható a fenti összefüggésből, hogy a koordináló szervezeteken keresztül faalapú csomagolási anyagok nagyobb mértékű hasznosításának komoly visszatartó ereje van. Ez nem feltétlenül a koordináló szervezetek hibája, hisz nélkülük ez az állapot sokkal nehezebben lenne követhető, melynek nyilván, mint már oly sokszor, a környezetünk látná kárát.

Sajnálatos azonban, hogy ezen tényezők pont a rendelkezésre álló és hasznosítható faalapú hulladékok mennyiségét csökkentik. Örömteli azonban, hogy néhány nagyműlttel rendelkező cég is foglalkozik ezen hulladékok begyűjtésével és hasznosításával (pl.: A későbbiekben bemutatásra kerülő Forgácslapgyártó Zrt.).

7.2.4 Fahulladék típusok keletkezése és felhasználása az egyes faipari ágazatokban

Az egyes hulladéktípusok főbb keletkezési helyeit az a következő táblázatban foglaltam össze (irodalmi felosztás alapján, a mai gyakorlatnak megfelelő módon átalakítva).

9. táblázat: Az egyes fahulladék típusok jellemző keletkezési helyei.

Hulladéktípus	A keletkezés helye											
	kitermelés	tárolás	szállítás	fűrészáru-termelés	furnér- és réteglemez-gyártás	faforgácslap-gyártás	farostlemez-gyártás	épületasztalos ipar	bútoripar	fa épületelem gyártó faipar	egyéb faanyagú termékek előállítása	a faanyagú termékek végfelhasználata
Rönk	X	X	X	X								
Ág , gally- és csúcsanyag, tönk, gyökér	X											
Kéreg	X			X	X	X	X					
Darabolási eselék	X			X	X			X	X	X	X	
Léc, széldeszka, hámozási maradvány-henger, furnér, egyéb tömör ipari hulladék				X	X			X	X	X	X	
Faanyagú lapok szabási hulladéka					X	X	X	X	X	X	X	
Forgács				X	X			X	X	X	X	
Fűrészpor	X			X		X	X	X	X	X	X	
Csiszolatpor, egyéb apró hulladék				X	X	X	X	X	X	X	X	
Termelés során keletkező visszaforgatható melléktermék				X	X	X	X	X	X	X	X	
Elhasznált visszanyerhető faanyag (Altholz)												X
Veszélyes anyaggal kapcsolatba került faanyag (pl.:impregnált, felületkezelt fa...)				X	X	X	X	X	X	X	X	X

Az egyes hulladéktípusok és felhasználási lehetőségei közötti összefüggéseket a 10. táblázatban ismertetem

10. táblázat: A fahulladékok jellemző felhasználási lehetőségei. [5.]¹⁴

Hulladéktípus	Gyakorlatban elterjedt főbb felhasználási lehetőségek				
	A hagyományos faipari nyersanyaggal azonos. A fátorgácsoló- és farostfelmű- ipar előzetes aprítás után alkalmazhatója.	A cellulóz ipar használója. Potenciális nyersanyaga a fehérje-, az alkohol-, a fűrészpor- stb. előállításának.	Előzőektől eltérő módon újrafelhasználható és újrahasznosítható fahulladék	A többi faalapú tulajdonságaitól és felhasználási lehetőségeitől eltérő kéreganyag és egyéb fahulladék komposztálásra, talajfedésre	Energiatermelésre során hasznosítható fahulladék
Nagyméretű rönk	X		X		X
Kisméretű (vékony) rönk	X	X	X		X
Ág- és csúcsanyag, gally, lomb- és tűlevél, tönk és gyökér		X			X
Kéreg		X		X	X
Darabolási eselék	X	X	X		X
Léc, széldeszka, hámozási maradvány-henger, furnér, egyéb tömör ipari hulladék	X	X	X		X
Faanyagú lapok szabási hulladéka	X				X
Forgács	X	X		X	X
Fűrészpor	X	X		X	X
Csiszolatpor és egyéb apró hulladék	(X)	(X)		X	X
Termelés során keletkező visszaforgatható melléktermék:					
nem szennyezett	X	X	X		X
szennyezett	(X)	(X)	(X)		X
Elhasznált visszanyerhető faanyag (Altholz)	X	X	X		X
Veszélyes anyaggal kapcsolatba került faanyag (pl.: impregnált, felületkezelt fa...)	(X)				X

A kutatásom egyik kiemelkedő fontosságú része az ún. ipari fahulladékok összetételének, mennyiségének és keletkezési helyeinek meghatározása. A hazai erdőkből kitermelt és az import útján beérkező fanyersanyag döntő többségét elsődlegesen a fűrészipar alakítja tovább. A fakitermelés és a *fűrészipari feldolgozás* során keletkező hulladék pedig csaknem az összes hulladék felét adja. Tekintettel a fűrészipar ~60%-os (csak a felfűrészelés esetén, felületi megmunkálás nélkül értendő) igen alacsony kihazatali színvonalára, ez az iparág a hulladék keletkezése és hasznosítása szempontjából különös figyelmet érdemel. RESCH (1974) a fűrészüzemi hulladék összetételét a 11. táblázatban foglalta össze.

¹⁴ A faiparban 1981-óta végbemenő változások figyelembevételével az eredeti táblázatot bővítettem mai gyakorlatnak megfelelően

11. táblázat: A fűrészüzemi hulladék átlagos összetétele RESCH (1974).

Megnevezés	Térfogat százalék [%]
Fűrészáru	39,4
Darabos hulladék	26,0
Fűrészpor	13,4
Forgács	9,7
Kéreg	11,5
Teljes famennyiség	100,0

Az általam végzett felmérések esetén - ahol több fűrészüzem adatait elemeztem – a 12. táblázat értékei adódtak.

12. táblázat: A fűrészüzemi hulladék átlagos összetétele (Saját vizsgálataim alapján)

Megnevezés	Térfogat százalék [%]	
	Csak felfűrészelés esetén	Esetleges keresztmetszeti megmunkálás (gyalulás, szeletelés) esetén
Fűrészáru	68	44
Darabos hulladék	15	22
Fűrészpor ¹⁵	11	27
Forgács (gyaluláskor) ¹⁵		
Kéreg	6	7
Teljes famennyiség	100	100

A 12. táblázatból látható, hogy a fűrészáru a teljes famennyiségnek mindössze 68 tf.%-a keresztmetszeti megmunkálás nélkül, amiből egyértelműen következik a magas hulladékképződés. Az elsődleges fűrészipari megmunkálás során kapott faanyag lényegében a hasítási műveletek eredménye, mely során a rönkből, a termék mellett főként darabos hulladék, valamint fűrészpor és esetenként forgács keletkezik. Innen kerülnek a másodlagos feldolgozásra az anyagok, melyeken további hulladékféleségek keletkeznek (pl.: gyaluláskor, maráskor, fűrészpor keletkező por-forgács), vagy a felületkezelés eljárások során keletkező hulladék, ami csiszolatpor formájában jelenik meg.

Az épületasztalos iparban a késztermékben realizált fanyersanyag mintegy 60-70%-ra tehető, így az összes termék és hulladék becsült megoszlása tekintetében a 13. táblázat eredményeiket kaptam.

¹⁵ A fűrészpor és faforgács elkülönítése a közös gyűjtési mód – központi porelszívó hálózatok silóiban - miatt nem lehetséges, gyakorlatra alapozott becsléseim szerint a táblázatban található 27%-os értéket közel egyenlő arányban osztanám fel.

13. táblázat: Épületasztalos ipari megmunkálás során keletkező termék-hulladéktípusok megoszlása. (Saját vizsgálataim alapján)

Megnevezés	Térfogat százalék [%]
Termék	61
Forgács	20
Fűrészpor	8
Csiszolatpor	1
Darabolási és szélezési hulladék	6
Selejt	1
Lemezhulladék	3

Az épületasztalos ipar jellemzően gyalutlan faterméket vásárol, melyet ezt követően a saját igényeinek megfelelő méretre fűrészfel és a keresztmetszeti megmunkálás (gyalulás, marás) mellett szerkezeti kialakításokat végeznek (pl.: kötések, furatok).

A *bútoripar* helyzete ennél sokkal bonyolultabb, hiszen a legyártott termékek választéka és fajtái is sokrétűek lehetnek. Első körben szétválasztottam a tömörfa alapanyaggal és laptermékeket feldolgozó bútorigipari megmunkálásokat.

a.) Tömörfa megmunkálása a bútorigiparban

Vizsgálataim során különválasztottam a I. valamint a II. és III. osztályú alapanyag feldolgozását. Bútorigiparunk gyakorlata szerint I. osztályú anyagot csakis látható, azaz frontfelületeken használnak, míg az adott bútor szerkezeti kialakításához szükséges terméket, alkatrészt a jóval olcsóbb II. és III. osztályú anyagból gyártják le.

14. táblázat: Tömörfa alapanyag bútorigipari megmunkálása során keletkező termék-hulladék megoszlása, különböző minőségű alapanyagok esetén.

(Saját vizsgálataim alapján)

Megnevezés	Térfogat százalék [%]	
	I. osztályú anyagok feldolgozása (frontfelületek előállítására)	II. III. osztályú anyagok feldolgozása (szerkezeti termékek előállítására)
Termék	54	48
Forgács (főként keresztmetszeti megmunkálás miatt)	22	24
Fűrészpor	7,5	9
Darabos hulladék, eselék	10	15
Csiszolatpor	1,5	1
Selejt	5	3

Úgy gondolom, a kapott eredményeim alapján nem domborodik ki az a mindenkiben először felmerülő gondolat, miszerint egy jobb minőségű alapanyagból jóval nagyobb kihozatal várható el. Ez pont abból adódik, hogy például egy frontfelületre legyártott termék esetén annak minőségi követelménye is sokkal nagyobb, így I. osztályú alapanyag esetén ugyanúgy megjelenik a nagy mennyiségű hulladék. Igazi gyakorlati összevetést akkor lehetne készíteni, ha egy „látható” bútorelemet I. osztályú anyagból és annál rosszabb (II-III. osztály) alapanyagból is legyártanánk.

b.) Laptermékek feldolgozása a bútoriparban

Egy érdekes szegmenshez érkeztünk el a faiparon belül. A laptermékeket előállító lemezipari cégektől származó általános lapmérettel rendelkező (pl: forgácslapgyártás során preferált táblaméret 2070x2650-2800 mm) lamináltforgácslap, farostlemez, MDF lapok és rétegelt lemezek feldolgozása során keletkező nagy mennyiségű hulladék/melléktermék a fűrészpor, a por-forgács és a darabos hulladék között oszlik meg. Fűrészpor forrása a lapszabásonnál jelentkezik. Itt sok esetben a termék nem nyeri el megfelelő, végeleges méretét, hiszen gyakran alkalmaznak CNC megmunkáló központokkal utólagos megmunkálást íves élek kialakítása végett. Ilyen esetben az elsődleges lapszabászat során nem csupán a befoglaló méret szerinti lapokat kell legyártani, hanem a viszonylag nagymértékű ráhagyásokkal kell dolgozni, ami a CNC gépen történő pozicionálás és a marószerszám átmérőjéből fakadó szerszámkorrekcióból fakad. Ezen megmunkálási fázisra a darabos hulladékon kívül a nagy mennyiségű – marószerszám által előállított és elszívórendszerrel összegyűjtött - por-forgács a jellemző.

15. táblázat: Lemezipari termékek bútoripari megmunkálása során keletkező termék-hulladék megoszlása.

Megnevezés	Térfogat százalék [%]	
	Lapszabászat során	Lapszabászat és CNC megmunkálást követően
Termék	72	55
Por-forgács	-	13
Fűrészpor	5	5
Darabos hulladék	20	23
Selejt (pl.: élkitöredezés, felületi hibák)	3	4

Az táblázatból jól látható, hogy utólagos megmunkálás esetén belép a nagy mennyiségű por-forgács mint hulladék. Ugyanakkor azt sem szabad elfelejteni, hogy a CNC megmunkálás során is keletkezhet darabos hulladék, főként akkor, amikor egy lapból több kisebb alkatrész gyártunk.

Iparunknak egy kisebb szegmensébe tartoznak, a *kizárólag lapszabászattal* foglalkozó cégek. Ezen cégekre a bútorigipari lapmegmunkálásnál leírtak jellemzőek. Amiért azonban mégis kiemelem, az az, hogy a megrendelők többnyire egész lapokat vásárolnak, ezért gyakorlatilag bérszabászattal foglalkoznak. Így a szabott alkatrészek mellé odaadják a megrendelőknek a hulladéktól (nagyon apró, vagy 1-2 cm szélességű forgácslap csíkok) különválogatott, egyéb célra felhasználható kisebb darabokat is. Emiatt nem kell a cégnek az egészen aprón kívül semmilyen hulladékkal számolnia, így ezen cégek kimutatásában a hulladék mindössze 6-8 %-os arányban jelenik meg, mely ilyen formában nem tekinthető valós eredménynek, hisz ehhez hozzá kell számolni a kívánt méretű termékek legyártása mellett keletkező egyéb, megrendelőnek „odaadott” hulladékot is.

Lemezipar (pl.: forgácslapgyártó). Ezen rész kifejtéséhez a disszertációmban egy nagyobb fejezetet fogok szentelni (a Forgácslapgyártó Zrt.-nél folytatott kutatásaimmal összefüggésben), azonban a teljesség kedvéért néhány gondolatban összegyűjtöttem a laptermékeket előállításánál során keletkező hulladékokat a forgácslapgyártás példáján bemutatva. A beérkező hengeresfa alapanyag aprítás előtti kéregzése során nagy mennyiségű kéreg keletkezik, melyet tüzelőberendezésbe juttatnak technológiai hő előállítására és fűtés céljából. Általánosan elmondható, hogy az aprítást követő megmunkálási fázisok során képződő hulladékot a termelési folyamatba vezetik vissza az alapanyagba, vagy technológiai hő állítanak elő belőlük. Mindezekből következik, hogy az egyik legkisebb mennyiségű faalapú hulladék „előállítás” történik itt. Fontos még kiemelni azt is, hogy a faipari termelés során keletkező hulladékok/melléktermékek ezen laptermék gyártása során felhasználhatóak, mint nyersanyag.

7.2.5 A faalapú hulladékok kezelési helyén történő gyűjtése, szállítása.

Elsődlegesen meg kell szívnélni a már előzőekben ismertetet gondolatmenetet, miszerint a fahulladékok nem tekinthetők hulladéknak, hanem olyan melléktermékeknek, melyet visszaforgatással (recycling) egy technológiai folyamatba gazdaságosan fel lehet használni. Fontos tehát, ezen hulladékok keletkezési helyén történő gyűjtése, onnan elszállítása, és a további hasznosításig szakszerű tárolása.

A vállalatoknál levont tapasztalataim alapján megállapítható, hogy a faiparban szinte (kisebb kézigépekkel dolgozó asztalosműhelyek kivételével) minden vállalatnál megtalálható a pneumatikus elszívás valamely változata (töbnyire: központi elszívást, vagy egyedi elszívást alkalmaznak). Megfigyelhető, hogy általában az üzemcsarnokoknak megfelelő számú központi elszívó rendszert alkalmaznak (nyilván nagyobb csarnokok esetében a gépek számától függően több is lehet), ami töbnyire az egyes csarnokokban végzett különböző műveletek eredménye (pl. fűrészcsarnok és a felületkezelő csarnok /csiszoló üzemrésze/ a leválasztók különbsége miatt (is) külön rendszert kell hogy alkosson). Az elszívórendszerrel elszállított por-forgács tárolására ideiglenesen a - rendszer elemét képező - silókban, konténerekben, porkamrákban kerül sor. Ez a módszer néhány géptől eltekintve majd mindenhol alkalmazható, de nem minden esetben oldja meg a teljes hulladék eltávolítást, hiszen egy szalagfűrész, vagy körfűrész esetét nézve az elszívással eltávolítható fűrészpor mellett csak ún. mechanikusan eltávolítható darabos hulladék is keletkezik.

Darabos hulladékok szállítását töbnyire mechanikus szállítóberendezésekkel végzik. Amennyiben nagyobb méretű darabos hulladék keletkezik (töbnyire fűrészüzemek esetén, pl.: szélezési hulladék), úgy automatikus illetve félautomatikus technológiai sor esetén az alkalmazott gép mellett a hulladék eltávolítására szállítószalagot, kereszt szállító lánctranszportórt, görgősört alkalmaznak, melyet ezt követően - általában kézi munkaerő segítségével - kalodás egységgrakatokba, konténerekbe, rakodólapokra (targoncás szállításhoz) helyezve kerül tárolásra a további hasznosításig.

Az úgynevezett manuális technológiai sorok esetén megfigyelhető, hogy a gép közvetlen környezetétől nem szállítóberendezések, hanem a "tárgyasztalról" kézi elszedés után kerül sor köztes tárolásra. Ilyen esetben a gép közvetlen közelébe elhelyezett konténerek, egységgrakatozás esetén raklapok, kalodák, hulladékszállító teknőskocsik szolgálnak a keletkező darabos hulladékok ideiglenes gyűjtésére, tárolására.

A szállítóberendezés fajtája két alaptényezőtől függ elsősorban, ez pedig az alkalmazott megmunkáló gépek, és a szállított fahulladék halmazállapota. A következő 16. táblázat a faiparban legtöbbször megtalálható (ún. „helyhez kötött”) gépek esetében keletkező hulladékokat próbáltam összefoglalni.

16. táblázat: Egyes gyakorta alkalmazott helyhez kötött forgácsoló gépek esetében keletkező fahulladékok típusai. (saját vizsgálataim alapján)

Megmunkológépek	Rönk, tönk (hámozási eselék is)	Fűrészárú + széldeszka + szélezési eselék	Furnér	Faforgács	Eselék+egyéb darabos hulladék	Fűrészpor	Csiszolatpor	Kéreg	Rostfa	Egyéb iparifa	Újrahasznosítható, visszaforgatható hulladék
Kéregzőgép (forgógyűrűs, marófejes)				X*				X			
Kéregtelenítés vízszugárral				X*				X			
Hossztoló fűrészgép	X					X					X
Asztalos szalagfűrészgép					X	X					X
Rönkvágó és hasító szalagf.		X			X	X		X			X
Keretfűrészgép		X			X	X		X			X
Asztalos körfűrészgép					X	X					X
Inga-, konzolos fűrészgép					X	X					X
Daraboló-, leszabó körfűrészgép					X	X					X
Sorozatvágó körfűrész		X				X					X
Lapszabász+páros körfűrész		X			X	X					X
Egyengető, vastagoló, többfejes gyalugép				X							
CNC megmunkáló gépek				X	X	X					X
Asztalos és felső marógép				X		X					
Fogazó-, éllécmarógép				X							
Láncmaró, csapozó marógép				X							
Vésőgépek				X	X						
Állványos-, hosszlyuk-, sorozat fűrőgépek											
Szalag-, széles szalagú-, henger-, profil-, él-, keret-, tárcsás csiszoló							X				
Furnér hámozó	X		X							X	
Furnér hasító	X		X							X	

*A kéregzés velejárója, hogy az értékes fűrészből is letéredeznek apró nem kimondottan forgács méretű hulladékok.

A 16. táblázat, és a felsorolt szállítóberendezések jellemzői alapján meg lehet határozni, az adott üzemi környezethez, körülményekhez legjobban illeszkedő szállítóberendezéseket.

7.2.5.1 *Pneumatikus „hulladék anyagszállítás” egészségügyi vonatkozásaival összefüggő problémák*

Úgy gondolom nem szabad elmennünk a por-forgács elszívás egészségügyi vonzatai mellett, hiszen a por-forgács elszívásnak amellet, hogy segít összegyűjteni a hulladékot, fontos munkaegészségügyi vonatkozása is van, mely a szállópor (mint egyfajta fahulladék) jelenlétével indokolható. A szállópor mint anyag nyugodtan tekinthető hulladéknak.

A munkahelyi fapor expozíció nemzetközi és hazai megítélése az utóbbi időkben jelentősen megváltozott. A bükk - és tölgy faport és egyéb keménylombos fafajok porait epidemiológiai ismeretek alapján a rákkeltő anyagok csoportjába sorolták, ezért a munkahelyi fapor expozíciót kiemelten kell kezelni. Az 1980-as évek közepétől különböző előírások születtek a porelszívással kapcsolatban, miután a német Veszélyes Anyagokat Vizsgáló Bizottság egyértelműen rákkeltőnek nyilvánította a tölgy- és a bükkfaport. A levegő telítettségének határértékét új gépek esetén 2 mg/m^3 , míg régi berendezések munkahelyeinél 5 mg/m^3 -ben határozták meg. Az Európai Unió irányelvei rákkeltőnek minősítik ugyan a tölgy- és a bükkfaporokat, de egy bizonyos határérték betartásával lehetővé teszik a megtisztított levegő visszatáplálást. A visszatáplált levegő portartalma $0,2 \text{ mg/m}^3$ lehet.

Magyarországon semmiféle határértéket nem adtak meg e vonatkozásban. Viszont 2001. január 1-jén hatályba lépett 25/2000 (IX.30.) EüM – SzCSM rendelet - mely a munkahelyek kémiai biztonságáról szóló - egyik mellékletében a levegőben lévő faporok megengedett belégzési koncentrációja 1 mg/m^3 , totális koncentrációja pedig 5 mg/m^3 lehet. Ezt módosította a 13/2002. (XI. 28.) ESzCsM-FMM együttes rendelete, mely csak az 5 mg/m^3 -es határérték betartását írja elő totális porkoncentrációra.

7.2.6 Faalapú hulladékok tárolás

A faalapú hulladékok tárolását alapvetően az határozza meg, hogy milyen formában (darabos, por-forgács, fűrészpor, csiszolatpor) keletkezik. Por-forgács, fűrészpor hosszabb idejű tárolására két alapvető tárolási mód kínálkozik. Az egyik a szabadban, míg a másik a zárt térben történő tárolás. [8.]

a.) Tárolás szabadban

Ilyen legtöbbször a faforgács- és farost gyárakban fordul elő, hiszen ez a tárolási mód főképp a nagy mennyiségű por-forgács, darabos hulladék tárolására alkalmas.

Módjai:

1. *Talajszinten történő laza ömlesztett tárolás:* Ez a fajta tárolás csakis darabos hulladék és aprítékok esetén használatos. Apríték tárolására csak azzal a kikötéssel van mód, hogy kis mennyiségben forduljon elő, a boltozódás veszélye miatt. A felhasználási helyre történő szállítást a burkolat alá süllyesztett csatornában mechanikus, vagy vízi úton a legegyszerűbb megoldani.
2. *Tárolás kötegelve:* A szél elsodró hatását megakadályozandó kerülhet szóba forgácsok esetén a kötegelés, bálázás, melyekből akár 20 méteres máglya készíthető máglyázógépek segítségével. Kötegeléshez elengedhetetlenül fontosak az acélpánt, illetve fapaletta. (Ritkán alkalmazott eljárás)
3. *Részben talajszint alá süllyesztett, bunkerben történő tárolás:* Ezen eljárás esetén biztosítható legjobban a folyamatos kiadagolás.

b.) Tárolás zárt térben

A zárt térben való tárolásra környezetvédelmi, időjárási (nedves anyag kezelése nehezebb, energiaigényes, energetikai hasznosítás során pedig csökkentett fűtőértékű) automatizálási szempontok miatt kerül sor. (Faiparban ez a megoldás a legelterjedtebb.) Por-forgács halmazt (ömlesztett anyag) silókban (felül nyitott zárt „edény”, mely az anyagot teljes mértékben zárt formába kényszeríti) célszerű tárolni. A silóürítés problémája, hogy „nem szabadon folyó” anyagot tartalmaznak, így boltozatképződésre hajlamosak, így részben, vagy teljesen akadályozzák a folyamatos anyagáramlást. Ezen probléma kiküszöbölése végett a silókat korszerű tároló, bolygató, kihordó berendezésekkel látták el.

8. Faalapú hulladékok helyzete külföldön (Ország tanulmányok)

A következőkben a disszertáció terjedelmi okai miatt „csak” két ország faalapú hulladékokra vonatkozó, törvényi és gyakorlati kereteit tekintem át, a többéves nemzetközi COST E31 kutatási program – mint résztvevő -, valamint külföldi tanulmányutak és irodalmak segítségével: Németországot és Lengyelországot. Célom az, hogy a magyar faipari hulladékgazdálkodás, ezen belül a faalapú hulladékok/melléktermékek helyzetét könnyebben bemutathassam és összehasonlíthassam. Ezenkívül nem mellékes, hogy a Magyarországi kutatásaim során e háttéranyagok kiindulópontokat jelentettek.

8.1 Németország faalapú hulladékgazdálkodása

Németország az Európai Unió legnagyobb és egyik legfejlettebb országa. Sokszor hangoztatott nemzeti tulajdonságuk, a precizitás a környezetvédelemben, és ennek megfelelően a faipari hulladékok kezelésében is megjelenik – újabb és újabb kutatásokat indítanak, eljárás módokat keresnek ennek fejlesztésére, optimalizálására. Németországban az újrahasznosított fával kapcsolatosan az alábbi törvények jelentősek:

- A német zárt anyagkörforgásról és hulladékgazdálkodásról szóló törvény (Kreislaufwirtschaftsgesetz)
- Az égetőüzemekről és más égető-berendezésekről szóló rendelet (a Szövetségi Kibocsátási Felügyeleti/Ellenőrzési Törvény 17. végrehajtási rendelete)
- A hulladékfa elszállításával és visszaforgatásával kapcsolatos követelmények rendelete (Altholz Verordnung)
- A megújuló energiaforrások prioritásáról szóló törvény (Erneuerbare-Energien-Gesetz –EEG)
- Biomasszából történő elektromos áram fejlesztéséről szóló rendelet (Biomasseverordnung für klimaschonende Energieerzeugung)
- Harmonizált Hulladékok Jegyzékéről szóló rendelet (Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis).” [26.]

Az első törvénykezés lényegében meghatározza a német hulladékgazdálkodás alapjait, elveit. Célja az, hogy védje a természeti erőforrásokat, és a hulladékkezelés során ökológiailag is a lehető leghelyesebben járjon el. Fő alapelvei a

- megelőzés
- csökkentés
- újrahasznosítás vagy újra használatba vétel
- megsemmisítés

Ezek nagy hasonlóságot mutatnak az EU 74/442/EGK (91/156/EGK) direktívájában megfogalmazottakkal. A törvény maga 1994. szeptemberében keletkezett, így megállapítható, hogy az Európa Uniós jogszabály alkalmazására készült, átvette annak alapelveit.

A második törvény kialakítását a 2000/76/EK irányelv gyakorlatba történő átültetése kívánta meg. Az irányelv, csakúgy, mint a rendelet, a hulladékégetés jogi feltételeit határozza meg. Korábban ebben a rendeletben határozták meg a levegőt szennyező anyagok kibocsátási határértékét. 2003.-ban az irányelv alkalmazásával a rendelet is megváltozott: itt rögzítették a szilárd és a folyékony hulladék égetésének feltételeit, különös tekintettel a lehetséges veszélyes hulladékokra. Ez utóbbiakra egy sokkal szigorúbb szabályozás lépett életbe mind a kibocsátásra, mind a hulladékégetők működésére vonatkozólag. A gyakorlati életben fontosak az úgynevezett együttégető berendezések, amelyekben a fahulladékot más szokásos tüzelőanyaggal kevernek össze. Ezen berendezések kibocsátásának sem szabad magasabb szennyezettségű levegőt kibocsátaniuk, mint a hagyományos faanyag égető-berendezéseknek.

A legjelentősebb jogszabály a gyakorlati életben azonban a faipari hulladékgazdálkodásra vonatkozó rendelet (Altholz Verordnung). Bár már létezett egy erre vonatkozó szabályozás (az elsőként tárgyalt zárt anyagkörforgásra és hulladékgazdálkodásra vonatkozó törvény), az túl általános volt, főként a fahulladék specializált jellegét illetően. A rendelet speciálisan a fahulladékkal kapcsolatos gazdálkodásra, menedzsmentre vonatkozik, és több jelentős dolgot is megállapít, amely segítette a további fejlődést. 2003. márciusában lépett életbe. Speciális követelményeket határozott meg a recyclingra és az energiahasznosításra vonatkozóan. A rendelet más anyagokra vonatkozóan is példaként szolgált (mondhatni, egy kísérlet volt egy ilyen jogszabály kialakítására), és a fa több szempontból is hasznos „példaanyagnak” bizonyult egyrészt mennyisége, másrészt mind újrahasznosíthatósága, mind tüzelőanyagként való nagyfokú használhatósága révén.

A rendelet meghatározta a fahulladék fogalmát, mely szerint általában fahulladéknak nevezzük a:

- a megmunkált fa maradványait

- származtatott fűrészárú termékeket
- használt
 - faalapú csomagolópapírokat
 - palettákat
 - bútorokat
- építkezési bontott faanyagokat.

Összetett anyagok esetén az tekinthető fahulladéknak, ahol az összetevők több mint 50%-ban faanyagok. Fontos továbbá az is, hogy az érintett anyagot, terméket, stb. hulladéknak nyilvánítsák. Ez azt jelenti, hogy a kapcsolódó vagy melléktermékek (pl. forgács egy fűrészüzemben) nem tartoznak a fentiek (tehát a hulladékok közé) közé. A jogszabályban több definíció is található a fahulladékokkal kapcsolatban, mint például mi tekinthető favédőszernek, hulladékkezelő berendezésnek, stb. A rendelet leszögezi azt is, hogy ha a fahulladékot nem hasznosítják újra, akkor csak hőtermelés képzelhető el, a hulladéklerakóban történő végleges elhelyezés nem megengedett.

A rendelet osztályozza is a különböző anyagokat¹⁶:

- *A I.* : természetes állapotú, csak mechanikailag megmunkált faanyag, amelyben csak minimális a szennyeződés
- *A II.* : ragasztóanyaggal kezelt, festett, lakkozott, stb., amely nem tartalmaz halogénezett szerves anyagokat és nincs favédő szerrel kezelve.
- *A III.* : fahulladék amely tartalmaz halogénezett szerves anyagokat és nincs favédő szerrel kezelve.
- *A IV.* : védőszerekkel kezelt fa, amelyek nem kerülhetnek be az első három kategóriába. Ilyenek például a vasúti talpfák, a póznák, stb.

A törvény osztályozását a legújabb kutatások kiegészítik a következővel:

- PCB fahulladék: azon fahulladékok, amelyek PCB-t tartalmaznak (a PCB/PCT hulladék rendelet értelmében). Ez szintén nem sorolható be egyik kategóriába sem. Ezt akkor kell használni, ha a PCB tartalom magasabb, mint 50 mg/kg.

A legtöbb problémát a IV. csoport okozza a faiparban, hiszen a legtöbb fűrészáru-hulladék olyan anyagokkal kezelt (festett, lakozott, stb.), amelyek magas kockázati tényezőt képviselnek. Ennek mértékét a 17. táblázat is jól mutatja.

¹⁶ Altholz Verordnung

17. táblázat: Szennyeződés mértéke néhány fahulladék esetében Németországban [26.]

Hulladékfajta	(Lehetséges) Szennyeződés	Mértéke m ³ -ként	Becsült mennyiség (x1000 tonna/év)
Vasúti talpfa	karbolsav	45 kg-175 kg	kb. 60-85
	CKB ¹⁷	nincs adat	
Pózna	CKB ¹⁷ , CKF ¹⁷ , CKA ¹⁷	6-12 kg	kb. 15-25
	karbolsav	kb. 90 kg	
	higany-klorid	0,6-1,0 kg	
Építmények lebontásából keletkező fahulladék	Minden felületkezelő, kivéve karbolsav, klórnaftalin és higanyklorid, burkolatok, mázak, szennyeződések, stb.	Felsorolás nem lehetséges	kb. 500- 2000
Bútorok	burkolatok, mázak,	ismeretlen	kb. 2500
	ragasztóanyagok		
Ipari maradványok	ritka, és ismert, ha tartalmaz	Felsorolás nem lehetséges	kb. 8000
Összes kezelt	-	-	1300-3400
Kezeletlen	-	-	10500
Összesen	-	-	11800- 13900

Mint a 17. táblázatban is látható, a kezelt fa mennyisége az összes fahulladék 10-20%-a. Ez azt jelenti, hogy egy jelentős hányada a fahulladéknak tartozik a IV. osztályba, és ezzel egészségügyi és környezetvédelmi okokból is kell kezdeni valamit. Bár Európa legtöbb országában, így Németországban is igyekeznek csökkenteni a veszélyes anyagokkal való faanyag kezelést, de a jelenleg keletkező fahulladékokat is hasznosítani kell. Az osztályozás célja az, hogy a felelősségérzet növekedjen a hulladékok kezelőiben, és ezt különböző dokumentációs és jelentési kötelezettségekkel is alátámasztják. Ezt szolgálja az is, hogy a különböző kategóriákban szereplő hulladékfajtákat el kell különíteni. A rendelet tiltja, hogy más és más kategóriákba tartozó fákat összekeverjenek, és egy fahulladék- mixnek meg kell felelnie egy adott kategória szigorú követelményeinek. Az egyes kategóriák egyedi hasznosítási lehetőségeket biztosítanak a felhasználók számára. Mindegyik kategória felhasználható ipari faszénként és mesterséges gáz előállítására, természetesen megfelelő engedélyek birtokában, és a kibocsátási határértékeknek megfelelően (ezeket a már fenn említett

¹⁷ Különböző rovar és gombaölő szerek, réz-kromátok (CK) sói: CKB (bróm), CKF (fluor), CKA (arzén)

törvények, valamint speciálisan erre az iparágra szakosodott törvények szabályozzák). Az eljárások során ugyanis a szerves szennyeződések lebomlanak, míg a nehézfémek szilárd állapotban visszamaradnak, esetleg feloldódnak a gáz-hulladék megtisztítása során. Csakis a tiszta, vagy alacsony szennyezettséggel rendelkező fahulladék használható fel faipari termékek előállítására. Itt azonban rendkívül szigorú kritériumokat határoztak meg.

18. táblázat: Szennyeződés maximális értékei hasznosítás esetén Németországban [26.]

Anyag	Koncentráció
arzén	2
króm	30
higany	0,4
fluor	100
ólom	30
kadmium	2
Réz	20
Klór	600
PCP	3
PCB	5

A legjobb eljárás az lenne, ha energiát csak azokból a fahulladékokból állítanának elő, amelyek nem használhatóak fel újabb faipari termékek előállítására. A probléma csak az, hogy a többi fahulladék elégetése, gázosítása, stb. a szennyezettség miatt drágább eljárásokat, berendezéseket igényel, és a rájuk vonatkozó rendeletek betartása is nagyobb anyagi befektetést igényel. Jelenleg ugyanis csak azokban a kazánokban hasznosíthatják az A IV-es kategóriába tartozó hulladékokat, amelyek megfelelnek a Központi Kibocsátási Ellenőrzési Törvény 17. alkalmazási rendeletében (Rendelet a hulladékok és más éghető anyagok égető-berendezéseiről) támasztott - kibocsátott károsanyagokra vonatkozó - legmagasabb követelményeinek. A 19. táblázatban az egyes eljárások különböző kategóriákban történő alkalmazhatósága figyelhető meg.

19. táblázat: Fahulladékok anyag-visszaforgatási eljárásai [26.]

Újrahasznítási módszer	Engedélyezett fahulladék-kategória				Különleges követelmények
	A I	A II	A III	A IV	
Faforgácsá történő átalakítás (pl.: darálást követő forgácslapgyártás)	Igen	Igen	(Igen)		Az „A III” kategóriában akkor engedélyezett, ha a lakkot vagy más bevonatot eltávolítják
Szintetikus gáz előállítására későbbi kémiai használatra	Igen	Igen	Igen	Igen	Csak akkor engedélyezett, ha a berendezés rendelkezik erre vonatkozó engedéllyel a Központi Kibocsátási Ellenőrzési Törvény 4. Cikkelyének megfelelően
Ipari faszénné történő megmunkálás	Igen	Igen	Igen	Igen	Csak akkor engedélyezett, ha a berendezés rendelkezik erre vonatkozó engedéllyel a Központi Kibocsátási Ellenőrzési Törvény 4. Cikkelyének megfelelően

Az Németországban a „fafogyasztás” a 20. táblázatnak megfelelően alakul:

20. táblázat: Éves „fafogyasztás” Németországban [27.]

Fajta	Teljes (*10 ⁶ m ³)	Per fő [m ³]
Fűrészáru	22	0,27
Rost	6	0,07
Forgácslap	15	0,18

Ez elég magas arány, bár az EU-15-ök átlagát nem éri el (ez utóbbit a tag skandináv államok fogyasztása növeli meg nagymértékben). A fahulladékok, maradványok felhasználása a 21. táblázat hasznosítási mennyiségeiben megy végbe

21. táblázat: Fahulladékok felhasználása [26.]

Fajta	Mennyiség (m ³)	Fő hasznosítás
Fűrészpor	3,3 millió	Lapgyártás
		Komposztálás
		Energiahasznosítás
Forgács, apríték	6,4 millió	Rostosítás
		Lapgyártás
		Energiahasznosítás
Másodlagos eljárások	1,5 millió	Energiahasznosítás

Jelenleg a források 45 % -át használják fel energetikai célokra, amely egy fokozatosan növekedő tendenciát mutat. Ipari termékek előállítására (tehát másodnyersanyagként való felhasználás) kb. 35 % -át hasznosítják. Természetesen itt is megfigyelhető a hulladékfa árának növekedése, amely általános trend egész Európában, mivel a kereslet a támogatási rendszer megváltozása miatt megnövekedett. Ez kihatással van a faipari cégekre, főként azokra, amelyek fűrészipari melléktermékeket, illetve más ipari maradványfákat dolgoznak fel, és természetesen a biomasszát energetikai célokra hasznosító üzemekre egyaránt. A változás 1999.-ben következett be, amikor a német törvényhozás megalkotta a megújuló energiaforrások szülő törvényt (Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien –EEG), amely 2000.-ben lépett életbe. Ebben ugyanis egy meghatározott összegű támogatást fizetnek azoknak, akik megújuló energiaforrásokat, ezen belül biomasszát hasznosítanak energetikai célokra.

A támogatás felülmúlta a piaci árat, és a már kialakult faanyag-piacon új tényező, alternatíva jelent meg: a biomassza, így a faanyagok energetikai hasznosítása – kedvezőbb befektetési lehetőségekkel hosszabb távon. Ráadásul befektetési támogatást is nyújtanak a megújuló energiaforrásokkal való energiatermelés kiépítéséhez. Főként a kereskedő cégek jártak jól. Ez a tény azért is fontos, mert egy 2003.-as kutatás szerint a fűrészipari cégek melléktermékeinek 32%-át a kereskedők veszik meg – és ezek természetesen a legjobb áron kívánják továbbadni a termékeiket. A legjobb ár jelenleg a támogatott ár. Németország egyébként a kiotói egyezménynek jegyében azt vállalta, hogy 2010-re a bruttó elektromos áram fogyasztás 10%-át teszi ki a megújuló energiaforrásokból származó energia.

8.2 Lengyelország

Lengyelország hazánkhoz hasonlóan 2004.-ben lett az Európai Unió tagja, és Magyarországhoz hasonló gazdaságtörténettel rendelkezik. A faipara rendkívül dinamikusan fejlődik, és több kutatást indítottak meg ezen a területen és nem utolsósorban szintén a COST E31 nemzetközi program tagja.

Lengyelországban is főként az Európai Unió jogharmonizáció idején keletkeztek erre a területre vonatkozó törvények, az uniós jogszabályok alkalmazásai. Ez amiatt is így van, hogy a faiparra, megújuló energiaforrásokra vonatkozó kutatás-fejlesztés még gyerekcipőben jár, és így nehéz kialakítani egy olyan törvényi háttérrel, ami speciálisan az országra vonatkozik (ez, mint látni fogjuk, Magyarországon is így van). A hulladékokat is a Hulladékkatalógusnak megfelelő kategóriákba sorolták

(Környezetvédelmi Miniszteri Rendelet alapján, 2001.). Mivel hivatalos statisztika nincs a fahulladékokra vonatkozólag, ezért a Poznani Fatechnológiai Intézet kutatásai szolgálnak adatokkal. Itt természetesen megpróbálták különböző csoportokba, kategóriákba szedni a fahulladékokat:

- fa kerti termékek
- póznák
- pillérek, állványok
- cölöpök
- építkezési munkák során használt fa
- épületszerkezeti elemek
- épületek
- asztalosmunkák
- padlóanyagok
- belsőépítészeti elemek
- csomagolóanyagok
- raklapok
- vasúti sínek
- bútorok
- ablakok és ajtók [25.]

Ezek a kategóriák azért voltak szükségesek, hogy a végtermékek kínálatát pontosan meghatározhassák. A kategorizálás során figyelembe vették a termék várható élettartamát, felhasználóit, és a védelmi eljárásokat, amit a termék készítése során alkalmaztak. Ezek a kategóriák azonban csak arra használhatóak, hogy a piacon jelenlevő termékkínálatot elemezhessek. Lengyelországban azonban még nem létezik egy kidolgozott eljárási rendszer a fahulladékok összegyűjtésére és újrahasznosítására vonatkozólag. A kutatási eljárások során azonban itt is meghatároztak 4 kategóriát, melyek kialakításánál figyelembe vették a környezetvédelmi szempontok mellett a hasznosíthatósági értéket is:

- 1. kategória: hengeres fa termékekből visszanyert hulladék, amely nem tartalmaz favédőszereket és nem-fa anyagokat
- 2. kategória: fűrészelt fából készült termékek, amelyek kis mennyiségben tartalmazhatnak nem-fa elemeket, különböző festett termékeket, favédőszereket és ragasztóanyagokat.
- 3. kategória: már megmunkált faanyagokat tartalmazó termékek, amelyek tartalmazznak nem-fa anyagokat, nagymértékben kemikáliákat, de nem tartalmazznak fa védőszereket.
- 4. kategória: minden olyan termék a fenti hátról, amely nagymértékben tartalmaz fa védőszereket, de csak kis mértékben tartalmaz nem-fa anyagokat. [25.]

Az 1. kategóriát csak ipari alkalmazásra használják (újra feldolgozzák, és faipari terméket állítanak belőle elő), míg a 2. kategória hulladékainak 30%-a, a 3. kategória hulladékainak 10%-a alkalmas erre. E két kategória hulladékainak maradék részét energia-előállítás és más eljárások során hasznosítják (akár hulladékként lerakják). Ez az összes hulladék vonatkozásában azt jelenti, hogy kb. 37%-a hasznosítható újra faipari termékként (ez kb. 1,8 millió m³), míg a maradék fahulladék többségét energia-előállításra használják. Bár a fahulladékok mennyisége 2015.-re várhatóan 9%-kal nő (5,0 millió m³-ről 5,4 millió m³-re), arányaiban is nagyobb lesz az energiefelhasználás. A trend ezek változásai mellett a fogyasztói szokások megváltozását is hozza: a tömör fából készült termékek használatáról a hangsúly egyre inkább eltolódik a faanyagból készült (pl. forgácslap) termékek használatának irányába. Ezt a változást az energiapiac változása is erősíti, mivel ott egyre inkább a természetes tüzelőanyagok kerülnek előtérbe.

Megfigyelhető, hogy bár a német rendszerhez hasonlóan itt is négy kategória található, a kategóriák nem igazán fedik egymást. A német rendszer szigorúbb, de nem különbözteti meg a fahulladékokat úgymond származásuk szerint (tömör fa vagy fűrészelt fa). A lengyel rendszer is tükrözi a gyakorlatot, amiből megállapítható, hogy akkora válogatást nem kívánnak meg a termelőktől-fogyasztóktól, mint a németek. Tükröződik továbbá a kategóriákban a kezdeti, végtermék szerinti csoportosítás is. Így egy termékről nemcsak azt kell meghatározni, hogy mennyire szennyezett, de el kell dönteni azt is, hogy milyen típusú, milyen eljárással készült végtermékről, fahulladékról van szó. A német rendszer ezzel ellentétben csak a szennyezettséget figyeli.

Sajnos jelenleg Lengyelországban a fahulladékok kezelését, magát a hulladékot is (természetesen típustól függően) inkább kellemetlen, fárasztó kötelességnek érzik, és nem látják át ennek hasznát. Ez abban is megmutatkozik, hogy függetlenül a szennyezettségtől, a legtöbb fahulladék a szemétkerakóban végzi. A kutatók dolgoznak a megoldásokon, technikai és metodikai értelemben is. Rendkívül nagy az együttműködés Németországgal, ahol kereskedelmi kapcsolatok is létesültek ezen a területen. Metodikai eltérés, hogy a lengyel kutatók a faipari hulladékot teljesen külön kezelik a többitől – valószínűleg azért, mert ennek van piaca, kereskedelmi rendszere, míg a fent elemzett hulladékoknak nincs. A hulladékok aránya a 22. táblázatban ismerhető meg.

22. táblázat: Faipari hulladékok mennyisége Lengyelországban [25.]

Fajta	Mennyiség (millió m ³)
Tömör fa hulladékok	4,9
Lapgyártás hulladékai	1,4
Kéreg	1,2
Összesen:	7,5

E hulladékok keletkezési helye főként a fűrészipar (60 %). A bútoripar 15%-ban, míg a lapgyártás 14%-ban részesedik ebből. A felhasználás csaknem 50-50%-ban oszlik meg az ipari és az energetikai felhasználás között (3,6 millió m³, ill. 3,7 millió m³). Lengyelország 2010-re azt vállalta, hogy a megújuló energiaforrások részesedése 7,5% lesz. Ennek nagy részét biomasszából fedezik (2002.-ben a megújuló energiaforrások 98%-át ez tette ki).¹⁸

¹⁸ Bizottság jelentése „A megújuló energiaforrások részesedése az EU-ban” 2004.05.26. SEC (2004) 547

9. Az inverz logisztika jelentősége a faalapú hulladékok tekintetében

A faipari termékek kezelési rendszerének egyik legkritikusabb eleme a termelés során keletkező hulladékok és a már termékként életútjának végére ért elhasznált anyagok begyűjtése. A gyűjtés esetén forrásként jelennek meg a háztartások, vállalkozások, társas intézmények, valamint a termék termelése során többek között az elhasznált termék hulladékával megegyező minőségű hulladékot „előállító” vállalatok. Ezek szerteágazó keletkezési helyei a begyűjtést nagymértékben nehezítik, és ez legjobban a lakosságnál keletkező faipari hulladékok esetén jelenik meg. Elsődleges megoldásnak adódott - a téma megismerésének vonatkozásában, - hogy a logisztikának egy manapság egyre inkább elterjedőben lévő részéhez, az ún. inverz logisztikához nyúljunk.

Magát az inverz logisztikát gyakorlatilag a hulladékok nagyobb arányú hasznosítása hozta létre, ami a környezet védelmére irányul. Éppen ezért ez az integrált hulladékgazdálkodási rendszerek révén jelentős hatással van a magyar gazdasági, társadalmi életre is. Öröndetes, hogy a „hulladék” szó hiányzik a legtöbb irodalmi megfogalmazásból is, hiszen az inverz logisztika tárgyát nem képezi az, hogy egy adott anyagról eldöntsük, hogy hulladék, vagy melléktermék. Ugyanakkor a szakma helytelenül az inverz logisztikát alapvetően „hulladéklogisztikának” nevezik, mivel ezen területen elsődlegesen mindig a kommunális hulladék begyűjtését értették és értik ma is helytelenül.

Az inverz logisztikában egyre jelentősebbé válnak - az egyre növekvő mennyiségben megjelenő – a nem használt anyagok, melléktermékek, hulladékok áramlásai. Kiinduló pontjai az ilyen irányú változásoknak a csomagolóanyagokból adódtak és a feladat leginkább a szállításban merült ki, de a közelmúltban a termék újrahasznosíthatósága vált elsődlegessé.

A faalapú hulladékokra vonatkozó inverz logisztikát véleményem szerint az alábbi főbb külső negatív tényezők befolyásolják:

- A faipari termékek életciklusának lerövidülése (Korunkban egyre inkább előtérbe kerülnek a tömörfát nélkülöző, így lamináltlapból készülő bútorok. Ezek tapasztalatok alapján hamarabb válnak felhasználója számára értéktelenné, illetve ezen típusú bútorok felújításának lehetősége nagymértékben korlátozott.)

- Fogyasztói társadalom bővülése és az egyre olcsóbb és így egyre gyengébb minőségű alapanyagból készült termékek növelik az éves szinten keletkező fahulladékok mennyiségét.
- Üzemanyagárak folyamatos növekedése meghehezíti ezen hulladékok begyűjtését, így egyre kisebb távokon valósítható meg a gazdaságos begyűjtés
- Fahulladékok mennyiségi növekedése, melyet alapvetően az életciklus lerövidülése és a fogyasztói társadalom bővülése generál

Természetesen szükséges ugyanakkor áttekinteni a pozitív befolyásoló tényezőket is:

- Környezettudatos gondolkodás egyre jellemzőbb mind a lakosságra, mind pedig a gyártó cégekre.
- Egyre több koordináló szervezet jelenik meg ezen a téren, és az így kialakult egészséges versenyhelyzet javíthatja a fahulladékok hasznosításának arányát.
- A hulladékokra vonatkozó szigorodó szabályozás. Itt ismételtet meg kell jegyezni, hogy kimondottan faalapú hulladékokra jogi szabályozással nem találkozhatunk Magyarországon.

A teljes, integrált hulladékgazdálkodási rendszer esetén szorosan egymáshoz kapcsolódó, konkrét inverz logisztikai folyamatokat (begyűjtés, szelektálás, előkezelés, átmeneti tárolás, szállítás, feldolgozás) a tágra értelmezett hulladéklogisztikai elméletek, modellek veszik körül. Ezen modelleket manapság egyes szakértők „5R” (Reduction, Replacement, Recovery, Recycling, Reutilization) környezetvédelmi intézkedési program felől közelítik meg.

Ez azonban megítélésem szerint nem teljesen fedi le faalapú hulladékainkhoz kapcsolódó speciális területet, így ezt tovább elemezve összeállítottam a „6R” módszert, melyben az előzőektől eltérően a hulladékok keletkezési helyeinek felkutatásának fontosságát hangsúlyozom ki (ezzel összefüggésben vizsgálatokat végeztem az Ülóbútor Kft.-nél., mely a 11.4.4 és 11.4.5 fejezetekben bemutatásra kerül):

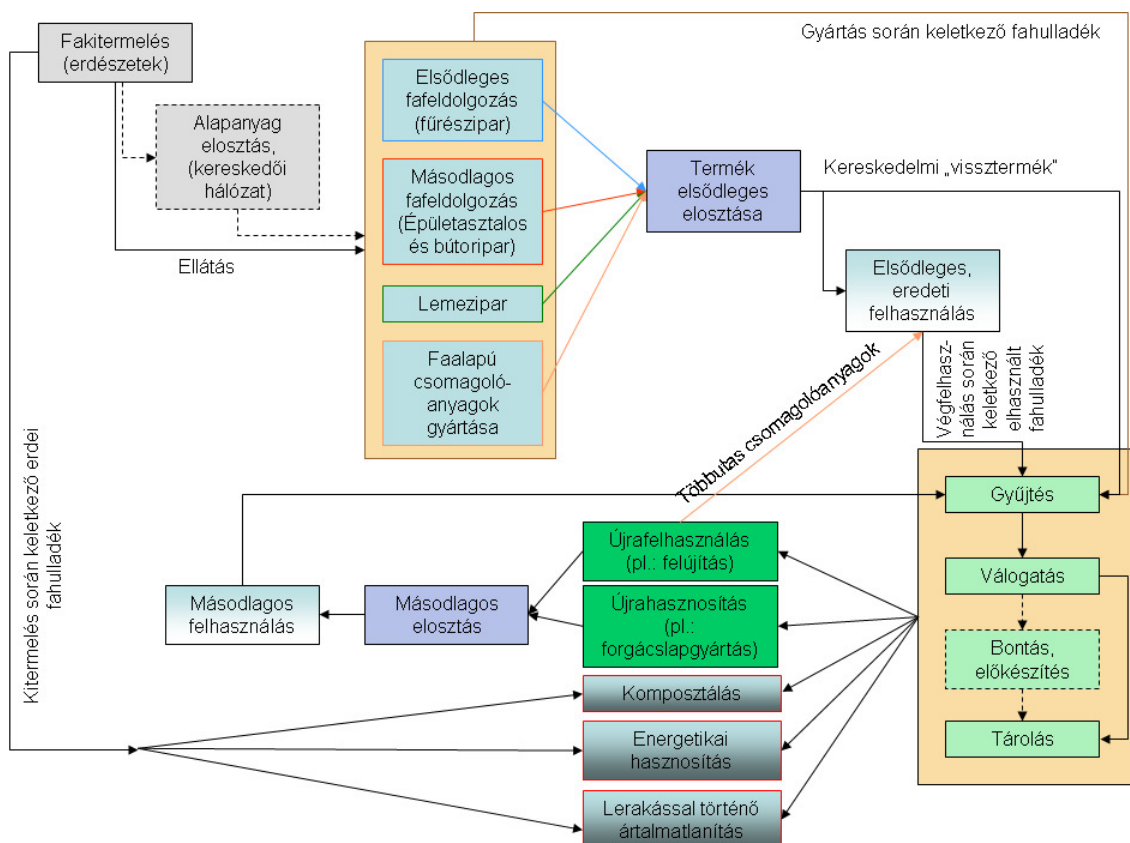
- a hulladékok keletkezési helyeinek felkutatása (Respect)
- hulladékok mennyiségének csökkentése (Reduce)
- a hulladékoknak, esetleg veszélyes anyagoknak kevésbé problémás anyagokkal történő helyettesítése (Replacement, Rethink, Refine)
- a hulladékok szelektív összegyűjtése utáni újrafelhasználása (Reuse)
- a hulladékok szelektív összegyűjtése utáni újrafeldolgozása (Recycle), és a recycling-al egyenértékű újrahasznosítás (Reutilization)

- lehetőség szerint, ezekből a hulladékokból, értékes anyagok, illetve energia visszanyerése (Recovery vagy Retrieve Energy)

A Felsorolásomból kitűnik, hogy sok esetben több szinonim angol kifejezést is feltüntettem, mivel a logisztikában és környezetvédelemben ezeket sokszor felváltva használják.

Megfogalmazásom szerint az inverz logisztika legalapvetőbb feladatának a hulladékok hasznosítását (feldolgozása, újrafelhasználása) kell tekinteni, nem elhanyagolva természetesen hulladékok begyűjtését, osztályozását, előkezelését, átmeneti tárolását, továbbítását, szállítását sem.

Mindezekkel összefüggésben megállapítható, hogy szükséges a termék, hulladék/melléktermék életútjának végigkísérése. Éppen ezért összeállítottam egy folyamatábrát, mely segítségével bármely faalapú anyag (termék, hulladék, melléktermék) életciklusát, végig lehet kísérni. Az 8. ábra ugyanakkor segít döntést hozni a hasznosítások területén is.

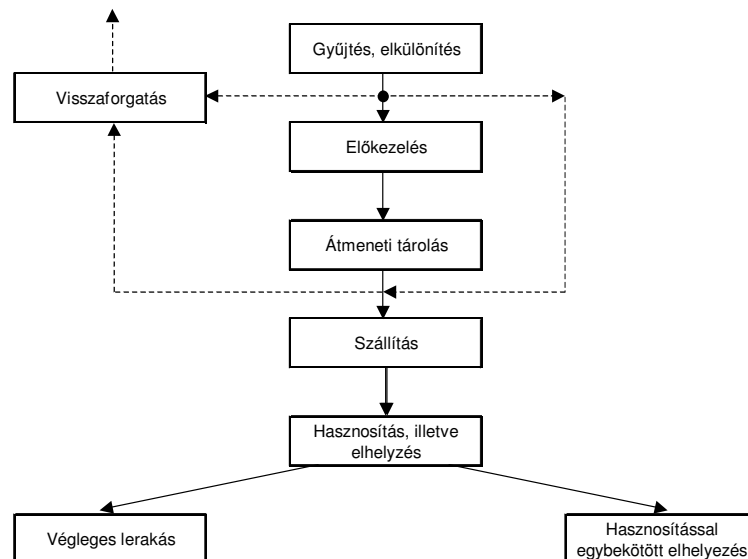


8. ábra: Faipari termékek, hulladékok/melléktermékek életútjának folyamatmodellje

10. A faipari hulladékok komplex hulladékkezelése és hasznosítása

10.1 A faipari hulladékok általános kezelési módszere

A hulladékok kezelésének általános – a faiparra is érvényes – sémája a következő ábrával jellemezhető:



9. ábra: Faipari hulladékok kezelésének „klasszikus” általános sémája. [9.]

Mai fogalmainknak megfelelően az ábra némi magyarázatra szorul. Egyfajta előkezelésnek számít már maga a gyűjtés, az átmeneti tárolás és a szállítás is, hiszen ezek nélkül hasznosítást végezni nem tudunk. Ugyanakkor nem korlátozódik le csakis ezekre az előkezelés, hiszen ezen a hulladékok stabilizálását és minőségi paramétereinek javítását értik általában. Természetesen az átmeneti tárolás kimaradásakor a végleges lerakás esetén is szükség van az azt megelőző előkezelésre. A szállítás az ábrán a 4. művelet, ez azonban nem szabály, hiszen a szállítás – több formája - bármelyik más művelet előtt felléphet. Visszaforгатásra csak a keletkezés helyén, általában átmeneti tárolást követően van mód, illetve ennek van realitása, hiszen az előkezelés és szállítást követően hasznosítással egybekötött elhelyezésről beszélhetünk.

Általánosan, tehát 5 fő műveletet különböztetünk meg a már keletkezett hulladékok tekintetében:

1. művelet: Gyűjtés, elkülönítés.

A hulladék sorsát legjobban meghatározó művelet. Általában kevert és szeparált gyűjtési formákról beszélhetünk. Ugyan mindegyik műveletre mondhatnánk, hogy a legfontosabb, de a gyűjtés esetén ez nyomatékosan igaz, hiszen a mérgező, veszélyes anyagokat kiszűrő, az ezek különválasztását és különkezelését célzó ún. forráskontroll alapvetően és leghatásosabban a gyűjtés fázisában valósítható meg. (részletesen a 7.2.5 fejezet foglalkozik a témával)

2. művelet: Előkezelés

A hulladékok előkezelése lehetővé teszi az ezt követő műveleteket, oly módon, hogy a valamely szempontból kedvezőtlen minőségi paramétereket kedvező módon változtatja meg. Az előkezelésnek, fizikai, kémiai és biológiai módszerei vannak, ezek közül a leggyakrabban, a faiparban a hulladékok aprítása, rostálása, hulladék válogatása, a vasanyagok mágneses eltávolítása, folyadékok szűrése, iszapok víztelenítése, porszerű hulladékok szemcsézése, brikettálása fordul elő.

Az előkezelési módok szorosan kapcsolódnak a hasznosíthatósághoz és az ártalmatlanításhoz, hiszen azt nagymértékben megkönnyíthetik, vagy egyáltalán lehetővé teszik a további manipulálást és a végső elhelyezés valamely módszerének megvalósítását.

3. művelet: Átmeneti tárolás

Az időbeli különbségek áthidalása végett van szükség átmeneti tárolás alkalmazására. Erre a (fa)ipari hulladékok esetén az ipartelepen belül létesített átmeneti tároló létesítésekor van mód, melynek meg kell felelni a szabványoknak, valamint a hatályos jogszabályoknak.

4. művelet: Szállítás

Szállításnál felmerülő legnagyobb probléma, hogy a veszélyes anyag szétszóródik, illetve nem a megfelelő helyre kerül. A veszélyes árukat a szállítás miatt (is) ún. kizárólagos és szabad osztályokba sorolják a vonatkozó nemzetközi egyezmények. Előbbi azért kizárólagos, mert csak ebben az osztályban felsorolt anyagok szállítását engedélyezi, az előírt körülmények között. A szabad osztályt három alcsoportra lehet (kell) osztani, melyek: a tilos, a korlátozásokkal szállítható és a korlátozás nélkül szállítható anyagokat és tárgyakat tartalmazzák. A szállítás történhet ömlesztve, vagy csomagoltan. Veszélyes hulladékok esetén rendszerint „szigorú” zárt csomagolást alkalmaznak.

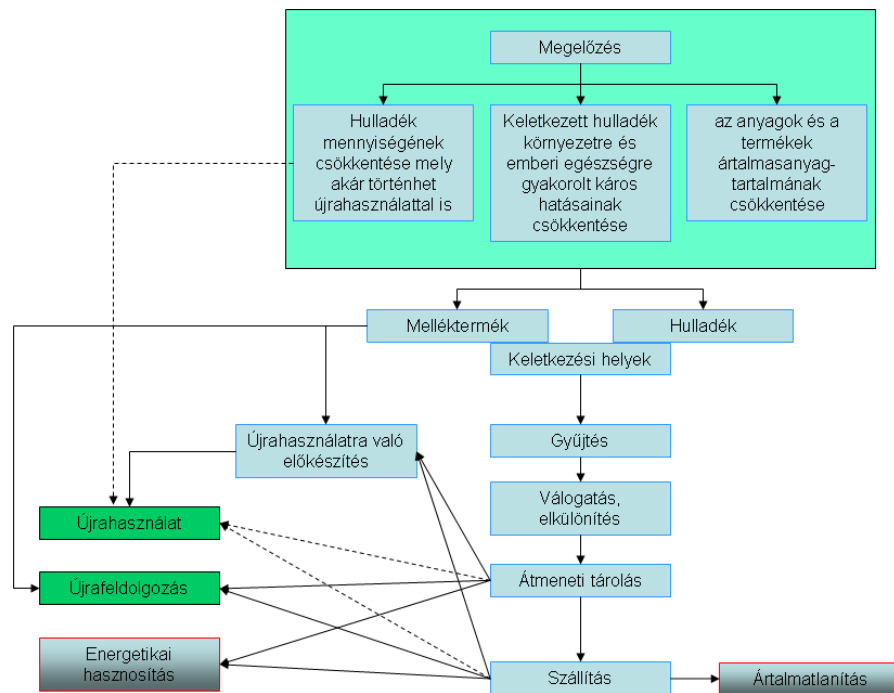
5. művelet: Elhelyezés, hasznosítás

A végső fázisa a hulladékkezelésnek, mely alapvetően kétféle lehet:

- hasznosítás, illetve hasznosítással egybekötött elhelyezés
- végleges lerakás

E kettő közül lényegesen jobbnak mutatkozik az első megoldás, hiszen hasznosítás esetén nem csak az ártalmatlanítás a megoldott – mint a végleges lerakás esetén –, hanem közvetlen gazdasági eredménye is van. Ezért nyilvánvaló, hogy ahol csak lehet az első megoldást kell alkalmazni. Itt azonban meg kell jegyezni, hogy főként veszélyes hulladékok esetén ez a megoldás csak korlátozva fordul(hat) elő.

A hulladékok kezeléséhez kapcsolódik 4. fejezetben már ismertetett 2008. március 18.-án megjelent 4/2008/EK közös állásfoglalás iránymutatásai és gyakorlati ismereteim, tapasztalataim alapján összeállítottam egy, a faalapú hulladékok kezelésére vonatkozó sémát, melyet a 10. ábra szemléltet.

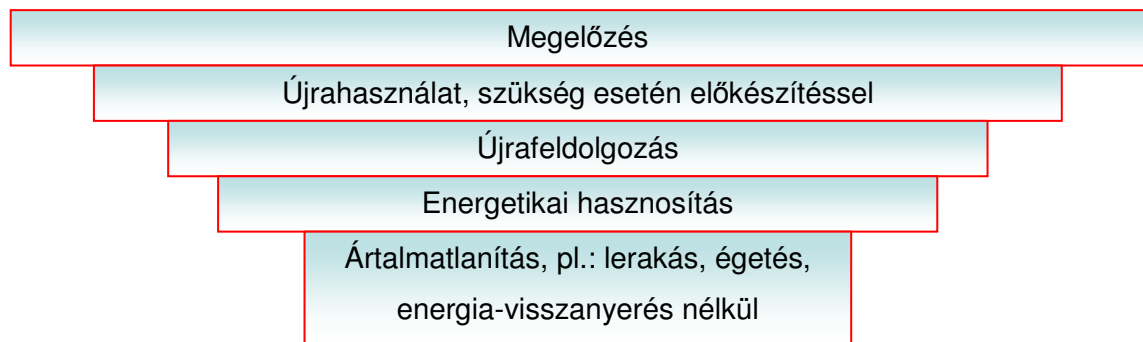


10. ábra: Faalapú hulladékok kezelése új megközelítésben

Alapelv az előzőekhez képest többek között abban változott, hogy már magát a megelőzést is egy tudatos kezelési eljárásnak tekintem. Ennek azonban nem csak a keletkező hulladék mennyiségének csökkentésére kell korlátozódnia, hanem tartalmaznia kell a környezetre és emberre gyakorolt hatás csökkentését, valamint keletkező termékek ártalmasanyag tartalmának minimalizálását is. Már a keletkezési helyeken célszerű eldönteni a hulladékról vagy melléktermékről van szó. A gyűjtés

esetén sokszor benne foglaltatik az előzetes válogatás és tárolás is, hiszen a keletkezés helyén célszerű ezt egy munkafolyamatban végezni (pl.: a leeső darabok konténerbe helyezése, szélanyagok rendezett összerakása stb.). *Újrahasználat (reuse)* során a hulladéknak nem számító terméket, alkatrészt . mely a legtöbb esetben „selejt”-nek nevesítve jelenik meg a termelés során - újra felhasználják az eredeti célnak megfelelően. "*Újrahasználatra való előkészítés*" lényeges elemei az ellenőrzési, tisztítási és javítási hasznosítási műveletek, így ezek során a hulladékként megjelenő terméket előkészítik, hogy felhasználásuk biztosított legyen. Számos példa található a faiparban az ilyen jellegű újrahasználatra, vegyük csak például a faalapú csomagolóanyagokat (pl.: többször használatos raklapok), de a bútorigipari megmunkálások során is találkozhatunk vele (pl.: bútorigipari frontfelületek gyártása esetén a minőségellenőrzés során a hibásan felületkezelt terméket selejtnek minősítik, melyet javítást követően újrahasználnak az eredeti termékkel megegyező funkciójú termék előállítására). Az *újrafeldolgozás (recycling)* esetén már nem biztos, hogy az eredeti célnak megfelelő lesz a hasznosítás, hisz ezen hasznosítási műveletek más termék előállítására is irányulhatnak. A hierarchia alján található *ártalmatlanítás* mely magában foglalja azt, hogy a termék hasznosítás nélkül lerakókba kerül, vagy energetikai visszanyerés nélkül elégetik.

Ezen elveim alapján a faalapú hulladékokra az alábbi hierarchiát állítottam össze.



11. ábra: Faalapú hulladékok kezelésének hierarchiája

10.2 A faipari hulladékok hasznosítása

A faipari hulladékok mind jobb hatásfokú hasznosításának alapvető lehetősége véleményem szerint az átfogó ellenőrzési mechanikus rendszerének kidolgozásában és működtetésében rejlik. Ennek elsősorban három lényeges eleme van:

- hulladékok keletkezési helyén történő hulladék nyilvántartás,
- tárolás, kezelés, szállítás és elhelyezés engedélyhez kötése, és
- a hulladék sorsának „bölcsőtől a sírig” terjedő bejelentési kötelezettsége

A felsorolás tükrözi, hogy nem csupán adminisztratív jellegű dolgokról van szó, sokkal inkább inverz logisztikáról. A hulladékok típusai, keletkezési helyei, anyagjellemzői miatt az idő múlásával egyre több és komplexebb feladatot kell megoldania a logisztikának, s ehhez mérten mindig más részterületre helyeződik a hangsúly.

A *hasznosítás* alatt értem a nagy fontossággal bíró, a környezet védelmét kereskedelmi, technológiai, adminisztratív úton szolgáló összetett folyamatokat. A tevékenység a termelésből és fogyasztásból kikerülő anyagok, hulladékok újrahasznosítására helyezi a hangsúlyt, magába foglalhatja ezen anyagok kezelését, illetve a hasznosítás különböző módzatait is. Célja többek között a természet erőforrásainak kímélése és a természet terhelésének csökkentése.

A faalapú hulladékhasznosítás három kiemelt előnnyel járhat:

- megszünteti vagy mérsékli a környezetszennyezést,
- csökkenti a természetes erőforrások felhasználását,
- energia megtakarítást jelent (a hulladék anyagokból származó másodnyersanyag feldolgozás-általában kevesebb energia befektetéssel jár, mint az alap nyersanyag-feldolgozás, nem beszélve a kitermelésbe fordított energiáról).

A faiparban jellemzően a faalapú hulladékok hasznosítására alapvetően módszer kínálkozik, mint ideális megoldás:

- újrafelhasználás (Reuse)
- újrafeldolgozása(Recycle)
- energia visszanyerése (Recovery)

Külföldi szakirodalmak a fafeldolgozási, kitermelési hulladékoktól/melléktermékektől külön választják az ún. visszanyert faanyagot (Recovered wood; RW). Ez tulajdonképpen a Németországi „Altholz”-nak felel meg, tehát a termék elhasználódása után keletkező anyagot értik ez alatt (csomagolás, bontás-építés, lakosság által fel és elhasznált faanyag). Mindenképpen ki kell azonban azt hangsúlyozni, hogy nem jelenthetjük ki egyértelműen ezen anyagokról, hogy hulladék, hiszen inkább mint nyersanyag vesszük ezeket számításba, legyen szó akár újrafelhasználásról, újrahasznosításról, vagy akár energetikai hasznosításról!

10.2.1 Recycling a faiparban

A recycling angol kifejezés, melyet magyarra nehéz átültetni. Általában az újrahasznosítás, újrafeldolgozás fogalmat használjuk (az angol-magyar nagyszótár

szerint: „1. visszavezetés körfolyamatba, visszakeringetés 2. újra feldolgozás”), ám ez nem adja vissza az angol megnevezés teljességét. Angolul ugyanis beleértik a hulladékanyagok kezelését, hasznosításának különböző módozatait is, abból a célból, hogy a természeti erőforrásokat kíméljük, és magát a természet terhelését csökkentsük.

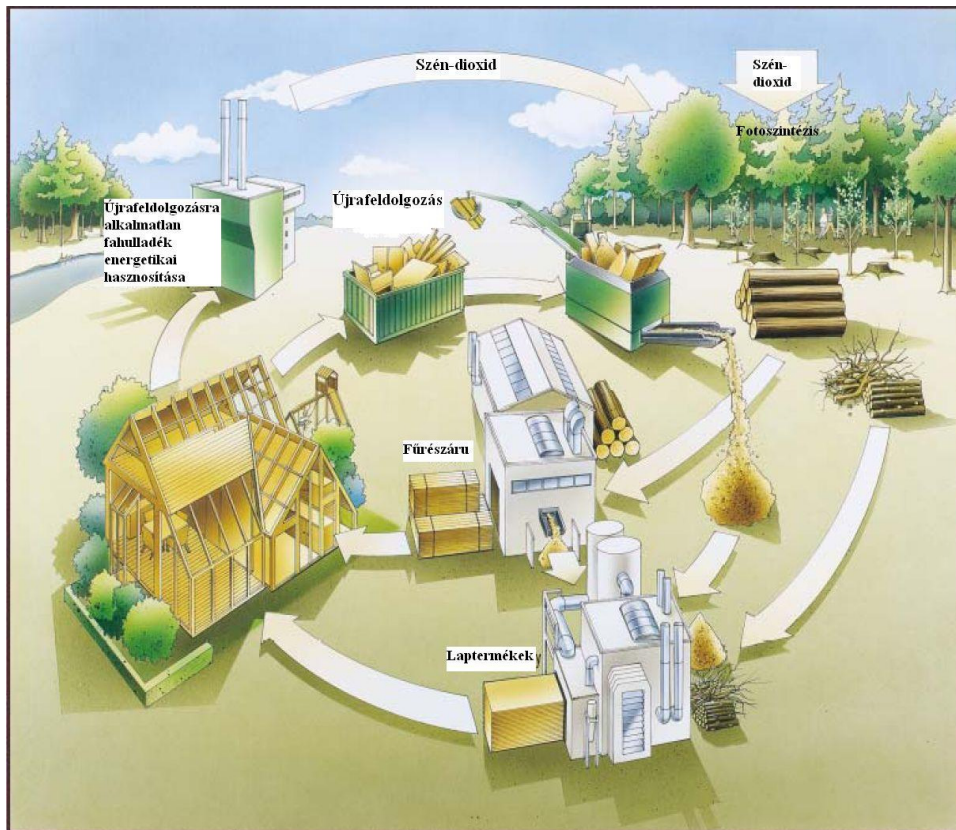
A folyamat nem csak környezetvédelmi oldaláról megközelítve fontos. Gazdasági, társadalmi szempontból megállapítható, hogy ha összegyűjtik és hasznosítják az anyagot, akkor ennek a költsége kisebb, mintha csak begyűjtenék, és elraktároznák (pl. hulladéklerakóba kerül, ahol ugyanúgy lebomlik, de a belőle nyerhető energiát nem hasznosítjuk – viszont a CO₂ ugyanúgy felszabadul). Természetesen egy vállalatnak akkor gazdaságos az újrahasznosítás, ha a kinyert másodlagos nyersanyag olcsóbb, vagy azzal azonos bekerülési költséggel bír, mint az elsődleges.

Az újrafeldolgozás (recycling) három fontos alappillért az alábbiakban fogalmaztam meg:

1. Üzemi méretekben az adott hulladék begyűjtése és felhasználása akkor gazdaságos, ha a kinyert másodlagos nyersanyag olcsóbb, mint az elsődlegesen előállított.
2. Társadalmi szempontból akkor is kifizetődő a gyűjtés és az újrahasznosítás, ha a hulladék begyűjtésének a költségeit nem lehet fedezni a másodlagos nyersanyag eladásából, de a gyűjtés és a hasznosítás költsége kisebb, mint a begyűjtés és az elhelyezés, lerakás költségei.
3. Ökológiai szempontból a környezetkímélőbb technológiát kell előnyben részesíteni, még akkor is, ha az a drágább.

A folyamat lényege tehát, hogy a fába zárt szén minél tovább megőrizzük, és csak legvégső esetben engedjük vissza az atmoszférába, ahonnan a fák (esetleg a tenger, a sarkok jégsapkái, stb.) elnyelik ismét.

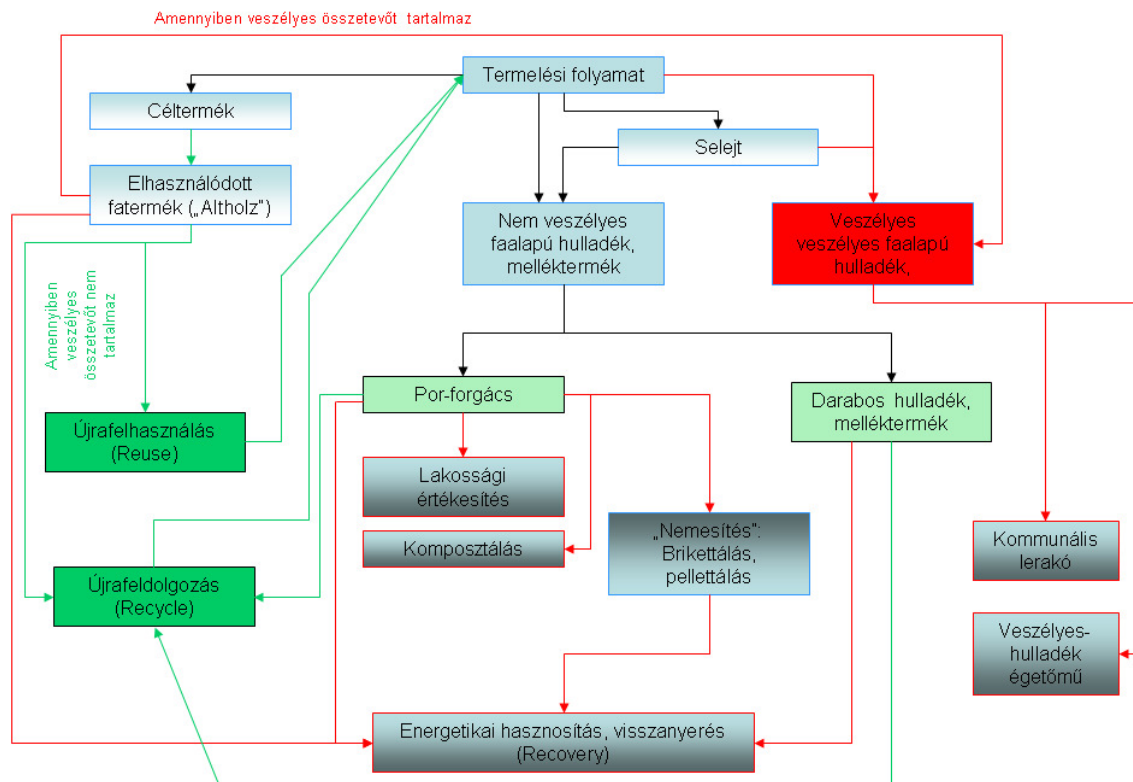
A faalapú recycling szén-dioxid megkötésére gyakorolt pozitív hatásának lényege az alábbi 12. ábra alapján tanulmányozható.



12. ábra: A fa CO₂ megkötésének sémája (atmoszféra - erdő - fatermék - atmoszféra) és kapcsolata az újrafeldolgozással (cascading) [24.]

A szén az élő anyagok legfőbb eleme. Jellegzetes biogeokémiai ciklusának egy igen jellemző folyamata van, melyet baktériumok és a mikrovilág másik fontos lebontó szervezetei, a gombák végeznek. Ez a folyamat a szén mineralizációja, azaz a szerves kötésű szén szén-dioxiddá oxidálódása. A légköri szén hosszabb időre a tengerekben, míg átmenetileg a szárazföldi ökoszisztémákban kötődik meg, így az erdők faállományában történő szénmegkötés természetes körülmények között a faegyed életciklusa után újra felszabadul. Amikor fahulladékot energetikailag hasznosítunk, az energia hő formájában bocsátódik ki, és a szén CO₂ formájában visszajut a légkörbe. Ha új fák nőnek ott, ahonnan kivágtuk a fákat, ezek az új fák elnyelik a széndioxidot a légkörből és az megkötődik az új biomasszában. Ez újristabilizálja a széndioxid körforgást, ezért ez a folyamat a légköri CO₂ koncentráció szempontjából semlegesnek tekinthető, melyből adódik, hogy egy idő után, a CO₂ mennyisége a légkörben állandó lesz. A rajzolt körfolyamatból azonban látható, hogy a fafeldolgozás és a faalapú termékek gyártása során „konzerválja” a fában található szenet, ezért kiemelten kezelendő a faipari termelés és a lakossági felhasználás során keletkező faalapú hulladékok/melléktermékek újrahasználatát és újrafeldolgozását.

A fő cél tehát a felhasznált nyersanyagok és a hulladék mennyiségének csökkentése, a mindenképpen keletkező felesleg újrahasznosítása, s utoljára a fennmaradó rész kielégítő kezelése és végső elhelyezése. A 13. ábra is ezt hivatott alátámasztani. Itt szemléltetem az egyes hasznosítási eljárások elhelyezkedését, és azt, hogy milyen kapcsolatot tartanak fenn a termelési folyamatokkal az egyes eljárások és hulladék/melléktermék megjelenési formák.



13. ábra: Hasznosítási és ártalmatlanítási lehetőségek kapcsolata a faalapú hulladékokkal

Az ábrán a piros vonalak gyakorlatilag a hulladék/melléktermék „végső” energetikai hasznosításának vagy ártalmatlanításának útjához kapcsolódnak, míg a zölddel jelölt vonal segítségével az elsődleges hasznosítási eljárások irányát szemléltetem.

10.2.2 Energetikai hasznosítás rövid áttekintése

A fa energetikai hasznosítása egyidős az emberiséggel, szerepe azonban a történelem során különböző okok miatt folyamatosan változott, kezdeti meghatározó szerepe után a kőszén, majd a kőolaj, valamint az atomenergia elterjedése nyomán jelentősen lecsökkent. Ezek a fát ún. "felváltó" - környezetre gyakorolt kedvezőtlen hatású - energiaforrások azonban kimerülőben, megszűnőben vannak. Ezért szükséges a csak energetikai célra alkalmas hengeresfa és az újrahasznosításra nem használható

hulladékok faalapú energiahordozóként (dendromassza) hasznosításának előtérbe helyezése. Energetikai hasznosításra majd minden faalapú hulladék szóba jöhet. Ezeket azonban össze kell gyűjteni, melyek jelentős munka és energiaráfordítást igénylenek.

23. táblázat: A különböző biomassza-fajták és a faalapú melléktermékek energetikai összetevőinek összehasonlítása¹⁹

Biomassza	Kémiai összetevők %					Fűtőérték	Illóanyag
	C	H	O	N	S	MJ/kg	%
Búzaszalma	45	6	43	0,6	0,12	17,3	6
Kukoricaszár	46	6,2	44	0,7	0,13	17,5	3,5
Fa	47	6,3	46	0,16	0,02	18,5	0,5
Kéreg	47	5,4	40	0,4	0,06	16,2	9
Fa kéreggel	47	6	44	0,3	0,5	18,1	0,8
Miscanthus	46	6	44	0,7	0,1	17,4	3
Repceolaj	77	12	11	0,1	0	35,8	0
Etanol	52	13	25	0	0	26,9	0
Metanol	38	12	50	0	0	19,5	0

A fakitermelésben keletkező hulladékok (tovább-feldolgozásra alkalmatlan ágak, tuskók) túlnyomó többsége nem kerül hasznosításra. Ezen anyagok egy része szükséges az erdőtalajok biológiai körforgásának előmozdítására, más részük pedig nem, vagy csak aránytalanul magas energia- és munkaerő-ráfordítással lenne kitermelhető. A fagazdasági hulladékok jelentős része azonban a fűtőértéknek 8-10%-át kitevő energiaráfordítással kitermelhető és tüzelési célra hasznosítható lenne.

Az elsődleges fafeldolgozás során keletkező fűrészpor, fakéreg, eselék stb. nedvességtartalma általában magas, ezért brikettálásra csak szárítás után alkalmas, így a befektetett energia kb. 6-8%-a a biobrikett fűtőértékének. A mezőgazdasági melléktermékeknél azért alacsonyabb, mert elmarad a betakarítási, szállítási ráfordítás. A nagyobb méretű hulladékok (pl.: széldeszka) egy része lakossági felhasználásra kerül, a dolgozóknak kedvezményes áron eladják.

A hulladékok jelentős része a fafeldolgozó üzemek hőellátását (fűtés, használati melegvíz, faszárító berendezések stb.) szolgálja, különböző típusú, többé-kevésbé automatizált kazánokban. A fafeldolgozóiparban ma már több száz hasonló kazán üzemel, mert részben az energiahordozók drágulása, részben a hulladékok elhelyezési és

¹⁹ Forrás: Energie aus der Landwirtschaft, Reststoffe und speziell produzierte Rohstoffe, Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1991.December, p.26.

környezetszennyezési gondja az 1980-as évek elejétől kezdve fokozatosan rákényszerítette a vállaltokat a fahulladékok energetikai hasznosítására.

A másodlagos fafeldolgozás (bútoripar, építőipar, parkettagyártás, stb.) hulladékai hasonlóak az előzőekhez, azonban itt nem kell számolni a faalapú hulladékok magas nedvességtartalmával, így annak szárítási költségeivel sem, hiszen ezek az anyagok légszáraz állapotban kerülhetnek közvetlenül brikettálásra. Ez amennyiben veszélyes anyagoktól mentes, tehát „biobrikett”, Ausztriában nagyon keresett exporttermék, ami nem mondható el sem a szalma, sem pedig a kéregből készített „biobriketről”. A faforgács-, fa- és bútorigari termelés során keletkező csiszolatorpor brikettálása során sok esetben kerül a csiszolatszemsékkal együtt ragasztó, vagy lamináló por anyaga is, s ezért ez nem exportképes.

Összességében megállapítható, hogy a fakitermelés és fafeldolgozási hulladékoknak jelenleg kb. 60% energetikai célra kerül felhasználásra. A lakosságnál keletkező elhasznált faanyag jelentős része az ún. „házi kazánokban” kerül elégetésre. A lakossági fahulladékok begyűjtése sajnálatos módon együtt történik a kommunális hulladékéval, ezért az így gyűjtött fahulladék energetikai hasznosítása nem megoldott.

Magyarországon fahulladékok energetikai hasznosítására gyakorlatban három lehetőség terjedt el:

- technológiai hőenergia termelés direkt tüzeléssel
- „nemesítést” követően (brikettálás, pelletálás) energiaelőállítás
- a fahulladékok hasznosítása a decentralizált-energia termelésben

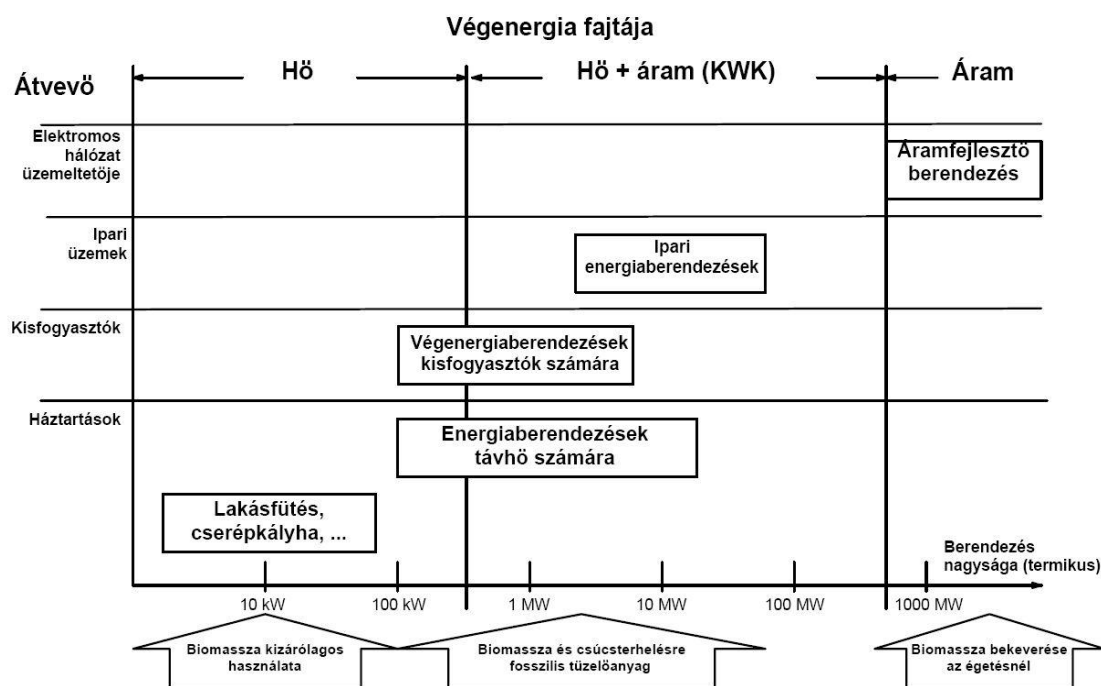
A fejlett (nyugati) országokban megfelelő műszaki-technológiai háttér és kellő mennyiségű pénz áll rendelkezésre ahhoz, hogy a biológiai erőforrások egyre nagyobb mértékű hasznosítására kerüljön sor. Ezek az országok hosszú távon törekednek arra, hogy fosszilis és atomenergia bázison alapuló energiahordozó-importjukat a lehetséges mértékig csökkentsék, esetleg éppen a biológiai energiahordozók bővített újratermelésével önellátóak legyenek.

A fa alapú energiahordozó hasznosításának módja és mértéke számos tényezőtől függ. Döntő szerepe:

- az apríték előállítási költségeinek (eselékek, szélhulladékok, forgács fűrészpor esetén természetesen nem)
- a technológiai hulladékok utókezelési és tárolási költségeinek
- a faapríték (vagy hulladék) fűtőértékének
- a fatüzelés emisszióinak

- az újszerű eljárás új munkahely létesítésével összefüggő hatásainak van.

A faalapú hulladékok energetikai hasznosítása során hőt, áramot, vagy a kettő kombinációját kapjuk.



14. ábra: A biomassza energetikai hasznosításának alkalmazásai [12.]

A fahulladékok eltüzelésére leggyakrabban alkalmazott tüzelőberendezések elsősorban az előtöltő rostélyos kazánok (pl.: ferderostélyos), cirkulációs és nyugvó ágyas fluidkazánok valamint a befúvatásos tüzelőberendezések.

A fa- és egyéb szilárd hulladékokból többféle technológia szerint gázt is nyerhetünk. Egyik eljárás az oxidáló közegek kizárásával végzett hőbontás (*pirolízis*), míg a másik eljárás az oxidáló közeg (levegő, oxigén) jelenlétében végzett *elgázosítás*. A teljesség miatt mindenképpen meg kell említenem a gőzös csavarmotorokat, melyek közül a Stirling-motorok kezdenek elterjedni.

Magyarországon a döntően lombos fafajokból álló faállományokból viszonylag kis arányban lehet ipari választékot termelni. Annak ellenére, hogy az ország lehetőségeit korántsem használják ki, a fa energetikai hasznosításának mértéke egyenletesen nő. A kb. 2,5-2,7 millió m³ tűzifa (lakossági elhasznált fa figyelembevételével becslésem) cca. 600-630 kt. OEÉ-t (OEÉ= olajegyenérték) képvisel. A ma még nem hasznosítható fakitermelési melléktermékek mennyisége egyes erdészetek szerint kb. 1,5 millió m³, ami 290-330 kt. OEÉ-nek felel meg. A fa energetikai hasznosításának növelésével ökonómiai (közvetlen gazdasági haszon, drága energiahordozó kiváltása,

energiahordozó importhányad csökkentése) és ökológiai (szénsalag-képződés csökkentése, SO₂ és NO_x, valamint CO és CO₂ kibocsátás csökkentésével) eredmények érhetőek el. Ugyanakkor azt sem szabad elfelednünk, hogy csak azon alapanyagot, hulladékot szabad elégetni, amelyet más célra már nem tudunk felhasználni, hisz ellenkező esetben pont ökológiai károkat fogunk okozni.

A fa magas energiatartalma kémiai összetételéből következik, hiszen a száraz fa 48-52%-a szén, ami döntően a fa anyagát alkotó cellulózba (50%) és ligninbe (20-30%) épült be. A fa energiatartalmát fűtőértéke jellemzi, ami abszolút száraz fa esetén, fafajtól függően, átlagosan 18,84 MJ/kg érték körül alakul. Ettől valamivel nagyobb értéket kapunk a gyanta tartalmú fafajok (fenyőfélék) és az akác esetén. Ez azonban csak ideális esetre vonatkozik, hiszen abszolút száraz fa jelen esetben fahulladék nem fordul elő, ezért figyelembe kell venni a víztartalmát, ami az alsó fűtőértékét (H_a) nagymértékben befolyásolja csökkenti az alábbi összefüggés alapján [11.]:

$$H_a = 18840 - 2510.4 \cdot (1+n) \quad (\text{kJ/kg}), \text{ ahol } n = \text{nettó nedvességtartalom}$$

Európában a fahulladékok, illetve az energiatermelés célját szolgáló faültvények egyre nagyobb szerephez jutnak. Megjelentek azonban azok a kazánok, erőművek is, amelyek több háztartást képesek ellátni a biomassza, így a fahulladék hasznosításával. Ezek a kazánok már a kapcsolt energiatermelés (vagy másképp kogenerációs energiatermelés) elve alapján működnek.

10.3 Újrahasznosítás kontra energetikai hasznosítás

2004-ben az EU elsődleges energiatermelése fa alapú energiából 2003-hoz képest 5,6%-kal nőtt. Kevésbé köztudott, hogy Európában a bioenergia-források közül a fa energetikai célú felhasználása a legjelentősebb. Hazánk teljes biomassza készlete becslések alapján mintegy 350-360 millió tonna, melyből 105-110 millió tonna évente újraképződik és felhasználásra kerül [14.]. Az évente képződő növényi biomassza bruttó energiatartalma 1100-1200 PJ (petajoule), amely felülmúlja hazánk éves energiaigényét, ami 2004-ben 1077 PJ volt. (Ennek mintegy 60-70%-át külföldről hoztuk be.). [14.]

Mint ismeretes a hazai energiafelhasználásnak jelenleg 3-3,5%-a származik megújuló energiaforrásokból, ebből a biomassza energetikai felhasználása mintegy 2,8%-ot képvisel, melynek döntő hányada a tűzifa hasznosításán alapul. Energiahordozónak minden olyan növény alkalmas, melynek nedvességtartalma betakarításkor 40% alatti, vagy mesterséges energiaforrás nélküli szárítással erre az

értékre csökkenthető. Hazánkban, elsősorban helyi igények kielégítésére, néhány megawattos energetikai beruházások már nagy számban találhatóak, ugyanakkor jelentős beruházások valósultak meg továbbá a korábban széntüzelésű erőművek biomassza tüzelésre történő átalakítására is (pl.: Pécs : 50 MW, Kazincbarcika: 30 MW, Ajka: 20 MW)

Látjuk, hogy ha faiparunk a nyersanyagának egy részét elveszíti, illetve az energiateljesítmény támogatottság miatt egyre magasabb áron jut hozzá (a kereslet növekedése mellett, ha a jelenlegi feltételeket tekintjük, a kínálat változatlan marad, és ez így támogatás nélkül is növeli az árat), akkor komoly válságba kerülhet az iparágunk. És itt felmerül a kérdés: mi lehet a megoldás? A helyzetet tovább ronthatja, hogy az EU 2005. december 7-én elfogadott Biomassza Akció Terve (Biomass Action Plan) az elképzelések szerint 2010-ig megduplázza a bioenergia- (fa, hulladék, mezőgazdasági növény) források felhasználását az energetikában. Nem beszélve arról, az Európai Bizottság nemrég célként fogalmazta meg, hogy az EU-ban a megújuló részarányát 2020-ig 20 százalékra lenne kívánatos növelni (melynek nagyobbik részét a biomassza tenné ki). Álláspontom szerint ez csakis az energiaültetvények segítségével valósulhatna meg.

1997.-es Fehér Könyv a megújuló energiaforrásokról kétségtelenül nagy hatással volt a biomassza-piacra, hiszen jelentős mennyiségi követelményeket állított fel számára. Természetesen a faipari cégek nyersanyagpiacaira is nagy hatást gyakorolt és gyakorol továbbra is. 2000.-ben készítették egy tanulmányt az Európai Unióban a Vállalat/Ipar Bizottság megbízásából, amely az EU Energiapolitikájának a hatása a erdő-alapú iparra (EU Energy Policy Impact on the Forest-Based Industries) címet viselte. Ebben négy forgatókönyvön keresztül tanulmányozták a Fehér Könyv hatását, és az eredmény az lett, hogy közép- és hosszútávon a vállalatok számára, amelyek másodlagos nyersanyagot (fűrészpor, forgács, stb.) használnak fel, rendkívül káros hatásai lennének a Fehér Könyv célkitűzései megvalósulásának. A javaslat az volt, hogy csökkentsék a fa-biomassza arányát, amely a mezőgazdasági biomassza felhasználására, és ezen túlmenően a mezőgazdaságra is jótékony hatással lenne (pl. energiafű termesztése). A 2001/77/EK direktíva azonban nem ezt a hatást érte el: az országok a legegyszerűbb megoldást választották a direktíva megvalósítására: több fát kezdtek el égetni, és ösztönözni kezdték e módszer használatát támogatásokkal, garantált árakkal. Ez azonban azt eredményezte, hogy elégették a lemezipar, a forgácslap-gyártás nyersanyagait is. Hosszabb távon ez az alábbi káros hatásokat eredményezheti:

- Nő az EU függősége a külföldi fa-nyersanyagoktól
- más anyagok használata kerül előtérbe, amelyek
 - nem megújulóak
 - kevésbé visszaforgathatóak
 - kevésbé energia-hatékonyak
 - kevésbé hatékonyak gazdaságilag
- növekvő nyomást gyakorol az erdészetekre, amelyek a faipari nyersanyagokat adják, és ezáltal veszélyeztetik a biológiai diverzifikációt is.

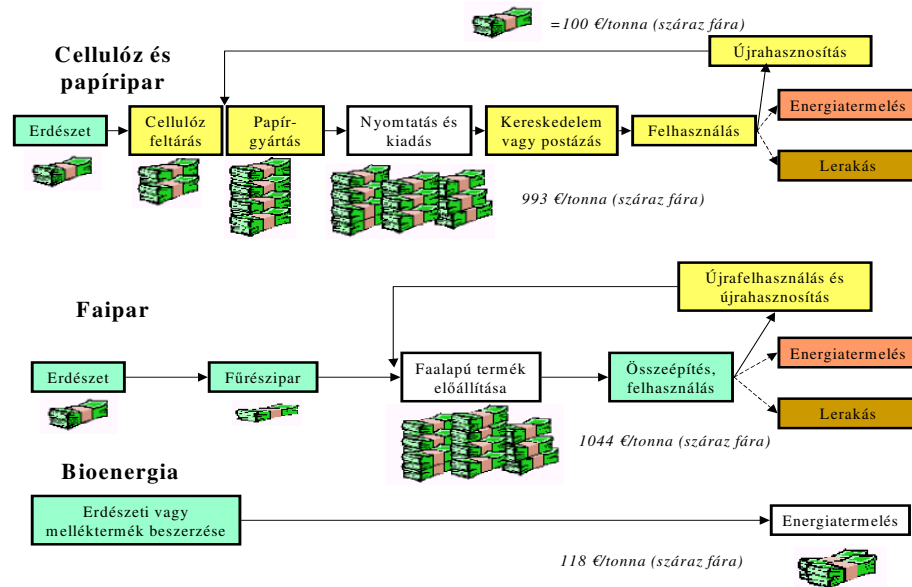
Van Riet (az Európai Lemezipari Szövetség szakértője) szerint erre az Európai Unió több országában is találhatunk példát. A faipari vállalatok, amelyek a faforgácsot, a fűrészport, stb. dolgozzák fel, nehéz helyzetbe kerültek: több helyen – mint Belgium, Németország, Franciaország – komoly nyersanyaghiánnyal küzdenek, és például Dániában több üzem be is zárt. Az olasz ipar mindig is behozatalra szorult, de a magas árak miatt (a növekvő árak mindenhol megfigyelhetőek) egyre több cég véli úgy, hogy egy másik, alacsonyabb költségviszonyokkal rendelkező országba történő áttelepülés (illetve a tevékenység ki/áthelyezése) lenne számára a szükséges megoldás. Azt, hogy az állami támogatások mekkora hatással lehetnek a piacra, a német példa még tovább is erősíti: mint előzőekben már bemutattam, a német törvények az újrahasznosítható fát négy kategóriára osztják fel. A negyedik kategóriába a kezelt, tehát „szennyezett” fák tartoznak, amelyek speciális engedéllyel történő elégetésére 2004. júniusáig támogatást adtak. Ezt ekkor megszüntették: a nyomás csak nőtt a cégeken.

Az utóbbi években nagymértékben emelkedő alapanyagárak jelentősen megterhelte a faipari vállalatok költségvetését. A nyersanyagok emelkedése az áru előállításának költségét növeli, ami előbb-utóbb a faipari áruk árának emelkedését hozza magával- vagy pedig a költségeket máshol igyekeznek lefaragni (pl. munkaerő költségei).

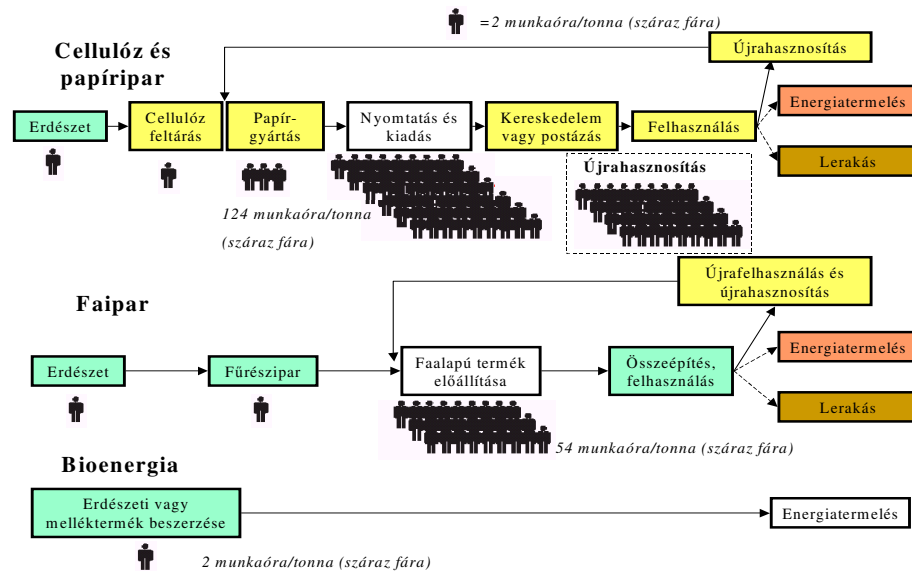
Az árak emelkedése és a nyersanyaghiány veszélyezteti e cégek működését – és ezen keresztül több ezer ember munkahelyét, és sok helyen a vidéki munkalehetőségek megszűnését is jelenti egy faipari cég bezárása. A helyzetet nehezíti az, hogy az elmúlt években Európa-szerte pangott az építő- és bútorigar. Természetesen megfigyelhetőek más, bár egyelőre még jelentéktelennek tűnő hatások is. Egyik ilyen, hogy a Fenntartható Erdészeti Menedzsment (Sustainable Forest Management), ellentételenként a nem megújuló források használatát, jótékonyan növeli az európai

erdők méretét. Ez két okból is jó: a helyettesítő hatás miatt (egyre több termékben próbálják a fát használni) és élet-körforgás elmélet miatt is.

Az alábbi két (15. és 16.) ábra a fahulladék két hasznosíthatóságának (újrahasznosítás és energifelhasználás) a különbözőségét szemlélteti, hozzáadott érték és munkaerő tekintetében:



15. ábra: A faanyag gazdasági értékének lehetőségei [23., Fordítás: Németh G.]



16. ábra: A faipari alapanyag társadalmi értékének lehetőségei [23., Fordítás: Németh G.]

Az újrahasznosítás esetében a hozzáadott érték sokszorosa (több mint nyolcszorosa mind a papíripar, a hagyományos faipar tekintetében) annak, mint ami a fa energetikai hasznosítása közben keletkezik. A munkavállalók tekintetében, azaz társadalmi szempontból hasonló a helyzet. Egy faipari termék előállítása során ugyanis jóval több

munkaórára van szükség, mint energia előállításánál. Bár mindkét iparág gépesített, a faiparban mind a mai napig szükség van az emberi munkaerő folyamatos jelenlétére, „közbeavatkozására”, például adagolásnál, elszedésnél. Az energiaiparban az előkészítés igényel több munkaerőt (például raktározás, szelektálás, stb.), a folyamat inkább csak ellenőrzést igényel.

Természetesen a használt anyagokat sokféleképpen lehet hasznosítani, nemcsak elégetni vagy forgácslapot készíteni belőle. Megjelentek azok a cégek, amelyek régi gerendákat, faházból származó anyagokat kínálnak ajtóként, gerendaként, stb. való újrahasznosítására. Természetesen ezek egyelőre nem foglalnak el jelentős részt a piacból – de növekedhet részesedésük az internetes kereskedelem fejlődésével. További területek:

- állattartás (boxok aljának borítására, szagcsökkentés, trágyázás hatékonyságának növelése, takarmányozás)
- gombatermesztés
- környezetvédelem (pl. szűrőként)
- építészet
- faliszt

Ezek természetesen csak ötletek, egyes kutatók azonban komolyan foglalkoznak ilyen irányú hasznosítási lehetőségekkel.

Magyarországon a megújuló energiaforrások kihasználásának lehetősége meglehetősen jó, főként a geotermikus és a biomassza források hasznosításának révén. Ez utóbbiban a lakosság fogyasztása mellett (főként tűzifa) az erőművek és a fűtőerőművek jelentek meg nagyobb kereslettel. Mindkettő új szereplőnek számít a biomassza és a fapiacon (bár némely fűtőerőmű azért 2-3 évesnél régebbi), ennek ellenére beruházásaik folytán igényeik növekedni fognak az elkövetkezendő néhány évben. Annak ellenére, hogy tűzifa mellett még faipari hulladékok, mezőgazdasági hulladékok, illetve egyéb állati és növényi eredetű hulladék hasznosításával is foglalkoznak (égetés, gőz előállítása), már ebben az években jelentősen megváltozhatnak a piaci keresletviszonyok. Jelenleg, évente mintegy 11 millió köbméterrel gyarapodik a faállomány a magyarországi erdőkben, amiből 7 millió köbmétert termelnek ki. Ennek mintegy fele

tűzifa, a többinek a faipar negyedét-ötödét dolgozza csak fel, a fennmaradó mintegy évi 2,8 millió köbméternek pedig közel kétharmadát exportáljuk”²⁰.

A zöld energia kiépítése jelenleg drágább, mint a hagyományos, de ez csak rövid távon érvényes. Mint már említettem, Magyarországon a zöld energia támogatásának az a módja, hogy kötelezővé tették a megújuló energiaforrásokból nyert energia átvételét, valamint magasabb árat kínálnak ezért az energiáért. Magyarország 2010.-re azt vállalta, hogy a megújuló energiaforrások részesedése elérje a 3,6%-ot. Ez meglehetősen alacsony mérték, főként annak ellenére, hogy meglehetősen jó lehetőségeink vannak. A részesedés mértéke tovább növelhető lenne energiaerdők, energiafűvek telepítésével.

Az energiaerdő olyan fás szárú növények telepítése, amelyek a fánál szokásos 40-60 év helyett 3 év alatt elérik azt a nagyságot, amely mellett gazdaságosan felhasználható. Másik fontos jellemzője, hogy kivágás után nem kell újratelepíteni, mert töről sarjad, és a folyamat többször megismételhető (8-10 alkalom). További előnye, hogy maximálisan igazodik az erőművek igényeihez minőségileg és mennyiségileg. Energiaerdő is található ma már az országban, Tata környékén.

Árak-költségek területén némi számítást végezve megérthetjük, hogy miért is történik olyan nagymértékben a fafelhasználás energetikai célok miatt. A nagyfelhasználók jelenleg kb. 14.000 Ft-ot (lakossági tüzelőanyag ára is kb. 12.000-14.000 Ft. 2007-2008-ban) fizetnek tonnánként (teljes száraz állapotra átszámított faanyag esetén). Ezen száraz állapotú fa fűtőértéke 18 GJ/at, így a tűzifa átszámított értéke ~780 Ft./GJ. A gáz jelenleg mintegy 2.200-2.500 Ft./GJ mely folyamatosan emelkedik a növekvő igények miatt. Fanyersanyag utáni keresletnövekedés eredménye az lett (2003-2007 időtartam alatt), hogy a forgácsfa és rostfából hiány alakult ki, nem beszélve a jelentős mértékű áremelkedésről (5-6.000 Ft/tonna árról alakult ki a szintén 12-14.000 Ft/tonnás ár).

Technikai oldalról megközelítve a biomassza energetikai hasznosítását, elmondható, hogy a szénttüzelésről átállt erőművek esetén a tüztérben uralkodó magas hőmérséklet hatására nagynyomású és magas hőmérsékletű gőz fejlődik, ami jó hatásfokot eredményezett. A fa salakjának olvadáspontja a szénhez közel áll így a kazánokat kissé átalakítva sikeresen alkalmazhatóak fatüzelésre, vagy akár vegyestüzelésre is. A lágyszárú növények esetén salakjuk 700-800 °C-on már ragad, gyakran már meg is folyik, amit a magas alkálifém tartalom okoz. A tüztér alacsony hőmérsékleten tartása sem mindig eredményez megfelelő megoldást, nem beszélve arról, hogy az alkáli fémek

²⁰Kollányi Zsófia: Megújuló energiák (2005) www.fn.hu/cikk.php?cid=92781&id=4

korróziós hatással vannak a hőcserélőkre, ezért ezeket speciális bevonattal kell ellátni. Láthatjuk, hogy technikai megközelítések esetén is inkább a már bevált, kiforrott technológiákat részesítik előnyben.

A teljesség kedvéért azonban rá kell mutatnom arra is, hogy az erőművek megjelenésével az erdészeteknél jelentkező többletbevételek hatással lehetnek a magyar erdőkre. De csak akkor, ha ezen többletbevétel egy részét az erdőbe forgatják vissza, képezve így egészségesebb, gazdasági és természeti értékét tekintve is jobb faállományokat.

A fejezet zárásaként, összegzésként elmondhatom, hogy maguk a szakemberek sem tudják eldönteni, hol lehet a határ az energetikai felhasználás és az újrahasznosítás között. Sokan esetleg korainak, sőt eltúlzottnak tartják a vészharangok megkongatását. Mindenesetre kijelenthető, hogy:

- bár a megújuló energiaforrások, ezen belül a biomassza hasznosítása fontos, sőt munkahely-teremtő ágazat, kormányzati szinten lépéseket kell tenni annak megakadályozására, hogy miközben új munkahelyeket teremtünk, még több ember veszíti el munkáját faipari cégek bezárása miatt.
- A faipari hulladékokba „zárt napenergia”, és a CO₂ körforgás biztosítása miatt célszerű a fát minél többször felhasználni, és csak végső esetben – tehát amikor más megoldás nem jöhet szóba a hulladék szennyezettsége, illetve az újrahasznosítás magas költségei miatt – energetikailag hasznosítani.
- Mint ahogy Fekete Lajos (Falco Zrt. nemrégiben leköszönt vezérigazgatója) megállapította: ha ma biomasszáról beszél valaki, mindenki azonnal a fára gondol. Bár kétségtelen, hogy a biomasszába tartozó alapanyagok közül a fának van az egyik legmagasabb fűtőértéke, nem szabad az egyszerűbb végét megfogni a dolgoknak. Számos mezőgazdasági hulladékot nem hasznosítanak, amelyek összegyűjtése, hasznosítása a magyar mezőgazdaságnak is újabb bevételi forrást jelentene.
- A fa-biomassza hasznosításának egyik lehetősége lenne az energiaerdők ültetése.

Ennek előnyei:

- Kihasztnálatlan mezőgazdasági területek hasznosítása.

- Mezőgazdasági túltermelés megakadályozása azzal, hogy bizonyos termények helyett erdőket telepítenek. Ezzel a kötelezően parlagon hagyandó mezőgazdasági területek is bevonhatóak lennének.
- Nőne az ország zöld területeinek nagysága, tovább csökkentve az üvegházhatást okozó gázok káros hatását.

Veszélyei:

- A biodiverzitás kárára történő energiaerdő telepítés. Az energiaerdők ugyanis gyorsan növekvő, iparilag kevésbé hasznosítható fákból állnak. Ez azonban, amennyiben nem átgondolt a telepítés, a hazai rendkívül változatos fafajtaikat is veszélyeztetheti.

Bármilyen energianövény termesztésének akkor van értelme, ha a végfelhasználóig tartó teljes termesztési/előállítási folyamatnak jó az energiamérlege, vagyis 1 egységnyi energia felhasználásával (gépek üzemanyagai, műtrágya, átalakítás hő- és villamos energia igénye stb.) minél több egységnyi felhasználható energiát nyerünk.

A fenti veszélyek elkerülése érdekében fontos lenne egy olyan törvényjavaslat, támogatási rendszer kidolgozása, amelyben

- megakadályozzák a jelenlegi erdők helyére történő energiaerdő telepítést
- a támogatást olyan mezőgazdaságból élő emberek kapnák, akik területükön növénytermesztés helyett foglalkoznának energiaerdő telepítéssel.

(Nem szabad azonban szó nélkül elmenni ezen gondolat mellett, hiszen nem elég termelni energiaerdőket. Mérlegelni kell azt is, hogy a termesztésnek csak akkor van értelme ha a termesztési/előállítási folyamatnak pozitív energiamérlege legyen, vagyis 1 egységnyi energia felhasználásával minél több egységnyi energiát nyerjünk amit fel tudunk használni. Fás szárú ültetvények esetén ez az arány 1:10-1:16 arány között szórnak szakértői becslések alapján)

- A támogatásnak nem szabad ösztönöznie a túlzott erdőtelepítésre.
- Az energiaerdőkön túl a faalapú hulladékok hasznosítását is kidolgozzák, osztályba sorolással, egy erre történő támogatási rendszer kidolgozásával.

Ehhez szükséges különböző faipari és erdészeti szakemberek bevonása, lehetőleg olyanoké, akik több éve foglalkoznak a témával. Javasolt külföldi szakértők megkérdezése is, saját tapasztalataikról. Fontos lenne továbbá a négy közvetlenül érintett- érintett fél, azaz a faipar, az erdőgazdálkodás, a mezőgazdaság, valamint az energiaipar képviselőivel is egyeztetni a javaslatot, véleményük megkérdezésével és

hatékony bevonásával együtt. Magyarország még nem késett le arról, hogy egy tradicionális iparág válságba sodródását megakadályozza, de ezzel egyidejűleg a kiotói egyezménynek megfelelő vállalásait teljesítse, sőt: túlteljesítse.

10.4 Nem faalapú hulladékok komplex hasznosítási lehetőségei

10.4.1 Védőszerek, ragasztók, felületkezelő anyagok, tömítők és felhasználásuk során keletkező hulladékok

A faanyagvédelem az élő fa döntése után kezdődik és egészen a késztermék létrejöttéig tart. A különböző natúr és lakkozott felületeken gombák és rovarok életfeltételei alakulhatnak ki, ezért szükség van gomba és rovarölő szerek használatára.

A faanyagvédőszer két alkotóelemből áll:

- hatóanyag
- kiegészítő anyag (fával való megfelelő kapcsolat biztosítása miatt kerül a hatóanyaghoz víz, szerves oldószer, hígító, felületi feszültség csökkentő anyagok stb.)

A faanyagvédelem által használt favédő anyagokban található ható- és kiegészítő anyagok hatásosságuk és szerepük szerint csoportosíthatók.

Eszerint megkülönböztetünk:

- abiotikus: égéskésleltető, vízfelvételt gátló, fény káros hatását kiszűrő, egyéb atmoszférikus hatásokat kiszűrő,
- biotikus: fungicidek (gombák ellen), inszkticidek (rovarok ellen), egyéb állatok elleni szereket.

A faanyagvédőszereket az alkalmazott oldószer és a hatóanyagok szerint lehet csoportosítani.

Farontó gombák elleni szerek régebben a PCP és annak nátriumsója voltak az általánosan használatosak, ilyenek a XYLAMON-XYLADECOR, valamint egyes BASILIT készítmények hatóanyagai. Ma már ezekből a készítményekből kivonták ezeket a környezetre és emberre egyaránt veszélyes hatóanyagot.

A faanyagvédő szerek maradványait (ide tartozik a védőszerrel kezelt (impregnált) fa pora és forgács hulladéka is), csomagolóeszközeit veszélyes anyagként kell kezelni. Hatalmas környezetterhelési problémát okoz a védőszer nagy mennyiségben alkalmazó üzemekben történő elfolyások, elcsöpögések, valamint a frissen telített anyagokból a felesleges, még nem „fixálódott” oldat kipréselődése, kimosódása és a talajba történő

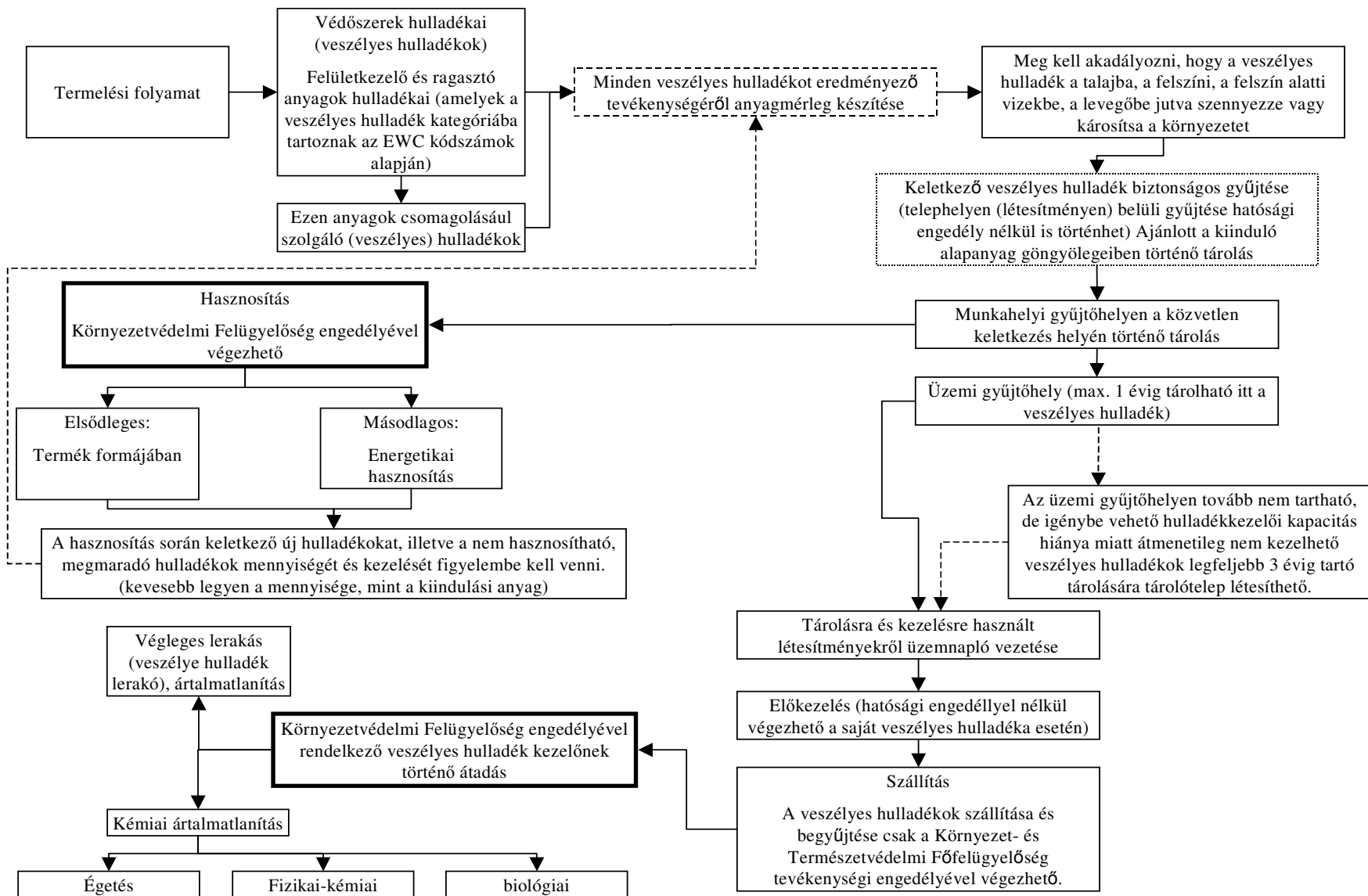
beszivárgása. Szintén nagy gondot jelent a későbbiekben a védőszerrel kezelt anyagok megsemmisítése.

Az elmúlt években előtérbe kerültek a ragasztóanyagokkal szembeni környezetvédelmi kérdések, ennek és a felmerülő új ragasztási igényeknek köszönhetően megjelentek az új ragasztó-rendszerek, ragasztási eljárások. A faipari ragasztók esetén a vízbázisú ragasztók jelentettek komoly előrelépést, a formaldehid leadás miatt sokat bírált karbamid-gyantákkal szemben.

A különböző faalapú anyagokból, lapszerkezetekből előállított termékek élettartamának, tetszetősségét, tisztíthatóságát, ellenálló képességét fokozó eljárás két lehetséges megoldása a felületkezelés, felületborítás (szilárd réteg felragasztása). A felületkezelő anyagok esetén általánosan megkülönböztetünk színező anyagokat (pácok, fehérítő anyagok), lakkokat, zománcokat és lazúrokat.

A védőszerek, ragasztók, felületkezelő anyagok, tömítők típusait, és ezek hulladékainak kezelésére és hasznosítására vonatkozóan kutatásaim során megállapítható volt, hogy legnagyobb mennyiségben a különböző felületkezelő anyagok hulladéka keletkeznek, melyek alkotóanyagainak vizsgálata alapján sok esetben a veszélyes hulladékok körébe tartoznak. Ezért ezen veszélyes hulladéknak tekintendő felületkezelő anyagok és ragasztóanyagok hulladékkezelésének megoldását helyeztem előtérbe, melynek sematikus folyamatábrája a 17. ábrán látható. E hulladékok veszélyes volta miatt szintén a 98/2001. (VI. 15.) Korm. rendelet előírásait kellett figyelembe venni, a kutatás tapasztalatai mellett.

A 17. ábrán látható, hogy elviekben két megoldás vázoltam fel. Az első, amikor megpróbáljuk saját termelési folyamatunkban hasznosítani a keletkező hulladékunkat, azonban ehhez a Környezetvédelmi Felügyelőség engedélye szükséges. A második kezelési mód, amikor szervezett módon a Környezetvédelmi Felügyelőség engedélyével rendelkező veszélyes hulladék kezelőnek adjuk át körültekintő szállítást követően.



17. ábra: A veszélyes hulladékként besorolt védőszerek, felületkezelő és ragasztó anyagok hulladékkezelésének komplex megoldási lehetőségei

10.4.2 Csomagolási hulladékok

A felhasznált anyagok hulladékain kívül problémát jelentenek az anyagok tárolásául majd az alapanyag felhasználása során üressé váló csomagolási anyagok (göngyölegek), melyekre ugyanazok az előírások, vonatkoznak. Ajánlott ezen csomagoló anyagba visszagyűjteni az adott anyag hulladékait, és átadni a megfelelő veszélyes hulladékkezelőnek.

Alapvetően meg kell különböztetni az alapanyagokkal együtt vásárolt csomagolási anyagokat (pl.: lakkok göngyölegei) és az előállított termékekhez használt csomagolási anyagokat.

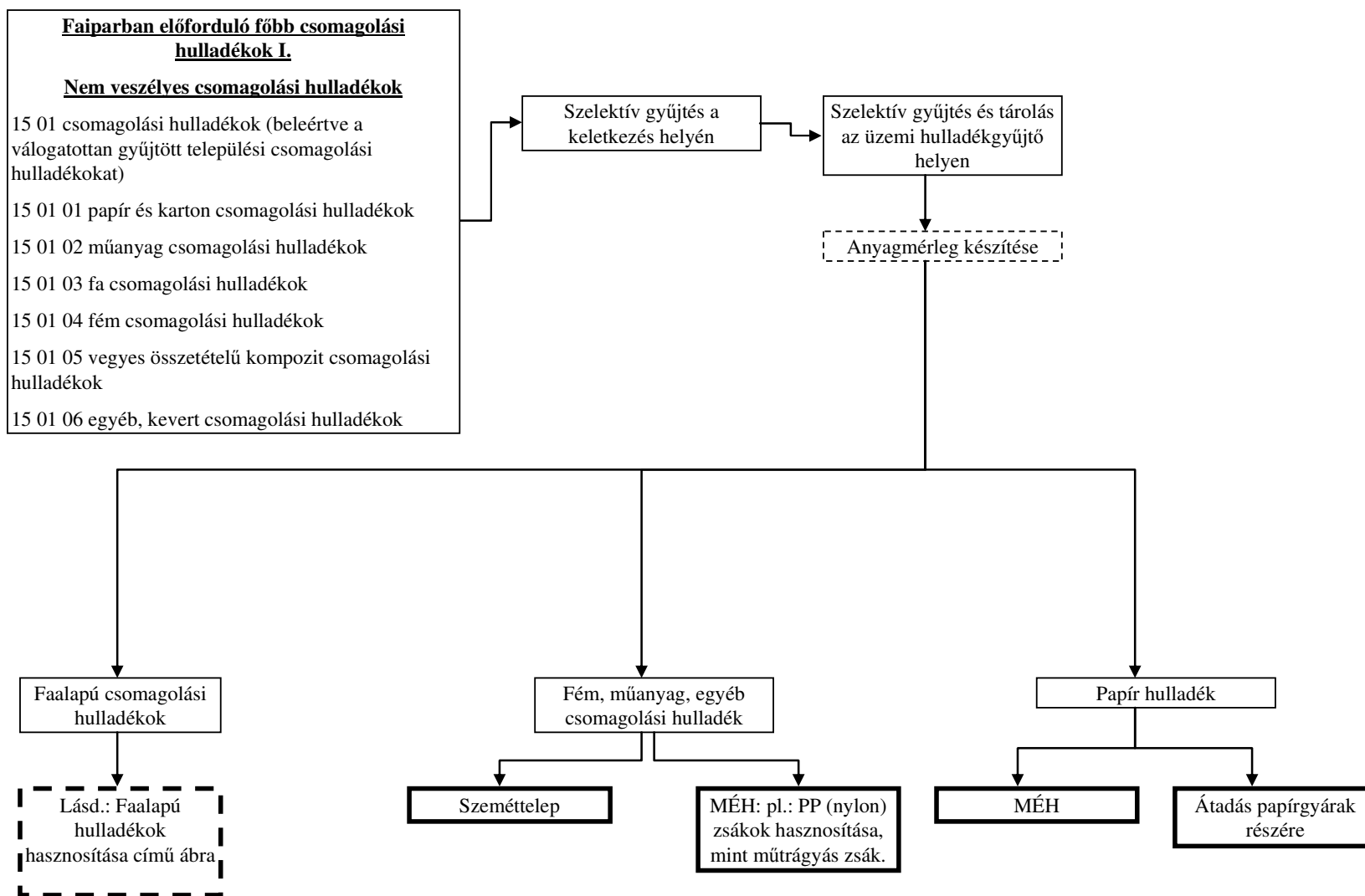
A faiparban – mint megannyi iparágban – szükség van csomagolásra a gyártott termékek minőségének, épségének, környezeti hatásokkal szembeni megvédése miatt.

Csomagolási hulladékok az alábbiak (16/2001 KöM. rendelet alapján):

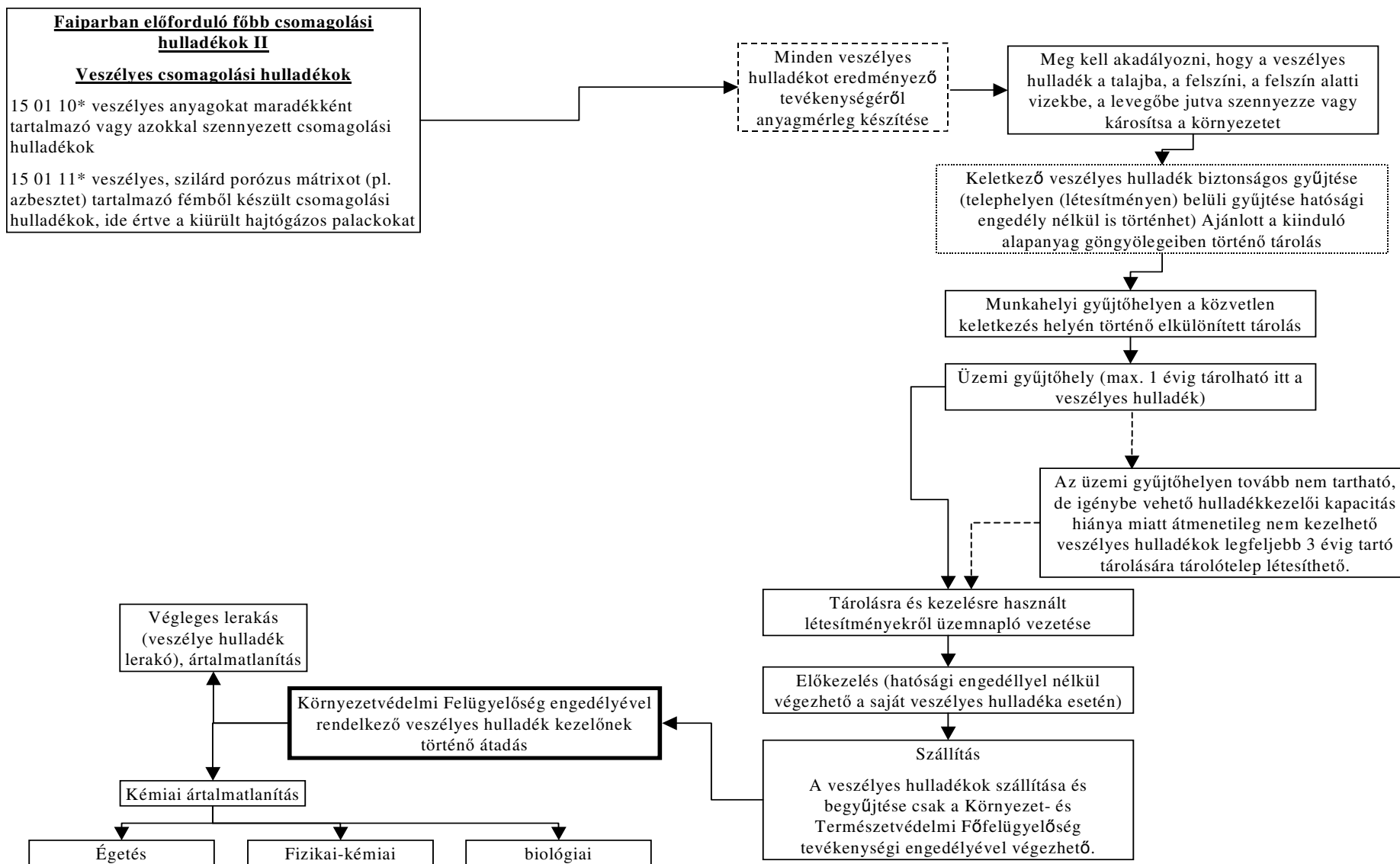
- papír és karton csomagolási hulladékok
- műanyag csomagolási hulladékok (fóliák, palackok)
- fa csomagolási hulladékok
- fém csomagolási hulladékok (pl.: fehérbádóg, alumínium stb.)
- vegyes összetételű kompozit csomagolási hulladékok
- egyéb, kevert csomagolási hulladékok
- üveg csomagolási hulladékok
- textil csomagolási hulladékok

Az alapanyagok csomagolásának tekintetében az alapanyagot (pl.: ragasztók, felületkezelők) eladó vállalatok sok esetben elszállítják a kiürült tartályokat, egyéb csomagolóanyagokat, így annak megfelelő szelektív gyűjtése és tárolása (veszélyes illetve veszélytelenségének megfelelően) után már nem kell más hulladékkezelő vállalatot keresni.

Bármilyen jellegű is legyen az adott csomagolási hulladék, minden esetben először meg kell határozni, hogy veszélyes anyaggal szennyezett, vagy nem szennyezett hulladékról van-e szó, majd ezt követően kerül sor a 18. és 19. ábrán látható általam összeállított és javasolt hulladékkezelési módozatok egyikének megválasztására.



18. ábra: A veszélyes hulladékkal nem szennyezett csomagolási hulladékok hulladékkezelésének komplex megoldási lehetőségei



19. ábra: A veszélyes hulladékkal szennyezett csomagolási hulladékok hulladékkezelésének komplex megoldási lehetőségei

10.4.3 Gépek, járművek üzemeltetése és karbantartása során keletkező hulladékok

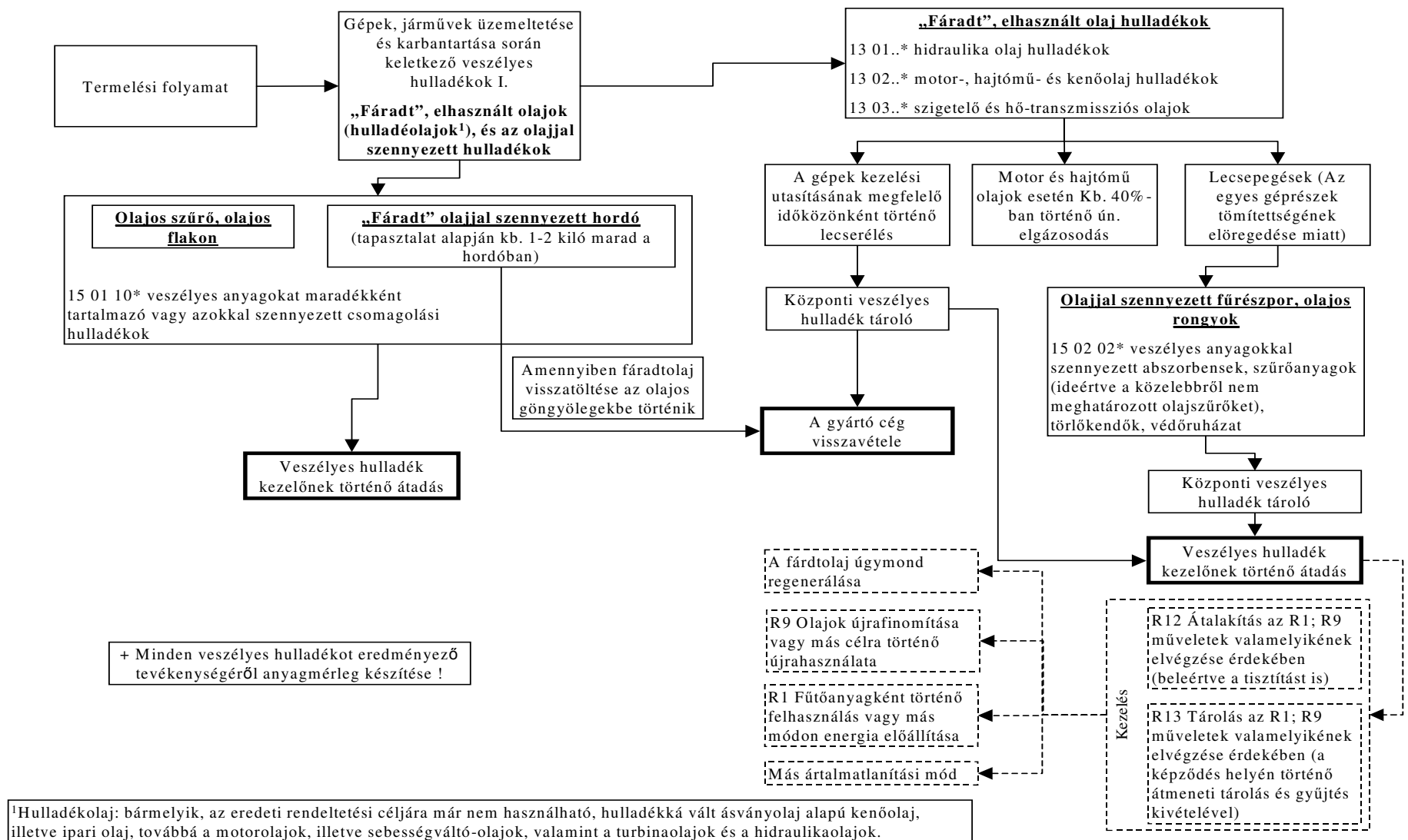
Gyakorlati tapasztalataim és a faipari vállalatok hulladékkezelési adatai alapján megállapítottam, hogy legnagyobb mennyiségben a „fáradt olajok” és az ezekkel szennyezett hulladékok keletkeznek. Az olaj megvásárlását és felhasználását követően a kiürült göngyölegekbe, melyek önmagukban is veszélyes hulladékot képeznek célszerű a cserélt „fáradt” olaj visszatöltése, hisz így amennyiben a forgalmazó nyilatkozik erről, úgy a fáradt olajjal együtt a göngyöleget is elszállítja. A gépek szerkezeteiben található olajos szűrők szintén az olajjal szennyezett csomagolási hulladékok részét képezik és mint olyanok, veszélyes hulladékok közé sorolandók (20. ábra)

A gépek karbantartása során az esetleges tömítetlenségek miatt ún. lecsepegő olaj is keletkezik, mely felitatására – faipar lévén – a fűrészport használják. A fűrészpor azonban - felszívó hatásának következtében - olajtartalma miatt veszélyes hulladékká alakul.

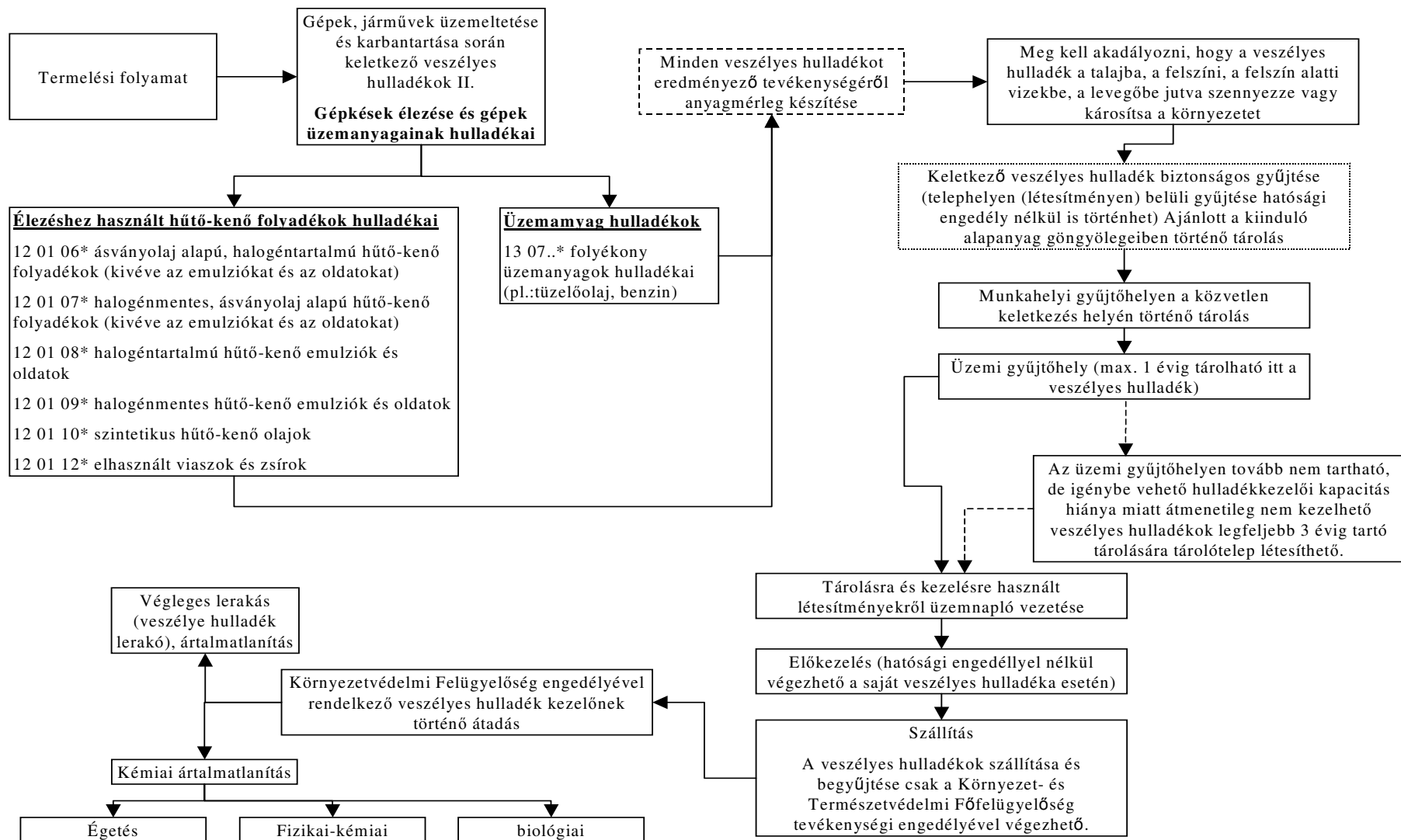
A gépek üzemanyagainak kezelésénél az eljárás azonos a fent leírtakkal.

Az élezés során felhasznált hűtő-kenő folyadékok folyamatos cirkuláció révén viszonylag hosszú időn át felhasználhatóak. Ezek a folyadékok egy idő után a leülepedő vasporral erősen szennyezett iszapos hulladékot képeznek, melyet el kell távolítani. Ez szintén a veszélyes hulladékok részét képezi.

Az így keletkező veszélyes hulladékokat, amennyiben a forgalmazó nem gondoskodik annak elszállításáról, akkor azokat körültekintő szállítás után a veszélyes hulladékkezelőnek kell átadni (Környezetvédelmi Felügyelőség engedélyével rendelkező kezelő) (21. ábra).



20. ábra: A gépek, járművek üzemeltetése és karbantartása során keletkező „fáradt” olaj (veszélyes hulladékok) hulladékkezelésének komplex megoldási lehetőségei



21. ábra: A gépek, járművek üzemeltetése és karbantartása során keletkező egyéb hulladékok (veszélyes hulladékok) hulladékkezelésének komplex megoldási lehetőségei

10.4.4 Egyéb, előzőekben fel nem sorolt hulladékok

A bemutatott hulladékkezelési lehetőségek természetes módon nem tartalmazzák az összes hulladékra vonatkozó javaslatokat (vagy összevontan egy-egy hulladék csoportra vonatkozóan). Ez könnyen belátható, hisz ha egy kis átkitekintést végzünk a 16/2001. (VII. 18.) KöM rendeletben található hulladékok listáján, akkor egyértelművé válik az hogy ez esetben még a faipar esetén is pár száz hasonló hulladékkezelési ábrát kellene, produkálni minden egyes hulladékra külön-külön.

Az előző felsorolásban nem ismertetett hulladékok besorolását illetően a 22. ábra nyújt segítséget, amelyen látható az alapelv, miszerint a veszélyes és nem veszélyes hulladékot kell megkülönböztetni. Ez azonban csak az elmélet, hiszen a gyakorlatban már előfordulnak olyan esetek is, amikor a vonatkozó 16/2001. (VII. 18.) KöM rendelet alapján sem tudjuk elmondani hulladéunkról hogy az veszélyes-e vagy sem. Ekkor szükségünk van a hulladék minősítésére - amely esetenként a technológia minősítésével jár együtt -, mely segítségével besorolhatóvá válik a hulladék.

A hulladék veszélyességének vagy veszélytelenségének megállapítására irányuló eljárás részletes szabályait a 98/2001. (VI. 15.) Korm. rendelet 1. számú melléklete tartalmazza. A minősítés főbb szempontjai az alábbiak:

A) Mintavétel

B) A minősítést megalapozó vizsgálatok

1. A hulladékot eredményező technológia mérlegelésével kell megállapítani a hulladék veszélyességének eldöntésére alkalmas veszélyességi jellemzőket és a meghatározásukhoz szükséges vizsgálatok körét.

A veszélyességi jellemzők meghatározására nemzeti módszereket szükséges használni, ezek hiányában a nemzetközi szervezetek (pl. OECD) anyagaiban ajánlott módszereket lehet felhasználni.

2. A hulladékok minősítésére szolgáló nemzeti módszerként előírt vizsgálatokat (fizikai-kémiai és ökotoxikológiai vizsgálatok) minden esetben el kell végezni.

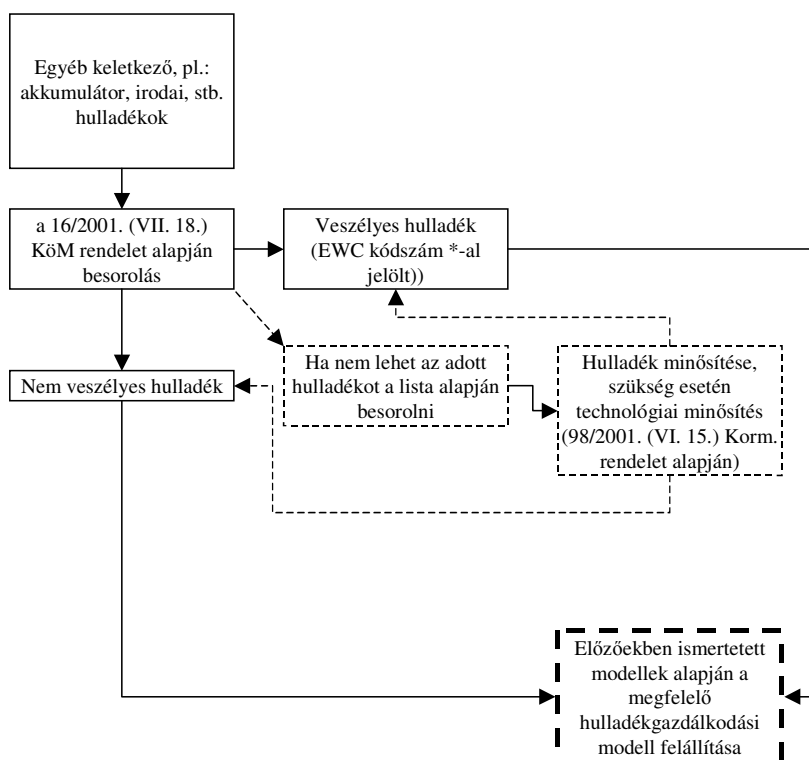
Ha ezen vizsgálatok alapján egyértelműen megállapítható, hogy a hulladék veszélyes, akkor a többi vizsgálatot a minősítés szempontjából nem kell elvégezni.

3. A mikrobiológiai vizsgálatokat csak abban az esetben kell elvégezni, ha a hulladék - keletkezési technológiájából vagy tárolási körülményeiből adódóan -

feltételezhetően fertőző betegséget okozó, illetve terjesztő kórokozókat tartalmaz.

4. A vizsgálatok eredményei alapján az akkreditált laboratórium szakértői véleményt készít a hulladék veszélyességéről vagy veszélytelenségéről.

E javaslat a Hulladékminősítő Bizottság elé kerül, amely szakértőkből álló testület, melyet a környezetvédelmi miniszter hoz létre. A Bizottság a minősíthető hulladék tulajdonságaitól függően, szükség esetén, külső szakértőket kérhet fel. A Bizottság az adott hulladékról készített minősítést megalapozó vizsgálatok alapján állásfoglalást ad a hulladék veszélyességéről vagy veszélytelenségéről.



22. ábra: A hulladékok besorolása

11. Kutatásaim során meghatározó faipari vállaltoknál végzett, a faalapú hulladékgazdálkodás fejlesztésére irányuló vizsgálataim és azok alapján megfogalmazott komplex hulladékkezelési modelljeim

Több, mint hat éves kutató-fejlesztő munkám során számos faipari nagyvállalattal kerültem kapcsolatba. Sok esetben számos kérdés, kérés érkezett felém faalapú hulladékgazdálkodásukkal összefüggésben. Úgy gondolom, a legjobban esettanulmányaik és az ott - kutatási eredményeim alapján - elvégzett ilyen irányú fejlesztések mutatják be tapasztalataimat és a több éves kutató-fejlesztő munkám eredményeit. Kisebb fűrészipari és lapszabászati cég mellett találkozhatunk Magyarország legnagyobb lemezipari, valamint az árbevételek alapján az elsők között található bútortipari vállalataival egyaránt.

Mint a Tisztelt Olvasó látni fogja, ez a fejezet nem egyszerűen felmérést foglal magában, hiszen egyes hulladékfajták tekintetében modelleket is sikerült kidolgoznom, melyek hozzájárultak az adott nagyvállalatok hulladékgazdálkodásának fejlődéséhez. Sőt, egyes esetekben sikerült elérnem, hogy már a keletkezési oldalon a prevenció eszközeivel kevesebb hulladék keletkezzen. Véleményem szerint, az így előállított modellek és fejlesztések, más hasonló vállalatok esetén is sikeresen alkalmazhatóak, nyilván a helyi paramétereknek megfelelően átalakítva.

Általánosságban megpróbáltam röviden ismertetni a vállalatok hulladékgazdálkodását, majd egy-egy problémásnak ítélt hulladéktípust kiválasztva bemutatni az általam felkínált kezelési és hasznosítási megoldásokat, melyek az esetek többségében meg is valósultak.

Megjegyzés: A tanulmányaimban szereplő vállalatok nevét a vállalatok kérésének megfelelően más, általam kitalált nevekké helyettesítettem.

11.1 Fűrészipar: Fűrészüzem és készház-gyártó vállalat

A cég fűrészipari termékek gyártásával foglalkozik, az asztalos- és építőipart látja el alapanyaggal. Évente 7500 m³ rönköt vágnak fel gerendákra, pallókra, deszkákra, mindeközben jelentős mennyiségű maradék is keletkezik. Szélesetlen fűrésztermékeket készítenek. Legnagyobb részben lucfenyőt használnak, ezen kívül erdei-, fekete- és vörösfenyőt, lombos fából pedig 20 százaléknyi: csertölgyet, nyarat és kevés bükköt. A lucfenyő alapanyag jelentős része szűkárós. Ezeken kívül fa készházak, kertiházak és falpanelek gyártásával is foglalkoznak, ehhez vásárolnak még szárított deszkákat (évente 1500 m³-t), amit már csak gyalulniuk kell.

A rönköket keretfűrészgéppel vágják fel, emiatt sok fűrészpor keletkezik, ez a feldolgozott alapanyagnak mintegy 10 százaléka. A vásárolt deszka szárított faanyag, csak ezeket gyalulják. Így a nedves por és darabos melléktermék a rönkmennyiség 38 %-a, a száraz forgács pedig a vásárolt deszkák 10 %-a. Kérgezéssel nem foglalkoznak, kéregmaradékkal nem kell számolni.

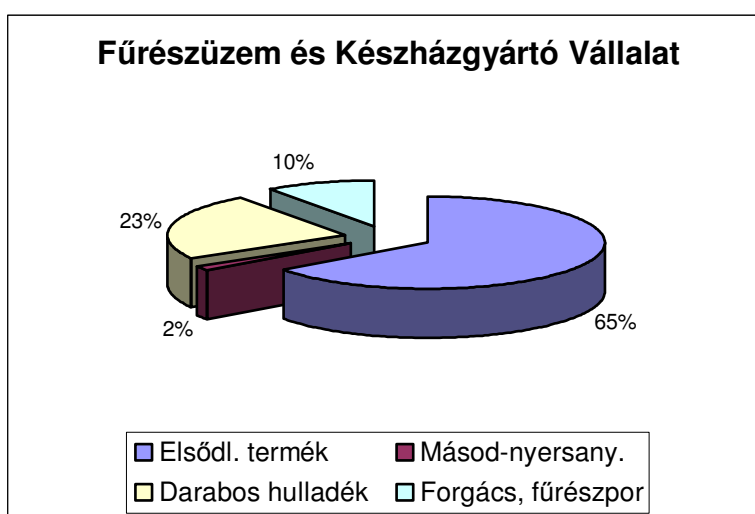
A betonozott osztályozótéren a rönköket egy Wolf típusú darus rönkosztályozó géppel válogatják méretcsoportonként, ha szükséges, minőség és fafaj szerint is. Ez szállítja a rönköket a lánctranszportőrrre, ami továbbmozgatja a keretfűrészhez. Felvágás után görgősorra kerülnek a fűrészárúk és eselékek. A keretfűrészről érkező fűrészárut kézzel rakatolják, a maradékokat kézzel válogatják és a nagyobb széldeszkákból még kinyerik a deszkának használható darabokat (legalább 1 méteres hosszúságú deszkákat). Ez a teljes feldolgozott rönkmennyiség mintegy 2 %-át teszi ki. A széldeszkákat válogatás után kötegelik, majd oldalvillás targoncával szabadtérre szállítják, és kupacokba rakva (ömlesztve) tárolják. Itt a szinte állandó légmozgásnak köszönhetően elveszti a nedvességtartalmának nagy részét, tehát a fűtési idenyre tűzifának ideális lesz. Körülbelül 10 %-át értékesítik, a többivel télen fűtik a fűrészcsarnokot, egy szálás maradékokat befogadni képes kazánnal. Rossz a hatásfoka, 1-2 éven belül tervezik egy modern, aprítéküzemelésű kazán üzembe állítását. Ez szolgáltatná a hőt a jelenleg gázfűtéssel működő - és emiatt drága üzemeltetésű - szárítókamrának is.

Központi porelszívást alkalmaznak, de található egyedi elszívóberendezés is az üzemben két szalagfűrészgépnél. A por-forgács a központi rendszerről leválasztás után a silóba jut (ide kerül az egyedi elszívók által gyűjtött fűrészport is), innen időszakosan

kiadagolják a konténerbe. Vegyesen tárolják tehát a nedves fűrészport és kisebb részben a szárított forgácsot.

24. táblázat: A Fűrészüzem és Készházgyártó Vállalat alapanyag-feldolgozási adatai

Alapanyag	Feldolgozott anyagmennyiség [m ³]	Másodlagos felhasználás [m ³]	Darabos hulladék [m ³]	Fűrészpor, forgács [m ³]
Fenyő rönk	6000	120	1680	600
Keményfa rönk	1500	30	420	150
Deszka	1500	0	0	150
Összesen	9000	150	2100	900
Százalékos megoszlás	100,00%	1,70%	23,30%	10,00%



1. diagram: A Fűrészüzem és Készházgyártó Vállalat alapanyag-feldolgozási arányai

A 24. táblázat és a 1. diagram adataiból látható, hogy a felfűrészelés során átlagosan 65% termék keletkezik elsődlegesen. Másodnyersanyagként felhasznált, visszaforgatott mennyiség az összesnek mintegy 2%-át teszi ki. Ez a keletkező összesen 33% hulladékhoz képest nem túl nagy arány.

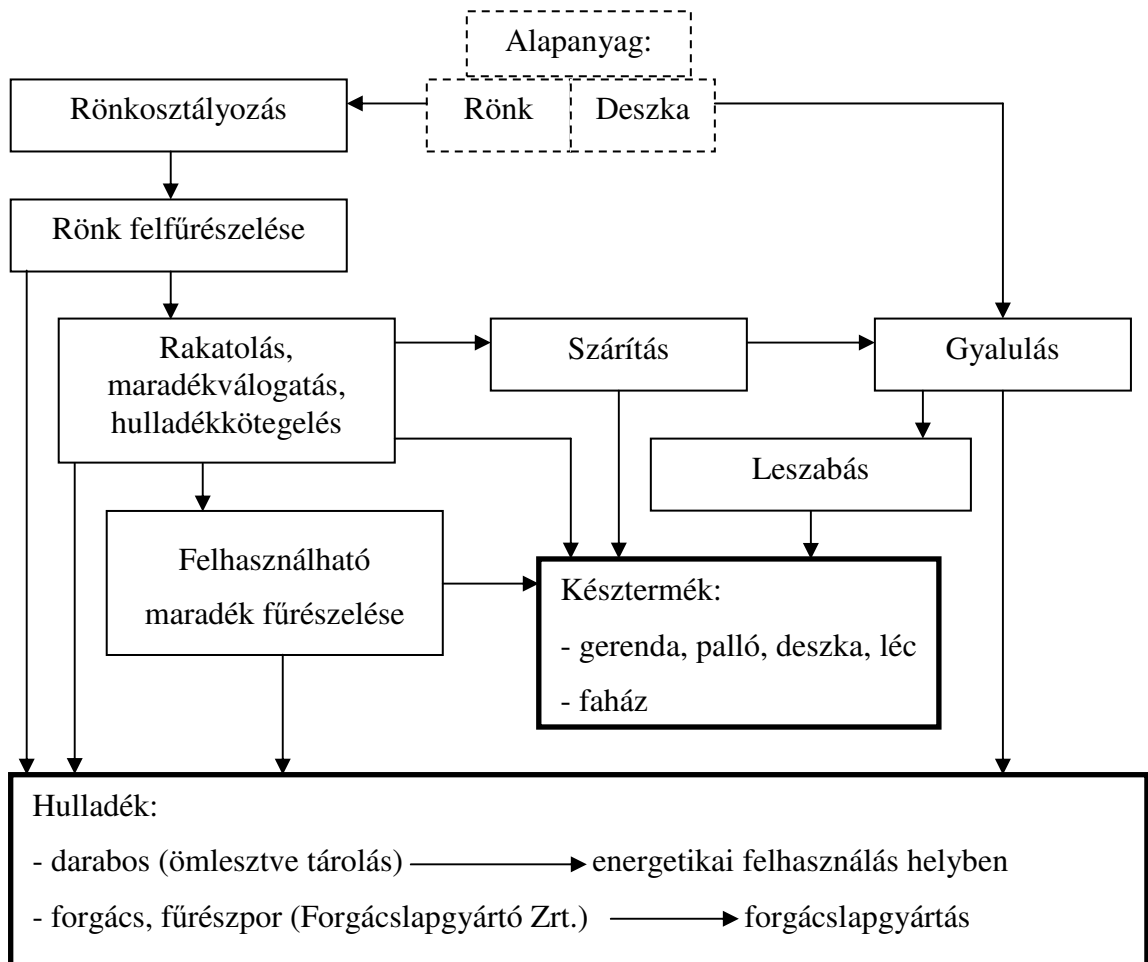
11.1.1 Hasznosítási lehetőségek fűrészporra és darabos hulladéokra

A cégre vonatkozó feldolgozási adatokból látszik (24. táblázat), hogy a termék keletkezése mellett a hulladékot és a közvetlenül a saját termelési folyamatukba visszavezethető anyagot - mint melléktermék – különválasztják. Ezzel lehetőségük adódik a jobb kihozatal elérésére.

Alapvető lehetőség kínálkozott, hogy a gyűjtőkonténerekben gyűjtött hulladékot egy forgácslapgyártó cég elszállítja telephelyére, ahol azt alapanyagként tudja hasznosítani. Véleményem szerint, amikor a hulladék beérkezik a forgácslapgyártó telephelyére,

onnan az alapanyag jelenik meg és újrafeldolgozása megkezdődik, ezáltal ezen lépéstől nem tekinthető hulladéknak.

A vállalat faalapú hulladékgazdálkodását - a helyzeti adottságaihoz képest - az alábbi folyamatábrán feltüntetett módon lehetne ideálisan megvalósítani.



23. ábra: Fűrészüzem és Készházgyártó Vállalat feldolgozási folyamatábrája

11.2 Lemezipar: Forgácslapgyártó Zrt.

Fontosnak tartom ezen fafeldolgozási ágazat megismerését is, mivel itt nem csak az erdészet által kitermelt alapanyag-felhasználásról van szó, hanem sokkal inkább hulladék/melléktermék újrahasznosításról. Ezen tényt támasztja alá az is, hogy a Forgácslapgyártó Zrt.-nek hulladékkezelési engedélye van a nem veszélyes faalapú hulladékokra vonatkozóan.

25. táblázat: A Forgácslapgyártó Zrt. által begyűjthető és hasznosítható hulladékok 16/2001. (VII. 18.) KöM rendelet szerinti kódszáma, valamint éves mennyisége²¹

EWC kód	Megnevezés	Mennyiség [t/év]
02 01 07	Erdőgazdálkodási hulladék	10.000
03 01 01	Fakéreg és parafahulladék (fafeldolgozásból, falemez- és bútorgyártásból származó hulladékok)	10.000
03 01 05	Faforgács, fűrészáru, deszka, furnér, falemez darabolási hulladékok, amelyek különböznek a 03 01 04-től (veszélyes anyagokat nem tartalmazó, faforgács, fűrészáru, deszka, furnér, falemez darabolási hulladékok, melyek fafeldolgozásból, falemez- és bútorgyártásból származnak)	250.000
03 03 01	Fakéreg és fahulladék (cellulózrost szuszpenzió, papír- és kartongyártási, feldolgozási hulladékok)	10.000
15 01 03	Fa csomagolási hulladékok	40.000
17 02 01	Fa (építési és bontási hulladék)	5.000
19 12 07	Fa, amely különbözik 19 12 06-tól (veszélyes anyagot nem tartalmazó fa, közelebről nem meghatározott mechanikai kezelésből - pl.: osztályzás, aprítás, tömörítés, pelletek készítése - származó hulladékok, hulladékkezelő létesítményeknél)	1.000
20 01 38	Fa, amely különbözik 20 01 37-től (veszélyes anyagot nem tartalmazó, elkülönített gyűjtött hulladék frakció, melyek a települési hulladékokból származnak).	5.000

A fakérgen (EWC 03 01 01 és 03 03 01) kívül az átvett darabos fahulladékot fajtánként Doppstadt típusú aprítógépekkel aprítják fel. A vásárolt fakérget – csakúgy, mint a telephelyen keletkező kérget - a 2007-ben üzembehelyezett Wiesloch termoolajhevíítő berendezésbe juttatnak hő előállítás céljából. Az aprításnak alávetett hulladékból még aprítás előtt kiemelik a fémet, illetve a fémet tartalmazó fát (ezen hulladékokat külön gyűjtik és kezelik, valamint a kezeletlen fahulladékot égetéssel hasznosítják). Az aprítógép előtt a faanyag egy tisztító görgősoron megy át, ahol a kéreg és az egyéb hulladék (pl.: kő) leválasztására sor kerül. Ezt követően a forgácslapgyártási

²¹ Forrás: A Forgácslapgyártó Zrt. telephelyére vonatkozó nem veszélyes hulladék hasznosítására szóló - 570-11/3/2007 számon - a Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség által kiadott határozat

technológiának megfelelő összetételű faanyag aprítékot a kívánt vastagságúra forgácsolják, melyhez idegenanyag mentes fűrészport adnak. Ez már a kívánt összetételű forgácslap alapanyagaként szolgálhat.

A Forgácslapgyártó Zrt. a 80-as évek végéig tisztán az erdőgazdaságtól származó forgácsfából dolgozott. Ezt követően a 90-es évek elejétől egyre nagyobb mennyiségű hulladék, melléktermék beszerzése történt meg. Először csak a fűrésziparból, majd később más faipari feldolgozó cégektől szereztek be ezt a forgácslapgyártás szempontjából értékes alapanyagot. Ezért is szokás ezeket a hulladékokat akár mellékterméknek, másodnyersanyagnak nevezni, hiszen mint látjuk ez egy faipari lapgyártó cégnél fontos alapanyagként szolgálhat.

A fahulladékok beszerzésénél a legtöbb probléma a szállíthatóságnál kezdődik. A szálas szélezési léchulladékokat, a keletkezés helyén – fűrészüzemeknél – gyorsan rakodásra alkalmas formába lehet hozni, ha ezeket kazalként tárolják (szélezési léchulladék, eselékek esetén a rendezett tárolás, léchulladékok gépeknél történő pontos egymásra pakolásával a probléma csökkenthető, miszerint a teherautó kihasználtsága alacsony, ún. „sok levegőt szállítunk”). A fűrészipari hosszabb szélezési hulladékokat 75-80 m³-es nyitott nyerges vonatokkal szállítják, ezeket tekinthetjük az úgynevezett hosszú léchulladéknak.

Az ömlesztett anyagok tekintetében (fűrészpor, apríték) már bonyolultabb a rendszer, így ezeket 30 m³-es konténerekben történő gyűjtést követően szállítják. Ezeket ahol lehet por-forgács elszívó rendszerekhez közvetlenül kell kapcsolni, így biztosítva van a hulladékkal való egyszerű feltöltés is. Jelenleg mintegy 78 db konténer áll rendelkezésre a gyűjtésre. Ennél a megoldásnál is figyelembe kell venni a fuvarozási költséget, mely tényező miatt elmondható, hogy a konténeres megoldást (egy konténer = 30 m³ ≈ 7-10 tonna, hulladékfajtától függően) 50 km-es körzetben lehet gazdaságosan alkalmazni. Pontosabban kettő konténer egyidejű szállítása esetén ez a távolság közel 100 km-ig kitolható. Éppen ezért szükséges nyerges szerelvények alkalmazása, melyekkel a messzebb lévő helyekre forgácslapot szállítanak, míg visszafele ún. „visszfuvarban” ömlesztett fahulladékot hoznak (a szállítási környezetben található hulladékgyűjtő helyet felkeresve megrakottan, terhelten tér vissza a telephelyére).

A szállítás szempontjából kritikusnak mondható a 60 cm-nél rövidebb ún. „rövid léchulladék”. Ezeket konténerekben tárolni lehet ugyan, de szállítani nem gazdaságos, mivel ezen méretű és tulajdonságú anyagok nem töltik ki a rendelkezésükre álló teret.

Gyakorlatilag tehát ugyanazon konténerben sokkal kisebb mennyiségű anyagot tudunk szállítani (szakzsargon szerint: „levegőt szállítunk”), mint ömlesztett anyag esetén.

Beruházások sorának köszönhetően a 60 cm-nél rövidebb hulladékok felaprítására egy kalapácsos aprítóberendezés áll rendelkezésre, mely 98 %-os biztonsággal a fémet is kiválasztja az aprítékból, ezáltal fémszeggel és fémpánttal kötözött, kalodás anyagot is biztonsággal lehet kezelni. Mobil aprítógépekkel sikerült elérni, hogy a 30-50 km-es távolságon kívüli betárolt fahulladékok - elsősorban használt raklapok - gazdaságosan begyűjthetők legyenek.



24. ábra: AK-230 mobil aprítógép

Az egyre nagyobb mennyiségű fahulladék begyűjtés miatt újabb beruházás segítségével üzembe helyeztek egy ún. mobil előtörő gépet.



25. ábra: DW-3060 mobil aprítógép

Általánosan elmondható, hogy a 112 főleg kisebb volumenű (melyek többnyire átlagosan kb.: 5000 m³/év rönköt dolgoznak fel) fűrészipari vállalkozástól „érkező” hulladék mintegy 70%-a fűrészporból, és mintegy 30% hosszú- és rövid léchulladékból tevődik össze.

A tüzelőanyagok vásárolt kéregét szintén a már említett konténeres megoldással szállítják. A tüzelőberendezés kéregigénye jelenleg mintegy 50.000 tonna, mellyel kb. 7 millió m³ földgázt spórolnak meg a Forgácslapgyártó Zrt. adatközlése alapján.

A faalapú csomagolási hulladékokról korábban külön fejezetben már volt szó, ezért itt a különböző költségvonzatokra már nem térnek ki. Azonban mindenképpen említést érdemel, hogy a Forgácslapgyártó Zrt. a csomagolási hulladékok begyűjtését és feldolgozását már 2002-ben megkezdte. Kezdetben csak kb. 30 km-es körzetből, majd később a már megismert beruházásoknak (mobil aprítógépek) köszönhetően, a nagyméretű (pl.: egyutas raklapok) hulladékok messzebből is gazdaságosan begyűjthetővé váltak. E hulladékok begyűjtésére újabb logisztikai megoldás szükséges, hiszen ezen aprítógépek kitelepítése elég költségigényes, ezért törekedni kell gyűjtőudvarok kiépítésére, ahová a környező cégek be tudnak szállítani. Gazdasági számítások után megfogalmazható, hogy mintegy 100 tonna az a mennyiség, amely a DW-3060 mobil előtörő berendezéssel előzetes aprítása után sikeresen és gazdaságosan feldolgozható. A munka időtartama szállítással együtt kb. 2 napot vesz igénybe. Tavalyi évben 27.000 tonna csomagolási hulladék begyűjtése történt az országosan 6 begyűjtési pontról (Budapest, Tatabánya, Dunaújváros, Győr (kettő), Szombathely). Nem véletlen, hogy gyűjtőudvarok szükségesek, hiszen 100 tonna csomagolási hulladékhoz nagy helyigény tartozik.

Látható, hogy a sokrétű, különböző tulajdonsággal és paraméterekkel rendelkező hulladékfeleségek, gyűjtése, ideiglenes tárolása, szállítása, feldolgozása komoly logisztikai megfontolásokat igényel.

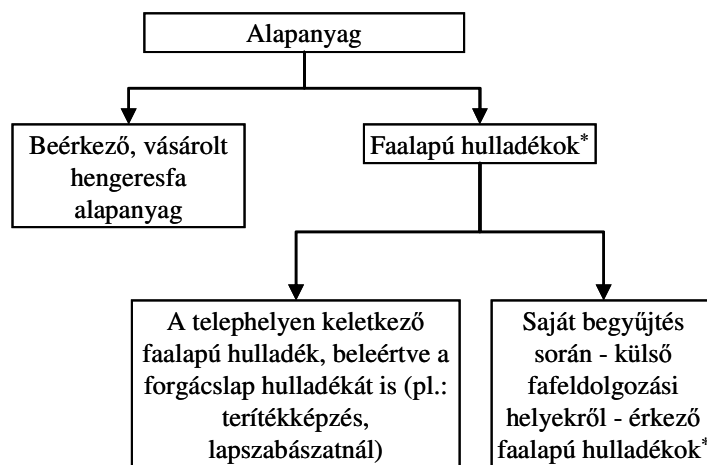
A cég segítségével sikerült a fentebb vázolt módon begyűjtött, valamint a termelés során keletkező hulladékok hasznosításának lehetőségeit a technológiai lépésekkel összehangolni, így a céggel közösen végzett kutatásaimnak köszönhetően továbbiakban egy megvalósult környezetbarát technológiát fogok bemutatni. Meg kell azonban jegyezni, hogy a dolgozat írása közben technológiai változások történnek folyamatosan – időközben tulajdonosváltás ment végbe a cég életében és jelenleg a termelési kapacitás növelésére vonatkozó fejlesztések történnek - már közel fél éve, éppen ezért ki kell hangsúlyoznom, hogy a továbbiakban bemutatásra kerülő állapot a 2007. szeptemberének megfelelő technológiát és hulladékhasznosítást tükrözi.

11.2.1 A Forgácslapgyártó Zrt. faforgácslap gyártásának technológiai leírása, alapanyagkészlet a hulladékgazdálkodási vizsgálataim tükrében

A fejezet taglalása előtt meg kell jegyezni, hogy nem a technológia részletes leírására törekedtem, hanem arra, hogy az egyes hulladékok keletkezési helyeire fény derüljön és megoldást találjak ezek környezetbarát hasznosítására, míg egyes nem faalapú hulladékok esetén azok környezetkímélő ártalmatlanítására.

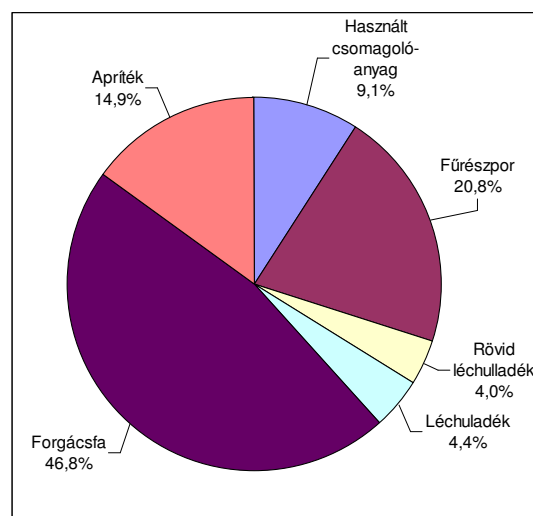
A beérkezett faanyag fogadása, tárolása és aprítékká történő feldolgozása

A forgácslapüzemben az elmúlt években átlagosan mintegy 300 ezer nettó m³ síkpréselt, háromrétegű, finomfelületű, csiszolt faforgácslap előállítása történik, mely közvetlenül felületkezelhető.



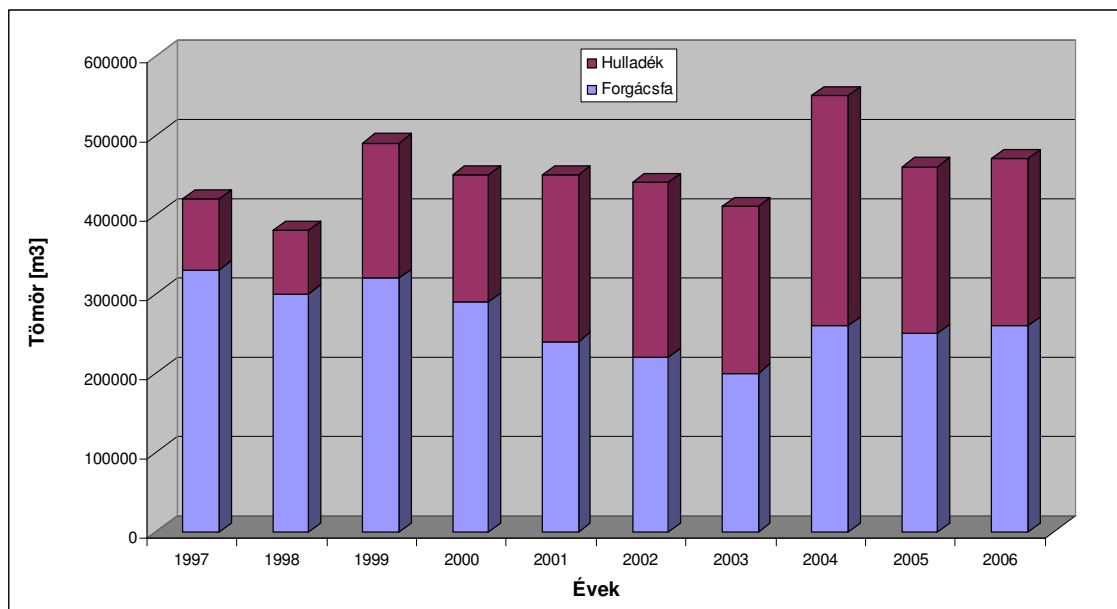
26. ábra: Forgácslap előállításának alapanyaga (*24. táblázatban feltüntetett fahulladékok)

A faforgácslapok faalapanyaga 1 és 2 m-es hosszolt forgácsfa, rostfa, fűrészipari hulladékok (széldeszka) és fűrészpor, valamint más faalapú hulladék (24. táblázat).



2. diagram: Alapanyag készlet megoszlása (2005)

A beérkező hengeresfa alapanyag valamint a faalapú hulladék aránya közel 50-50 % arányban oszlik meg. Szembetűnő a faalapú hulladékok egyre nagyobb arányú hasznosítása, mely egyértelműen pozitív hulladékhasznosítási tevékenységként jellemezhető, amit alátámaszt a következő diagramon szemléltetett tudatosság a fahulladék mind nagyobb arányú feldolgozására vonatkozóan.



3. diagram: Alapanyag készlet változása (1997-2006)

11.2.1.1 Forgácslap előállítás és hulladékai

Ha vizsgáljuk a világon bármely ország valamely cégét, egyértelműen megállapíthatjuk, hogy különböző faipari technológiával előállított faalapú termékek gyártása során más-más típusú és halmazállapotú hulladék keletkezik. Természetesen egy technológiai lépésből nem csak egy hulladék típus kerülhet ki. A bevitt anyagok függvényében számos nem kívánatos hulladék keletkezik (mint például a gépek karbantartása során keletkező olajok), míg egész technológiai folyamatokat vizsgálva megállapítható, hogy akár több tucat hulladék fajta, illetve veszélyes hulladék kerül ki. Az alábbi néhány pontban a Forgácslapgyártó Zrt. forgácslapgyártásánál keletkező fő faalapú hulladék/melléktermék típusokat emeltem ki (27. ábra):

1. A beérkező hengeresfa alapanyag aprítás előtti kérgezése során hulladékként kéreg keletkezik, melyet a 2007-ben üzembehelyezett Wiesloch termoolajhevíítő berendezésbe juttatnak hő előállítás céljából, mely az alábbi technológiákhoz szükséges:

- *Forgácslap préselés:* A hossz méretre vágott, kismértékben előtömörített forgács paplanok a Flexopán fémszitaszövetrel a 8-szintes hőprésbe kerülnek.
 - *Forgácslap laminálás préseléssel:* A gyártott forgácslapokból mintegy 75%-a kerül felületnemesítésre. Ebből kb. 3-4% munkalap, tehát „postformingolással” történik a felületnemesítés, míg a fennmaradó rész forgácslap impregnált papír borítást kap. Az impregnált papír alapanyaga a nyers dekorpapír, melyet kb. 80.000 fm-es tekercsekben vásárolnak.
 - *Cementkötésű (CK) faforgácslap előállítás és kikötetű*
2. A forgácsképzés során keletkező, nem túl nagy mennyiségű fémet tartalmazó fa, illetve fémhulladék a szeméttelre kerül.
 3. Az előosztályzás során keletkező nagyméretű apríték a „DOPPSTADT” aprítóba kerül vissza, míg a finom porfrakció, mely főként kéreg por összetevőt tartalmazó anyag a már említett Wiesloch termoolajhevítőbe kerül.
 4. A száraz forgács osztályozása során keletkező por felhasználása részben megegyezik a 3. pontban leírtakkal, részben pedig a forgács megfelelő nedvességtartalmáért felelő SPV szárítóba (mely faporról és földgázzal vegyesen üzemeltethető) kerül szintén, mint fűtőanyag.
 5. A teríték hosszának kialakítása végett van szükség a keresztvágóra. A keresztirányú vágás során keletkező még meg nem szilárdult gyantás-forgácsot elszívják és visszajuttatják a középréteg alapanyagába, csakúgy mint a terítés során keletkező ún. „rontott paplan” anyagát.
 6. A hőpréselés során ún. „laprobbanás” miatt tönkrement laptermék vagy az alapanyagba kerül vissza (a gyártási folyamat legelejére), vagy a rakatok csomagolásához használatos fedlapként kerül hasznosításra.
 7. A vastagság ellenőrzés, minősítés során keletkező hibás laptermék felhasználása megegyezik a 6. pontban leírtakkal.
 8. A csiszolás során keletkező csiszolatpor felhasználása a 4. pontban említett SPV szárítóba kerül hasznosításra.
 9. A méretrevágás és szélezés során keletkező anyag (technológiából ki nem lépő hulladék), - mely majd 1000 t/év mennyiséget tesz ki – a szárazforgácsnál kerül újbóli felhasználásra.

Az előállított termék értékesítést követően a különböző bútorigipari cégeknél kerülnek felhasználásra. Itt a különböző méretű laptermékek képzése során, szélezési, szabási

forgácslap hulladék keletkezik (felmérésem szerint közel átlagosan 15 % szabási hulladék keletkezik). Ez nagy részben visszakerül a Forgácslapgyártó Zrt. forgácslagyártásának termelési folyamatába, mint alapanyag, és ezáltal egy folyamatos körforgalmába vesz részt. Látható lesz tehát az általam összeállított folyamatábrákon is, hogy megfelelő körütekintéssel és szervezéssel megoldható - egy a faiparban sok problémát okozó anyag - a faforgácslap hulladék visszaforgatása a termelési folyamatba, képezve így egy körfolyamatot.

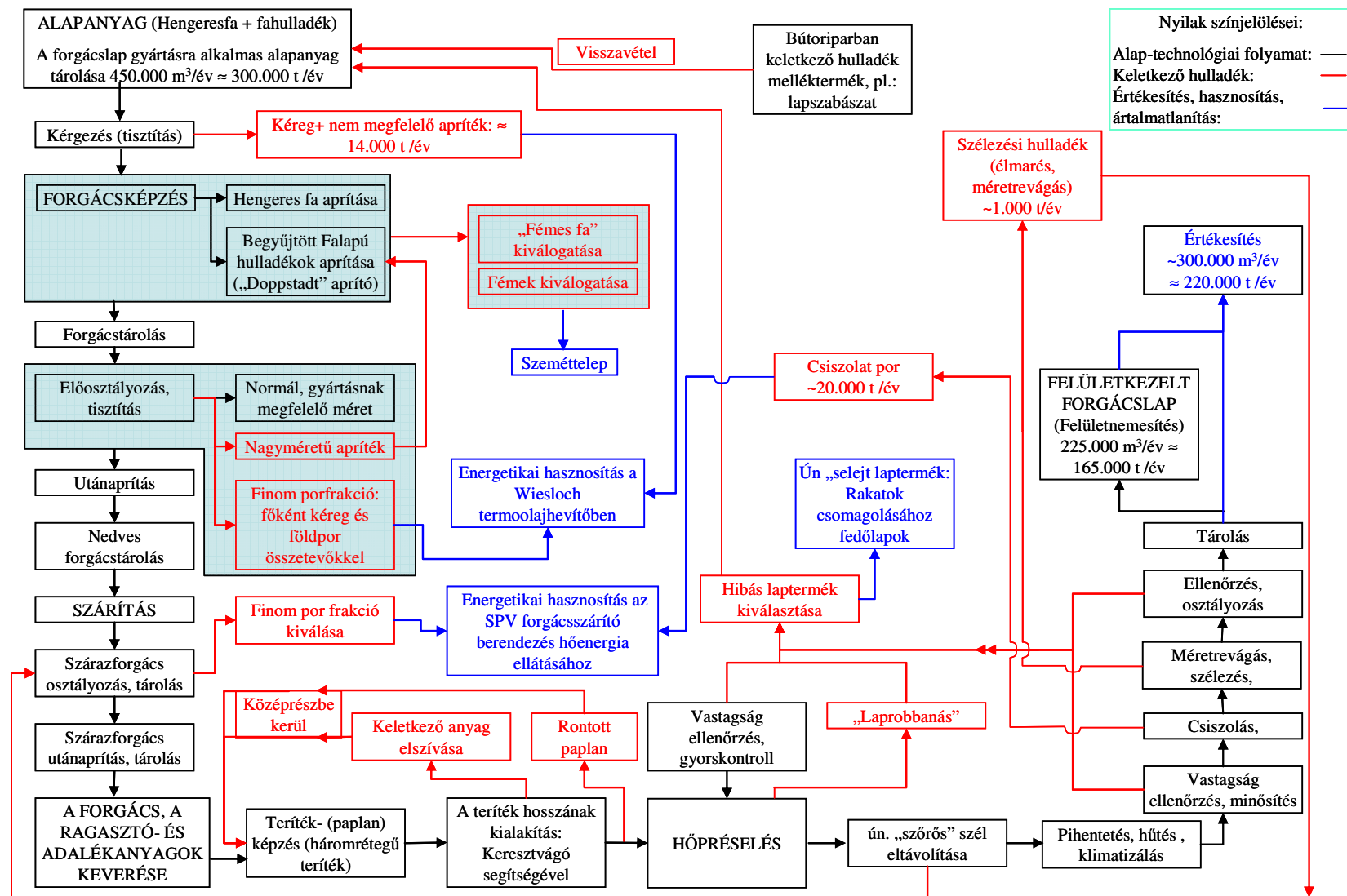
Érdekes kérdést vet fel az, hogy a forgácslap hulladéka veszélyes-e? A Környezetvédelmi Hatóság álláspontja alapján, amennyiben az újra laptermékben kerül feldolgozásra, akkor nem veszélyes, míg ha elégetésre kerül, akkor a veszélyes hulladékok elégetésére vonatkozó irányelveket kell figyelembe venni.

11.2.1.2 A forgácslapgyártáshoz szükséges ragasztóanyagok hulladékai

A forgácslapgyártás során szükség van műgyanta ragasztóra, illetve egyéb adalékanyagokra. A karbamid-formaldehid alapú műgyanta ragasztó 65% szárazanyag tartalmú folyékony állapotban kerül a Forgácslapgyártó Zrt.-hez vasúti tartálykocsikban, melyekből az alapanyagot fix tartályokba töltik át. Három adalékanyagot különböztünk meg:

1. Edző: Ammónium-szulfát, mely 50 kg-os polietilén (PE) zsákokban por alakban érkezik.
2. Víztaszító anyag: Paraffin-emulzió, mely 60% szárazanyag tartalmú folyékony állapotban érkezik.
3. Kötés lassító és felszabaduló formaldehid megkötő: Karbamid, mely 50 kg-os nylon zsákokban por alakban érkezik.

Ezen alapanyagok a megfelelő tárolásukat és bekeverést követően kerülnek a száraz forgácshoz, képezve ezzel gyantás-forgács elegyet. Az alapanyagok (edző és a karbamid) csomagolását képező nylon zsákok, melyek súlya egyenként 2,5 kg, amiből adódik, hogy évenként 33,5 tonna PE zsák keletkezik, mely a MÉH-hez kerül, ahol pl.: műtrágyás zsákok formájában kerül hasznosításra (Megtéhető, hiszen a zsákokban maradó néhány gramm anyag a nem veszélyes hulladék kategóriába sorolható). A forgács, a ragasztó, valamint az adalékanyagok bekeverése során használt berendezések heti tisztításának következtében keletkező gyantás-forgács hulladékok tekintetében energetikai hasznosítás javasolt (28. ábra).



27. ábra: Forgácslapgyártó Zrt.: A forgácslapgyártás általános folyamatábrája kiegészítve a gyártás során keletkező hulladékainak keletkezési helyeivel és azok jellemző felhasználásával.

11.2.1.3 A forgácslapok laminálása és az impregnált papír

A gyártott forgácslapokból mintegy 225.000 m³ kerül felületnemesítésre. Ebből kb. 6.500 m³ munkalap, tehát „postformingolással” történik a felületnemesítés, míg 208.500 m³ forgácslap impregnált papír borítást kap.

Az impregnált papír alapanyaga a nyers dekorpapír, melyet kb. 80.000 fm.-es tekercsekben vásárol a Forgácslapgyártó Zrt. Éves szinten 25 millió m² dekorpapír felhasználása történik, ami közel 2200 tonnát jelent. A nyers dekorpapír impregnálását szintén itt végzik. Az eljáráshoz szükséges az impregnáló gyanta, melyet 50%-os szárazanyag tartalmú folyékony oldatként (5500 t/év) vásárolják. A megfelelő minőség érdekében szükség van adalékanyagra is (54 t/év), melyek katalizátorból és tapadásgátló anyagokból (a gyanta vonatkoztatásában 0,5% illetve 0,5%) áll. Az impregnálás gépsorát követi az írevágás technológiai lépése, melyet a forgácslapra történő préselés és a szélek tisztítása követ.

A forgácslapok laminálása és az impregnált papír készítése során keletkező hulladékok (29. ábra):

- A nyers dekorpapírnak csomagolási hulladékai adódnak, melyek nylonból és papírból - ami a MÉH-hez kerül -, valamint a felcsévézésre szolgáló hüvelyből áll. A papírhüvely hulladék hasznosításának megoldására a jelenlegi elképzelés, hogy azt nagyobb papírgyárak vennék át nagyobb tétel összegyűlése esetén.
- Az impregnáló gyanták helyi tárolásául szolgáló tartályokkal együtt érkeznek a helyszínre, mely tartályokat a gyanta elhasználása után a beszállító el is szállítja (csak a beszállító tisztíthatja ezen hulladékot). Ez vonatkozik az adalékok tárolásául szolgáló 1 m³-es konténerre is.
- Az impregnálás és írevágás során (kismennyiségben a tárolás során is) keletkező selejt papír (nem veszélyes hulladék, a hulladék minősítése megtörtént) két részre osztható. Egyik a nem kiszárított impregnált papír, mely végső útja a szeméttelpre vezet. A másik a már kiszárított impregnált papír, mely elképzelések szerint (nyugati országokban már alkalmazzák) visszaforgatnák a forgácslapgyártás alapanyagába (karunkon ilyen irányú kísérletek már folytak).
- Az osztóvágás és szélezés során keletkező hulladék a forgácslap alapanyag készletébe vezethető vissza.

- A minősítés során keletkező rosszabb minőségű laminált forgácslap hulladék vagy a technológiai folyamatok elejére, tehát a forgácslap alapanyag készletébe kerül vissza, vagy a csomagolás során a fedlap szerepét töltik be.
- Szinte egyedülálló az a tény, hogy a bútoriparban keletkező szabási hulladékokat a Forgácslapgyártó Zrt. visszaveszi és visszaforgatva azt a forgácslapok alapanyagába, képezve így egy viszonylag zártnak mondható körfolyamatot.

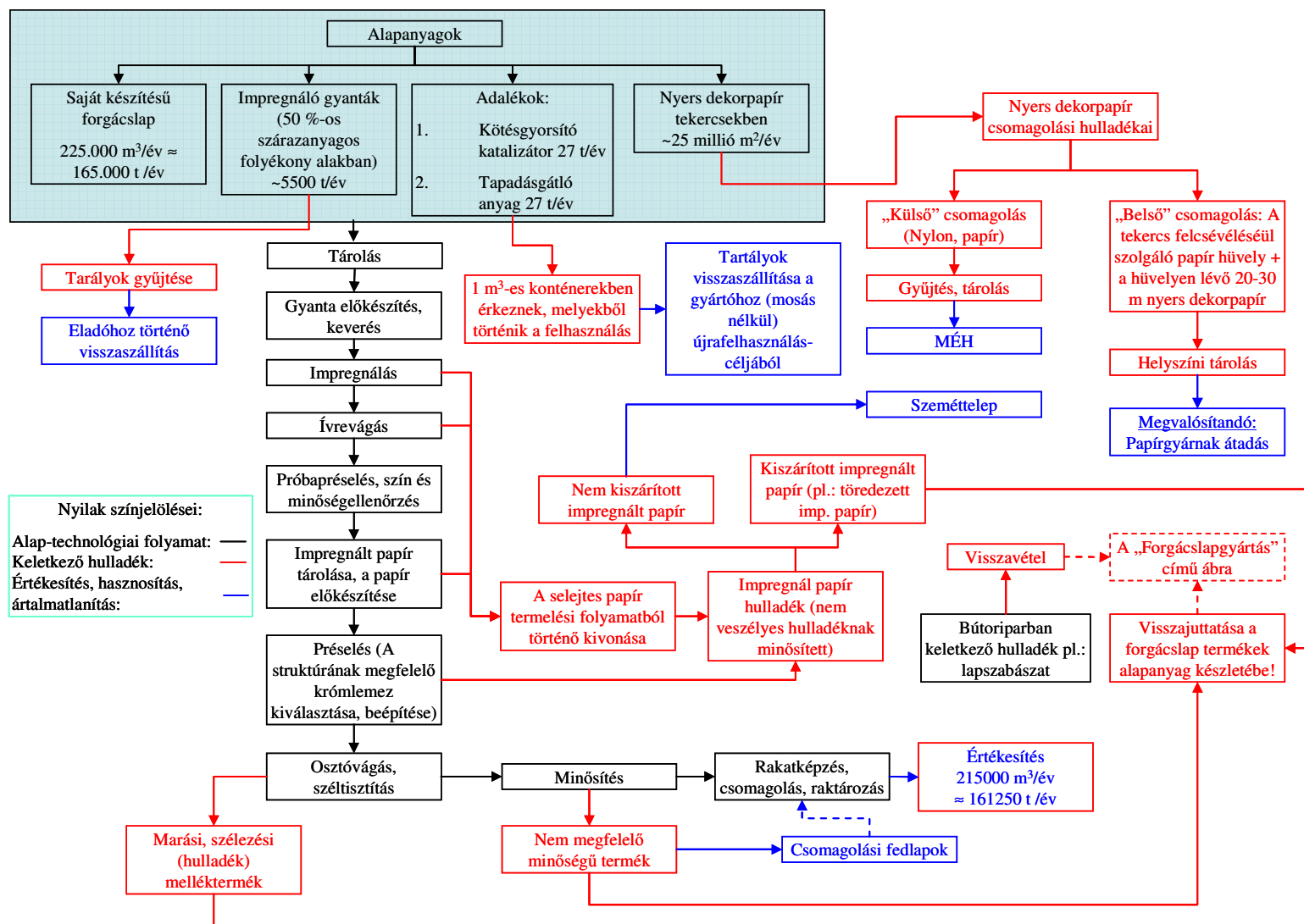
11.2.1.4 A munkalapok gyártása

Évi mintegy 6500 m³ munkalap előállítása történik, melynek alapja az ún. postforming eljárás. Ennek lényege, hogy a felület borítás és az él(ek) egy HPL rétegelt papírlemezzel történik, úgy hogy az élek legömbölyítése lehetővé teszi a felületi papír megszakítása nélküli borítást. A munkalapok hordozófelületűl a 28 és 38 mm-es faforgácslapok szolgálnak. Ennek egyik oldalára kerül fel az ún. HPL diszító rétegelt lemez, ami nem más, mint fenolgyantával impregnált többrétegű papír. Éves felhasználás 83 t/év.

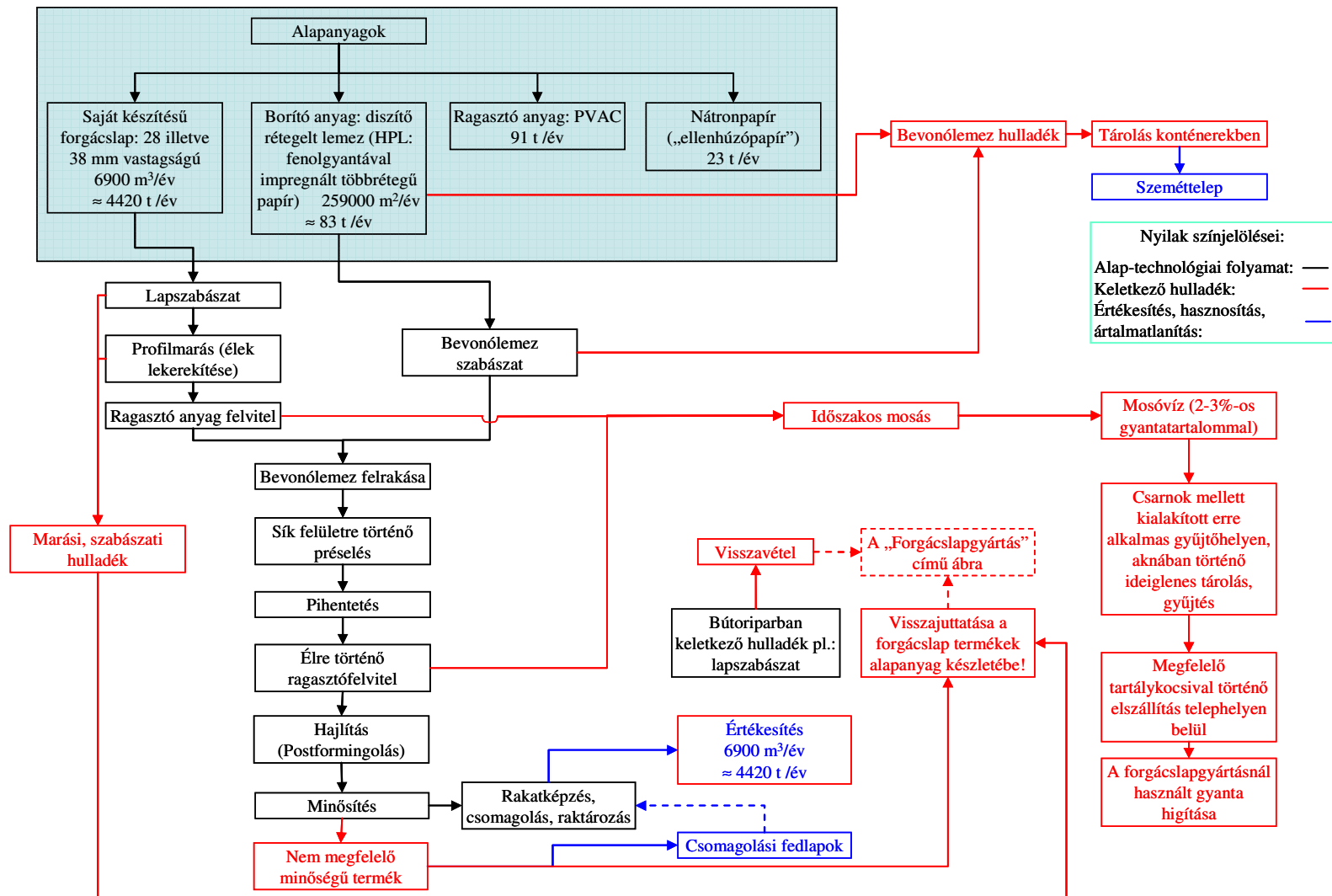
A munkalap másik oldalára kerül az ún. „ellenhúzó papír” ami a gyakorlatban nátron papírnak felel meg (23 t/év). Ezen borítóanyagok felragasztására segíti a PVAC ragasztó (91 t/év). A ragasztóanyag felvitele a forgácslapok felületeire történik, mégpedig két lépésben. Egyik lépésben a lapokra viszik fel a ragasztót, míg a másikkban a már HPL lemezt tartalmazó lapok éleinek ragasztózása történik.

A munkalapok gyártása („postformingolása”) során keletkező hulladékok (30. ábra):

- A HPL lemez kezelése során keletkező hulladékok a személtrepre kerülnek.
- A forgácslapok szabászat és az élek marása során keletkező hulladékok a forgácslapgyártás alapanyag készletét bővítik.
- Mind a felületre, mind a későbbi élre történő ragasztóanyag felvitel során használt gépek alkatrészeinek időszakos mosása során keletkező mosóvíz hulladékkal a folyamatábrán látható lépések után a forgácslapgyártás ragasztóanyagának hígítását végzik.
- A minősítés során keletkező rosszabb minőségű munkalap hulladék vagy a technológiai folyamatok elejére, tehát a forgácslap alapanyag készletébe kerül vissza, vagy a csomagolás során a fedlap szerepét töltik be.
- Ismételten látható, hogy a bútoriparban keletkező szabási hulladékokat a Forgácslapgyártó Zrt. visszaveszi, mely visszaforgatva az a forgácslapok alapanyagába, képez egy viszonylag zártnak mondható körfolyamatot.



29. ábra: Forgácslapgyártó Zrt.: A gyártott faforgácslapok laminálása és a laminálás során használt impregnált papír felhasználásának folyamatábrája kiegészítve a gyártás során keletkező hulladékok keletkezési helyeivel és azok jellemző felhasználásával.



30. ábra: Forgácslapgyártó Zrt.: A munkalapok gyártásának folyamatábrája kiegészítve a gyártás során keletkező hulladéaink keletkezési helyeivel és azok jellemző felhasználásával

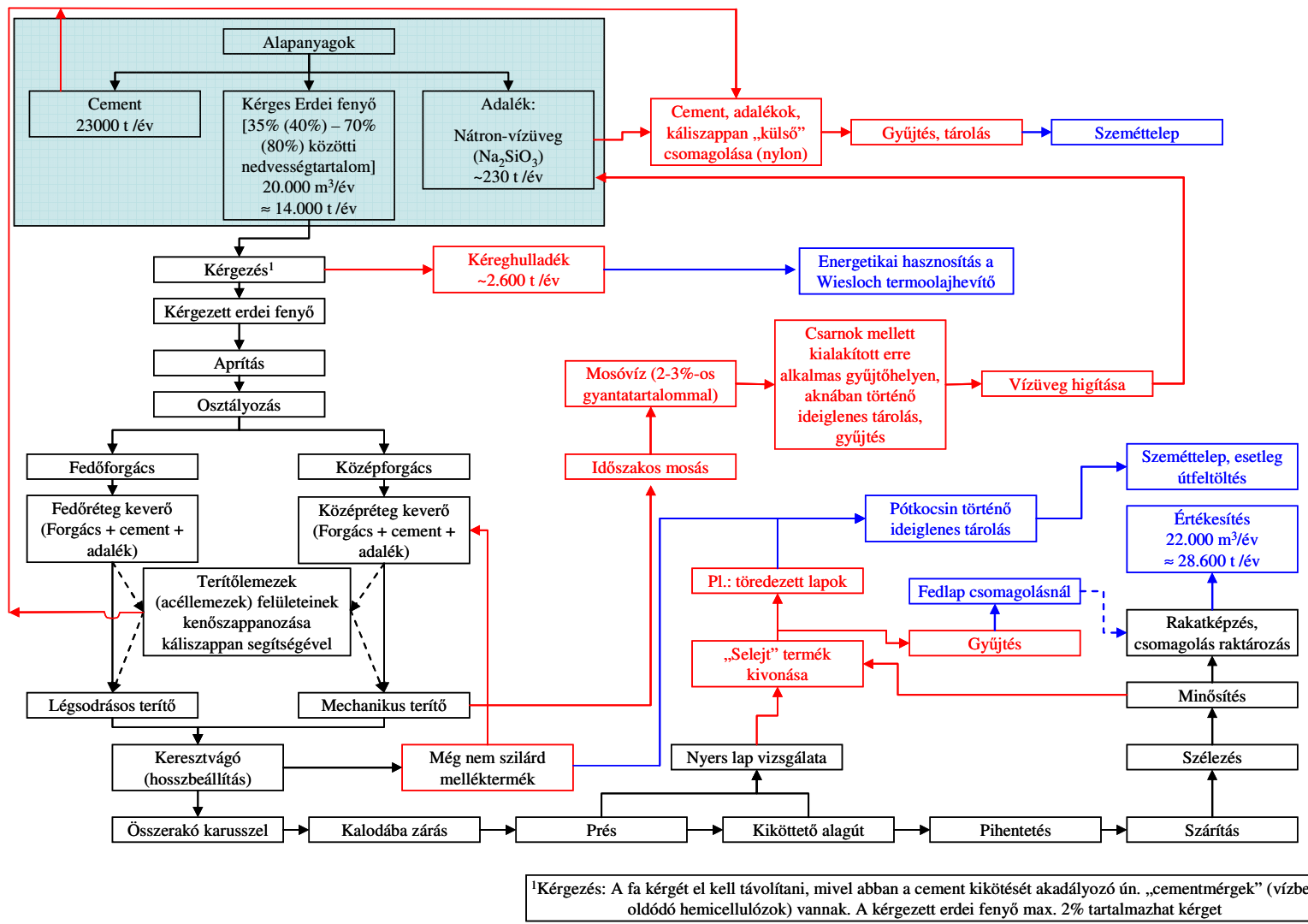
11.2.1.5 Cement kötésű faforgácslapok gyártása

Évi mintegy 22-30.000 m³ cementkötésű lap előállítás történik. Ennek lényege, hogy a megfelelően kialakított forgácsok egyesítése cementtel és megfelelő adalékanyagokkal történik. A CK lapok alapanyaga a kérges erdei fenyő, amiből majd 20.000 m³ kerül felhasználásra kérgézést követően (35-70% nedvességtartalom mellett).

A CK lapok kötőanyagaként a cement szolgál, melyből az éves szinten felhasznált mennyiség 23.000 tonna. Adalékanyagként a nátron-vízüveg (Na₂SiO₃) kerül a CK lapokba a cement kb. 1%-nak megfelelő mennyiségben, ami évi kb. 230 tonnát jelent.

A CK lapok gyártása során keletkező hulladékok (31. ábra):

- Cement, az adalékok és a terítőlemezek (acéllemezek) felületeinek kenőszappanozására szolgáló kálicsappan „külső” csomagolási (nylon) hulladékok gyűjtés és tárolást követően a szeméttelre kerülnek.
- A kérgézés során keletkező (2.570 t/év) kéreghulladék energetikai hasznosításra kerül
- A terítőberendezések időszakos mosása során keletkező mosóvíz hulladékok a vízüveg hígítására szolgálnak.
- A hosszbeállítás során keletkező még meg nem szilárdult hulladék vagy a középrétegbe kerül vissza vagy pótkocsin történő gyűjtést követően szeméttelre kerül, vagy esetlegesen útfeltöltés alapanyagát képezi.
- A nyers lap vizsgálata során kivont gyenge minőségű termék útja állagától függően kétféle lehet. Az egyik, amikor ezen laptermékek töredezetek ,ekkor pótkocsis tárolást követően kerülnek a szeméttelre. A másik, mikor egybefüggő lapot képeznek, így fedlapként történő hasznosításuk történik.
- A kész lap minősítése során keletkező CK hulladék megegyezik az előző felsorolási pontban leírtakkal.



31. ábra: Forgácslapgyártó Zrt.: A Cementkötésű forgácslapok gyártásának folyamatábrája kiegészítve a gyártás során keletkező hulladékok keletkezési helyeivel és azok jellemző felhasználásával.

11.2.1.6 Gépek, járművek üzemeltetése és karbantartása során keletkező hulladékok

A gépek, járművek üzemeltetése és karbantartása során leggyakrabban használt anyagok a különféle olajok. Ezen olajok az alábbiak:

- Hidraulika olaj
- Motorolaj, hajtóműolaj
- Termo olaj

A gépek kezelési utasításának megfelelően ezeket az olajokat bizonyos időközönként le kell cserélni. Így a már használt „fáradt” olaj helyébe „friss” olajat juttatnak. A keletkező „fáradt olajat” előírás szerint kezelni kell a 4/2001. (II. 23.) KöM rendeletnek („A hulladékolajok kezelésének részletes szabályairól”) megfelelően. A fáradt olajat hordókban tárolják a központi veszélyes hulladék tárolóban, innen pedig az olajat gyártó, forgalmazó céghez kerül vissza, csakúgy mint a fáradt olajjal szennyezett hordók.

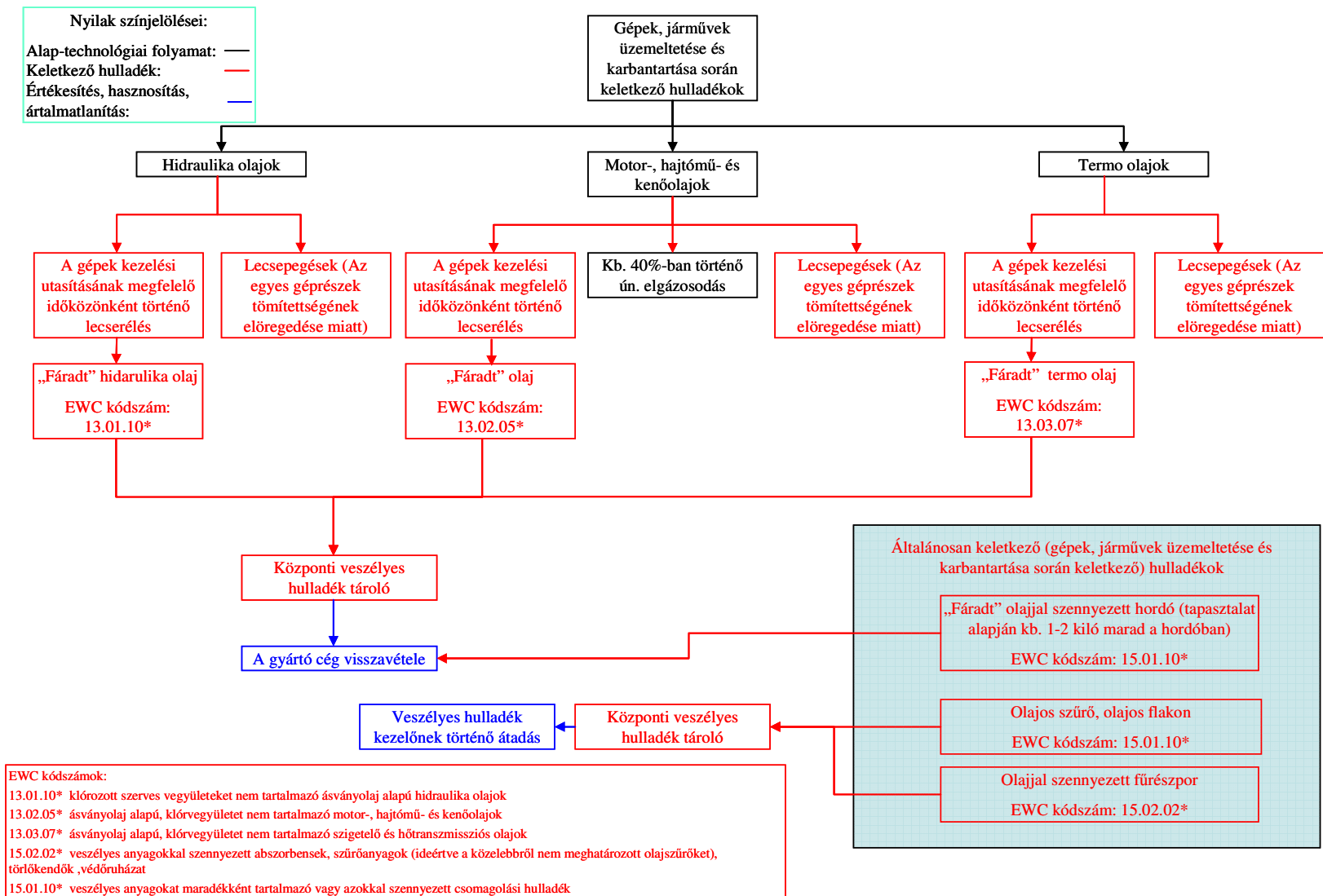
Szintén kezelni kell a lecsepegésekből (pl.: javítás során vagy az egyes géprészek tömítetlenségéből) adódóan keletkező olajfoltokat, melyeket legegyszerűbben fűrészpórral történő felitatással lehet eltávolítani. Az így keletkező olajos fűrészpórral veszélyes hulladéknak tekintendő. Ennek gyűjtése a központi veszélyes hulladék tárolóban történik és innen kerül átadásra a veszélyes hulladék kezelőjének, csakúgy mint a keletkező olajos szűrők és olajos flakonok.

Látható az 32. ábrán is, hogy ezen hulladékok mind a veszélyes hulladékok körébe tartoznak.

Természetesen ilyen jellegű karbantartások során keletkeznek egyéb hulladékok is, melyek nem mindegyike szennyezett veszélyes anyaggal.

Keletkező egyéb - kisebb mennyiségben - hulladékok:

- Olajos rongyok (veszélyes hulladék)
- Gépalkatrészek, fémek
- Tömítőanyagok (olajjal szennyezett veszélyes hulladékot képez), stb...



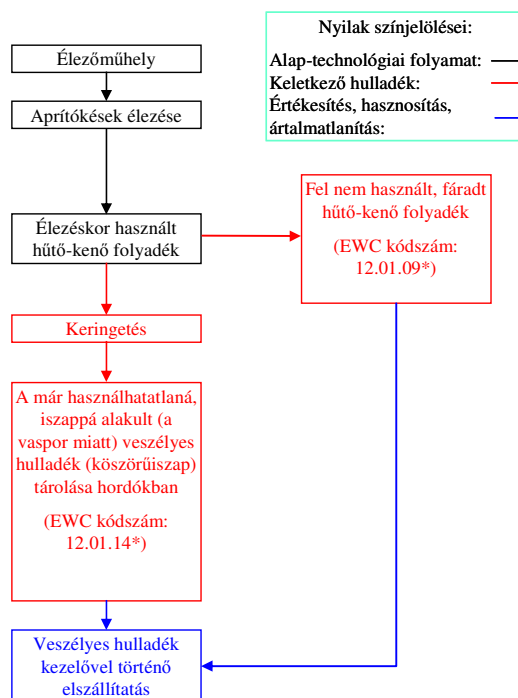
32. ábra: Forgácslapgyártó Zrt.: A gépek, járművek üzemeltetése és karbantartása során keletkező hulladékok

11.2.1.7 Élezőműhelyben keletkező főbb hulladékok

Természetesen itt is keletkeznek olajos rongyok, mely olajtartamát elég nehéz lenne meghatározni, hiszen minden más anyagból készült rongynak más-más az olaj felszívó képessége. Ezek gyűjtése szintén hordókban történik, melyekben elszállításra is kerülnek.

A gépek megmunkáló éleinek élezése (kezelése), során hűtő-kenő folyadékot alkalmaznak. Ez a hűtő-kenő folyadék keringetés révén többszöri felhasználásra alkalmas. Eközben keletkezik egy viszonylag sűrű iszap is, ami vaspormiatt alakul ki. Ezt a veszélyes hulladékot kivonják a hűtő-kenő folyadék körforgásából és hordókban kerül tárolásra és elszállításra, melyet a veszélyes hulladék kezelője végez.

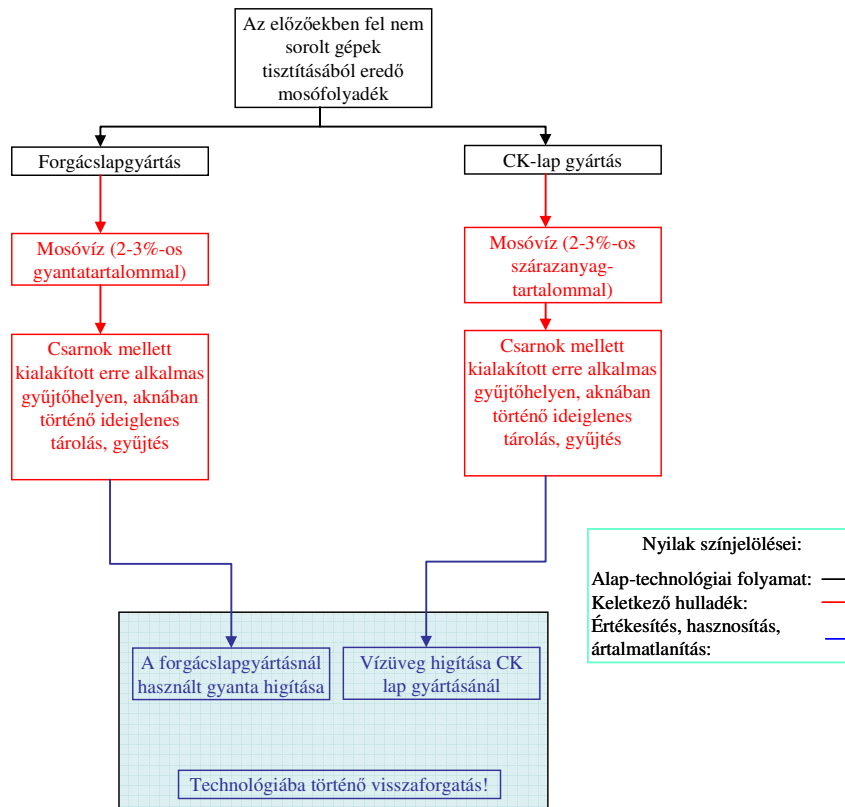
Egy másik forrása a hűtő-kenő folyadékból származó hulladékoknak, a fel nem használt ún. előregedett hűtő-kenő folyadék, mely az előző módon kerül kezelésre.



33. ábra: Forgácslapgyártó Zrt.: Gépek megmunkáló éleinek élezése során keletkező hűtő-kenő folyadékok hulladékai

11.2.1.8 Ragasztóanyag felhordó és keverő gépek mosása során keletkező hulladékok

Ragasztóanyag felhordó és keverő gépek mosása során keletkező hulladék a mosóvíz. Ez a mosóvíz a forgácslapgyártás során is kb. 2-3%-os szárazanyag tartalommal bír. Ezek tárolása közvetlenül a csarnokok mellett kialakított tárolóban történik, és innen kerülnek elszállításra tartálykocsi segítségével a hasznosítási helyükre, ami forgácslapgyártásnál a használt gyanta higítását jelenti.



34. ábra: Forgácslapgyártó Zrt.: A különböző technológiai folyamatok során keletkező mosóvíz

11.2.2 A Forgácslapgyártó Zrt. hulladékgazdálkodásának összefoglalása

A hulladékokat, amelyek bármilyen tevékenység során a háztartásokban és az ipari tevékenység során keletkeznek szigorú, EU-konform jogszabályok definiálják. A tevékenységek során a hulladékoknak két fajtája, veszélyes és nem veszélyes hulladék keletkezik. A Forgácslapgyártó Zrt. tevékenysége esetében a veszélyes hulladékok (ezek döntően csomagolóanyagok, fáradt olajok és kenőanyagok, számítástechnikai anyagok) szigorú belső rend alapján kerülnek gyűjtésre és tárolásra. Az összegyűjtött anyagot a feladatra engedéllyel bíró szakcég szállítja el és semmisíti meg. A nem veszélyes anyagok, mosadék vizek, gyártás és feldolgozás közben keletkező eselékek, szabászati maradékok visszadolgozására kidolgozott technológiák kerültek integrálásba a gyártási folyamatba. Ilyen technológiák az alábbiak:

- A forgácslapgyártás során keletkező szilárd forgácslaphulladékok aprítással történő ismételt feldolgozása.
- A forgácslapgyártás során keletkező nem szilárd forgácslaphulladékok elszívás után a középrétegbe történő visszajuttatása.
- Hő előállítás kéreg égetése során.

- Füstgáz előállítás a forgácsszártó berendezés hőellátásához, a termelés során keletkező por égetésével.
- A forgácslapgyártáshoz használt ragasztóanyagok gépeinek tisztítása során keletkező gyantás-forgács hulladékok elégetése gőz kinyerése céljából.
- A munkalapok és laminált lapok felületborítása során használt ragasztóanyag felvitel céljára szolgáló gépek időszakos mosása során keletkező mosófolyadék visszavezetése a ragasztó alapanyagba.
- Kiszárított, töredezett impregnált papír forgácslap alapanyagba (bedarálás után) történő visszaforgatása.
- A CK lapok előállítása során a terítőberendezések időszakos mosása során keletkező mosófolyadék visszavezetése a vízüveg hígítására.

A hulladék hasznosítások végleges célja a véges kapacitású szemétyűjtő tárolók tehermentesítése és a környezet védelme.

A környezetvédelem, valamint az erdő, és a természet védelmét szolgálják a hulladékhasznosítási technológiák, mint a lapgyártásnál keletkező hulladékok (előző felsorolás) – faalapú ipari hulladékok, csomagoló anyagok (pl.: elhasznált raklapok), faforgácslap és felületkezelt lapok szabászati maradék – visszaforgatása a gyártási technológiához. Ennek következtében a Forgácslapgyártó Zrt.-nél az erdőből kitermelt hengeresfa alapanyag részaránya – a több százmillió forint értékű hulladékhasznosítási fejlesztések, beruházások (pl.: a fahulladék aprító) megvalósításából – a lapgyártásban 50 % alá került. Ezzel is sikeresen szolgálják a környezet és a természet védelmét.

11.3 Bútoripar: Bútorgyártás laptermékből

A cég lapszabászattal, majd a szabott anyagból lapbútor összeállításával foglalkozik. Hazai és osztrák (Kaindl) gyártmányú laminált faforgácslapokat használnak fel, évente körülbelül 150.000 négyzetméternyit, ezek vastagsága 8, 10, 12, 18 és 25 mm, leggyakoribb természetesen a 18 mm vastag laminált faforgácslap. Elmondásuk szerint a 2650x2070 mm felületű lapoknak 30%-a lesz a veszteség. Korábbi években a maradék 20 % körül volt, ennek növekedése a piaci igények átalakulásának köszönhető, mert manapság a kisebb méretű, esetleg keresztzálal anyagokat egyre kevésbé tudják bútoraikba beépíteni. A lapokat targoncával szállítják az üzembe. Üzemen belül a leszabott alkatrészek raktározása, szállítása raklapon, hidraulikus kézi emelővel (békával) történik. A leeső anyagrészekből korábban bútorfenék- és lábrész (szokli) készült, manapság ezekre egyre inkább nincs szükség, így hulladék lesz belőlük. A

nagyobb maradékokat félreteszik, további alkatrészeket szabnak belőlük, vagy csomagoláshoz használják, de többnyire később a hulladékokhoz kerülnek ezek is igény- és helyhiány (raktározási problémák) miatt.

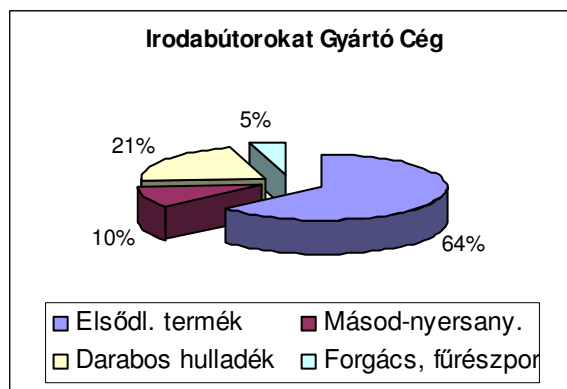


35. ábra: Visszaforgatásra váró táblásmaradékok és kiskonténer darabos forgácslaphulladékkal

Központi porelszívást alkalmaznak, általában havonta egy konténernyi (~31 m³) porforgácsot küldenek újrafeldolgozásra a forgácslapgyárnak. Az ezen felül összegyűjtött por-forgács elegyet fűtésre használják. A kisebb darabos hulladékokat és a selejttermékeket kiskonténerekbe dobálják (űrtartalma körülbelül 1,5 m³), a nagyobb darabokat úgy törik bele. Ezt targoncával öntik a nagykonténerbe, melyben így kicsi lesz a térfogatsűrűség a laza elrendezés miatt (~320 kg/m³). Tervezésnél pontos alkatrész-darabszámot adnak meg, de gyártásnál többet szabnak a selejtek kiváltására. Ha megvan az előírt alkatrész-darabszám, a megkezdett táblát még felszabják, így kevesebb lesz a maradék is. Amennyiben felesleges darabok maradnak a szabott anyagból a minőségellenőrzés után, azokat félreteszik, de idővel általában azokból is hulladék lesz. A gyűjtőkonténereket az Irodabútorokat Gyártó Cég vásárolta, ezekben szállítja ingyenesen telephelyére, és ott veszi át a hulladékot a Forgácslapgyártó Zrt., mivel alapanyagként tudja használni. A cégnek pedig érdemes ezt a megoldást alkalmazni, mivel a forgácslap veszélyes hulladéknak számítana, ha lerakásra kerülne. Így azonban nem kell a cégnek fizetnie a lerakásért, nem szaporodik ezáltal a hulladékmennyiség a depóniában, és még a Forgácslapgyártó Zrt. is alapanyaghoz jut.

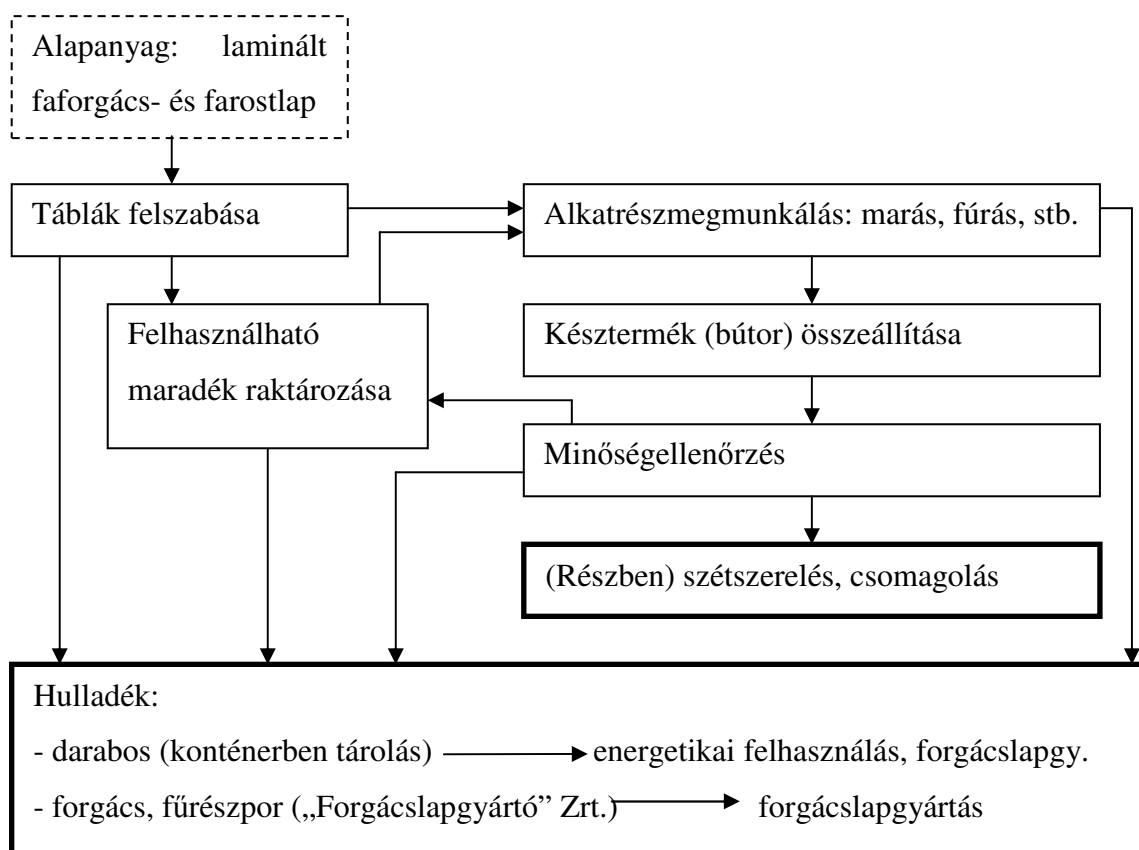
26. táblázat: Az Irodabútorokat gyártó Cég alapanyag-feldolgozási adatai

	Feldolgozott anyagmennyiség				Másodlagos felhasználás		Darabos hulladék		Fűrészpor	
	Laminált forgácslap		MDF, HDF							
	t	m ³	t	m ³	t	m ³	t	m ³	t	m ³
Összesen	2147	3158	2	3	215	316	453	666	98	144
	99,9%		0,1%		10,0%		21,1%		4,6%	



4. diagram: Az Irodabútorokat gyártó Cég alapanyag-feldolgozási arányai

A 4. diagram adatait vizsgálva azt tapasztaltam, hogy az elsődleges termékek mellett keletkező visszaforgatható mennyiséget is számítva 20-25 % hulladék keletkezik, mely elég magas számot jelent. Ez nyilvánvalóan a termékek méreteivel és a lapszabászat jellegével hozható összefüggésbe.



36. ábra: Irodabútorokat gyártó cég feldolgozási folyamatábrája

11.4 Bútoripar: Ülóbútor Kft.

Az Ülóbútor Kft. 4200-4300 m³/év mennyiségű felfűrészelt nyersanyagot, valamint 1500 m³/év rétegelt lemezt dolgoz fel, melyből jelentős mennyiségű másodnyersanyag, hulladék/melléktermék keletkezik. A cég ezen felül alapanyagként faforgácslapot, valamint farostlemezt vásárol külső beszállítóktól, már félkészre munkáltan. Tehát ezen anyagoknak minimális mechanikai megmunkálása történik az Ülóbútor Kft.-nél, és plusz (selejt) darabok is csak minimálisan keletkeznek, mivel ezeket előre meghatározott darabszámban vásárolja meg. A beérkező faalapú anyagokat (a farost- és forgácslap kivételével) fedett, zárt, és részben zárt raktárakban, máglyákban tárolják. Az így tárolt faanyagot később a megfelelő nedvességtartalom elérése érdekében szárítókamrákban szárítják. A végleges bútoripari termékek előállításához szükség van faipari megmunkáló berendezésekre, melyek felsorolását és általános alkalmazását az alábbi táblázat szemlélteti.

27. táblázat: Ülóbútor Kft.: Alkalmazott gépek

Faipari megmunkáló gépek, berendezések	Általános feladata
Leszabó körfűrészgépek	Hosszméretre darabolás
SCM szeletelő körfűrészgépek	Deszkák szélezése, szeletelése
WEINIG 4 oldalas megmunkológép	Keresztmetszeti méretek kialakítása
Szalagfűrészek	Méretrevágás
6-fejes gyalugépek	Gyalult felület kialakítás
CENTRONIC CNC fűrógép	Szerkezeti kötések furatainak kialakítása
Asztalos marógépek	Falcok, árkok esetenként csapok marása
WEINIG CNC felsőmarógép	Íves felületek marása
Függőleges lapszabászgép	Rétegelt lemez lapszabászat
Maróautomata	Íves felületek marása sablon alapján
Körfűrészgépek	Befoglaló méretekre alakítás
Eszetergagép	Kör keresztmetszetű elemek előállítása
Páros csapozómaró	Szerkezeti kötések csapjainak kialakítása két
Reichenbacher CNC megmunálóközpont	Általános élek és felületek kialakítása
Többfejes állványos fűrógép	Tipli csaphelyek fúrása
Fűrógép (vízszintes tengelyű)	Tipli csaphelyek fúrása
Vízszintes tengelyű marógép	Szerkezeti kötések kialakítása
Hosszlyukmarógép	Csaphely készítés
Tiplizőgép	Ragasztás és tipli behelyezés
Egyengetőgyalugép	Gyalult felület kialakítás
Vastagoló gyalugép	Gyalult felület kialakítás
Szalagcsiszológép	Felületek csiszolása
Tárcsás és dob csiszológépek	Felületek csiszolása
Enyvező csillagprés	Faanyag táblásítása
Gyalupadok	Kézi megmunkálások
Vízfüggönyös szórópisztolyos	Látható (frontfelületek) lakkozása és csiszolása

Általánosan megfogalmazható technológia, hogy a megfelelő nedvességtartalomra szárított tömör faanyagot hossz méretre vágás után, - amennyiben szélezetlen anyagról van szó - szélezzik, valamint szeleteléssel megfelelő szélességű elemeket állítanak elő. Rétegelt lemez esetén az ilyen jellegű szélességi és hosszúsági megmunkálás a függőleges lapszabász gépen, valamint körfűrészgépeken történik. Ezen lépéseket követi a pontosabb keresztmetszeti megmunkálás gyalugépek, marógépek segítségével. Az íves éllel rendelkező elemeket maró automatával vagy CNC megmunkáló központ segítségével alakítják ki. A nagyobb fafelületet igénylő bútorokhoz táblásítandó anyagot élmegmunkálás után a csillagprés segítségével táblásítják, majd száradás után felületét síkba munkálják. Ezt követik a megfelelő szerkezeti kötések (csapozások), illetve azok helyeinek (tipli, furat) kialakítása. A frontfelületre kerülő anyagot ezt követően csiszolás után megfelelően felületnemesítik lakkszórásos eljárással.

A faalapú alapanyagok mellett az ülőbútorok előállításához számos más anyagot használnak fel. Figyelembe kell venni továbbá azt is, hogy a technológiai lépések és gépek működtetése során a hulladékgazdálkodás szempontjából kiemelendően kezelendő más egyéb hulladékok is keletkeznek.

Legfontosabb segéd- és kiegészítőanyagok:

- felületkezelő anyagok,
- ragasztó anyagok,
- bőrtermékek
- szivacsáruk
- kartonpapír (kárpitós merevítő)
- késztermék csomagolási anyagok
- gépek működéséhez és azok karbantartásához szolgáló anyagok
- egyéb kiegészítők, mint pl. vasalatok.

A felületkezelésre azok a faalapú bútorelemek kerülnek, melyek látható, ún. frontfelületre kerülnek. Ezen elemeket csiszolást követően a kijelölt helyiségbe szállítják, ahol vízfüggönyös leválasztással ellátott kézi szórópisztolyos eljárással egyenletesen viszik fel a felületre a felületkezelő (lakk) anyagot. A kívánt felülettől függően a csiszolás és lakkozás fázisa többször követheti egymást. A lakkozott felület évente 6-7 ezer m², melyet kétszer lakkozva mintegy 12-14 ezer m² összfelületet jelent. A nagyobb méretű bútoralkatrészek előállításához esetenként szükség van a tömör faanyag táblásítására, melynél az egyes táblásítandó elemek élet különböző típusú

ragasztóanyagokkal vonják be kézi módszerrel. Ezt követi a ragasztóanyag kiszáradása, mely a csillagprés segítségével a felületek összenyomásának ideje alatt történik. Az egyes elemek egymáshoz történő rögzítésének egy része szintén ragasztással történik saját anyagból történő csapozás, illetve idegen anyag (tiplizés) segítségével. Természetesen az alkatrészek egymáshoz történő rögzítése részben oldható kötésekkel (szegek, csavarok) is történhet.

A kárpitos ipari bútortermékek egy részének vázanyagát képezi a kartonpapír, mely darabolása kötegelve szalagfűrészzen történik, így lehetőség van bonyolultabb, íves vágások végzésére is.

A szivacs anyagot (és egyéb töltőanyagot) a cég már méretre és formára kialakítva vásárolja, így az a beérkezését követően közvetlenül – megmunkálás nélkül – kerülhet a termékbe folyékony ragasztó felhasználásával.

A kárpitos bútorok külső felületét borító bőrárukat előállító, a gyár cégcsoportjához tartozó bőrfeldolgozó üzem szállítja méretre vágva. Az Ülőbútor Kft. végzi ezen bőrtermékek varrását a megfelelő méretű és formájú bőrfelületek előállítása miatt. Ezt használják fel majd a kárpitozási folyamatban. Ezután a vasalatok beszerelésével és a bútoregységek összeállításával készül el a végső eladásra kerülő kárpitozott bútor.

A készterméket a szállítás folyamán fellépő esetleges károk megelőzése érdekében csomagolják hullámpapír, szivacsos anyagok, műanyag pántok stb. segítségével.

A gyártási folyamat során a gépek működése és használata során alkalmazott anyagok nagy részét a hidraulikai és kenőolajok teszik ki. Ebből évente mintegy 200 liter kerül felhasználásra.

11.4.1 Faalapú alapanyagok feldolgozása során keletkező hulladékok

Az Ülőbútor Kft.-nél 4171 m³/év mennyiségű felfűrészelt tömörfa nyersanyagból mintegy 1600 m³/év bútorelemet állítanak elő. Így 2524 m³/év mennyiségű széltermék, eselék, forgács, fűrészpor, fapor, csiszolatpor keletkezik, ami a feldolgozott alapanyag 61 %-át teszi ki. Ezen hulladékmennyiség csak átlagos érték, hisz például tölgyfa esetén ez az érték 73 %, míg fenyő esetében 47 %. A rétegelt lemez esetében a 1518 m³/év feldolgozott mennyiségből hozzávetőleg 175 m³/év szabászati, por-forgács hulladék keletkezik, ami a feldolgozott rétegelt lemez 12-13 %-át jelenti.

28. táblázat: Ülőbútor Kft.: A faalapú melléktermékek megoszlása (2007)

Alapanyagok	Alapanyag felhasználás 2006-ban [m ³]	A szabászat, illetve készméretre történő megmunkálás során keletkező hulladék [m ³]
Tölgyfa	170	125
Bükkfa	3 862	2 317
Fenyő	73	35
Juharfa	7	4
Égerfa	59	43
Tömör faanyag összesen:	4 171	2 524
Rétegelt lemez 18 mm-es	730	84
Rétegelt lemez 24 mm-es	788	91
Rétegelt lemez összese:	1 518	175
Faforgácslap	Külső beszállítótól érkezik méretreszabottan, darabáruban, így hulladék nem keletkezik	
Farostlemez	Külső beszállítótól érkezik méretreszabottan, darabáruban, így hulladék nem keletkezik	
Összesen:	5 689	2 699

Ezen hulladékok ez egyes faipari mechanikus megmunkáló-gépeknél keletkeznek. A felmérésem alapján legnagyobb részarányban faforgács és fűrészpor keletkezik, kb. 1600-1700 m³/év mennyiségben.

11.4.2 A faalapú hulladékok kezelési helyén történő gyűjtése, szállítása, tárolása.

Pneumatikus anyagszállítás: A leggyakoribb - az egyes gépek esetében keletkező hulladékok halmazállapota miatt (fapor, forgács) - hulladékgyűjtési, illetve elszállítási mód a légárammal történő anyagszállítás, mely a cégnél pneumatikus (hígáramú) szállítással történik. A gyárban 5 központi elszívőrendszer található. A módszer néhány géptől eltekintve majd mindenhol alkalmazható, de nem minden esetben oldja meg a teljes hulladék eltávolítást, hiszen egy szalagfűrész, vagy körfűrész esetét nézve az elszívással eltávolítható fűrészpor mellett ún. mechanikusan eltávolítható darabos hulladék is keletkezik.

Mechanikus szállítóberendezések: A por-forgács hulladékon kívül szintén nagy mennyiségben keletkeznek eselékek és egyéb darabos fahulladékok. Ilyen darabos hulladékok fő keletkezési helye a fűrészgépek csoportja. Kézi (manuális) hulladék elszedés esetén szállítóberendezést nem alkalmaznak, ilyen esetben a gép közvetlen közelébe elhelyezett konténerek, raklapok, kalodák, hulladékszállító teknőskocsik szolgálnak a keletkező darabos hulladékok tárolására.



37. ábra: Darabos hulladékok gyűjtése a keletkezés helyén

Tárolás: A por-forgács és darabos eselék esetén két alapvető tárolási módot alkalmaznak. Az egyik a szabadban, míg a másik a zárt térben történő tárolás.

- a.) Tárolás szabadban: a már összegyűjtött darabos hulladékokat a keletkezés helyétől elszállítják, és helytakarékosági szempontok figyelembevételével ezeket az összegyűjtésül szolgáló konténerekben a szabadban tárolják, mindaddig, míg azt a rendelkezésre álló UNTHA RS 40 4S típusú 30 kW-os faaprító berendezéssel fel nem aprítják a tüzelőberendezések számára.



38. ábra: Fahulladék aprító

- b.) Tárolás zárt térben: A zárt térben való tárolásra környezetvédelmi, időjárási (nedves anyag kezelése nehezebb, energiaigényes, energetikai hasznosítás során pedig csökkentett fűtőértékű), automatizálási szempontok miatt került sor. Por-forgács halmazt (ömlesztett anyag) egy központi silóban tárolják.



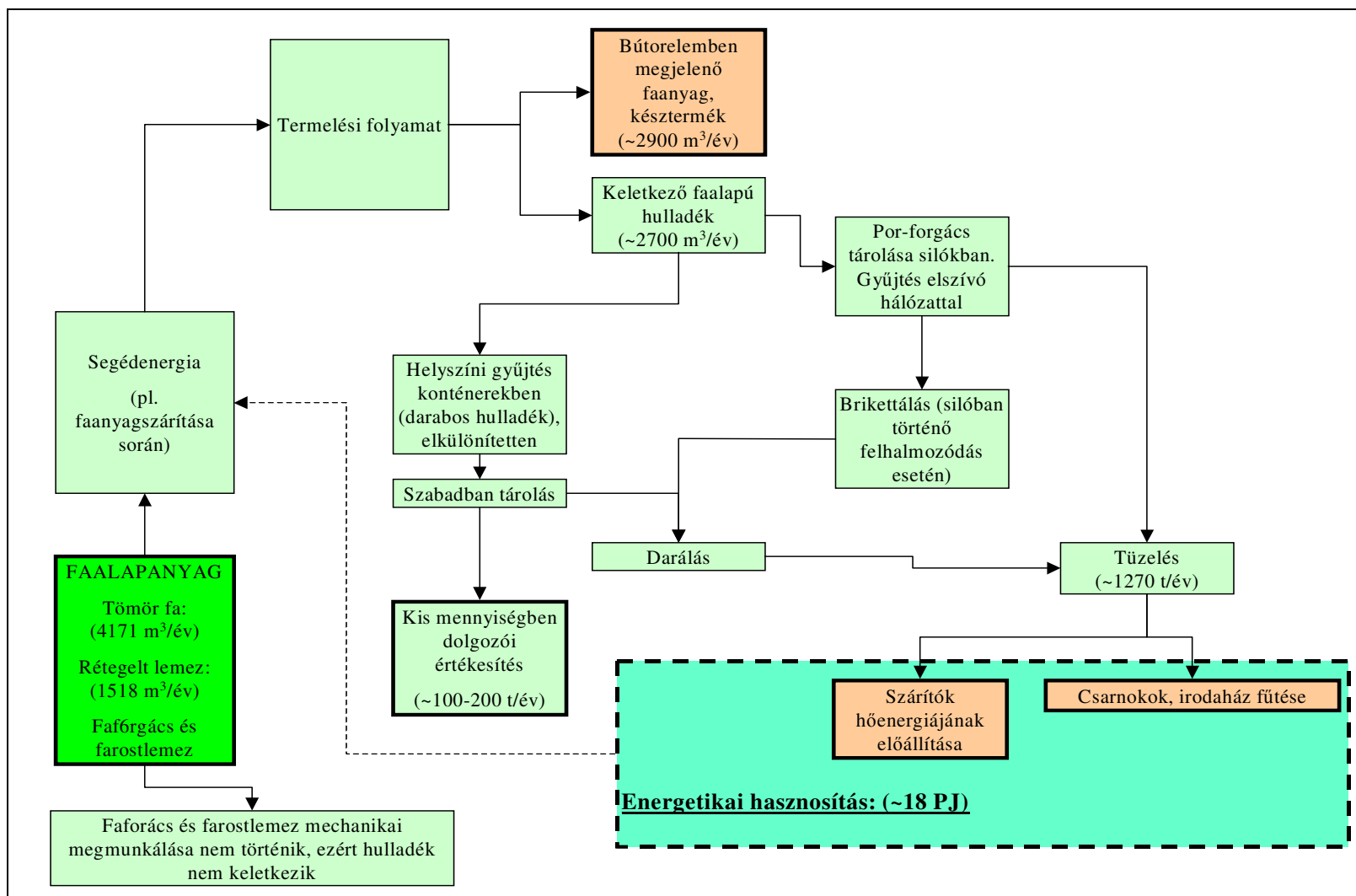
39. ábra: Központi siló

Energetikai hasznosítás: A silóból közvetlenül táplálják a fahulladék égetésére alkalmas két tüzelőberendezést, illetve amennyiben a silóban felhalmozódik a por-forgács (tehát a tüzelőberendezés anyagszükséglete adott időpillanatban kisebb, mint amennyi fahulladék keletkezik az üzem területén) kis mennyiségben brikettálásra kerül, mely így már helytakarékosabban tárolható, illetve fűtőértéke növekszik. A brikettáló közvetlenül a siló alján került beépítésre, így fahulladék ellátása közvetlenül a silóból történik. Az így kapott brikettet darálás után juttatják a kazánba (Polytechnik típusú 1200 kW-os - 1,2 MW - fahulladék tüzelésű kazán), akkor, amikor a keletkező por-forgács fahulladék közvetlenül nem tudja ellátni a kazánt. Éves szinten mintegy 14000-18000 GJ energiát állít elő a berendezés (külső környezeti hőmérséklet függvénye), mely (14,0 MJ/kg átlagos fűtőértékkel számolva) 1000-1300 tonna fahulladéknak felel meg, ami kevesebb az 1500-1600 tonnának megfelelő összes 2700 m³ fahulladéknál (550 kg/m³-es átlagos sűrűséggel számolva).

A kazánnal előállított hőmennyiséget technológiai igények hőigények kielégítésére illetve a csarnokok, irodaházak egyéb helyiségek fűtésére használják.

Legjobban szemléltethető és nyomon követhető a termelés és a hulladék viszonya, ha mindezt folyamatábrán szemléltetem (40. ábra).

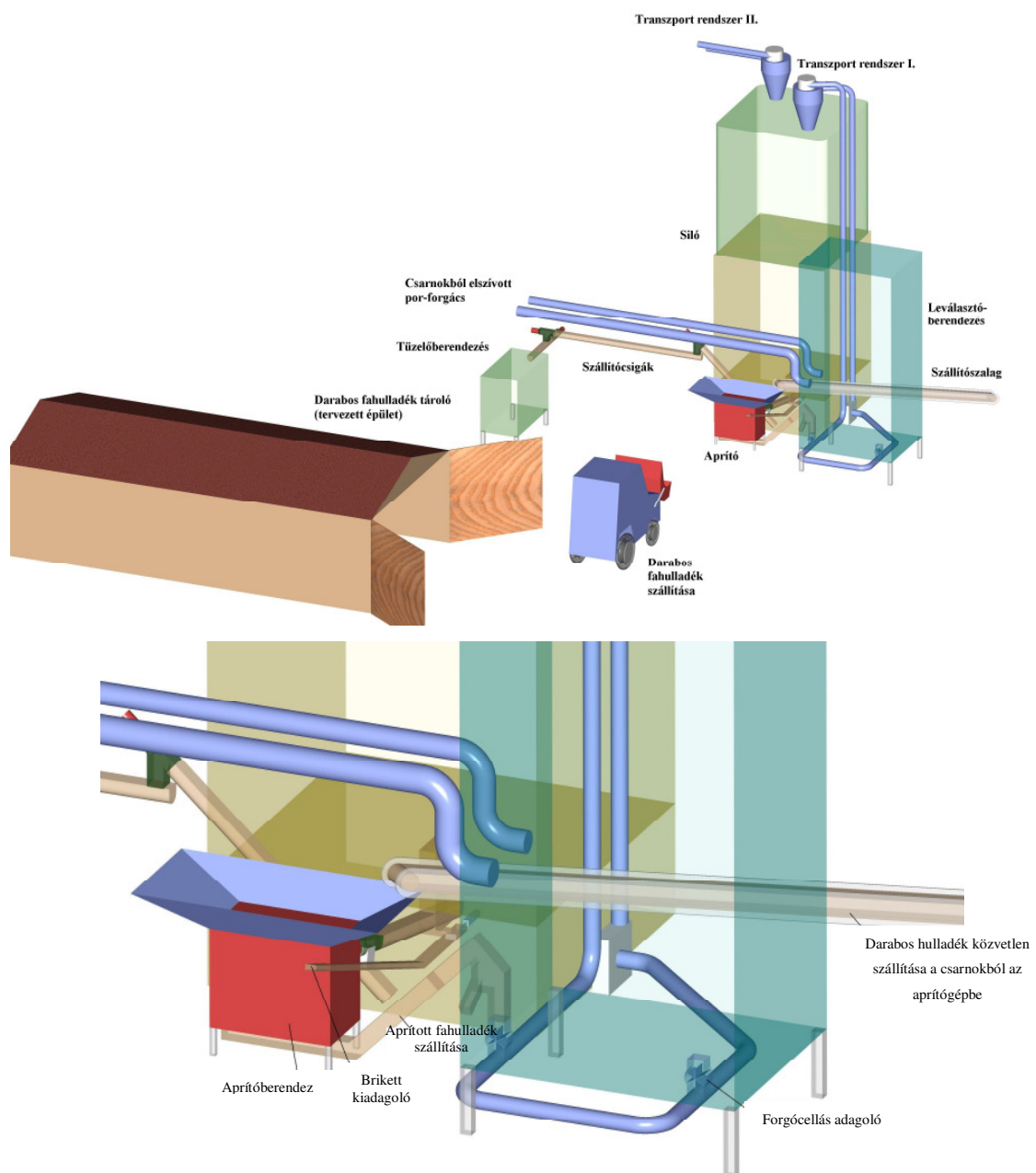
Vizsgálataim során a legtöbb probléma *tárolással* (mivel nem állt rendelkezésre megfelelő méretű zárt tároló) és a *melléktermékek visszaforgatásával* adódott, ezért ezek javítását tűztem ki célnak.



40. ábra: Ülőbútor Kft.: Fahulladékokra életútja vonatkozó folyamatára (a melléktermékek visszaforgatását nem tartalmazza)

11.4.3 A fahulladék tárolásának fejlesztése

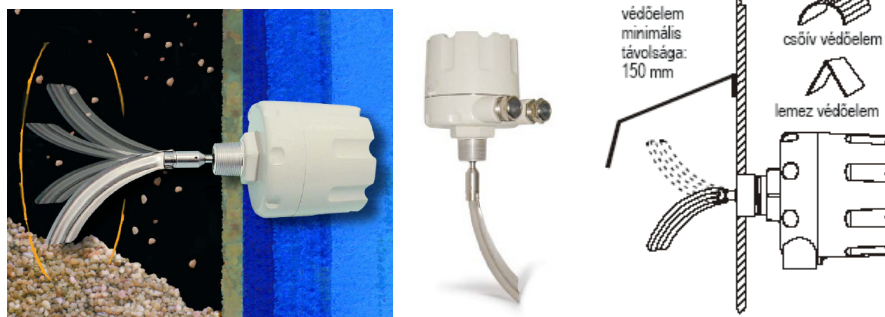
A fejlesztés célja volt, hogy megoldjam a - a jelenlegi fahulladék tárolást a telephelyen található fatüzelésű kazán tüzelőanyag igényeinek megnövekedése (telephelybővítés) miatt - a nyáron keletkező nagymennyiségű por-forgács és darabos fahulladékot gazdaságos és helytakarékos tárolását. Szükséges ez, hiszen a keletkező fahulladék az év minden hónapjában közel azonos mennyiségben keletkezik, ugyanakkor a téli hónapokban a hőszükséglet, és ezáltal a tüzelőanyag szükséglet is megnövekedik. A fahulladék - általam tervezett - ideális kezelési és tárolási körfolyamatát egy 3D-s folyamatábrán vázoltam fel.



41.ábra: Ülőbútor Kft.: Fahulladék tárolásának, életútjának folyamatábrája

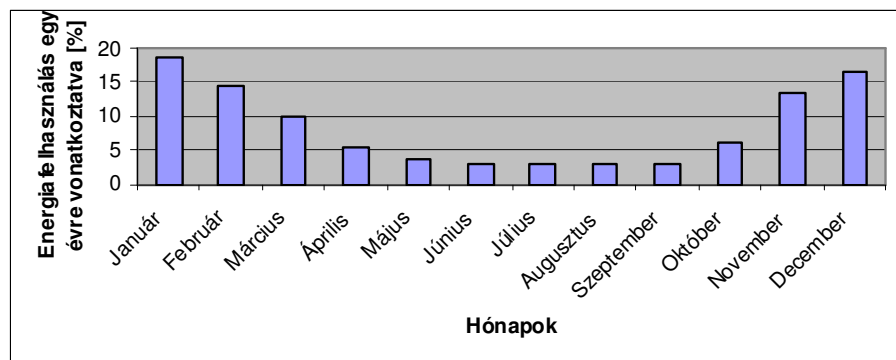
A központi por-forgács siló kiadagoló rendszere vagy közvetlenül a tüzelőberendezést, vagy a brikettáló üzemelteti. A kettő közti váltást kézi módszerrel végzik.

A brikettáló csak akkor működik, amikor a tüzelőberendezésnek nincs szüksége nagy mennyiségű por-forgácsára. Így a silóban felhalmozódott fahulladékot ezen módszerrel tömörítik. A silóban jelenleg hiányzik az automatikus szintmérő egység, mely segítségével megoldható lenne, hogy a siló tartalmát nem kellene közvetlenül folyamatos emberi ellenőrzés alatt tartani. A szintmérő segítségével elérhető, hogy a beérkező por-forgács egy bizonyos silótartalom felett automatikusan brikettálóba kerüljön. Láthatjuk, hogy szintérzékelő beépítése az automatikus áramlás miatt szükséges.



42. ábra: Forgólapátos siló szintérzékelő²²

A keletkező nagy mennyiségű hulladékot tárolni kell a téli hónapokra, hisz az év téli szakaszában jóval nagyobb mennyiségű hőenergiára van szükség. (Nyári hónapban csak az ún. technológiai hő előállítás szükséges)



5. diagram: Ülőbútor Kft.: Éves hőenergiára igény megoszlása (az adatokat az éves energiateljesítményből vettem fel, figyelembe véve a technológiai hőigényt)

A jelenleg keletkező - közvetlenül el nem tüzelt - brikett átlagos jellemzőit méréseim alapján a következő 29. táblázat szemlélteti.

²² NIVOROTA Forgólapáros szintkapcsoló: <http://www.nivelco.com/index.php>

29. táblázat: Ülóbútor Kft.: A keletkező brikett fizikai paramétere

Átlagos térfogat	0,9 dm ³
Átlagos tömeg	0,54 kg
Átlagos, számított sűrűség	600 kg/m ³

Látható, hogy ezen sűrűség jóval alatta van az szakirodalmakban megfogalmazott és a korszerű brikettállókkal előállítható 1000-1300 kg/m³-nek.

Ez azonban itt nem jelent nagy problémát, hisz brikettálásra csak tárolási megfontolások miatt van szükség. Közvetlenül a jelenlegi tüzelőberendezés brikett égetésére nem alkalmas, így azt a darálóban újból aprítani kell, tehát a brikettálással nyerhető energiátöbbletet nem lehet kihasználni. Az egyes brikettekből keletkező brikethalmaz sűrűsége a kitöltési tényező miatt kb. 530-540 kg/m³-re adódik, ami hozzávetőleg háromszor nagyobb, mint a por-forgács halmaz sűrűsége. Ebből adódóan tárolása is egyszerűbben és gazdaságosan is megoldható.

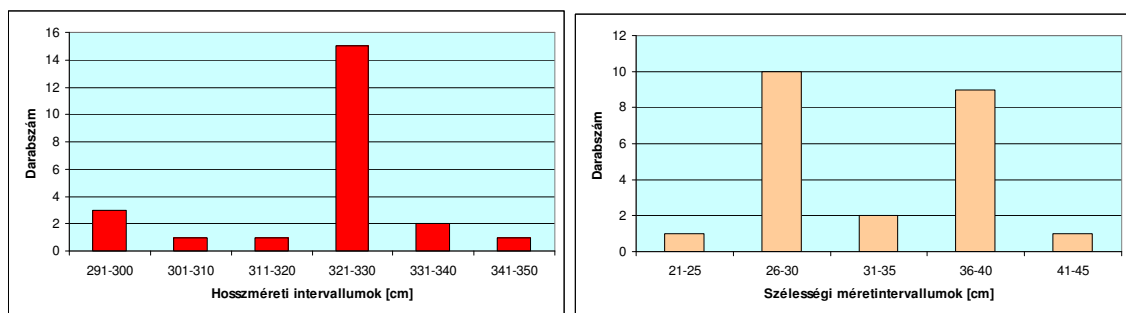
Éves szinten az összes 2700 m³ fahulladékból mintegy 1000-1100 m³ eselék adódik. Ennek tárolását nem célszerű aprítottan megoldani, hiszen nagymértékű helycsökkenés nem érhető el, valamint az aprítással megnövekedett fapelület gyorsabban és térfogatarányosan nagyobb mennyiségben veszi fel - a vállalnál rendelkezésre álló tárolási mód esetén - a nedvességet. Ezáltal tüzeléskor fűtőértéke is lecsökken. Ajánlott tehát, hogy darabos formában tárolják a hulladékot egészen a közvetlenül a tüzelést megelőző darálás folyamatáig. Az éves darabos fahulladék mennyiség csaknem egészének befogadására alkalmas egy 10x20 m alapterületű és közel 5 m belmagasságú zárt oldalfalú épület. Nyilván ezen tároló nem valószínű hogy 100%-ig ki lesz használva, hiszen a tárolt fahulladékot folyamatosan lehet, akár párhuzamosan is a közvetlen por-forgács tüzelés mellett a tüzelőberendezés kiszolgálóegységei (darológép segítségével a zárt transzportrendszerbe) fele továbbítani. Téli üzem esetén lehetőséget kell adni, hogy az üzemből keletkező darabos anyagot, ne a kialakítandó fahulladék raktárépületbe, hanem közvetlenül a csarnokból induló szállítószalag adagolja a darálóba. A raktárépület kialakításánál célszerű két egymással szemközi oldalon elhelyezni kapukat, ily módon elősegíthető, hogy a be- és kimenő anyag folyamatos körforgásban vegyen részt a „first in first out” elvnek megfelelően (így nem fordul elő, hogy egy adott hulladék halmaz akár évekig is a tároló belső részein maradjon). Megjegyzem, hogy a tároló és a 3D-s ábrán vázolt-tervezett folyamat a 2007.-ben megvalósult.

11.4.4 A termelés során nagy mennyiségben keletkező melléktermékek minimalizálására és visszaforgatására irányuló fejlesztések

I. Az alapanyag

A hulladékminimalizálás lehetőségeinek vizsgálatait rögtön az alapanyagnál kezdtem, mint az egyik fő befolyásoló egység. Az adatközlések során kiderült, hogy az alapanyag közel 80%-a harmadosztályú tölgy, bükk anyagból kerül ki, amit a bútorok nem látható részeinek alkatrészeihez használnak. Az első osztályú anyagot kizárólag csak a látható alkatrészek esetén használják fel. Ezek miatt a III. osztályú anyagok irányában indultam el.

Az alapanyagkészlet méreteit, térfogatát a raktárban található rakatok véletlenszerű kiválasztásával elemeztem. Az egyes rakatok esetén a rakatokon belüli széleztelen deszkák, pallók két végének szélességi méretét és hosszúsági méretei mérőszalag segítségével mértem le. A térfogatszámítás esetén a két szélességi méretek (csúcs és tő) átlagát vettem figyelembe. Az egyes rakatokon belül vastagsági eltérés 2-3 %-on belül volt tapasztalható. Az elemzéseket 3 napon véletlenszerűen kiválasztott két-két rakat, tehát összesen 6 rakat esetén végeztem el. Az értékek ismeretében meghatároztam a rakatok statisztikai értékeit, valamint a méretek ismeretében számoltam a rakatok térfogatát. Ezen eredmények a következő diagramok segítségével ismerhetők meg (terjedelemre való tekintettel egy jellemző rakatot mutatok be, és annak is csak a gyakoriságokra utaló adatait). A diagramok a szélességi és hosszúsági méreteket, valamint ezek különböző méretintervallumokra (a diagramon található) jellemző gyakoriságát szemléltetik.



6. diagram: Ülőbútor Kft.: A,,157"-es jelzésű rakat elemhosszúságainak és elemszélességeinek gyakorisága

A gyakorisági adatokból leszűrhető, hogy a beérkező anyag hosszúsági méreteiben jelentős eltérések vannak egy rakaton belül is, hiszen a bemutatott rakaton például akár 50 cm-es hosszkülönbségek is adódtak.



43. ábra: Ülóbútor Kft.: Jelentősen eltérő méretű alapanyagok

A szélességi méretek tekintetében, néhány szélső (minimum és maximum) értéktől eltekintve drasztikus méretszóródás nem volt tapasztalható.

A hosszúsági méretek jelentős méretszóródása a hosszvágás során keletkező eselékek mennyiségének növekedését, és ezáltal a rosszabb kihozattal eredményezi, melyet az hosszleszabás optimalizálásának megnehezítése (az állandóan változó hosszúságok) tovább ront.

II. Hosszleszabás során keletkező hulladékok mennyiségi és minőségi osztályozása

A rakatok egyes elemeinek (deszkák, pallók) megmunkálásának első fázisa, az egyes előállítandó termékek hosszúsági méreteinek megfelelő leszabás. Ezen megmunkálási folyamatot kettő hosszleszabó körfűrészgép segítségével, kézzel végzik, melybe bele kell érteni az optimalizálás folyamatát. A megmunkálás folyamán a keletkező termék mellett akaratlanul is keletkeznek különböző mennyiségű és minőségű eselékek.



44. ábra: Ülóbútor Kft.: Leszabó körfűrészgép és az eselékek gyűjtési módja

Elemzéseim során törekedtem ezen hulladékként megjelenő anyagcsoport három (repedt, göcsös, hibátlan) anyagalmazra történő szétválogatására, egész egyszerűen azon ok miatt, hogy miért is keletkezik ez a fajta, már a termelésben nem hasznosítható hulladék.



45. ábra: Ülőbútor Kft.: Szétválogatott eseléktípusok

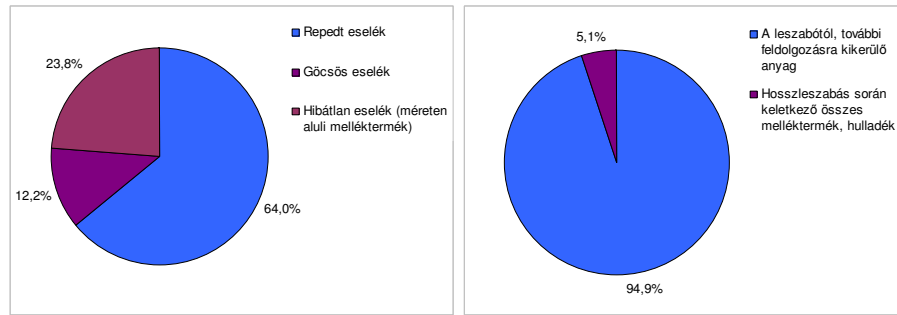
Az elemzések időpontjában III. osztályú bükk faanyag feldolgozása történt, tehát a kapott eredmények, értékek is ezen anyagválasztékra jellemzőek.

Az alábbi táblázatok segítségével megismerhető a három vizsgálati napon végigkísért rakatok hulladékainak mennyiségei. A táblázat alsó során kiegészítést talál a Tisztelt olvasó, mely az 1m³ feldolgozott alapanyagra vonatkoztatva tartalmazza az egyes hulladékmennyiségeket, a könnyebb összehasonlítás miatt.

30. táblázat: Ülőbútor Kft.: A hosszleszabásnál keletkező eselékek mennyiségei

Elemzés ideje	Hosszleszabás során keletkező melléktermék, hulladék típusai			Összes hulladék	Leszabóhoz, feldolgozásra került anyag mennyisége [m ³]
	Repedt [m ³]	Göcsös [m ³]	Hibátlan (méreten aluli melléktermék) [m ³]		
2007. október 3.	0,070	0,010	0,015	0,095	1,607
2007. október 11.	0,054	0,009	0,014	0,077	1,817
2007. október 18.	0,033	0,010	0,027	0,070	1,397
1 m ³ feldolgozott anyagra vonatkoztatott relatív átlag	0,032	0,006	0,012	0,051	1,000

A keletkező hulladékmennyiségeket kördiagramban vázoltam, fel, ahol százalékos formában láthatjuk az átlagos mennyiségek megoszlását. A 7. diagram segítségével feltárható, hogy átlagosan milyen mennyiségben keletkezik hulladék a feldolgozott anyagból, tehát a hosszleszabás utáni kihozatalra kapunk iránymutató értéket.



7. diagram: Ülőbútor Kft.: A sorozatvágónál keletkező hulladékok mennyiségi megoszlása (jobb oldali diagram) és mennyiségi aránya a kitermelt anyaghoz viszonyítva (bal oldali diagram)

Az értékekből levont következtetések alapján elmondható, hogy a legnagyobb mennyiségben a deszkákon található repedések miatt keletkezik hulladék. Repedések nagymértékű előfordulását a rosszabb, III. osztályú anyag alkalmazása okozza. Nem elhanyagolható, a kisebb mennyiségben jelen lévő – repedést, illetve göcsöt nem tartalmazó - hibátlan eselék sem, hisz ezek keletkezése az előző pontban már ismertetett rakatok hosszúsági méreteinek szórására vezethető vissza.

A leszabókörfűrészgépnel a feldolgozott rakatból nem egy termékfajta előállítás történik, hanem a megrendelések függvényében több. Ezek mindegyike más-más mérettel rendelkezik. Szemrevételezés alapján - a legyártandó alkatrészek függvényében – szabják le egy-egy deszkából a kívánt hosszúságú terméket, így egy deszkából akár több fajta, hosszúságú termék is keletkezhet. A különböző hosszúságú termékeket külön kisebb egységakatba helyezik. Ezeket vizsgálataim során I.,II. stb. rakatjelzéssel láttam el (ezek az összegző táblázatokban is megtalálható jelzések) a nyomonkövethetőség miatt. A különböző hosszúságú termékeket külön kisebb egységakatba helyezik. Ezeket vizsgálataim során I.,II. stb. rakatjelzéssel láttam el (ezek az összegző táblázatokban is megtalálható jelzések) a nyomonkövethetőség miatt.



46. ábra: Ülőbútor Kft.: Leszabó után keletkező rakatok (a különböző hosszúságú deszkákat mindegyikét különálló rakatokba helyezik)

III. Sorozatvágó körfűrészgépén történő megmunkálás elemzése

Az egyedi rakatok a leszabó körfűrész után kézi anyagmozgató eszközzel kerülnek a sorozatvágó körfűrészgép adagoló oldalához. A deszkák sorozatvágása során előfordul, hogy egy deszkát többször is átengednek a sorozatvágón, melyre szélességi méret, esetleg a „szemrevételezéses optimalizálás” ad okot. A sorozatvágón keletkező termékek térfogatát a hosszúsági méretek és darabszám alapján határoztam meg. Elemzésemet kiterjesztettem az elsődleges sorozatvágás során keletkező még visszaforgatható melléktermékekre, illetve a már visszaforgatással nem hasznosítható termékekre egyaránt.

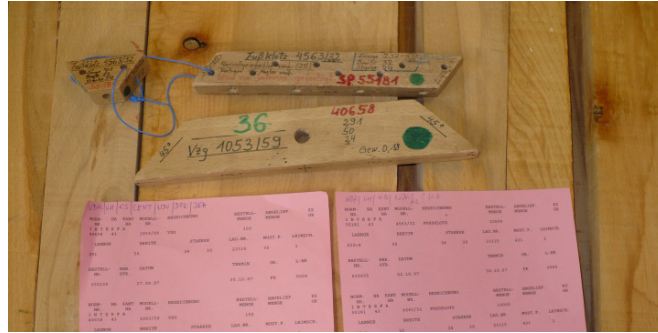


47. ábra: Ülőbútor Kft.: Sorozatvágó körfűrészgép

Az üzemnek és az ott dolgozóknak köszönhetően megfigyelhettem a visszaforgatásra félretett melléktermék életútját, az abból keletkező termékek, hulladékok, illetve esetlegesen az újból visszaforgatható melléktermék mennyiségének vonatkozásában.



48. ábra: Ülőbútor Kft.: Visszaforgatható melléktermék (jobb oldali ábra), további termék előállításra alkalmatlan (nem hasznosítható) hulladék (bal oldali ábra)



49. ábra: Ülőbútor Kft.: Melléktermék visszaforgatása az ábrán látható termékekbe

IV. Négyoldalas megmunkálás elemzése

A sorozatvágó körfűrészben történő megmunkálás után a nyers keresztmetszeti méretre kialakított anyagokat négyoldali megmunkálásnak vetették alá. Itt vizsgáltam az ezen megmunkálás során keletkező selejt termékek számát és a keletkező por-forgács hulladék mennyiségét. A selejt darabszám forrása elsődlegesen a marás során fellépő szálfelhúzóadás, illetve a felületi megmunkálás után felbukkanó fahiba volt. További nagy mennyiségű hulladék ezt követően csak a pontos hossz méret kialakításával keletkezik.



50. ábra: Ülőbútor Kft.: Keresztmetszeti megmunkáló

A továbbiakban a három mintavételezési napon kapott értékeket rendszereztem táblázatok segítségével. A táblázatok értékelése céljából az egyes munkafázisok során keletkező anyagfeleségek megoszlását vittem fel folyamatábra formájában. Ezt követően az értékek összegzéséeként eredményül kaptam az oszlopdiagramokon fellelhető kihozatali értékeket, valamint a keletkező termék, hulladék, melléktermék mennyiségi értékeit és százalékos megoszlását. (A felmérés terjedelmessége miatt egy kiemelt rakatot életútját fogom majd bemutatni)

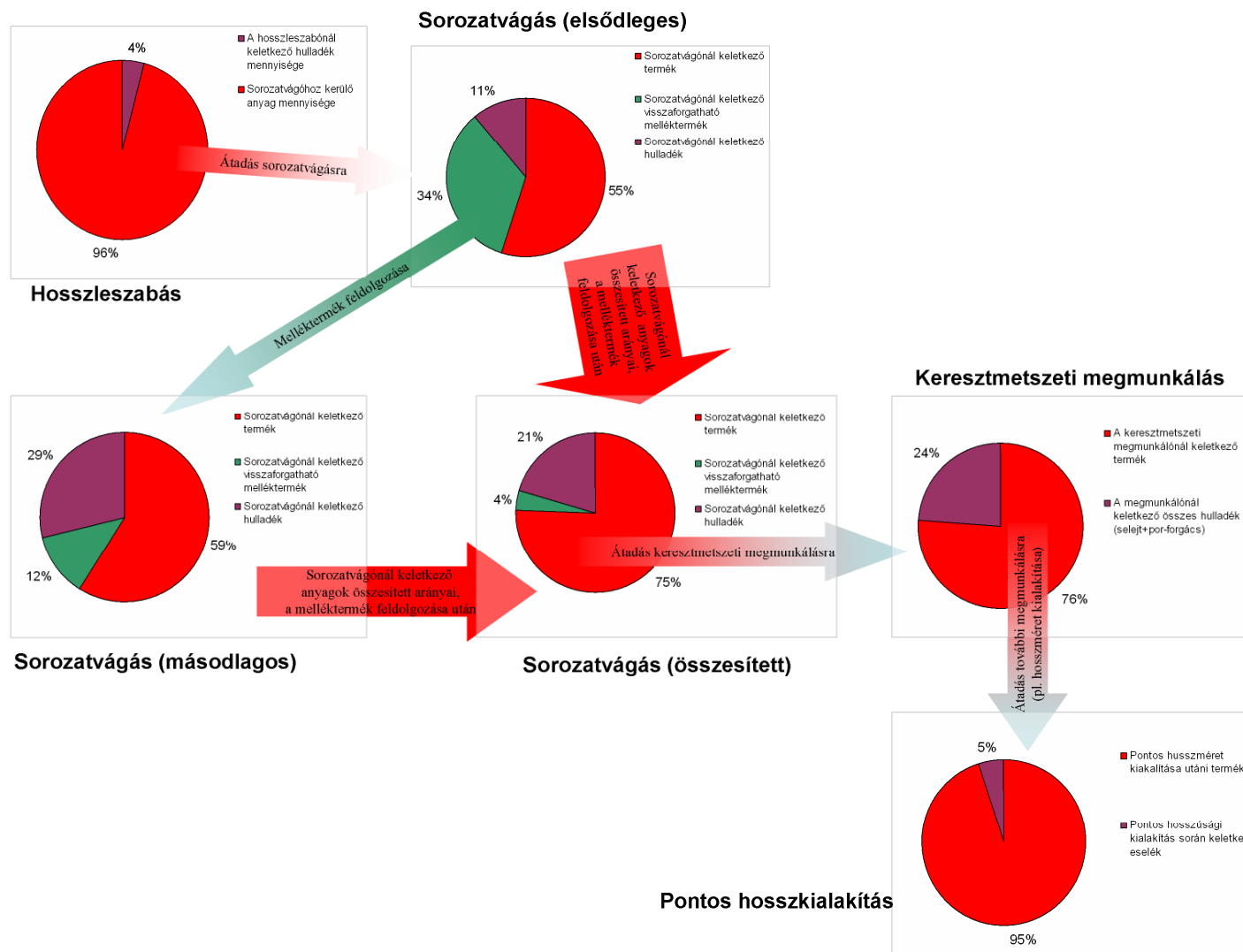
31. táblázat: Ülőbútor Kft.: Egy vizsgált „példarakat” feldolgozásának folyamata (leszabó körfűrészgép – sorozatvágó körfűrészgép – keresztmetszeti megmunkáló) során keletkező anyagfeleségek mennyiségi értékei

Leszabónál keletkező, valamint feldolgozásra váró rakatok	Legyártandó alkatrészek sorszáma	Hosszleszabó körfűrészgép				A leszabóhoz feldolgozásra kerülő anyag mennyisége [m ³]	Sorozatvágó körfűrészgép			
		Hosszleszabás során keletkező melléktermék, hulladék típusai					Sorozatvágónál keletkező termék befoglaló méretei [mm]			
		Repedt [m ²]	Gőcsös [m ²]	Hibálisan (méretlen aluli melléktermék) [m ²]	Összes hulladék [m ²]		Sorozatvágóhoz kerülő anyag mennyisége [m ³]	Vastagság [mm]	Szélesség [mm]	Hosszúság [mm]
Összes rakat		0,070	0,010	0,015	0,095	1,607	1,512	-	-	-
I. rakat	42747 és 42161						0,362	30	60	1170
	51408							30	60	1170
II. rakat	51350						0,515	30	60	540
	52265							30	60	770
III. rakat	54714						0,604	30	46	770
I. rakat visszaforgatott	51350	0,026	0,004	0,007	0,037	0,148	0,111	30	60	540
III. rakat visszaforgatott	40658						0,177	30	33	770
	55181							30	40	770
Statistikailag számított lehetséges visszaforgatás	xxxxx	-	-	-	-	0,016	0,143	0,127	-	-

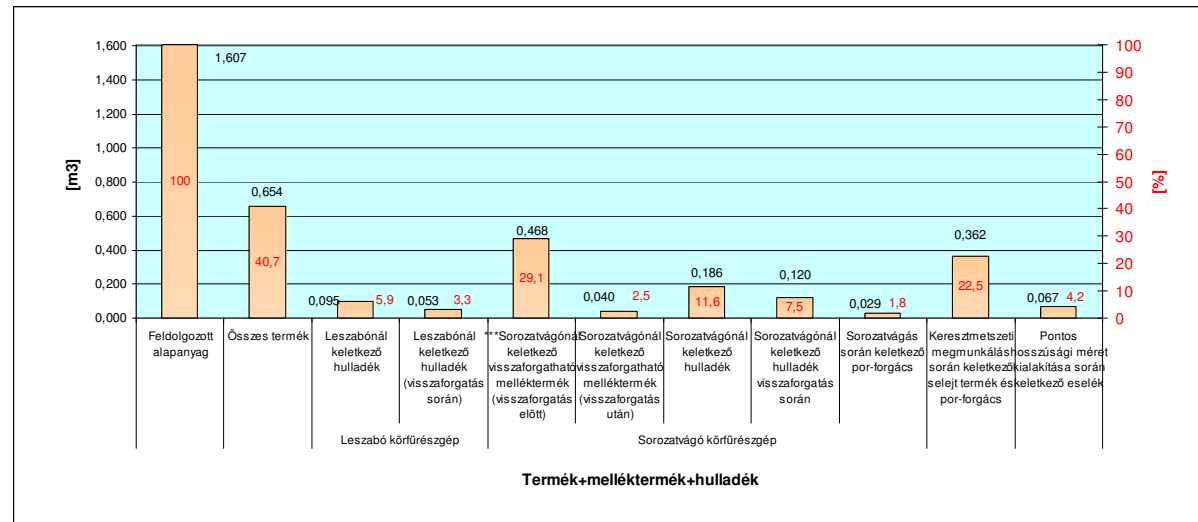
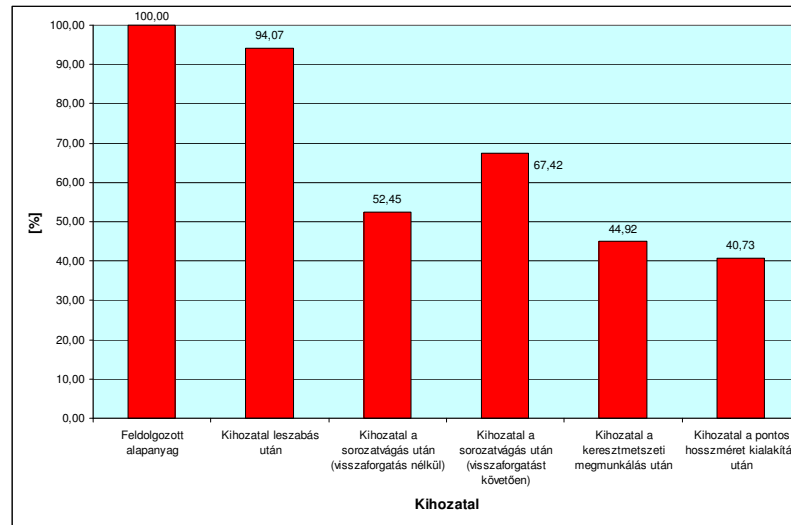
	visszaforgatásra került anyag
	Sorozatvágó körfűrészgépen alapanyagmegmunkálás
	Sorozatvágó körfűrészgépen melléktermékmegmunkálás
	Statistikailag számított lehetséges visszaforgatásból adódó értékek
123	Egyes megmunkálási szakaszok után keletkező összes anyag
123	Egyes megmunkálási szakaszok után keletkező termék
123	Egyes megmunkálási szakaszok után keletkező melléktermék
123	Egyes megmunkálási szakaszok után keletkező hulladék

Leszabónál keletkező, valamint feldolgozásra váró rakatok	Legyártandó alkatrészek sorszáma	Sorozatvágó körfűrészgép									
		Elsődleges sorozatvágás, visszaforgatás nélkül					Másodlagos sorozatvágás, visszaforgatás után				
		Sorozatvágónál keletkező termék [m ³]	Sorozatvágónál keletkező termék [db]	Sorozatvágónál keletkező visszaforgatható melléktermék [m ³]	Sorozatvágónál keletkező hulladék [m ³]	Sorozatvágóról kikerülő összes anyag (termék+melléktermék+hulladék) [m ³]	Sorozatvágónál keletkező termék [m ³]	Sorozatvágónál keletkező termék [db]	Sorozatvágónál keletkező visszaforgatható melléktermék [m ³]	Sorozatvágónál keletkező hulladék [m ³]	Sorozatvágóról kikerülő összes anyag (termék+melléktermék+hulladék) [m ³]
Összes rakat	-	0,843	-	0,468	0,186	1,498	1,083	-	0,040	0,306	1,430
I. rakat	42747 és 42161	0,143	68	0,148	0,036	0,376					
	51408	0,048	23								
II. rakat	51350	0,295	303	0,143	0,066	0,504					
	52265	0,272	147								
III. rakat	54714	0,085	80	0,177	0,084	0,618					
I. rakat visszaforgatott	51350						0,042	43	0,025	0,038	0,105
III. rakat visszaforgatott	40658						0,047	62		0,046	0,171
	55181						0,078	84			
Statistikailag számított lehetséges visszaforgatás	xxxxx						0,074	-	0,015	0,036	0,126

Sorozatvágónál keletkező, valamint feldolgozásra váró rakatok	Legyártandó alkatrészek sorszáma	Keresztmetszet megmunkáló						Megmunkálás után keletkező termék befoglaló méretei [mm]			Pontos hosszúság kialakítása		Megjegyzés
		A megmunkáláshoz kerülő anyag mennyisége [m ³]	A megmunkálónál keletkező termék [m ³]	A megmunkálónál keletkező termék [db]	A megmunkálónál keletkező selejt melléktermék [db]	A megmunkálónál keletkező összes hulladék (selejt+porforgács) [m ³]	Vastagság [mm]	Szélesség [mm]	Hosszúság [mm]	Pontos hosszúság [mm]	Pontos hosszúsági kialakítás során keletkező eselek [m ²]		
		Összes rakat		1,083	0,722	-	-	0,362	-	-	-	-	
I. rakat	42747 és 42161	0,143	0,093	66	2	0,051	24	50	1170	1135	0,003		
	51408	0,048	0,031	22	1	0,018	24	50	1170	1135	0,001		
II. rakat	51350	0,295	0,184	263	40	0,110	24	54	540	467	0,025		
	52265	0,272	0,194	140	7	0,078	24	75	770	706	0,016		
III. rakat	54714	0,085	0,058	78	2	0,027	24	40	770	742	0,002		
I. rakat visszaforgatott	51350	0,042	0,028	40	3	0,014	24	54	540	467	0,004		
III. rakat visszaforgatott	40658	0,047	0,029	62	0	0,019	24	25	770	291*2	0,009	Toldással: 24*50*291	
	55181	0,078	0,050	84	0	0,028	24	32	770	232*3	0,005	24*32*232=4 db	
Statistikailag számított lehetséges visszaforgatás	xxxxx	0,074	0,056	-	-	0,018	-	-	-	-	0,003		



8. diagram: Ülőbútor Kft.: Egy vizsgált „példarakat” feldolgozásának folyamatábrája a megmunkálás során keletkező termékek, melléktermékek és hulladékok százalékos értékeivel



9. diagram: Ülőbútor Kft.: Egy vizsgált „példarakat” megmunkálási fázisait követő kihozatali értékek (felső diagram), valamint a megmunkálás során keletkező összes anyagféleség mennyiségi és százalékos értéke (alsó diagram)

A 31. táblázatban látható, hogy az adott munkanapon a keletkező melléktermékek nagy részének visszaforgatása is megtörtént. Ekkor összesen $0,143 \text{ m}^3$ melléktermék várt még visszaforgatásra. Ezen mennyiséghez tartozó értékeket a végigkísért melléktermékek esetén kapott értékek statisztikai elemzéséből nyertem. Ezt az elvet követtem a másik két munkanapon is, hiszen nem minden esetben állnak neki a keletkező visszaforgatható melléktermék azonnali továbbfeldolgozásához. A gazdaságos megmunkáláshoz meg kell várni egy minimális anyag-felhalmozódást.

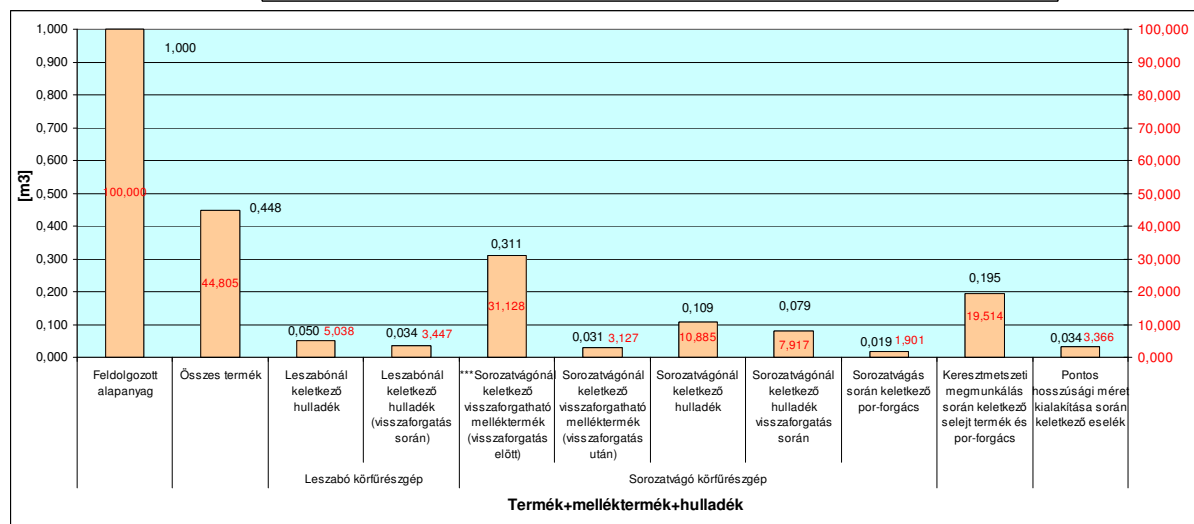
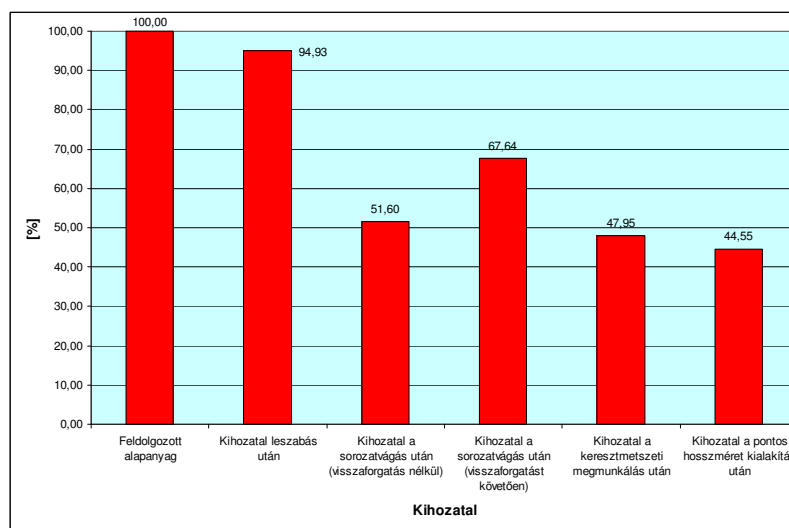
A táblázatok között található nyilak a melléktermék „vándorlásának” útját szemlélteti (a sorozatvágótól, vagy a leszabó körfűrészgéphez, vagy a sorozatvágó adagolóoldalához kerül az anyag).

A táblázatok könnyebb kezelhetősége végett a mennyiségi értékeket %-os formában is megjelenítettem a 8. diagramon. Itt a nyilakon található folyamatok és „áramlási irányok” segítségével tudunk végighaladni a leszabó körfűrészről a pontos hosszúság kialakításáig. A kihozatali értékek a 9. diagramon láthatóak, melyek egyben az elemzés leglényegesebb eszköze is.

Általános tendencia, hogy kb. 6%-os kihozatal csökkenés történik a leszabás során, mely alapvetően - figyelembe véve, hogy III. osztályú anyagról van szó - jónak mondható. Nagy csökkenés tapasztalható az elsődleges sorozatvágást követően, itt a kihozatali érték 50-52%-ra tehető. Ezen nagy kihozatal csökkenés forrása az feldolgozott anyag III. osztályú voltára vezethető vissza (sok repedést, göcsöt tartalmaz a leszabón történő hibakiejtés után is). Az ekkor keletkező nagy mennyiségű visszaforgatható melléktermékek másodlagos sorozatvágását követően ez a kép enyhén javul, mely a 67-68% kihozatalban realizálódik.

A keresztmetszeti megmunkálással ismét kihozatal romlást láthatunk. Ez a sorozatvágón kialakított „nyers”, esetenként túlzottan ítélt szélességi méretek és a vastagsági méret (kiinduló alapanyag 30 mm, melyből sok esetben 24 de akár 18 mm-es vastagságú termék keletkezik) kialakításával hozható összefüggésbe. Meg kell jegyezni, hogy ez nem csak nagymértékű alapanyag veszteséggel, hanem energianövekedéssel is jár, hiszen a forgácsolás során a megnövekedett anyagleválasztás nagyobb teljesítményt fog igényelni.

A következő 10. diagramon a vizsgált napok átlagának - összesített (átlagát) - oszlopdiagramját jelenítettem meg. Azt azonban ki kell hangsúlyoznom, hogy átlagos értékekről lévén szó, ettől eltérő eredmények nyilván adódhatnak az alapanyag minősége, legyártandó termékek függvényében.



10. diagram: Ülóbútor Kft.: A vizsgált rakatok megmunkálási fázisait követő átlagos kihozatali értékei (felső diagram), valamint a megmunkálás során keletkező összes anyagfeleség átlagos mennyiségi és százalékos értéke (alsó diagram)

11.4.4.1 Optimalizálási lehetőségek

Az alapanyag hosszúsági és szélességi méreteiből leszűrhető, hogy a beérkező anyag hosszúsági méreteiben jelentős eltérések vannak.

A hosszúsági méretek jelentős méretszóródása a hosszvágás során keletkező eselékek mennyiségének növekedését, és ezáltal a rosszabb kihozatalt eredményezi, melyet a hosszleszabás optimalizálásának megnehezítése (az állandóan változó hosszúságok) tovább ront. Felmerül, hogy ilyen méretszóródás és minőség mellett az alapanyag gazdaságosan alkalmazható-e. Nyilván ez bővebb gazdasági számításokat igényel – a disszertáció keretein belül terjedelmi korlátok miatt nem kerülhetett sor -, de annyi megjegyezhető, hogy a magasabb minőségű alapanyag (I. osztályú) ára hozzávetőleg kétszer magasabb. Emiatt alkalmazása sem minden esetben indokolt (kivétel frontfelületeken alkalmazott anyagok esetén), még akkor sem, ha I. osztályú anyaggal kb. 10-15 % kihozatal növekedés lenne elérhető.

A leszabás során keletkező hulladékok segítségével elemeztem, hogy az itt keletkező már a termelésben újra nem hasznosítható anyag keletkezését a fahibák milyen mértékben befolyásolták. A legnagyobb mennyiségben a deszkákön található repedések miatt keletkezik hulladék, ugyanakkor nem elhanyagolható a kisebb mennyiségben jelen lévő – repedést, illetve göcsöt nem tartalmazó - hibátlan eselék sem.

Elemzéseimre alapozva megállapítható, hogy a lehetséges kihozatal a sorozatvágó és a keresztmetszeti megmunkáló berendezéstől függ leginkább. Ez megmutatkozik a kihozatalokra vonatkozó oszlopdiagramokból. A másodlagos sorozatvágás (melléktermék visszaforgatását követően) mintegy 25-30 %-os, míg a keresztmetszeti megmunkálás 15-23%-os kihozatal csökkenést eredményez. Ezen értékekből adódik, hogy a végleges kihozatali értékek III. osztályú anyagok esetén az átlagos kihozatal értékére 45 % körüli eredményt kapunk. Ez a helyszínen szemrevételezett és megismert alapanyagok ismeretében egyáltalán nem tekinthető rossz eredménynek, ugyanakkor az fejlesztési lehetőséget nem szabad kizárni.

A leszabókörfűrésznel a kezelőszemélyzet által szemrevételezéssel „optimalizált” hosszméretek kialakítása történik, nyilván a rendelésben megadott, preferált méretek figyelembevételével. Az itt keletkező 5-6 %-os kihozatal csökkenést a deszkák, pallók hosszméretének ingadozásai és az alapanyagban található hibák okozzák. Látható, hogy nagymértékű kihozatal növekedés III. osztályú anyagok esetén nem

várható el reálisan, ugyanakkor a bemenő anyag első műveletét szolgáló leszabás automata géppel mindenképpen gyorsítható lenne.

A sorozatvágó körfűrészgép esetén – mint azt láttuk – a faanyaghibák alapján a dolgozó dönti el, hogy szélességében az alapanyagot milyen pozícióba juttatja a gép körfűrészlapjai közé.

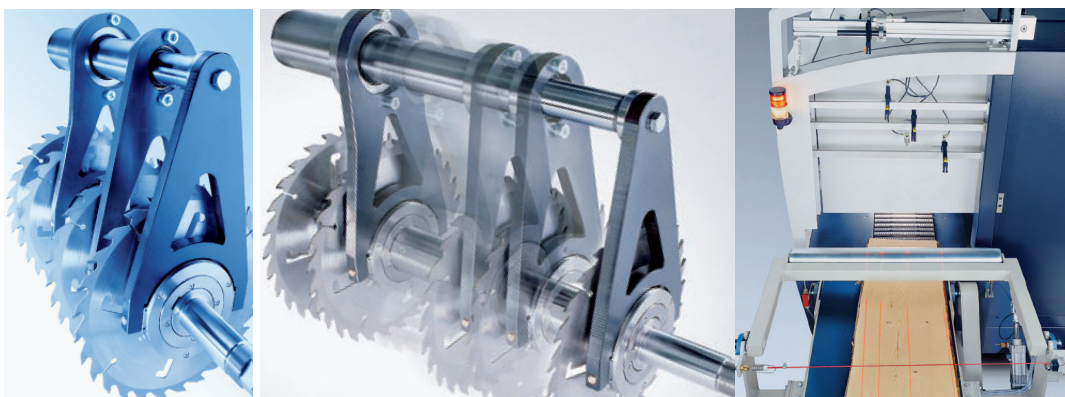


51. ábra: Ülőbútor Kft.: Sorozatvágó körfűrész lapjainak elhelyezése

Azt is megállapítottam, hogy ha a melléktermékek visszaforgatást is figyelembe vesszük, akkor is nagymértékű kihozatal csökkenés történik (nem beszélve arról az esetről, ha a visszaforgatás előtti értékeket nézzük).

Felméréseim során szerzett tapasztalataim (és a „mellékesen” mért feldolgozási ütemidők) alapján elmondhatom, hogy a sorozatvágó körfűrészek képezik a szűk keresztmetszetek egyikét, ezért ezen gépek cseréje fejlesztése javasolt.

Új technikai megoldásként lehetőség kínálkozik olyan sorozatvágó körfűrészek termelésbe történő integrálására, melyeken a lapok osztása üresjáratban automatikusan állítható.



52. ábra: Sorozatvágó körfűrészlap-kiosztás változtatásának mechanikája²³

²³ Forrás: RAIMANN ProfiRip Series

A hagyományos főtengelyen rögzített elrendezés helyett a vágásszélességeket automatikusan lehet állítani, illetve állítja maga a gép. Ezen körfűrészlap távolságok állítására több megoldás létezik:

- Lábpedál segítségével a dolgozó a jelölő lézer segítségével vizuálisan észlelt információk alapján
- Érintőképernyőn előre programozott szélességi méreteket variációk kiválasztásával
- Félautomata módon a bevitt szélességi méretvariációkat az üzemeltető válogatja ki
- Automata módon „TimberMax” szoftver és szkennel segítségével a hibák és a deszkák szélességi mérete alapján állítja be a fűrészlapok helyzetét, az üzemeltető által preferált szélességi méretek figyelembevételével

A lézerek – melyek a körfűrészlaposztásnak megfelelően helyezkednek el - közvetlenül adnak tanácsot a kezelőszemélyzetnek az alapanyag ideális elhelyezésére vonatkozóan, illetve lehetőséget ad a laptávolságok közvetlen módosítására.






A „TimberMax” optimalizáló szoftver segítségével egy ideális főtengely, és azon belül ideális körfűrészlap elrendezés érhető el. Az előre programozott szélességi méretek alapján automatikusan kiosztja az adott alapanyagra a lehető legjobb és leggazdaságosabb elrendezést, figyelembe véve az anyag szélességi méreteit, és az anyaghibákat.

Az alapanyagok feldolgozása során alkalmaznak külső beszállítóktól érkező hosszoldott lécszerű termékeket 24x55 mm-es szelvényméretű 1227 mm hosszúságú, illetve 22x100 mm-es szelvényméretű 1300 mm hosszúságú méretekben.

Ezen hosszoldott termékek bükk, vagy fenyő anyagból készülnek. A hosszoldott anyagból pl.: az 58888 termék számú alkatrészt állítják elő keresztmetszeti és hosszszelvényezés során.

Sok esetben a sorozatvágónál keletkező még visszaforgatható melléktermékből ez a méretű anyag előállítható lenne, oly módon, hogy a hibákat kiejtve abból hosszoldásnak vetnék alá. Már 150 mm-es eselések, melléktermékek is sikeresen hosszoldhatók, tehát az elsődleges sorozatvágást követően keletkező melléktermékek hibakiejtése után ezen művelet a hasznosíthatóság egyik lehetőségét adja.

11.4.5 Hulladék minimalizálás lehetőségének új eljárás a hulladékok minimalizálására a SIMUL8 szoftver alkalmazásával

A megvalósítás koncepciójában arra törekedtem, hogy egyrészt a valóságnak megfelelően modellezem – egy az Intézetem részére rendelkezésre álló SIMUL8 nevű (SimTech Logisztika Kft. által forgalmazott) termelés szimuláló szoftver segítségével - a termelés folyamatát. Ez feldolgozásban részt vevő gépek termelési adatait jelenti, amelyek alapján a beállítható paraméterek segítségével a termelés kimenetele befolyásolható, és így a modell vagy könnyen a valósághoz igazítható, vagy egy optimális termelési stratégia állítható össze a segítségével. Egy szimulációhoz nem szükséges különösebben sokféle, és előre valamilyen feladatra specializált szimulációs objektum. Pontosan az adja a szimuláció univerzalitását, hogy a specializálatlan, csak alaptevékenységet ellátó objektumokat hogyan tudjuk a feladathoz testre szabni, hogyan tudjuk magunk úgy specializálni, hogy az a szimulálandó feladatnak maximálisan megfeleljen. Ezért aztán a SIMUL8 nem is tartalmaz nagyszámú ilyen komponenst, mivel a nagyszámú és ugyanakkor mind különböző feladat megoldási lehetőségeit a funkcionalitás túlzott leszűkítése csak nehezítené. A szimuláció megvalósításához ugyan nem használtam ki a SIMUL8 meglévő kyszámú komponensének mindegyét, viszont az objektumok specializálására vonatkozó lehetőségek közül szinte mindet. Ez biztosította, hogy az eredeti működéshez nagyon hasonló tulajdonságokkal bíró szimulációs objektumokkal tudjuk megvalósítani a szimulálást. Ez a mindössze 5 féle objektum a belépési pont (Work Entry Point) , a termelő (Work Center) , a tároló (Storage Bin) , a kilépési pont (Work Exit Point) , valamint a munkadarab .

A megvalósítás feladata egy bonyolult szimuláció estén sokszor nehéz feladat. Többféle, a gyakorlatban használatos módszer is elvezethet a helyes megoldáshoz. Ezen módszerek közül a fejlesztéshez első megközelítésben a top-down design módszerét választottam, amely a felülről lefelé építkezés módszere. Ez annyit jelentett, hogy meghatároztam a szimulációban használatos homogén gépcsoportokat, illetve a gépcsoportok közötti ok-okozati kapcsolatokat.

Az így létrejött összeállításban feltérképeztem a csoportokon belüli egyes homogén gépek szerepét, különböző tulajdonságait, egymáshoz való viszonyukat. A top-down design technika alkalmazásával elértem azt, hogy létrejött egy olyan logikai térkép, amelyen az egyes gépcsoportok és az őket alkotó gépek elkülönítve szerepelnek, de egymással logikai kapcsolatban vannak.

Miután a továbblépéshez kellő információ birtokába jutottam, a top-down design technika szerepe véget ért. Helyét az ellentéte, egy másik ismert technika, a bottom-up technika vette át, kevés inkrementális fejlesztési technikabeli elemmel kiegészítve. A gyakorlatban ez annyit tett, hogy meghatároztam az egyes gépek konkrét jellemzőit, feladatait, feladatainak fázisait, majd pedig megpróbáltam a szimulációbeli modell funkcionalitását a valóságban létező gép funkcionalitásának szintjére emelni.

Ez az a pont, amikor már esetleg nem elég a SIMUL8 beépített gépjellemzőit használni, hanem saját magamnak kell az új funkciókat a modellbe implementálnunk. Ezzel a lehetőséggel viszont, olyan eszközt kapunk a kezünkbe, ami – a szimuláció számítási igényeinek határain belül– szinte bármilyen bonyolultságú modell építésére lehetőséget ad. Ezt a lehetőséget a SIMUL8-ben VisualLogic-nak hívják. A VisualLogic tulajdonképpen nem más, mint egy egyszerűen kezelhető, kevés utasítással rendelkező programnyelv, amellyel egy-egy objektum bármilyen funkcióját elérhetjük, módosíthatjuk, hozzá feltételeket kapcsolhatunk. Ezt kombinálva a munkadarabokhoz köthető egyedi tulajdonságokkal (labels) tudjuk azt elérni, hogy a SIMUL8-ben felhasználható általános célú objektumokból a saját céljaink elérésének szempontjából a legoptimálisabb struktúrával rendelkező objektumot készíthessünk. Az objektumot specializáló programok (szkriptek) írása azonban nem teljesen szabad.

I. Alapanyag: fűrészáru

A fűrészárut megtestesítő objektumok szerepe az, hogy az előzetes mintavételezés eredményét a szimulációban megvalósítsa. Itt jelenik meg ugyanis az előzetes mintavételezés eredménye oly módon, hogy az egyes mintavételezések eredményét véletlenszerűen kiindulásnak választva a deszkahosszak és a deszkaszélességek meghatározásra kerülnek. Ennek a hossz- és szélesség meghatározásnak az alapja az alábbi táblázat:

Hosszúság, szélesség és vastagság eloszlása						
	Rakat 1	Rakat 2	Rakat 3	Rakat 4	Rakat 5	Rakat 6
Hosszúság	323,3 cm	291,8 cm	266,5 cm	264,5 cm	344,9 cm	329,8 cm
Std. dev.	11,0 cm	9,5 cm	4,5 cm	4,0 cm	3,9 cm	3,9 cm
Szélesség	33,2 cm	32,0 cm	39,0 cm	35,4 cm	39,7 cm	329,8 cm
Std. dev.	5,3 cm	7,8 cm	1,6 cm	4,8 cm	7,4 cm	6,3 cm
Vastagság	30 mm	40 mm	40 mm	40 mm	40 mm	40 mm
Std. dev.	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm

32. táblázat: Ülőbútor Kft.: Hosszúság – szélesség és vastagság alapadatai

II. Hosszleszabás

Itt történik az előzőekben említett mintavételezések alapján készített eloszlások segítségével generált megfelelő hosszúsági, szélességi, illetve vastagsági adatokkal rendelkező deszka hosszirányú méretre vágása. Ez a szimulációban úgy valósul meg, hogy a hosszleszabó gép rendelkezik egy ún. méretpreferenciával, amely előírja számára, hogy a lehetséges hosszak közül, mely hosszúságokat milyen arányban vágja. Miután a méretpreferenciából a gép kiválasztotta, hogy milyen méretet fog vágni az adott alkalommal, a tárolóból egy deszkát vesz magához, majd az előre beállított méretű darabokra vágja, a leeső maradék-darab pedig a veszteség lesz. A hosszleszabást követően a leszabott deszkák az új tárolójukba kerülnek, ahonnan a következő munkafázist végző gép majd felhasználja őket.

II/a.) A hulladék hosszleszabás során

A hulladék mennyiségét két tényező befolyásolja. Az egyik, közvetlenül nem befolyásolható tényező a feljebb már említett módon jelenik meg a szimulációban, vagyis azon deszkadarabok összességét jelenti, amelyek a hosszleszabás során már nem adják ki az éppen vágott méretet. A másik közvetlenül befolyásolható tényező pedig azt adja meg, hogy az empirikus úton szerzett információk alapján, a leszabott deszkák milyen arányban (hány %-ban) kerülnek majd a selejtes darabok közé. A selejtes darabokat azután újból át kell nézni és a még felhasználható darabokat új mérettel ellátva a használható darabok közé tenni. A szimulációban is így működik a visszaforgatás (az újrafeldolgozás). A hosszleszabó gép által hibásnak jelölt (már leszabott) deszkákat megvizsgálja és megpróbálja oly módon újra hasznosítani, hogy azt a lehető legnagyobb még szükséges feldolgozási méretet választja új méretnek, amelyet a feldolgozásra kerülő eddig selejtesnek ítélt deszka még kiad. Ezzel eléri el azt az optimális feldolgozási módot, hogy az első pillantásra hulladéknak tűnő feldolgozott anyagból a még felhasználható alapanyagot visszanyeri. Megjegyzendő, hogy természetesen előfordul olyan eset is, amikor az éppen vizsgált deszka már nem felel meg semmilyen feltételnek sem. Ekkor a selejtet feldolgozó szimulációs rész az adott munkadarabot a tényleges hulladékot tároló egységbe helyezi.

III.) Sorozatvágó

A következő géptípust alkotó gép a sorozatvágó. Feladata, hogy az előzőleg már megfelelő hosszúságra vágott munkadarabokat megfelelő szélességi méretre vágja. Ennek szimulációbeli módja a valósággal teljesen analóg módon történik.

Beérkezik egy munkadarab, amely már rendelkezik egy bizonyos szélességgel, amit a szimuláció legelején a deszkák mintavételezésekor rendeltem hozzá. A beérkezett munkadarab szélességi mérete alapján a sorozatvágó eldönti, hogy hány darab teljes szélességi mérettel rendelkező munkadarabot tud előállítani, amely értéket beállítja magának a kimenetére, majd megkezdi a vágást. A hulladéknak itt is két típusa van: újrafelhasználható, illetve nem újrafelhasználható. A nem újrafelhasználható hulladék is két részből tevődik össze: egyrészt a feldolgozási veszteség, amelyet a fűrészlapok által képzett vágásrészből eltávolított fűrészpor jelent, másrészt pedig az olyan méretű maradék munkadarabok, amelyek már nem adnak ki egy szükséges mérettel rendelkező munkadarabot sem.

III/a.) A hulladék sorozatvágás során

A hulladék mennyiségét két tényező befolyásolja. Az egyik, közvetlenül nem befolyásolható tényező a feljebb már említett módon jelenik meg a szimulációban, vagyis azon szélességi méretre vágott lécek összességét jelenti, amelyek a sorozatvágás során már nem adják ki az éppen vágott szélességi méretet. A másik, közvetlenül befolyásolható tényező pedig azt adja meg, hogy az empirikus úton szerzett információk alapján a sorozatvágás során az elkészült lécek milyen arányban (hány %-ban) kerülnek majd a hulladék közé. A hulladékot azután újból át kell nézni és a még felhasználható darabokat új mérettel ellátva a használható darabok közé tenni. A szimulációban is így működik a visszaforgatás (az újrafeldolgozás). A sorozatvágó által hibásnak jelölt (már szélességi méretre vágott) deszkákat megvizsgálja és megpróbálja oly módon újra hasznosítani, hogy azt a lehető legnagyobb még szükséges feldolgozási méretet választja új méretnek, amelyet a feldolgozásra kerülő eddig selejtesnek ítélt lécek szélességi mérete még kiad. Ezzel eléri el azt az optimális feldolgozási módot, hogy az első pillantásra hulladéknak tűnő feldolgozott anyagból a még felhasználható alapanyagot visszanyeri. Megjegyzendő, hogy természetesen előfordul olyan eset is, amikor az éppen vizsgált lécek már nem felel meg semmilyen feltételnek sem. Ekkor a hulladékot feldolgozó szimulációs rész az adott munkadarabot, a tényleges hulladékot tároló egységbe helyezi.

IV.) A keresztmetszeti megmunkáló

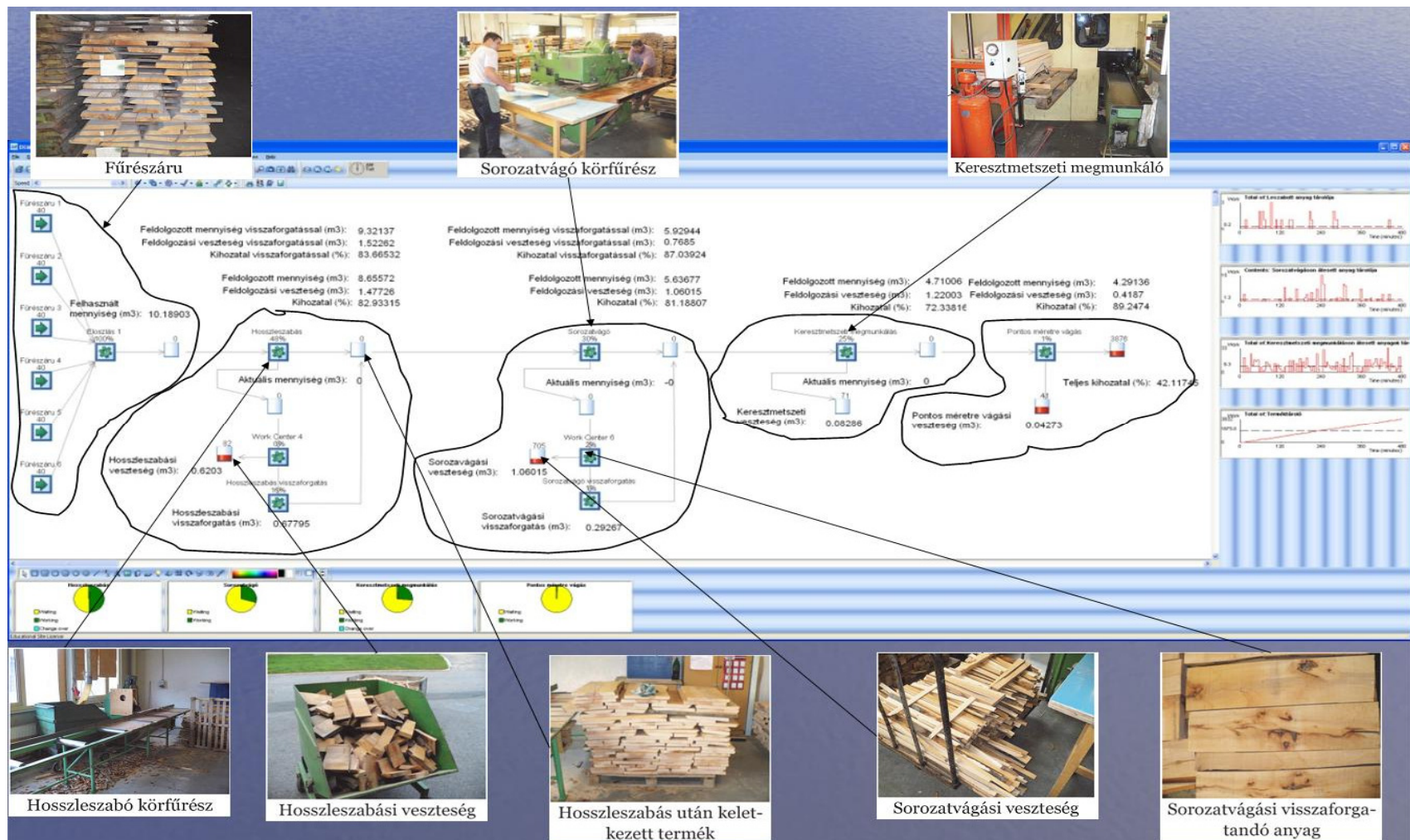
A keresztmetszeti megmunkáló elsődleges feladata, hogy az előzőekben megmunkált munkadarab pontos keresztmetszeti méreteit kialakítsa, amelyet több gyalufej együttes működtetésével éri el. A szimulációban a működési elve szintén

hasonlatos a valóságban megvalósulóhoz, ugyanis itt is úgy történik a pontos méretre alakítás, hogy az egyes keresztmetszeti méretek értékét felülírjuk a pontos keresztmetszeti méretekkel. (A valóságban a méretkülönbségből adódó felesleges farrészből fizikai hulladék keletkezik, míg a szimulációban a ez a típusú hulladék csak számszerűleg jelenik meg.)

Az egyéb típusú hulladékképződés eltér az előzőekben bemutatottaktól, ugyanis ezen a feldolgozottsági szinten a mintavételezés során tapasztalt selejtes munkadarabok alacsony számából adódóan az újrafeldolgozás felesleges, illetve a vizsgált esetben nem is volt lehetséges, ugyanis nem állt rendelkezésre javító méret. A hibásnak ítélt darabokat a rendszer a nekik fenntartott tárolóba helyezi, és a szimuláció végén akár tételesen végignézhetők.

E.) Pontos méretre vágás

A méretre vágást végző gép feladata, hogy a már pontos keresztmetszeti méretekkel rendelkező munkadarab pontos hosszúsági méreteit beállítsa. A szimulációban szereplő gép működése itt is analóg a valósággal: miután az adott munkadarab keresztmetszeti megmunkálása véget ért, a pontos méretre vágást végző gép a kiválasztott munkadarab hosszúsági méreteit beállítja. A hulladéknak itt csak egy típusa van: feldolgozási veszteség. Ez egyrészt a fűrészlapok által eltávolított faanyagból, másrészt pedig a levágott darabokból tevődik össze. A hulladék újrahasznosítására itt már végképp nincs lehetőség, ugyanakkor a selejthányad olyan kicsi, hogy erre ebben a fázisban már nincs is szükség rá.



53. ábra: Ülőbútor kft.: A fűrészáru, a hosszleszabó, a sorozatvágó, és keresztmetszeti megmunkáló a szimulációban

11.4.5.1 Szimulációs eredmények

A szimuláció előnyét kihasználva az innovációs eredmények bemutatásához azt a koncepciót választottam, hogy az aktuálisan feltérképezett helyzet mellett két másik helyzetet is szimuláltam. Ez a két másik szimuláció közül (a kihozatalra nézve) az egyik aktuálistól negatív irányban tér el, ám a másik pedig pozitív irányban. Azért választottam ezt a módszert a bemutatásra, mert egyrészt hasznos a továbbiakra nézve, ha ugyanazt a rendszert más feltételeket alkalmazva látjuk, másrészt szerettem volna bemutatni a szimulációnak azt a valódi erejét, amelyből azonnal látszik a szimuláció kézzelfogható előnye: az aktuális állapoton kívüli állapotokat minden egyéb megfigyelés, vagy mintavételezés nélkül generáltam a már előzőleg vett minták alapján. A két új állapot generálásának alapja az a feltevés volt, hogy amennyiben a jelenleginél rosszabb, illetve jobb alapanyagot használunk fel, a kihozatal ennek megfelelően csökken, vagy nő. Ezen feltevésem be is igazolódott, ugyanis jól látható, hogy rosszabb minőségű alapanyag esetén a selejthányad jelentősen megnő, egyúttal a kihozatal kb. 12%-kal csökken, míg jobb anyag vásárlása esetén ez a folyamat pontosan fordított irányú, vagyis a selejthányad lecsökken, a kihozatal pedig cca. 13%-kal megnő.

A jobb minőségű anyag vizsgálatánál olyan anyagot vettem figyelembe, ahol mind az anyag minősége, mind pedig dimenziói a belőlük gyártott termékek szempontjából optimálisak, míg a rosszabb minőségű anyagnál pontosan ezen ismérveket változtattam meg a nem kívánatos szempontoknak megfelelően. Az eredményeket 95%-os konfidenciaszinten vizsgáltam és vizsgálatom eredményeit tükrözi a 33. táblázat.

A táblázat értékei alapján megállapítható, hogy a szimuláció segítségével kapott eredmények eltérése minimális a „manuális gyakorlati úton” 11.4.4 fejezetben kapott értékektől. Ezzel tehát sikerült demonstrálnom, hogy a szimuláció eredményesen használható akár a hulladékok csökkentésére irányuló optimalizáció során. Az optimalizáció kulcsfontosságú eleme a sorozatvágó körfűrészgép (melyet a 11.4.4 fejezetben bemutatott) információim alapján beszerzés alatt áll.

33. táblázat: Ülőbútor Kft.: Hulladék minimalizálás eredményei a SIMUL8szoftver segítségével

SZIMULÁCIÓS EREDMÉNYEK										
		Legrosszabb helyzet			Jelenlegi helyzet			Ideális helyzet		
Szimulációs objektum	Vizsgálat fajtája	-95%	Átlag	95%	-95%	Átlag	95%	-95%	Átlag	95%
Hosszleszabás	Várakozás %	47,26125	49,07723	50,89321	47,26125	49,07723	50,89321	47,26125	49,07723	50,89321
	Munka %	48,42495	49,76156	51,09817	48,42495	49,76156	51,09817	48,42495	49,76156	51,09817
	Elkészült munkadarabok száma	238,1601	240,2	242,2399	238,1601	240,2	242,2399	238,1601	240,2	242,2399
	Átlagos kihasználtság	0,48589	0,52917	0,57245	0,48589	0,52917	0,57245	0,48589	0,52917	0,57245
	Átállás %	0,47046	1,16121	1,85196	0,47046	1,16121	1,85196	0,47046	1,16121	1,85196
Hosszleszabás visszaforgatása	Várakozás %	72,69928	73,77084	74,84241	81,73097	82,58737	83,44377	97,19016	97,87597	98,56179
	Munka %	24,22718	25,21873	26,21028	15,7577	16,4022	17,04671	0,6611	1,1136	1,56609
	Elkészült munkadarabok száma	115,6603	121	126,3397	74,42676	78,6	82,77324	3,51723	5,4	7,28277
	Átlagos kihasználtság	0,20649	0,24375	0,28101	0,15148	0,18125	0,21102	0,01792	0,025	0,03208
Sorozatvágó	Várakozás %	69,45358	71,03884	72,6241	67,61026	69,31976	71,02925	64,67976	65,65733	66,6349
	Munka %	26,78842	28,37583	29,96325	28,43038	30,09491	31,75945	33,00351	33,75734	34,51117
	Elkészült munkadarabok száma	708,6895	729,4	750,1105	752,7	771,8	790,9	828,5611	856	883,4389
	Átlagos kihasználtság	0,28831	0,3125	0,33669	0,27453	0,32292	0,3713	0,29571	0,34792	0,40013
	Átállás %	0,06899	0,58533	1,10167	0,06899	0,58533	1,10167	0,06899	0,58533	1,10167
Sorozatvágó visszaforgatása	Várakozás %	99,17191	99,26753	99,36315	99,37139	99,4723	99,57321	99,96344	99,97512	99,98681
	Munka %	0,63685	0,73247	0,82809	0,42679	0,5277	0,62861	0,01319	0,02488	0,03656
	Elkészült munkadarabok száma	308,5056	351,4	394,2944	203,2012	252,6	301,9988	5,40744	11,4	17,39256
	Átlagos kihasználtság	0	0,0125	0,02936	0	0,00208	0,00787	0	0	0
Keresztmetszeti megmunkálás	Várakozás %	75,32214	77,10279	78,88344	71,34248	73,52094	75,6994	64,22365	65,53836	66,85307
	Munka %	20,74576	22,26864	23,79152	23,95816	25,62726	27,29636	32,54505	33,45264	34,36023
	Elkészült munkadarabok száma	3357,561	3560,6	3763,639	3847,421	4074,6	4301,779	5166,657	5286,2	5405,743
	Átlagos kihasználtság	0,17533	0,23125	0,28717	0,18501	0,26042	0,33582	0,21573	0,3125	0,40927
	Átállás %	0,18437	0,62857	1,07276	0,29966	0,8518	1,40394	0,42777	1,009	1,59023

<i>Pontos hossz kialakítás</i>	<i>Várakozás %</i>	98,99942	99,05475	99,11008	98,76165	98,82582	98,88999	97,35942	97,89989	98,44035
	<i>Munka %</i>	0,88992	0,94525	1,00058	1,11001	1,17418	1,23835	1,48377	1,52157	1,55936
	<i>Elkészült munkadarabok száma</i>	3020,508	3208	3395,492	3779,31	3990,4	4201,49	5043,699	5168,2	5292,701
	<i>Átlagos kihasználtság</i>	0	0,00833	0,02519	0	0,00833	0,01915	0,01296	0,03125	0,04954
	<i>Átállás %</i>	0	0	0	0	0	0	0,05628	0,57854	1,10081
<i>Hosszleszabási összes kihozatal (%)</i>		<i>81,66</i>	<i>84,41</i>	<i>87,17</i>	<i>81,85</i>	<i>84,42</i>	<i>87</i>	<i>82,67</i>	<i>83,26</i>	<i>83,84</i>
<i>Hosszleszabási összes feldolgozott mennyiség (m3)</i>		9,64362	9,80291	9,9622	9,26539	9,42303	9,58067	8,65965	8,78551	8,91138
<i>Hosszleszabási minőségi veszteség (m3)</i>		0,77085	0,99985	1,22886	0,48044	0,67678	0,87313	0,00762	0,03374	0,05987
<i>Hosszleszabási összes veszteség (m3)</i>		1,24497	1,52966	1,81435	1,20928	1,46948	1,72968	1,41581	1,47107	1,52633
<i>Hosszleszabási kihozatal (%)</i>		82,9276	83,32637	83,72514	82,9276	83,32637	83,72514	82,9276	83,32637	83,72514
<i>Hosszleszabási veszteség (m3)</i>		1,4176	1,45686	1,49611	1,4176	1,45686	1,49611	1,4176	1,45686	1,49611
<i>Hosszleszabási feldolgozott mennyiség (m3)</i>		8,61841	8,73756	8,85671	8,61841	8,73756	8,85671	8,61841	8,73756	8,85671
<i>Hosszleszabási visszaforgatás (m3)</i>		1,00995	1,06781	1,12567	0,64971	0,68793	0,72615	0,02972	0,04795	0,06618
<i>Keresztmetszeti megmunkálási összes kihozatal (%)</i>		<i>51</i>	<i>54,5</i>	<i>58</i>	<i>70,49</i>	<i>72,44</i>	<i>74,39</i>	<i>69,99</i>	<i>70,94</i>	<i>71,88</i>
<i>Keresztmetszeti feldolgozási veszteség (m3)</i>		1,21203	1,30616	1,40029	1,12386	1,20808	1,2923	1,62101	1,68093	1,74086
<i>Keresztmetszeti feldolgozott mennyiség (m3)</i>		3,54991	3,76999	3,99006	4,49586	4,73655	4,97725	6,1388	6,22758	6,31636
<i>Keresztmetszeti minőségi veszteség (m3)</i>		0,35627	0,40805	0,45984	0,08092	0,0962	0,11149	0,1222	0,12902	0,13583
<i>Pontos méretre vágási összes kihozatal (%)</i>		<i>65,67</i>	<i>67,8</i>	<i>69,92</i>	<i>88,76</i>	<i>89,21</i>	<i>89,66</i>	<i>88,36</i>	<i>89,08</i>	<i>89,79</i>
<i>Pontos méretre vágási feldolgozási veszteség (m3)</i>		0,61284	0,6523	0,69177	0,41141	0,42167	0,43193	0,52923	0,55823	0,58724
<i>Pontos méretre vágási feldolgozott mennyiség (m3)</i>		2,91704	3,11193	3,30681	4,07874	4,30858	4,53841	5,55845	5,65512	5,7518
<i>Pontos méretre vágási tényleges veszteség (m3)</i>		0,31759	0,34905	0,38052	0,03928	0,04277	0,04625	0,05281	0,05926	0,0657
<i>Sorozatvágási összes kihozatal (%)</i>		<i>66,72</i>	<i>68,88</i>	<i>71,03</i>	<i>79,7</i>	<i>81,21</i>	<i>82,73</i>	<i>99,08</i>	<i>99,21</i>	<i>99,35</i>
<i>Sorozatvágási kihozatal visszaforgatással (%)</i>		76,27939	79,10815	81,93691	84,5937	86,86714	89,14058	99,17425	99,36992	99,56558
<i>Sorozatvágási feldolgozott mennyiség (m3)</i>		4,43687	4,68082	4,92478	5,43194	5,6651	5,89825	7,77084	7,89968	8,02853
<i>Sorozatvágási összes feldolgozott mennyiség (m3)</i>		4,80286	5,07812	5,35338	5,68326	5,94908	6,2149	7,78352	7,9119	8,04029
<i>Sorozatvágási összes veszteség (m3)</i>		0,93554	1,0585	1,18147	0,65307	0,77989	0,90671	0,03451	0,04983	0,06515
<i>Sorozatvágási tényleges veszteség (m3)</i>		1,37293	1,45607	1,5392	0,97659	1,06453	1,15247	0,05181	0,06205	0,07228
<i>Sorozatvágási visszaforgatás (m3)</i>		0,34472	0,3973	0,44987	0,23134	0,28398	0,33662	0,00562	0,01222	0,01882
<i>A rendszer kihozatala (%)</i>		<i>28,9</i>	<i>30,55</i>	<i>32,19</i>	<i>40,42</i>	<i>42,25</i>	<i>44,07</i>	<i>55,1</i>	<i>55,52</i>	<i>55,95</i>

11.5 Bútoripar: Bútoripari Kft.

11.5.1 A Bútoripari Kft. faalapú hulladékgazdálkodásának általános ismertetése

A cég laptermékek és tömörfa (keményfa) termékek gyártásával is foglalkozik. Tömörfa termékek gyártásánál idegen anyagot nem tartalmazó faanyagokat (deszka, palló) alkalmaznak. A felhasznált alapanyag 1. osztályú tölgy és bükkfa, hulladék a 40-45 százaléka lesz az alapanyagok összesen. A szélezési és egyéb darabos eseléket konténerbe aprítják, a forgácslap maradékokkal együtt küldik tovább a forgácslapgyártó céghez. A por-forgácsot egy másik, a telephelyen belül működő cég veszi meg és dolgozza fel (Biobrikett Kft.), tehát a tömörfa fűrészpor és forgács gyakorlatilag zárt rendszerben mozog, brikettálják értékesítési céllal. A facsiszolatpor viszont már lakkcsiszolattal kevert és nem találták meg a végleges megoldást a hasznosítására, egyelőre lerakóba kerül hulladékként, a Rekultív Kft. szállítja el (kb. 130 t/év).

A forgácslapokat és egyéb laptermékeket igen jó kihozattal dolgozzák fel, mindösszesen körülbelül 10-12 % lesz a maradék. A fűrészpor, ami a maradéknak 20-25 százaléka, a brikettáló üzembe kerül.

Az üzemhez teherautóval, kamionnal érkezik az alapanyag, ezt targoncával mozgatják. Kisebb alkatrészek esetében kézzel szállítanak és pakolnak, esetleg hidraulikus kézi emelőt (békát) alkalmaznak. Az alkatrészeket gyakran szállítószalagon, görgősoron továbbítják, több automata gépsor is megtalálható az üzemben.

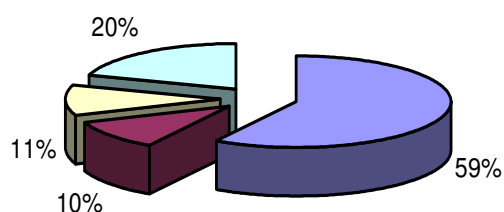
Csoportos elszívást alkalmaznak, így különválasztható a brikettáló üzembe (fűrészpor) és a városi hulladéklerakóba (csiszolatpor) kerülő por. Utóbbit „big-bag” zsákokba gyűjtik (1 m³ űrtartalmú), míg a továbbfelhasználható por-forgácsot pneumatikusan továbbítják a Biobrikett Kft. brikettáló berendezésébe. A forgácslapgyártóhoz küldendő maradékokat billenős konténerekbe pakolják, ahonnan targonca segítségével kerül a nagykonténerekbe (~31 m³), vagy szállítószalag segítségével egyenesen a nagykonténerbe vezetik a hulladékot. Időnként a tömörfa maradékból kisebb mennyiségben a brikettáló üzem számára is szállítanak.

A késztermékeknek körülbelül 2 %-a selejtes, viszont ezeket átvizsgálják, és amelyik javítható azt kijavítják, így összességében a termékeknek 1 %-a lesz selejthulladék. A megoszlás a selejtek közt: 20 % tömörfa, 80 % laptermék.

Az üzemcsarnokok fűtésére gáztüzelésű kazánt használnak, de ha szükséges, akkor egy por-forgács tüzelésű kazánt is munkába tudnak állítani.

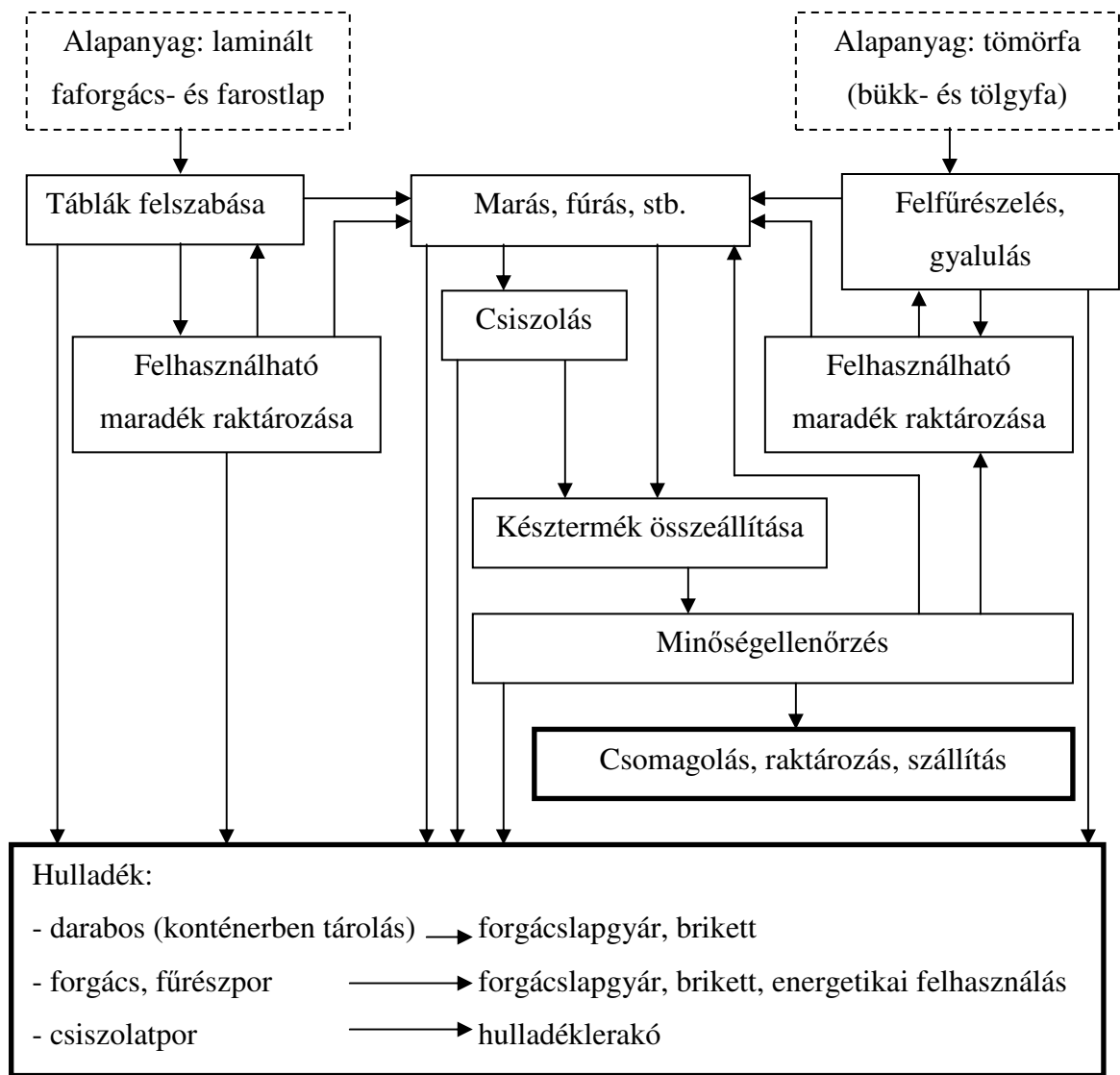
34. táblázat: Bútoripari Kft.: A cég alapanyag-feldolgozási adatai

Alapanyag	Feldolgozott anyagmennyiség		Másodlagos felhasználás		Darabos hulladék		Fűrészpor, forgács (brikett)		Csiszolatpor	
	t	m ³	t	m ³	t	m ³	t	m ³	t	m ³
Tömörfa	8186	11529	800	1127	1631	2297	4607	6489	131	184
	48,80%		9,80%						1,60%	
Forgácslap	8571	12605	870	1279	9,70%	27,50%	0,00%	0	0	
	51,20%		10,20%							
Összesen	16757	24134	1670	2406	1631	2297	4607	6489	131	184
	100,00%		10,00%		9,70%		27,50%		0,80%	



11. diagram: A Bútoripari Kft. alapanyag-feldolgozási arányai

A 34. táblázat és a 11. diagram adataiból látható, hogy a beérkező alapanyag megmunkálása során átlagosan 59% termék keletkezik elsődlegesen. Másod nyersanyagként felhasznált, visszaforgatott mennyiség az összesnek mintegy 10%-át teszi ki.



54. ábra: A Bútoripari Kft. feldolgozási folyamatábrája

11.5.2 A lakkcsiszolatpor keletkezési körülményei, tulajdonságai

A csiszolatpor alapvetően műszaki becslések alapján 75 %-ban faporból és 25 %-ban a felületkezelő anyag porából tevődik össze.

A Kémiai Intézetünkkel közösen végzett Laboratóriumi méréseim alapján a keletkező fa-lakkcsiszolatpor közepes sűrűsége közel 230 kg/m^3 . Az üzemi adatközlés alapján 2005. szeptemberétől 2006. májusáig 265 m^3 azaz 60 tonna fa-lakkcsiszolatpor kerül leválasztásra a központi elszívőrendszer segítségével. Ez éves szintre vetítve mintegy 360 m^3 , vagyis 83 tonnát jelent.

A vizsgált csiszolatpor az 5 felületkezelő gépsor csiszológépeinél keletkezik. Ezt követően kerül a keletkezés helyétől elszállításra a központi elszívőrendszerrel és kerül

a leválasztóberendezésbe, ahonnan gyűjtőzsák segítségével egy hulladékkezelő cég. elszállítja és depóniában lerakja.

A felületkezelő gépsorok és az ott alkalmazott csiszolóberendezések az alábbiak:

- CEFLA ECO
 - FLADDER csiszolóberendezés
- VENJAKOB I.:
 - COSTA csiszolóberendezés
 - FLADDER csiszolóberendezés
- VENJAKOB II:
 - QUICK WOOD csiszolóberendezések
- CEFLA EASY
 - QUICK WOOD csiszolóberendezések
- UV SOR
 - Ernst I. csiszológép
 - Ernst II. csiszológép
 - COSTA csiszolóberendezés

A vizsgálandó minta olyan fa- és lakkcsiszolatpor, amely lakkozott fafelületek csiszolása során keletkezik a Bútoripari Kft. telephelyén.

A technológiai műveletek során a csiszolatpor keletkezhet:

- A kezeletlen fafelületek csiszolása során;
- A pácolt fafelületek közbenső csiszolása során;
- A közbenső lakkréteggel kezelt fafelületek közbenső csiszolása során;
- A fedő lakkréteggel kezelt fafelületek esetleges javításához szükséges csiszolás során.

Az Észak-Dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség Mérőállomás MÁ 083-H/2003. vizsgálati jegyzőkönyve szerint a fa- és lakkcsiszolatpor *a nem veszélyes* hulladék kategóriába esik.

A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium a Bútoripari Kft-nél tevékenysége során keletkezett lakkal, és festékkel felületkezelt fa- és lakkcsiszolatpor-hulladék veszélytelenségét megállapította és a 03 01 99 EWC kódszám alá besorolta (2004).

35. táblázat: Bútoripari Kft.: A vizsgálat tárgyát képező felületkezelő anyagok és adataik

Technológiai szerep	Felhordási technológia	Anyag megnevezése	Biztonsági adatlap száma	Keverési arány (%)
Vizes pác	Szórás	Becker ES 1162-77848	HU028	100%
Vizes UV-lakk	Szórás	WM1654-0010 natur alaplakk	HU171	1:1 keverék
		WM80628-2 natur alaplakk	HU002	99%
		YS156277850 színezék	HU033	1%
Nitro UV-lakk	Szórás	AC-Grundlack zum Spriten 4763-5715 natur alaplakk	HU188	97%
		4763-5719 színezék	HU190	3%
Fedő mattlakk	Hengerlés	AC-Walzlack Matt	HU209	90-92 %
		UV-Härtend 4733-5479-9 natur fedőlakk		
		4741-1807 színezék	HU203	8-10%

A felületkezelő anyagok UV-fényre keményedő poli-akrilát rendszerek, melyek a felületen történő kémiai kötést követően térhálós szerkezetet hoznak létre. A csiszolás művelete során a felületet beborító filmrétegben oldószer jellegű anyagok (szerves oldószer, víz, el nem reagált monomerek) előfordulásával gyakorlatilag nem kell számolni, ami a diszperzió jellegéből következik.

A facsiszolatporban található, a felületkezelő anyagokból származó vegyi anyagok összetétele a felhasznált felületkezelő anyagok összetétele és anyagmérlege alapján a (36. táblázat) állítható össze.

36. táblázat: Bútoripari Kft.: A facsiszolatporban található, a felületkezelő anyagokból származó vegyi anyagok összetétele

Megnevezés	Százalékos arány [%]
Etilénglikol diacrilét	1,68
Dietilénglikol diacrilét	0,56
Tripropilénglikol diacrilét	13,45
2.dihidroxidacrilát	0,56
Digotriacrilát	5,07
Egyéb anyagok	78,69

Az egyes összetevők veszélyességi osztályozása a felületkezelő anyagokról szóló tájékoztatóban részletesen megtalálható a biztonsági adatlapokban. Összességében ezen anyagok kötött állapotban a környezetre veszélyt nem jelentenek.

A 78,69 %-ban szereplő „Egyéb anyagok” a felületkezelő anyagokat gyártó „Becker Acroma” szerint:

- Kötőanyagok;
- Mattító adalékok;
- Töltőanyagok.

A gyártó szerint ezen anyagok környezetvédelmi szempontból semlegesek, a veszélyes anyagok listáját a biztonsági adatlapok tartalmazzák. A gyártó ezen anyagok megnevezésére, kémiai összetételére vonatkozóan további információkat nem közölt.

11.5.2.1 Fa- és lakkcsiszolatpor hasznosítási lehetőségei

A Bútoripari Kft. telephelyén keletkező facsiszolatport eddigiekben kommunális szemétként kezelve lerakóhelyre szállították. Az általam reálisan lehetségesnek ítélt hasznosítási lehetőségeket az alábbiakban tüntetem fel:

- A fa- és lakkcsiszolatpor önmagában a kereskedelemben értékesíthető termék, hiszen hasznosítható lenne:
 - bioetanol készítése
 - tüzelőanyagnak, mivel a vizsgálatok szerint csupán 2-3 %-kal kisebb a fűtőértéke a szénporénál (!), cementgyárban alkalmazható lenne nem veszélyes hulladékként
 - szennyvízkomposztáláshoz

- Kompozitok előállításához (farostlemez, forgácslap, stb.) a kis mennyiség miatt a helyi feldolgozás nem gazdaságos, az elszállítás költsége nagy. A kis mennyiség miatt a számításba jöhető felhasználónak a technológia módosítása nem megtérülő befektetés.
- Helyi energetikai célú felhasználáshoz a keletkezett mennyiség nem elegendő, így a meglévő energetikai rendszerhez kapcsolni nem kifizetődő.
- *Fabrikett gyártás során történő felhasználása.*
- A csiszolatpor úgynevezett fa-műanyag kompozit töltőanyagként lenne használható, ez azonban jelentős beruházást igényelne. Mivel azonban ez egy új fejlődő iparág és ezen termékek iránt nagy a kereslet, így ezen lehetőség meggondolandó.

Ezek közül elsősorban a fabrikettben történő hasznosításra vonatkozóan végeztem vizsgálatokat, mivel ez tűnt a leginkább környezetbarát és költséghatékony, a vállalat adottságait tekintve kézenfekvő megoldásnak, mivel a telephelyen már foglalkoznak brikettgyártással.

11.5.2.2 A fa- és lakkcsiszolatpor hasznosítása a fabrikett gyártása során

A facsiszolatporban található kb. ¼ rész olyan felületkezelő anyagokból származik, amelynek a térhálós szerkezetet biztosító poli-akrilát rendszere hőre keményedő műanyagként viselkedik (ezt az elvégzett ellenőrző vizsgálatok is igazolták). Mindez azt jelenti, hogy a műgyanta rész kötőanyagként az extrudálás során számításba nem vehető. Ezen összetevők elégetése a környezetre veszélyt nem jelent (kellően magas üzemi hőmérséklet $>800\text{ }^{\circ}\text{C}$ / és megfelelő léghérfélesleg $>25\text{ }%$ / esetén).

A facsiszolatporban található kb. ¼ rész olyan felületkezelő anyagokból származik, amely jelentős mennyiségű ($>78\text{ }%$) ismeretlen összetételű töltő- és adalékanyagot tartalmaz. A facsiszolatporban megtalálhatók a csiszolóanyag szemcséi is. Amíg a facsiszolatpor önmagában nem tekintendő veszélyes hulladéknak, addig annak égetése során esetleges nehézfém jelenléte problémát okozhat.

A facsiszolatporban lévő „inert”, tehát nem lignocellulóz alapú anyagok (felületkezelő- és csiszolóanyagból származó porok) jelenléte befolyásolhatja az extrudálás folyamatát (alkalmazott nyomás és hőmérséklet megváltoztatása), ezért annak hatását üzemi kísérletekben vizsgálni szükséges. A facsiszolatporban található részecskék szemcsemérete eltérhet az extrudálás során alkalmazott faanyag szemcseméretétől. Ennek esetleges kedvezőtlen hatását is vizsgálni szükséges. (Irodalmi adatok szerint

mintegy 10 %-ban történő bekeverése a facsiszolatpornak még lényeges tulajdonságváltozást nem eredményez).

A facsiszolatpor kémiai elemzése során – melyet az Erdőmérnöki Kar Kémiai Intézetének segítségével végeztem el - elsősorban az égethetőségre vonatkozó fémtartalom vizsgálatát kell elvégezni. Fémionokat tartalmazhatnak a felületkezelő anyagok töltőanyagai, színezékei, segédanyagai. A vizsgálatoknak elsősorban a nehézfém tartalomra kell kiterjednie (réz, cink, kadmium, króm, ólom, kobalt, nikkel, higany, arzén), de szükséges a vastartalom meghatározása is.

37. táblázat: Bútoripari Kft.: facsiszolatpor kémiai elemzésének eredményei a fémtartalom vonatkozásában

Komponens	Fapor (hulladék) szárazanyag-tartalmára vonatkozóan [mg/kg]
Kadmium	<0,5
Króm	1
Kobalt	<1
Arzén	<5
Réz	4
Nikkel	1
Vas	450
Cink	19
Higany	<0,02

A facsiszolatporban lévő - az égethetőségre kiható – nehézfém-tartalom értékelése során figyelembe kell venni, hogy ezek az anyagok a csiszolatporba kerülhetnek:

- A faanyag elemi összetételéből adódóan (mennyisége a fafajtól függ);
- A csiszolóanyagból;
- A felületkezelő anyagból.

A facsiszolatporban meghatározott nehézfém koncentráció nagysága, veszélyessége tekintetében hasonlítani kell az értékeket a természetes faanyagban található összetételéhez (a kezeletlen fa égethetőség tekintetében nem tartozik a veszélyes anyagokhoz, nem engedélyköteles).

A természetes (kezeletlen) faanyag nehézfém-tartalmára vonatkozó tudományos információk:

1. Fafajok elemanalízise

- Hamutartalom az abszolút száraz faanyagra vonatkozóan:

38. táblázat: Hamutartalom az abszolút száraz faanyagra [22.]

Fafaj	Hamutartalom (%)
Bükk	0,5
Tölgy	0,4
Lucfenyő	0,3
Erdeifenyő	0,2
Vörösfenyő	0,2

➤ Néhány fémion mennyiségi aránya különböző famintákban

39. táblázat: Fémionok mennyisége, különböző famintákban [22.]

Fafaj	K	Mg	Al	Mn	Cu
	mg/kg				
Kocsányos tölgy	1570	32	640	230	4,3
Csertölgy	840	340	4650	1,8	1,9
Gyertyán	1200	20	820	145	4,2
Akác	710	89	50	20	0,7
Erdeifenyő	320	18	280	50	0,8
Vörösfenyő	110	26	160	16	1

2. A faanyag kémiája

A faanyagban részben a biokémiai folyamatok eredményeképpen, részben a környezeti hatások következtében szervesanyagok is találhatóak. A szervesanyagok meghatározása a fa elégetése után visszamaradó hamutartalom és annak elemzése alapján történik. A hamu mennyisége a száraz fára vonatkoztatva 0,1...0,5 % között mozog. A lombos fák hamutartalma általában magasabb, mint a fenyőké. A fán belül a szíjács több hamut tartalmaz, mint a geszt.

A faanyag hamujának fő összetevői: a kalcium, a kálium és a magnézium vegyületei. A kalcium mennyisége a száraz fára számítva 800...1100 ppm értéket is elérhet, míg a káliumé 200...1000 ppm és a magnéziumé 100...200 ppm között mozog [21.].

A többi elem koncentrációja 50 ppm alatt van a faanyagban, ezért ezeket nyomelemeknek nevezik. A 12 legfontosabb nyomelem a Ba, Al, Fe, Zn, Cu, Ti, Pb, Ni, V, Co, Ag, Mo.

A mikroelemek feldúsulását a környezet, így a környezetszennyezés is befolyásolja. Az útmenti talajokból az ólom is bejuthat a faanyagba [22.].

3. A faanyag elemi összetétele

A faanyag szerves részének mennyisége 0,1 - 0,55 %. A szerves rész 80 %-át alkáli és alkáli földfémek teszik ki. Az elemek egy része esszenciális, szükséges a fa növekedéséhez. Ezek lehetnek relatív nagy mennyiségben ($\approx 100 - 1000$ ppm), mint a Ca, K, Mg, Na, Mn; mások kismennyiségben (< 10 ppm), mint B, Fe, Mo, Zn, Cu.

A szerves anyag tartalmát gyakran a faanyag elégetése után visszamaradt hamutartalommal jellemzik. A hamutartalom jó közelítéssel egyezik a szerves anyag tartalommal, a jelenlévő vegyületek mennyisége azonban jelentősen eltér [16.].

4. A hamutartalomra vonatkozó adatok értékelése

A hamutartalom százalékos értéke függ a fafajtól és az egy fafajon belül a geszt és szíjács arányától. A vizsgált faanyagok esetén a hamutartalom 0,3-1,82 % közötti érték.

40. táblázat: A fahamu elemi összetétele²⁴

Elemek	A hamutartalomban található mennyiség (%)
Kalcium (Ca)	21,17 - 36,58
Kálium (K)	0,97 - 16,24
Magnézium (Mg)	0,34 - 9,09
Kén (S)	0,40 - 1,80
Foszfor (P)	0,08 - 1,56
Mangán (Mn)	0,14 - 4,04
Cink (Zn)	0,04 - 0,36
Vas (Fe)	0,01 - 0,58
Alumínium (Al)	$< 0,03 - 0,68$
Nátrium (Na)	$< 0,06 - 2,30$
Szilícium (Si)	0,11 - 0,24
Bór (B)	0,007 - 0,08
Réz (Cu)	$< 0,002 - 0,07$

5. A vas-tartalomra vonatkozó adat értékelése

41. táblázat: fahamu kémiai összetétele²⁵

Komponens:	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
Összetétel (%):	31,8	28	2,34	10,53	9,32	10,38	6,5

²⁴ Forrás: Misra, M.K., Ragland, K.W., Baker, A.J. (1993): Wood ash composition as a function of furnace temperature. Biomass and Bioenergy, Vol. 4, No. 2, pp. 103-116

²⁵ Forrás: Abdullahi, M. (2006): Characteristics of Wood ASH/OPC Concrete. WEB-site: <http://lejpt.academicdirect.org>

A facsiszolatpor nehézfém-tartalmának vizsgálati eredményeinek a szakirodalmi adatokhoz történő hasonlítása során a következőket állapíthatom meg:

- A minta a kimutathatóság határán, illetve az alatt tartalmaz nehézfémeket: kadmium (Cd), króm (Cr), kobalt (Co), arzén (As), higany (Hg).
- A minta a faanyagban található mennyiséggel összemérhető mértékben tartalmaz nehézfémet: réz (Cu), nikkel (Ni), cink (Zn).
- A minta a faanyagban található mennyiségnél nagyobb mértékben tartalmaz nehézfémet: nincs ilyen adat
- A minta a faanyagban található mennyiséggel összemérhető mértékben tartalmaz fémet: vas (Fe).

6. A facsiszolatpor kémiai elemzésének eredményei

42. táblázat: A facsiszolatpor és az összehasonlítás alapjául szolgáló természetes faanyag összehasonlítása a fémtartalom vonatkozásában

Komponens	Facsiszolatpor	Összehasonlító adat		Megjegyzés
	(mg/kg)		Forrás	
Kadmium	<0,5	n.a.	n.a.	Kimutathatósági határ alatt
Króm	1	n.a.	n.a.	Kimutathatósági határon
Kobalt	<1	<50	2	Kimutathatósági határ alatt
Arzén	<5	n.a.	n.a.	Kimutathatósági határ alatt
Réz	4	0,7-4,3	1	A faanyagban található mennyiséggel összemérhető koncentráció
		<50	2	
		<10	3	
		0-12	4	
Nikkel	1	<50	2	A faanyagban található
Vas	450	<50	2	A faanyagban található mennyiséghez képest jelentős különbség
		<10	3	
		3-65	4	
		82	5	
Cink	19	<50	2	A faanyagban található mennyiséggel összemérhető koncentráció
		<10	3	
		20.febr	4	
Higany	<0,02	n.a.	n.a.	Kimutathatósági határ alatt

A mérési eredményekből és az irodalmi adatokból egyértelműen megállapítható, hogy a facsiszolatpor a természetes fa összetételénél nagyobb mennyiségben nehézfémet nem tartalmaz.

A facsiszolatporban a természetes fa összetételénél nagyobb mennyiségben tartalmaz vasat, amely származhat a csiszolóanyagból, illetve a felületkezelő anyagból (pigment).

A 17/2001. (VIII. 3.) KÖM rendelet a légszennyezettség és a helyhez kötött légszennyező források kibocsátásának vizsgálatával, ellenőrzésével, értékelésével kapcsolatos szabályokról a légszennyezés tekintetében a vasra vonatkozóan külön megkötést nem tartalmaz, ezért a porokra vonatkozó előírásokat kell figyelembe venni az égetési művelet megtervezése során. Ennek ismeretében, az engedély nélkül végezhető égetésre vonatkozó jogszabályi előírások függvényében lehet nyilatkozni a facsiszolatpornak a fabrikett gyártásban történő hasznosíthatóságára vonatkozóan.

A brikettek bevizsgálására magyar, vagy EU-s szabvány nincsen, ugyanakkor célszerűségből tanulmányoztam a német DIN 51731 és osztrák Ö-Norm M 7135 szabványokat. A DIN 51731-ben . Ezeket a hosszról és átmérőről függően 5 kategóriát alakítottak ki. A szabványban többek között például a brikett, pellet nedvességét, és fűtőértékét definiálja, valamint rögzítették a nehézfém-koncentráció határértékeit. A túlságosan általános DIN 51731-nél valamennyivel szigorúbb megkötéseket tartalmaz az osztrák Ö-Norm M 7135. Rögzítették többek közt a ledarálás fogalmát (törmeléktartalom), a préselési segédanyagok és a kötőanyagok mennyiségét is. Elmondható, hogy a német és osztrák követelményértékek alatt található az összes olyan összetevő, mely a vizsgálat tárgyát képezte.

A csiszolatpor hasznosíthatóságával összefüggésben megállapítható, hogy a jelenleg alkalmazott lerakásos ártalmatlanítási módszernél, sokkal környezetkímélőbb megoldásról beszélhetünk, amennyiben ezt brikettálás útján energetikai kinyerésre használnák.

Ugyanakkor az is elmondható, hogy összetétele alapján ezen anyag más faipari termék mint pl.: WPC (Wood-Plastic Composites – fa-műanyag kompozit) előállítására is alkalmas lehet. Európában egyre jobban fejlődő iparágga alakul az úgynevezett WPC gyártása. A WPC alapvetően fahulladékból és kevert műanyagokból tevődik össze. Az extrudált por először tészta halmazállapotú lesz, míg a következő préseléskor kapja meg a végső alakját. A termék alkalmazási területének megfelelően különböző adalékanyagokat alkalmaznak (színezékek, kötő anyagok, olvadékok, szilárdító adalékok, kenőanyagok stb.). A 70% feletti cellulózzal rendelkező WPC-k hagyományos faipari gépekkel megmunkálhatóak. Vannak rendkívül nedvesség-ellenálló típusok, éppen ezért a WPC széles körben alkalmazható kültérben is, mint padlózat, burkolat, park padok stb. Ezenfelül lehetséges beltéri alkalmazása is mint például ajtó keret és bútorok területén. Ezen alkalmazási terület azonban bővebb és másrétű kutatást igényel.

12. Tézisek

Az elvégzett kutatásaim és vizsgálataim alapján az alábbi tudományos megállapításokat teszem, figyelembe véve, hogy téziseimnek összefüggésben kell lenniük a fenntartható fejlődés ökológiai vonatkozásaival:

1. Meghatároztam a faalapú hulladék és melléktermék közti különbséget, mely az egyes hasznosítási eljárások alkalmazhatóságának eldöntéséhez elengedhetetlenül szükséges. Megállapítottam, hogy a faalapú hulladék életútja során melléktermékké változhat a kezelési és hasznosítási eljárások megkezdésével.
 - a. Megfogalmazásomban *faalapú hulladéknak* nevezhető minden olyan tárgy, anyag, anyaghalmaz, mely a termelés során a termék mellett, valamint a termék elhasználódása során keletkezik, újrafelhasználása (reuse) és újrahasznosítása (recycling) megoldhatatlan, és az közvetlenül vagy közvetve veszélyezteti a környezetet.
 - b. *Faalapú mellékterméknek* tekintek minden olyan tárgyat, anyagot, anyaghalmazt, mely a termelés során a termék mellett valamint, a termék elhasználódása során keletkezik, újrafelhasználása (reuse) és újrahasznosítása (recycling) megoldható, és az közvetlenül vagy közvetve sem veszélyezteti a környezetet.
 - c. A faalapú melléktermék feldolgozásának folyamatában mindenképpen vannak olyan műveletek, melyeket a további hasznosítás érdekében el kell végezni. Amennyiben ezek a műveletek a termelési folyamat szerves részét képezik, az eközben keletkező anyag még mellékterméknek tekinthető. Ha azonban további visszanyerésre van szükség a későbbi felhasználás végett, - még abban az esetben is, ha a felhasználás biztos - az anyagot sok esetben hulladéknak kell tekinteni az alapanyag visszanyerés befejezéséig.
2. Kutatásaim alapján megállapítottam, hogy egy hulladék/melléktermék hasznosíthatóságának eldöntéséhez szükséges megadni annak életútját. Erre egy újszerű, általánosan használható folyamatmodellt dolgoztam ki. (8. ábra: Faipari termékek, hulladékok/melléktermékek életútjának folyamatmodellje). Ez alapján az egyes hasznosítási és ártalmatlanítási lehetőségekről műszakilag és gazdaságilag megalapozott döntést lehet hozni.

3. Javaslom „Fahulladékok hasznosítása” címmel jogi és műszaki szabályozás létrehozását, melynek alapvetően tartalmaznia kellene - 1., valamint az 4. tézispontjaiban történt megállapításokon kívül - a faalapú hulladékok/melléktermékek elkülönítését az alábbiak szerint:

- a. Feldolgozás során keletkező fahulladékok/melléktermékek
- b. Az elhasználódott fa, holtfa („Altholz”, RW= recovered wood)

Szükséges további bontásban pedig szennyezettség szerint elkülöníteni a fahulladékokat (FAH= Faalapú hulladék):

FAH I. : Szennyeződést nem, vagy csak minimálisan tartalmazó megmunkált, vagy elhasználódott faanyag

FAH II. : Halogénezett szerves anyagokat és favédő szereket nem tartalmazó ragasztott, festett, pácolt, lakkozott faanyag, elhasználódott fatermék

FAH III.: Az előző két kategóriába nem tartozó fahulladékok/melléktermékek, melyek halogénezett szerves anyagokat tartalmaznak, de favédő szerrel nincsenek kezelve.

FAH IV. : Védőszerekkel kezelt fahulladék/melléktermék

FAH V.: PCB-vel (Szerves klórvegyület, poliklór-bifenil) több mint 50 mg/kg-nál magasabb értékben szennyezett fahulladék

4. Megállapítottam, hogy a mai magyar faipar és a faalapon működő erőművek között érdekellentétek alakultak ki, melyek a közös alapanyagbázis miatt adódtak. Az érdekellentétek feloldása céljából „Hasznosítási és ártalmatlanítási lehetőségek kapcsolata a faalapú hulladékokkal” című folyamatmodellt állítottam össze (13. ábra), mely segít abban a döntésben, hogy az adott hulladékot milyen módon kell ésszerűen hasznosítani.

A faalapú hulladékok esetén elsődlegesen szem előtt kell tartani, hogy „zárt napenergia”, és a CO₂ körforgás biztosítása miatt célszerű a fát minél többször visszaforgatni, új terméket előállítani, és csak végső esetben – tehát amikor más megoldás nem jöhet szóba a hulladék szennyezettsége, illetve az újrahasznosítás magas költségei miatt – energetikailag hasznosítani. Ennek érdekében fontos lenne egy olyan törvényjavaslat, támogatási rendszer kidolgozása, amely fokozottan támogatja az energiaültetvények elterjedését.

5. Felülbíráltra szorul az Európai Unió 94/62. számú, csomagolási hulladékokra vonatkozó irányelvének 2004. évi módosítása, mely előírja hazánk számára a csomagolási hulladékok átlagosan minimum 60%-os kötelező hasznosítási (anyagában hasznosítás és hulladékégető művekben energetikai hasznosítás együtt) arányát 2012-ben. A faalapú csomagolási hulladékok tekintetében elvárt minimum 15 %-os hasznosítási arányt (mely az irányelv életbelépése óta sohasem változott) évenként hozzávetőleg 10%-al kell növelni, elérve így 2012-re 55-60%-os értéket, amit például a papír vagy az üvegek esetén követelményként fogalmaztak meg az irányelvben. Felméréseimre alapuló becsléseim alapján a 60%-os hasznosítási ráta évente mintegy 100 ezer tonna (ez egy 400000 m³/év mennyiséget előállító forgácslapgyár esetén mintegy 30 % nyersanyagnak felel meg) faalapú csomagolási hulladékot jelentene, mely jelentősen segítené a forgácslapgyárak, valamint az energetikai szektor nyersanyagellátását.
6. Új, komplex, folyamatmodelleket dolgoztam ki a faipari feldolgozás során a faalapú hulladékok/melléktermékek mellett keletkező egyéb fő hulladékokra, hulladékáramokra, a faipari gyakorlat és a vonatkozó jogi aspektusok figyelembevételével. Ezek a folyamatábrák tartalmazzák az általam környezetbarátnak ítélt lehetséges hasznosítási, esetenként ártalmatlanítási lehetőségeket is.

A kidolgozott folyamatábrák az alábbi hulladékokra vonatkoznak (17-22. ábra):

- a. Védőszerek, ragasztók, felületkezelő anyagok, tömítők
- b. Nem faalapú csomagolási hulladékok
- c. A gépek, járművek üzemeltetése és karbantartása során keletkező hulladékok
- d. Egyéb hulladékok esetleges veszélyességének besorolása

A kidolgozott folyamatábrák segítségével a faipari vállalatok az egyes hulladéktípusaik hasznosítására könnyebben találhatnak környezetkímélő megoldásokat. Ugyanakkor könnyebbé is válik a hulladékokra vonatkozó számos rendelet közötti eligazodás, mely egyúttal hozzájárul az egységes, környezettudatos hulladékgazdálkodásuk fejlődéséhez.

7. Modelleket dolgoztam ki faalapú hulladékok/melléktermékek forgácslapgyártás során történő újrahasznosításához, a faalapú hulladékok termelésbe

integrálásához, valamint egyéb, a termelés során keletkező fa és nem fa alapú hulladékok hasznosításához. E modellek (27-34. ábra) hozzájárultak ahhoz, hogy a kutatásban résztvevő vállalat hulladékgazdálkodása környezetkímélőbbé váljon, továbbá megtörtént a feltárt hiányosságok és hibák javítása is.

A modellek segítségével EU konform módon oldhatók meg akár a hasonló hazai, akár külföldi, elsősorban a kelet-európai régióban található vállalatok, vállalkozások hulladékgazdálkodási gondjai.

8. Kidolgoztam egy olyan folyamatmodellt, mely általános érvényű a faipari faalapú hulladékokra, hiszen biztosítja a por-forgács gazdaságos tárolási és felhasználási lehetőségeit. Ennek megalkotásánál figyelembe vettem a folyamatos, állandó faalapú hulladéktermelődést, annak összetételét, valamint az éves szinten folyamatosan változó energiaigényt (fűtési és technológiai hőigényt) is. E modell általánosan alkalmazható, így alkalmas arra, hogy a hasonló problémával küzdő faipari vállalatok adaptálhassák a fával összefüggő hulladékgazdálkodásukra.
9. Kidolgoztam egy teljesen újszerű módszert arra vonatkozóan, hogy hogyan lehet a keletkező faalapú hulladék/melléktermék mennyiségét csökkenteni a hagyományos módon történő felmérés és elemzés, valamint a SIMUL8 termelés szimuláló szoftver segítségével. Ezzel a módszerrel mintegy 10-15%-os kihozatal növekedés érhető el, mely ugyanilyen mértékű hulladék/melléktermék csökkenést eredményez.
10. Új lehetőséget tártam fel bizonyos felületkezelő anyagokat tartalmazó facsiszolatpor fabrikett gyártásban történő hasznosíthatóságára. Ha a tiszta por-forgácshoz azt – első kutatási adataim alapján - 5%-os mértékben keverjük hozzá, akkor nem befolyásoljuk a birkett tömörségi értékeit, valamint csak kis mértékben változik - és a német DIN 51731 és osztrák Ö-Norm M 7135 szabványok értékei alatt marad - a tüzelés során a károsanyag kibocsátás.

13. Függelék: Fogalmak meghatározásai

Anyagában történő hasznosítás: a hulladéknak vagy valamely összetevőjének a termelésben vagy a szolgáltatásban - a Hgt. 18. § (1) bekezdésének a)-b) pontjaiban és (2) bekezdésében felsorolt eljárások valamelyikének alkalmazásával - történő felhasználása. Ez a vonatkozó törvény szerint tehát *újrafeldolgozást, visszanyerést* valamint szerves anyagok aerob vagy anaerob lebontása és további felhasználásra alkalmassá tételét jelenti.

Biomassza: valamely élettérben, adott pillanatban jelenlévő szerves anyagok és élőlények összessége, mely az egyedek számában, tömegében, vagy energiatartalmában mérhető. Létrejöttében jelentős szerepe van a napenergia által indukált fotoszintézisnek. A biomassza főként szén-, hidrogén- és oxigéntartalmú szerves anyag. Viszonylag kevés ásványi anyagot, valamint az energetikai hasznosítás szempontjából kevés káros anyagot tartalmaz, ezért kiválóan alkalmas fosszilis energiahordozók helyettesítésére. Energetikai hasznosítása eredetétől, halmazállapotától és fűtőértékétől függ.

Eredetük szerint három csoportra oszthatók [14.]:

- *Növényi eredetű biomassza:* elsődleges, tehát a mező- vagy erdőgazdálkodás fő- illetve mellékterméke, szilárd halmazállapotú.
- *Állati eredetű biomassza:* lehet elsődleges (zsírok, fehérjék, szénhidrátok), illetve másodlagos (állattartás melléktermékei).
- *Vegyes eredetű biomassza:* állati és növényi eredetű biomassza keverten (trágya, kommunális hulladék).

Csomagolás/csomagoló eszköz: *Csomagolás* valamennyi olyan, bármilyen tulajdonságú anyagból készült terméket jelent, amelyet áruk burkolására, megóvására, kezelésére, szállítására és bemutatására használnak, a nyersanyagoktól a feldolgozott cikkekig, a termelőtől a felhasználóig vagy a fogyasztóig.

A törvényi háttér miatt tisztázni kell a *csomagolóeszköz* és a *csomagolás* fogalma közti különbséget. Első megközelítésben ugyanazon dologról van szó, csak időrendben úgymond egymás után következnek. Hiszen a *csomagolóeszköz* az olyan eszköz, mely termékek, termékcsoporthoz burkolására, azok védelmére készül műanyagból, papírból, fémből, fából stb. Ha azonban ezen eszközbe termék kerül, abban az esetben az máris *csomagolássá* válik. A hasznosítási kötelezettség és a *termékdíjfizetési* kötelezettség e

termékek *csomagolására* vonatkozik, és ennek mennyisége képezi a fizetés és jelentés alapját. Látható tehát a különbség, hogy míg a *csomagolóeszköz* önmagában is létezik, addig a *csomagolás* (melyet akár tevékenységként is értelmezhetünk) csakis a csomagolt termékkel együtt értelmezhető.

Elgázosítás: A *pirolízis* mellett a fából történő gázkinyerés másik módja az oxidáló közeg (levegő, oxigén) jelenlétében végzett *elgázosítás*. Ebben az esetben az elgázosítás magas hőmérsékleten, a sztöchiometriai mennyiségnél kevesebb oxidáló közeg jelenlétében zajlik le. Ilyen feltételek mellett a fa erősen bomlik és polimerizálódik, kis molekulájú gázok és szénhidrogének (CO, CO₂, H₂, CH₄ stb.) képződnek. Oxidáló közeg jelenlétében a szilárd anyag mennyisége erőteljesebben csökken, a szilárd és folyékony termékek (faszén, kátrány) képződését alacsonyabb szinten lehet tartani, melyeket hűtéssel, szűréssel és tisztítással távolítanak el. A fa elgázosítása egyszerű és kipróbált technológia. A nyerhető fagáz éghető tartalma zömében szénmonoxid, kisebb mértékben metán és hidrogén. A viszonylag nagy nitrogén- és széndioxid-tartalom rontja a fagáz fűtőértékét, amely mintegy 10...12 MJ/m³. A régóta ismert folyamatokat az utóbbi időben elsősorban a környezetszennyezők kibocsátásának csökkentése érdekében fejlesztették. A fagáz hasznosításának energetikai versenyképességét akkor teremthetjük meg, ha a termelt fagázt jó hatásfokú gázmotorban használjuk fel.

Energetikai hasznosítás: A hulladékok felhasználását jelenti, közvetlen égetés útján energia termelésére (hő, áram). Lehetőség szerint törekedni kell, elsődlegesen hulladék-melléktermék újrafelhasználásra és az újrahasznosításra, amennyiben ez nem lehetséges (pl.: veszélyességénél, vagy anyag tulajdonságainál fogva), ezt követően kerülhet sor energetikai hasznosításra.

Hulladék: Bármely, az 2000. évi XLIII. Hulladékgazdálkodásról szóló törvény (Hgt) 1. számú melléklete szerinti kategóriák valamelyikébe tartozó tárgy vagy anyag, amelytől birtokosa megválnak, megválni szándékozik, vagy megválni köteles. [Hgt.]

Más nézőpontból, hulladéknak nevezhető minden olyan tárgy, anyag, anyaghalmaz mely, a termelés során a termék mellett, valamint a termék elhasználódása során keletkezik, *újrafelhasználása (reuse) és újrahasznosítása (recycling)* megoldhatatlan, és az közvetlenül vagy közvetve veszélyezteti a környezetet.

Hulladékcsökkentés: A termékek gyártása mellett és elhasználódása során keletkező hulladékok minimalizálására irányuló tevékenység. A csökkentés szorosan összefügg a

hulladékképződés megelőzésével (*Prevenció*). Hiszen igaz azon tény, miszerint „a legjobb hulladék az, amelyik nincs”.

Hulladékgazdálkodás: A hulladékkal összefüggő tevékenységek rendszere, beleértve a hulladék keletkezésének megelőzését, mennyiségének és veszélyességének csökkentését, kezelését, ezek tervezését és ellenőrzését, a kezelő berendezések és létesítmények üzemeltetését, bezárását, utógondozását, a működés felhagyását követő vizsgálatokat, valamint az ezekhez kapcsolódó szaktanácsadást és oktatást [Hgt.]

Hulladékkezelő: Aki a hulladékot gazdasági tevékenysége körében a hulladék birtokosától átveszi, kezeli. [Hgt.]

Hulladékszegény technológia: A hulladékszegény jelző arra utal, hogy az adott termék előállításánál alkalmazott technológiához képest olyan gyártási módokat, eljárásokat alkalmazunk, amelyek kevesebb hulladék keletkezésével járnak együtt. „Hulladékszegénynek nevezük ma már az olyan technológiákat is, amelyek nyersanyag- és energiafelhasználásának határfoka azonos, esetleg rosszabb, mint az általánosan használt technológiáé, viszont a termelt hulladékok mennyisége, veszélyessége kisebb, illetve a termelt hulladék könnyebben ártalmatlanítható.” [4.] Természetesen teljesen hulladékmentes technológia nem létezik. A nyers- és az alapanyagokat, valamint az energiát nem lehet teljes mennyiségükben a termékben megjelentetni.

Hulladéktermelő: Akinek a tevékenysége során a hulladék keletkezik vagy tevékenysége következtében a hulladék jellege és összetétele megváltozik. [Hgt.]

Inverz logisztika: „Az inverz logisztika olyan tudományos és gyakorlati ismeretek, tapasztalatok és módszerek összessége, amelyek alkalmasak az eredeti használaton kívülre kerülő áruk, termékek, erőforrások és az ezekhez kapcsolódó információk hálózatokon belüli és hálózatok közötti áramlásának koordinálására, a termék előállítók szolgáltatásainak bővítéséért és a környezetvédelmi előírások betartásáért.” [10]

A hagyományos logisztikai folyamat és az inverz logisztika egy egységet képezve gyakorlatilag bemutatja a termék keletkezését, használatát, elhasználódását, begyűjtését és esteleges hasznosítást, tehát a kezdeti alapanyag teljes életútját. Ezen inverz folyamat már nem a vevő, fogyasztó ellátását szolgálja, ezért ezzel a lánc véget érne. Ha azonban a fogyasztói igény oldaláról közelítjük meg a kérdéskört, akkor beláthatjuk, hogy az igényekhez hozzátartozik az elhasznált termékek kezelése is.

Az inverz logisztika egyben az LCA (életciklus analízis) egyik legfontosabb rész is.

Kapcsolt energiatermelés: A kapcsolt vagy másképp „kogenerációs” energiatermelés fogalma azt jelenti, hogy egy berendezéssel egyszerre többféle energiaszükségletet (pl. villamos energia, hőenergia) is kielégíthetünk. Az erre vonatkozó magyar törvény szövege szerint megfogalmazva: „kapcsoltan termelt energia: közös technológiai berendezésben, azonos tüzelőanyagokkal, legalább 65%-os energetikai hatásfokú energiaátalakítási folyamattal előállított villamos- és hőenergia”²⁶.

A kapcsolt energiatermelés előnyei:

- kevesebb energiaköltség (egyek kalkulációk szerint akár 30%-kal kevesebb energiakiadással lehet számolni)
- kevesebb szennyezőanyag-kibocsátás: elég, ha végiggondoljuk, hogy ezekkel a „mini erőművekkel” főként fosszilis tüzelőanyagot válthatunk ki, és cserélhetjük földgázra, illetve biohulladékra (fa, faforgács, brikett, stb.). Ezek káros-anyag kibocsátása jóval elmarad a kiváltott energiahordozótól.
- Kevesebb energiahordozó-szükséglet: mivel nincsen számottevő szállítási veszteség, így kevesebb anyagra van szükség az előállításához.

A kapcsolt energiatermelés sokkal kevesebb veszteséget termel, miközben jobb hatásfokkal is bír, mint a hagyományos berendezések. A kogenerációs berendezés mind gázzal, mind biomassza – hulladékkal működtethető. Az Európai Unió számos országában egyre elterjedtebb ez a technológia.

Másodnyersanyag: Olyan anyag mely a hulladékok szelektív összegyűjtést követő nyersanyaggá, alapanyaggá alakítása során keletkezik és az így előállított anyagot az elsődleges nyersanyaggal, alapanyaggal megegyező, vagy közel azonos módon és energiabefektetéssel azt a termelési folyamatokban fel lehet használni.

Melléktermék: Saját meghatározásomban melléktermék, minden olyan tárgy, anyag, anyaghalmaz, mely a termelés során a termék mellett valamint, a termék elhasználódása során keletkezik, *újrafelhasználása (reuse)* és *újrahasznosítása (recycling)* megoldható, és az közvetlenül vagy közvetve sem veszélyezteti a környezetet.

Pirolízis: A fa- és egyéb szilárd hulladékokból többféle technológia szerint nyerhetünk gázt. Egyik eljárás az oxidáló közegek kizárásával végzett hőbontás (pirolízis) A pirolízis nagy karbontartalmú anyagok lebontását és depolimerizációját eredményezi. A

²⁶ 2001. évi CX. törvény VET 3.§

folyamat egyik terméke a fagáz, amelyet energiaforrásként használhatunk. Rajta kívül szilárd termékként faszén, folyékony anyagként kátrány és kátrányos víz keletkezik.

Termékdíj: a környezetet, vagy annak valamely elemét a termék előállítása, forgalmazása, felhasználása során vagy azt követően közvetlenül, illetve közvetve veszélyeztető vagy terhelő termék belföldön előállított, vagy a Közösségen belüli beszerzésként behozott, vagy importként behozott mennyisége alapján megállapított díj, amelyet a termék és a hulladékká vált termék által okozott környezeti veszélyeztetések, vagy károk megelőzésére, csökkentésére, rendezésére, valamint a természeti erőforrásokkal való takarékos gazdálkodás ösztönzésére, a környezetszennyezés megelőzésére vagy csökkentésére irányuló tevékenység támogatására a kincstár részére kell befizetni [1995. évi LVI. Törvény]

Újrafelhasználás (Reuse): A terméknek az eredeti célra történő - szelektív összegyűjtése utáni, a termék eredeti funkciója szerinti - ismételt felhasználása, nyersanyaggá, alapanyaggá történő átalakítás nélkül [Hgt.]. A többször felhasználható, újra tölthető termék a forgási ciklusból történő kilépésekor válik hulladékká

Az többszöri újrafelhasználásra tervezett terméket arra szánják, hogy életciklusa alatt minimális számú fordulót vagy visszatérést teljesítsen, (pl.: csomagolás esetén: újratöltsék) vagy a szánttal megegyező célra felhasználják. Az újrafelhasznált termék hulladékká válik, amikor azt már tovább nem használják;

Újrahasznosítás, újrafeldolgozás (Recycling): A hulladékok szelektív összegyűjtését követő nyersanyaggá, alapanyaggá történő alakítása. Cél, hogy olyan másodlagos, újra hasznosítható anyagokat állítsunk elő, amelyek segítik a természetes anyagok felhasználásának csökkentését. Az így előállított alapanyagból készült termék funkciója nem szükségszerűen egyezik meg a hulladék alapját képező tőrggyal.

Visszaforgatás: a hulladékká vált anyagoknak gyártási eljárások során történő újrafeldolgozását jelenti azok eredeti használati céljára vagy más célokra, beleértve a szerves visszaforgatást, de kizárva az *energia-visszanyerését, hasznosítást*.

Irodalomjegyzék, felhasznált forrásmunkák

- [1.] *Az Európai Közösségek Bizottsága (2007):* A Bizottság közleménye a Tanácsnak és az Európai Parlamentnek: Tájékoztató közlemény a hulladékról és a melléktermékekről 21.2.2007 COM(2007) 59 végleges, Brüsszel
- [2.] *Dr. Bubonyi Mária, (szerk.)(2001):* Hulladékgyűjtés. Tanfolyami jegyzet, STYX Oktatási Stúdió Kft., Budapest
- [3.] *Olessák Dénes (1995):* Hulladékcsökkentés a termelési folyamatokban, Környezetgazdálkodási Intézet, Környezetvédelmi Tájékoztató Szolgálat, Kézirat, Budapest
- [4.] *Szilágy Szilvia: Hulladékgyűjtés: hulladékszegény technológiák és a hulladék újrahasznosítása*
- [5.] *Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium Erdészeti Hivatala (2007) :* Erdővagyon, Erdő- és fagyűjtés Magyarországon. Budapest; *Forrás:* http://www.aesz.hu/pdf/2007_leporello_magyar_v7_p4.pdf
- [6.] *Dr. Molnár Sándor (1999):* Faanyagismeret, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- [7.] *Szalay Lajos (1981):* A fahulladék újrahasznosítása. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- [8.] *Dr. Varga Mihály (1993):* Fapor és forgács halmazok mechanikai tulajdonságai Kandidátusi értekezés, Sopron
- [9.] *Dr. Vermes László (1998):* Hulladékgyűjtés, hulladékújrahasznosítás. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- [10.] *Déri András, Vándorffy István (2005):* A „bővített” ellátási lánc. MLE kiadvány, Logisztikai évkönyv, Budapest
- [11.] *Dr. Marosvölgyi Béla (1991):* A fahulladékok energetikai újrahasznosítása I-IV. Magyar Asztalos, 1991/05-08
- [12.] *LEIFADEN BIOENERGIE (2000):* FNR, Fachagentur Nachsachsende Rohstoffe e.V., Gülzow
- [13.] *Dr. Johann Geyer (2005):* Biomass district heating systems: Europaisches Zentrum für Erneuerbare Energia Güssing GmbH. Güssing
- [14.] *Elekházy Nóra (szer.) (2005) (A Képviseleti Kutatószolgálat háttéranyagai):* Forrásszemle a biomasszáról, Budapest
- [15.] *Moser Miklós-Pálmai György: A környezetvédelem alapjai. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1999.*
- [16.] *Dr. Molnár, S. (szerk.) (2000):* Faipari Kézikönyv I. Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron,
- [17.] *Dr. Sitkei György: A faipari műveletek elmélete. Mezőgazdasági szaktudás kiadó, Budapest, 1994.*
- [18.] *Nádudvari Zoltán (1995):* Környezetvédelmi Füzetek: Hulladékszegény technológiák példái a feldolgozóiparban, Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár, Budapest, 1995/19.
- [19.] *Dr. Bonnyai Zoltán (1991):* A hulladék újrahasznosítása. Hulladékgyűjtési kézikönyv, (Főszerk.: Dr. Árvai József) Műszaki Könyvkiadó, Budapest.

- [15.] *Dr. Molnár Sándor (1999):* Faanyagismerettan, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- [16.] *Molnárné Posch Paula (1996):* Felületkezelés a faiparban, Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron
- [20.] *Dr. Schöberl Miklós:* Ipari környezetvédelem, Órai előadás, Sopron, 2002.
- [21.] *Szendrey, I. (1981):* Faipari kémiai technológia I. Egyetemi jegyzet, Sopron.
- [22.] *Németh, K. (1997):* Faanyagkémia. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- [23.] *Chris van Riet (2005):* Wood recycling mitigates climate change. COST E31 Dublin,
- [24.] *Olle Olson (2007):* Management Systems for Recovered Wood in Europe, COST E31 Proceedings Content, 3rd Conference - Klagenfurt - May 2-4
- [25.] *Prof.Dr Ewa Ratajczak (2004):* The market of recovered wood in Poland – Potential supply and final use, Proceedings Content 1st Conference - Thessaloniki - April 22-24,
- [26.] *R.-D. Peek (2004):* Latest developments in waste wood management – The German Ordinance on waste wood, Proceedings Content 1st Conference - Thessaloniki - April 22-24,
- [27.] *Arno Frühwald és Andreas Lang (2004):* Secondary Wood Resources and their Management: Insights from Overseas Considering Germany as an Example, Proceedings Content 1st Conference - Thessaloniki - April 22-24,
- [28.] *M. Humar, A. Ribeiro , S. Amartej, L. Helsen⁴ and L. Ottosen (2007):* Remediation of CCA treated wood waste, COST E31 Proceedings Content, 3rd Conference - Klagenfurt - May 2-4

Felhasznált hazai jogi szabályozások:

- 2000. évi XLIII. törvény a hulladékgyűjtésről
- 16/2001. (VII. 18.) KöM rendelet a hulladékok jegyzékéről ((hatályba lépett: 2002. január 1-jén.))
- 10/2002. (III. 26.) KöM rendelet a hulladékok jegyzékéről szóló 16/2001. (VII. 18.) KöM rendelet módosításáról
- 4/2001. (II. 23.) KöM rendelet a hulladékolajok kezelésének részletes szabályairól
- 5/2001. (II. 23.) KöM rendelet a poliklórozott bifenilek és a poliklórozott terfenilek és az azokat tartalmazó berendezések kezelésének részletes szabályairól
- 9/2001. (IV. 9.) KöM rendelet az elemek és akkumulátorok. illetve hulladékaik kezelésének részletes szabályairól
- 98/2001. (VII. 15.) Korm. rendelet a veszélyes hulladékkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről ((hatályba lépett: 2002. január 1-jén.))
- 3/2002. (II. 22.) KöM rendelet a hulladékok égetésének műszaki követelményeiről, működési feltételeiről és a hulladékégetés technológiai kibocsátási határértékeiről.
- 94/2002. (V. 5.) Korm. rendelet a csomagolásról és a csomagolási hulladék kezelésének részletes szabályairól

- 23/2003. (XII. 29.) KvVM rendelet a biohulladék kezeléséről és a komposztálás műszaki követelményeiről
- 126/2003. (VIII. 15.) Korm. rendelet a hulladékgazdálkodási tervek részletes tartalmi követelményéről.
- 164/2003. (X. 18.) Korm. rendelet a hulladékkal kapcsolatos nyilvántartási és adatszolgáltatási kötelezettségekről.
- 21/2001. (II. 14.) Korm. rendelet a levegő védelmével kapcsolatos egyes szabályokról
- 14/2001. (V. 9.) KöM-EüM-FVM együttes rendelet a légszennyezettségi határértékekről, a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről
- 25/2000. (IX. 30.) EüM-SZCSM együttes rendelet a munkahelyek kémiai biztonságáról
- 26/2000. (IX. 30.) EüM rendelet a foglalkozási eredetű rákkeltő anyagok elleni védekezésről és az általuk okozott egészségkárosodások megelőzéséről

Felhasznált EU-s irányelvek és szabályozások

- AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2000/76/EK IRÁNYELVE (2000. december 4.) a hulladékok égetéséről
- *Európai Közösségek Bizottsága* által COM(2007) 59 számon kiadott „Tájékoztató közlemény a hulladékról és a melléktermékekről” szülő közleménye, Brüsszel, 2007 február 21.
- 2001/77/EK direktíva
- 1997.-es Fehér Könyv a megújuló energiaforrásokról
- EU Tanács (2005. december 7.): Biomassza Akció Terve (Biomass Action Plan)
- Bizottság jelentése „A megújuló energiaforrások részesedése az EU-ban” 2004.05.26. SEC (2004)
- 4/2008/EK közös álláspontja (2008. március 18.-án) (Tanács által 2007. december 20-án elfogadva), az Európai Közösséget létrehozó szerződés 251. cikkében említett eljárással összhangban eljárva, a hulladékokról és egyes irányelvek hatályon kívül helyezéséről szóló európai parlamenti és tanácsi irányelv elfogadása céljából
- Európai Gazdasági és Szociális Bizottság véleménye „A fa mint energiaforrás a kibővített Európában” (2006/C 110/11)
- COM (2004) 818 végleges: „A közösség kiotói célkitűzésének utolérése” Brüsszel, 20.12.2004
- 75/442/EGK tanácsi irányelve „A hulladékról” 1975. július 15-i

- 2001/77/EK irányelv A belső villamosenergia- piacon a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia támogatásáról
- 2001/80/EK irányelv a nagy tüzelőberendezésekből származó egyes szennyező anyagok levegőbe történő kibocsátásának korlátozásáról
- Az Európai Parlament és Tanács 2006/12/EK irányelve a hulladékokról (2006. április 5.)
- 2000/532/EK Bizottsági Határozat a Hulladékok jegyzékéről
- 2000/76/EK irányelv a hulladékok égetéséről
- 89/429/EGK és 89/369/EGK irányelvek a települési hulladékok égetéséről
- 94/67/EK irányelv a veszélyes hulladékok égetéséről
- 91/689/EGK direktíva a veszélyes hulladékokról
- 259/93 EK tanácsi rendelet a határokon átnyúló hulladékszállítást szabályozásról