

Visszanyert faanyag és faalapú másod nyersanyag kezelése

Alpár Tibor L.



FMK - Fa- és Papíртеchnológiai Intézet

Fogalmak



Elvek

- **Csökkenteni** (*Reduce*) - kerülni kell a hulladék keletkezését
- **Újra használni** (*Reuse*) - eredeti vagy módosított formában, pl. padlóburkolatok
- **Újra hasznosítani** (*Recycle*) - más formában vagy kapcsolódó anyagban, pl. raklap forgácsolás után forgácslappá
- **Visszanyerés** (*Recovery*) - energia visszanyerése elégetés által (hamvasztás, elgázosítás, pirolízis)
- **Eltávolítás** (*Disposal*) - megfelelő módon ártalmatlanítani, pl. elégetés magas hőmérsékleten energia nyerés nélkül

Visszanyert faanyag

Visszanyert faanyagnak (*recovered wood*) nevezzük mindazt a faalapú anyagot, amely mint termék már elérte a használatának végét.

NEM HULLADÉK! -> VISSZANYERT FAANYAG

- Visszanyert faanyagnak tekintjük:
 - csomagoló anyagok,
 - bontási faanyag,
 - építési területeken visszamaradt faanyag,
 - lakossági, ipari és kereskedelmi tevékenységből származó használt fa elemek.

Faalapú másod nyersanyag

Ipari feldolgozásból eredő maradék faanyag és használt fa, amennyiben ezek egyébként hulladékot képeznek, de a tovább felhasználási ill. újra hasznosítási potenciáljukat tekintve nyersanyagok

NEM HULLADÉK! -> MÁSOD NYERSANYAG

- Másod nyersanyagnak tekintjük:
 - fűrészipari “hulladék”,
 - furnér- és lemezipari “hulladék”,
 - bútorigipari “hulladék”,
 - erdészeti kitermelés “hulladéka”,
 - mezőgazdasági “hulladékok”,
 - cellulózgyártás fekete lúgja.

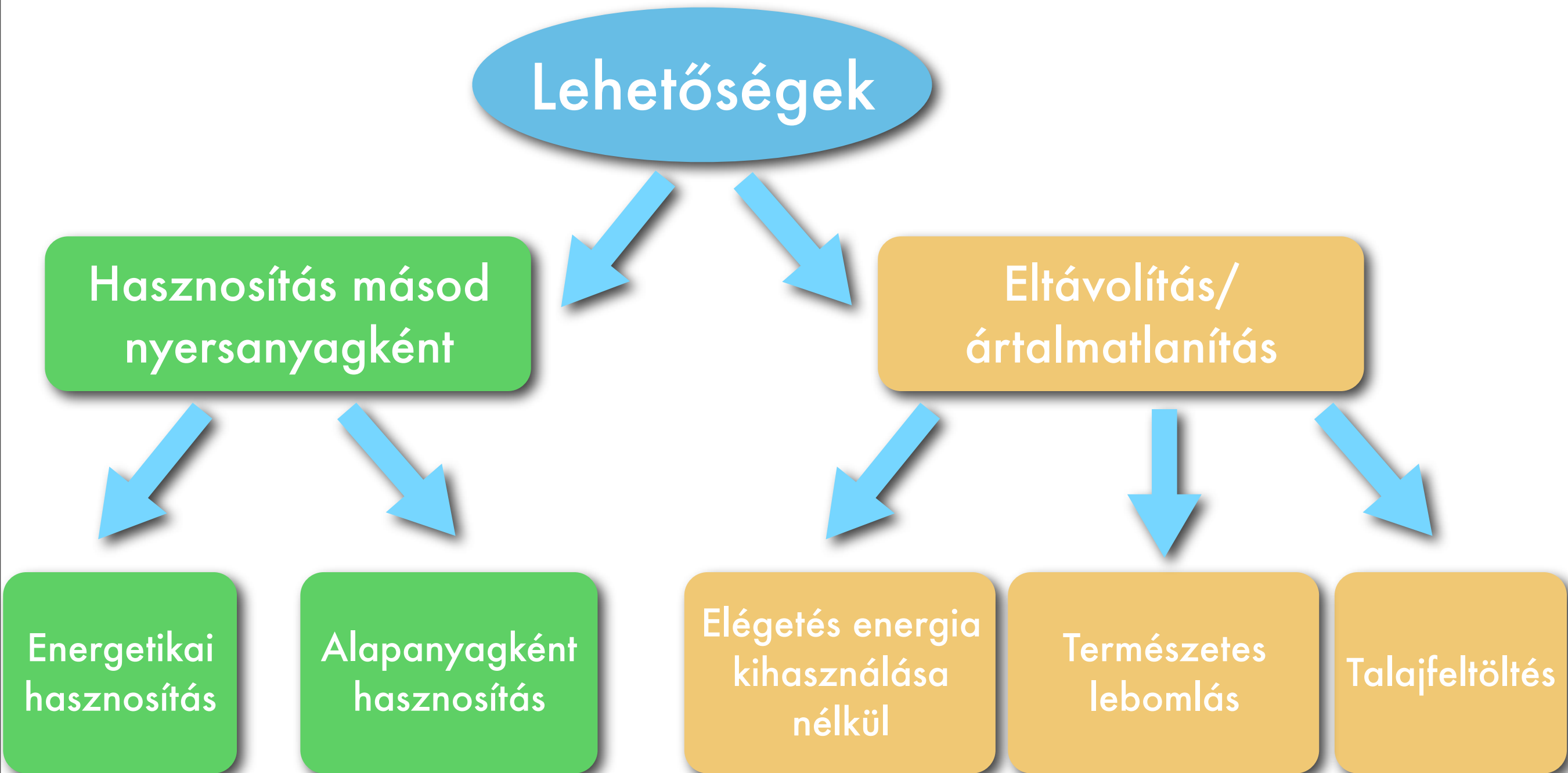
Ipari célú biomassza

Valamilyen ipari folyamat részére - energia termelés, lemezipar - célzottan termelt lignocellulóz alapú anyagok.

- Ezek lehetnek:
 - rövid vágásfordulójú faültetvények - < 5 év,
 - közepes vágásfordulójú,
 - bútorigari “hulladék”,
 - erdészeti kitermelés “hulladékai”,
 - cellulózgyártás fekete lúgja.

Hulladék keletkezési helye	Hulladék faanyag	Használt faanyag	Használt fa keletkezési helye
Fűrészipar/csomagolóipar	szélhulladék, fűrészpor, kéreg	kábeldobok, raklapok, ládák, fedélszék elemei, lambériák	Szállítmányozás, raktározás, építőipar, stb.
Furnérgyártás	maradékfahenger, hámozási hulladék	lásd bútor és csomagolóipar	Szállítmányozás, raktározás, építőipar, stb.
Épületasztalos ipar	fűrész-/gyaluforgács, darabos hulladék	ajtók, ablakok, párkányok	Épületfelújítás, épületek lebontása
Bútoripar	tömörfa darabos hulladék, tömörfa forgács, falemez hulladékok	tömörfa bútorok, laminált lap bútorok, lécbetétes bútorlapok	Lakásfelújítások
Fa lemezipar	rontott faforgácslap, rontott farostlemez	lásd bútor és csomagolóipar	Épületfelújítás, épületek lebontása
Építőipar	zsaluzási, állványozási	bontott könnyűszerkezetes házak elemei, ill. épületasztalos ipar, fűrész-/csomagolóipar	Épületfelújítás, épületek lebontása
Egyéb	fűrész-/gyaluforgács, darabos hulladék	talpfák, villanyoszlopok, játszótéri eszközök, padlóburkolatok	Felújítások, modernizálások, felszámolások
Erdészeti	fakitermelési maradékok: ágfa, gyérítés, tuskó, apríték	magaslesek, esőbeállók, vadetető, stb.	Egyéb erdészeti tevékenység
Mezőgazdaság	gabona szalma, kender, len rost és pozdorja, nád, stb.		
Cellulózipar	feketelúg	használt papír, csomagolóanyag	Lakossági, adminisztrációs, csomagolóipar, kereskedelem

Visszanyert faanyag kezelése



A VF kérdéskörei

- biomassza sorba kapcsolás (*cascading*)
- visszanyerési módok, technológiák
- logisztika és infrastruktúra,
- újrahasznosítási technológiák,
- energia termelési technológiák,
- új termékek,
- környezeti hatások,
- gazdasági, szociogazdasági hatások
- törvényi, jogszabályi háttér

EU-s szabályozások



Hulladékgazdálkodás - EU

- Római (alap-) szerződés 174-176. cikk: minden döntés során figyelembe kell venni környezetvédelmi szempontokat.
- Európai Közösség Tanácsának 75 / 442 / EGK ill. 91 / 156 / EGK irányelve megfogalmazza a hulladék definícióját, kezelésükkel kapcsolatos általános kötelezettségeket. Tagállamoktól megköveteli a hulladékkezelési tervet és 3 évente egy hulladékártalmatlanítási jelentést.
- Veszélyes hulladékok direktívája a 91 / 689 / EGK - szigorúbb szabályozás.
- További irányelvek a csomagolóanyagokról, csomagolási hulladékokról, PCB-ről, elektromos / elektronikai hulladékokról.

Hulladékgazdálkodás - EU

- A 2000/76/EK irányelv a hulladékok égetését szabályozza egységesen. Kimondja, hogy
 - “a hulladék keletkezésének megelőzése, valamint a hulladék veszélyes tulajdonságainak a minimálisra csökkentése a cél”, valamint
 - “elsődleges fontosságú a hulladék keletkezésének megelőzése, amelyet az **újra használat és újrahasznosítás, majd a hulladék biztonságos ártalmatlanítása** követ.”
- Nem érvényes a rendelet az alábbi anyagokat égető üzemekre:
 - I. a mezőgazdaságból és erdőgazdaságból származó növényi hulladékok
 - III. friss papíripari rostok előállításakor és a rostokból készült papír gyártás során keletkező rostos növényi hulladék, ha azt a keletkezés helyén, együttégetéssel elégetik és a keletkezett hőt visszanyerik
 - IV. fahulladék, kivéve, ha halogénezett szerves vegyületeket vagy nehézfémeket tartalmazhat, pl. favédőszereket, festékeket, ill. építkezéseken keletkező és bontási fahulladékok
- Hulladékok jegyzéke: 2000/532/EK

Hulladékgazdálkodás - EU

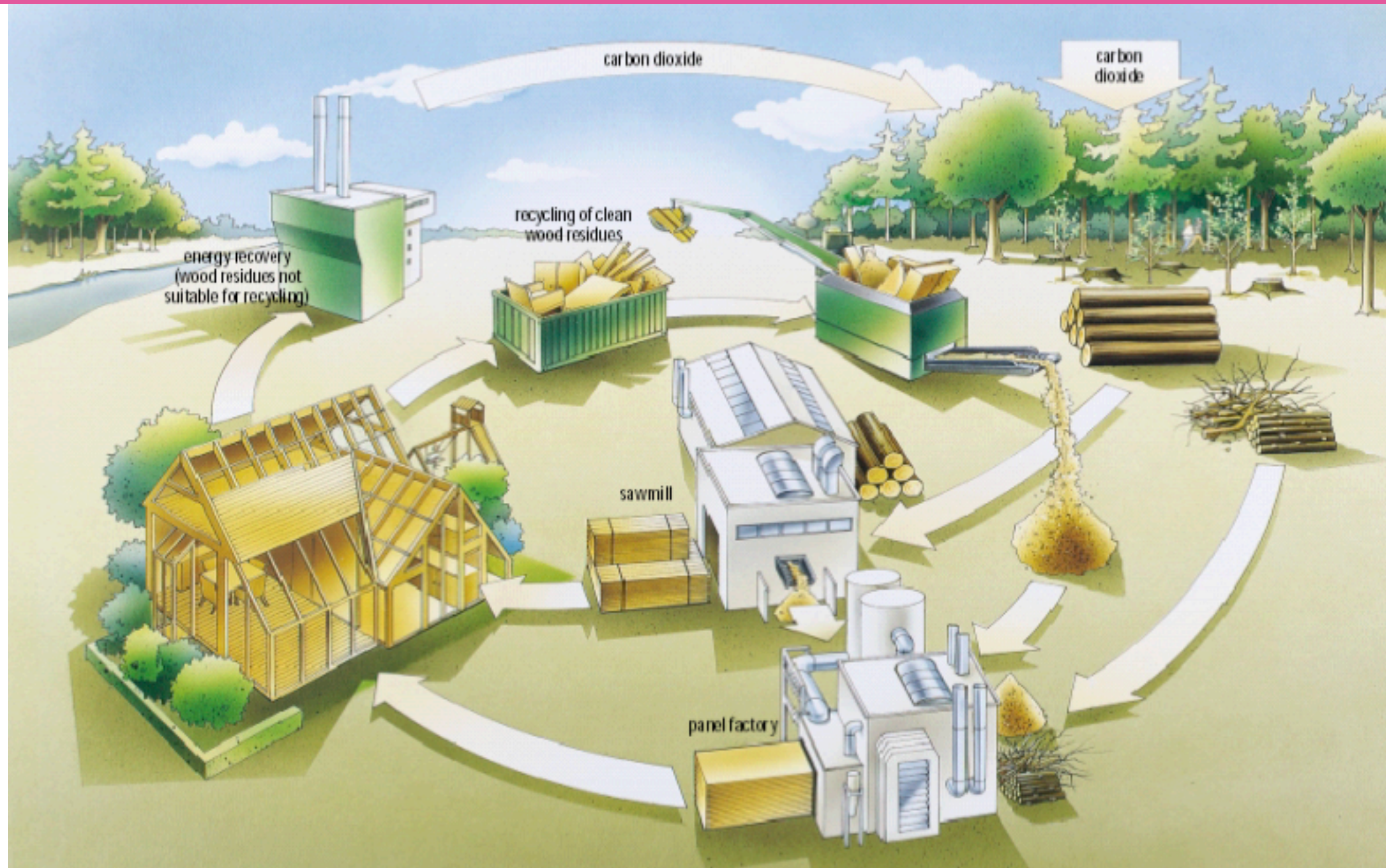
- **További célok:**
 - **Kiotói Egyezmény** - üvegházhatást okozó gázok (CO₂, N₂O, CH₄, stb.) csökkentése 2010.-re 8%-kal
 - **Fehér Könyv** - a megújulókból származó energia arányának növelése 2010-re 6%-ról 12%-ra
 - **2001/77/EK irányelv** - megújulókkal termelt elektromos energia részarányának növelése 2010-re a teljes energiafelhasználásban **14%-ról 22%-ra** - **Magyarországon érje el a 3,6%-ot**
 - **2003/30/EK irányelv** - a bio-üzemanyagok részaránya 2010-re érje el az **5,75%-ot** - **Magyarországon a 2,0%-ot** (2233 / 2004. (IX. 22.) Korm. határozat)

Európai Hulladék Katalógus

- Az Európai Hulladék Katalógus (EWC) a hulladékokat a környezetre gyakorolt veszélyességük szerint két csoportba sorolja:
- használtfa, mely veszélyes anyagokat nem tartalmaz és
- veszélyes anyagokat tartalmazó használtfa.

EWC kód	Megnevezés
15	HULLADÉKKÁ VÁLT CSOMAGOLÓANYAGOK, (.....)
15 01	csomagolási hulladékok
15 01 03	<i>Fa csomagolási hulladékok</i>
15 01 10*	<i>Veszélyes anyagokat maradékként tartalmazó, vagy azokkal szennyezett csomagolási hulladékok</i>
17	ÉPÍTÉSI ÉS BONTÁSI HULLADÉKOK
17 02	fa, üveg és műanyag
17 02 01	<i>Fa</i>
17 02 04*	<i>Veszélyes anyagokat tartalmazó, vagy azzal szennyezett üveg, műanyag, fa</i>
17 06	szigetelő anyagokat és azbesztet tartalmazó építőanyagok
17 06 03*	<i>Egyéb szigetelő anyagok, amelyek veszélyes anyagokból állnak, vagy azokat tartalmazzák</i>
17 06 04	<i>Szigetelő anyagok, melyek különböznek a (.....)17 06 03*-tól</i>
19	HULLADÉKKEZELŐ LÉTESÍTMÉNYEKBŐL (.....) SZÁRMAZÓ HULLADÉKOK
19 12	közelebbről nem meghatározott mechanikai kezelésből (pl. osztályozás, aprítás, tömörítés, pelletek készítése) származó hulladékok
19 12 06*	<i>Veszélyes anyagokat tartalmazó fa</i>
19 12 06	<i>Fa, amely különbözik a 19 12 06*-tól</i>
20	TELEPÜLÉSI HULLADÉKOK, BELEÉRTVE A KÜLÖN GYŰJTÖTT HULLADÉKOKAT IS
20 01	elkülönítetten gyűjtött hulladék frakciók (kivéve 15 01)
20 01 37*	<i>Veszélyes anyagokat tartalmazó fa</i>
20 01 38	<i>Fa, amely különbözik a 20 01 37*-tól</i>
20 03	Egyéb települési hulladék
20 03 07	<i>Lom, hulladék</i>

Biomassza sormakapcsolás



Energetika vs. újra hasznosítás

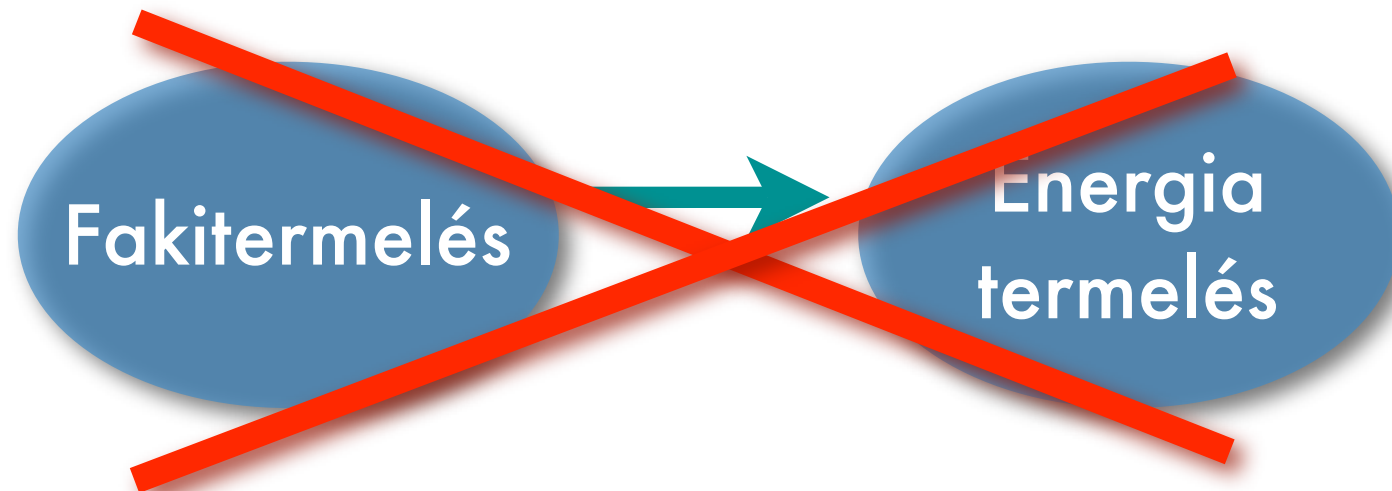
Biomassza sorba kapcsolás

A biomassza sorba kapcsolás (*cascading*) a biomassza szekvenciális használata, azaz minél teljesebb életciklus kihasználása. (BSK)

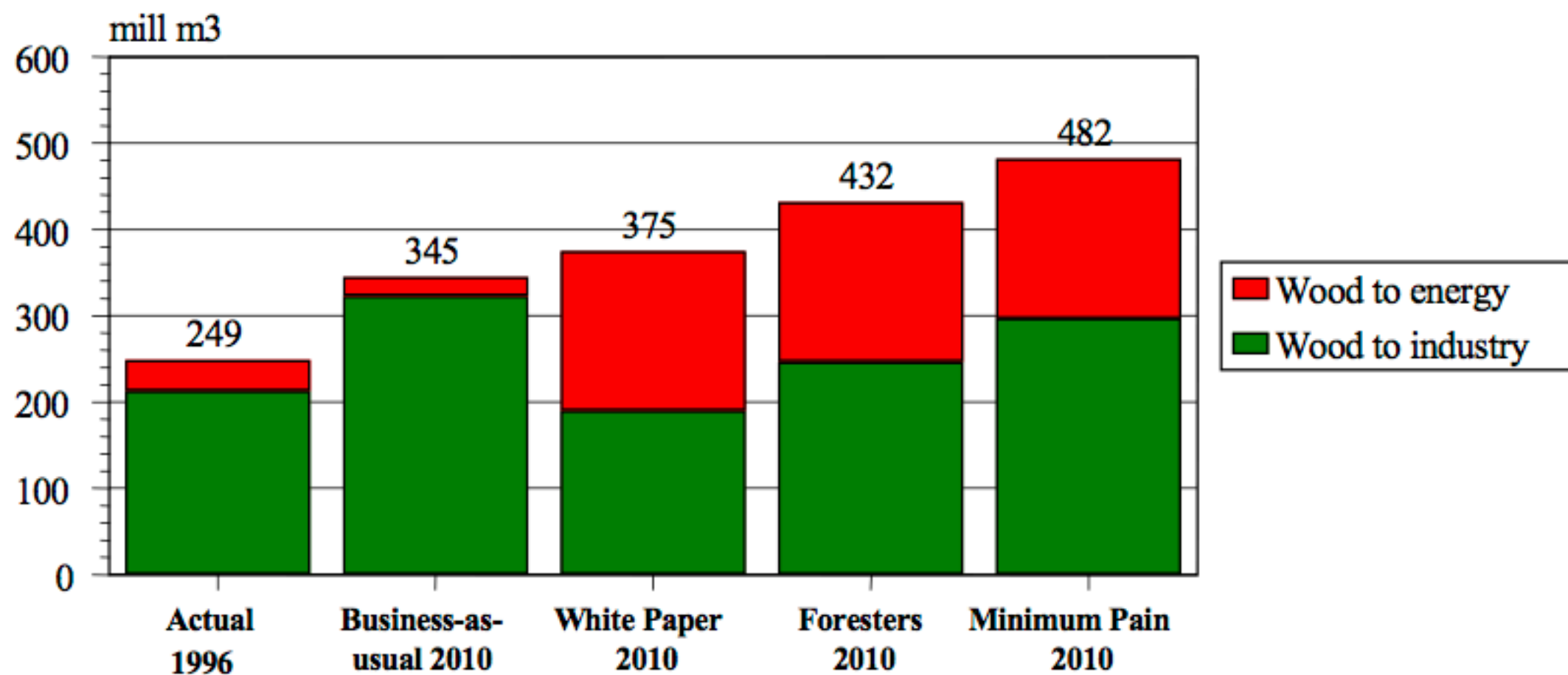
- Azaz a kitermelt fát ne égessük el egyből, hanem termék formájában minél tovább őrizzük meg a belé zárt szenet és csak a legvégső esetben engedjük vissza (akkor is energia nyerés mellett) a szenet az atmoszférába, ahonnan a fák, a tenger ismét elnyelheti.

Biomassza életciklus

- Ez kerülendő!



Energetika vs. ipar szcenáriók



Energetikai hasznosítás

- Faanyag növekvő energia célú felhasználása;
- Az európai kormányok támogatják a biomassza üzemanyagú energiatermelést ill. az ún. “zöld energia” elhasználást;
- Ugyanekkor nőnek a fosszilis üzemanyagok adói;
- Ez a lignocellulóz alapanyagok árának növekedését okozza, így a faipari üzemek versenyképessége csökken;

Miért égetünk?

- A hazai hőerőművek aranykora:
 - az állam garantáltan magasabb áron veszi ár a biomassa alapú villamos energiát (2009-ig),
 - a biomassa tüzelőanyag olcsóbb, mint a fosszilis,
 - az áttérés miatt nem kellett megépíteni drága kéntelenítő és egyéb berendezéseket,
 - az áttérés miatt az erőmű CO₂ kvótája a nemzetközi egyezmények értelmében 0-nak tekinthető, így a kvótáját eladhatja olyan más nyugati EU-s gyáraknak, amelyek nem képesek saját kibocsátásuk csökkentésére (CO₂ kereskedelem - *climate trade*)

Miért égetünk rönk fát?

- a rönk kéregtartalma alacsonyabb, mint az ültetvényes, kis vágásfordulójú faanyagé - kisebb hamutartalom,
- egynyári növényekkel (gabonaszalma, energiafű) szemben
 - könnyebben kezelhető,
 - folyamatosan rendelkezésre áll,
 - alacsonyabb a hamutartalma.

És az erdészetek?

- Miért adják el szívesebben a faanyagot az erdészetek az erőműveknek?
 - Állandó fogyasztók,
 - magasabb ár,
 - egyszerűbb logisztika (az erőmű minden mennyiséget elnyel, nem kell százfelé szállítani)
- Pannon Power Rt.: napi 36 kamion fűrészipari méretű akácrönk. A MEFA 100 ezer, a SEFAG 140 ezer tonna, fenntartható erdőgazdálkodásból származó lágy- és keménylombos fát, valamint aprítékot szállít évente egyaránt 10 éves hosszú távú szerződések keretében.
- A Bóly Zrt.-vel a Pannon Power 2005-től energiafüvet kezdett termeltetni, mert 2008-ra egy az elégetni képes blokkot terveztek megépíteni - de az energiafű mégsem kell.
- Interspan Kft. forgácslapgyár: csaknem kizárólag importfából kénytelen dolgozni, a kazincbarcikai erőmű miatt.

Erdészeti alapanyagok, hulladékok

- 9 millió m³ kitermelhető évente
- 7 millió m³ kitermelt famennyiség
- 5,6 millió m³ választékolt famennyiség, 1,4 millió m³ vágástéri apadék
- 3,6 millió m³ ipari célra felhasznált
- 2 millió m³ használható energetikai célra
- Ez a mennyiség jelenleg is felhasználásra kerül.
- Bővítés lehetősége:
 - erdősírtési programból származó többlet
 - vágástéri apadék és egyéb hulladék fokozottabb felhasználása
 - energia ültetvények telepítése

Energetikai alapanyagok termesztése

- fás szárú, különböző vágásfordulójú ültetvények telepítése (nemesnyár, fűz, akác, éger, gyertyán, stb.)
- lágyszárú száraz biomasza szántóföldi termesztésből (energiafüvek, nádféleségek)
- biodízel előállításához olajos magvú növények (repce, napraforgó) termesztése
- etanol előállítására alkalmas növények (kukorica, búza, árpa) termesztése

Fás szárú energetikai ültetvények

- Újratelepítéses ültetvény
 - 10-12 éves korban betakarítás, majd újra telepítés
 - nem igényel speciális gépeket, kisebb gazdálkodóknak is bevételi lehetőséget jelent
 - ápolási igény minimális
 - sík- és dombvidéken is alkalmazható
 - csak betakarításkor 10-12 év után jelent bevételt
 - újratelepítése jelentős munkát és befektetést igényel
 - 8-10 t hozam éves átlagban hektáronként

Fás szárú energetikai ültetvények

- Sarjazásos ültetvény
 - 3-5 éves vágásforduló
 - 5-7 betakarítási ciklus
 - Sík területeken alkalmazható
 - Betakarítása speciális gépet igényel
 - 10-35 t hozam éves átlagban hektáronként

Lágy szárú energetikai ültetvények

- Elsősorban az energiafű és az energianád vehető számításba, de további kutatásokra van szükség a gazdaságosan termesztendő fajták meghatározására
- Tüzeléstechnikai felhasználáson kívül egyéb ipari célra is termesztendő
- A mezőgazdaságban alkalmazott gépek általában használhatók
- Tüzeléstechnikai kérdések egy részét tisztázni kell
- Hosszú távon exportcikként is számításba vehető
- Normatív területalapú támogatás szükséges a termesztéséhez

Bioüzemanyagok

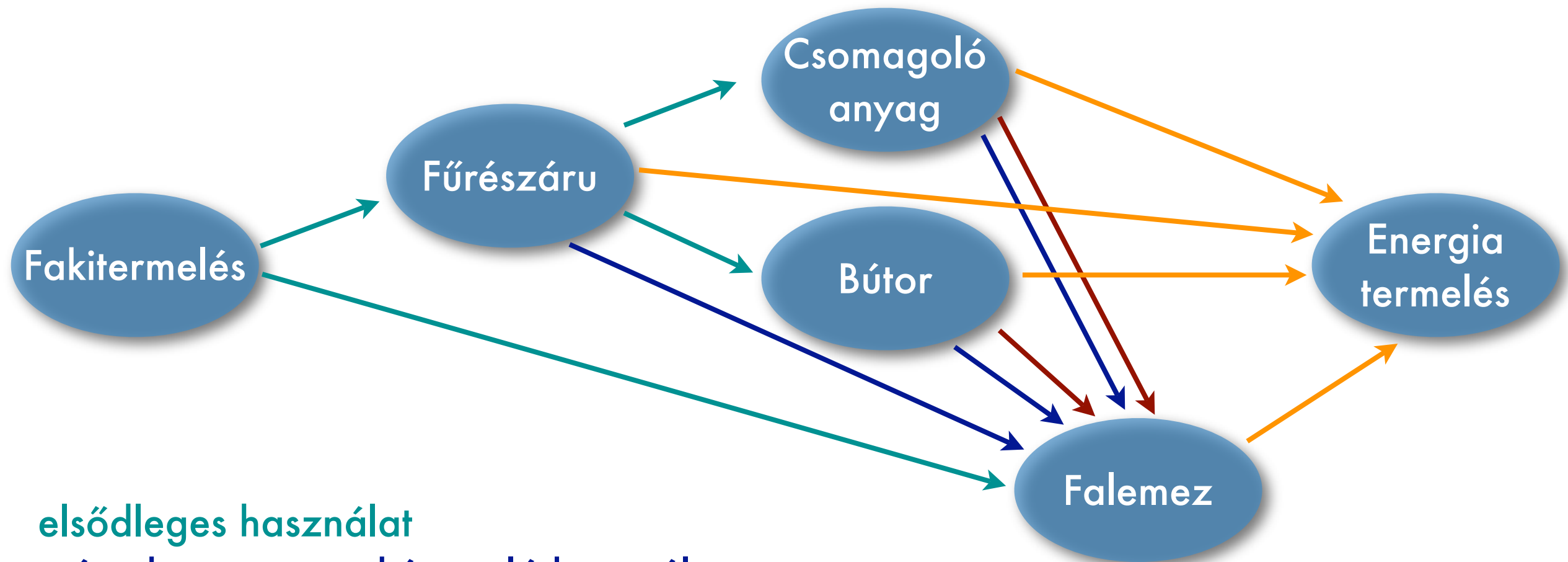
- 2233 / 2004. (IX. 22.) Korm. határozat teljesítéséhez (2% 2010-re) a GKM adatai szerint (2-2% feltételezésével)
 - 56 millió l biodízel és
 - 59 millió l bioetanolt kell előállítani
 - a szükséges alapanyagot biztosítani kell
- Kísérleti modell üzemek:
 1. Középtiszai Mg. Rt. (elkészült)
 - Kunhegyes, Jász-Nagykun-Szolnok megye
 - Elsősorban repce alapanyagú
 2. Inter-Tram Kft. (építés alatt)
 - Mátészalka / Nagyecsed, Szabolcs-Szatmár-Bereg megye
 - Elsősorban napraforgó alapanyagú
 - Összes kapacitás: 8,5-9,0 millió l/év.

Feltételek

- Az évi 56 millió l biodízel termelés feltételei (2%):
 - 47 millió l/év új kapacitást kell létrehozni
 - kb. 90 ezer t olajmagot kell megtermelni 47 ezer ha szántó területen
 - a használt sütőolaj összegyűjtésének és biodízellel történő feldolgozásának jogi, közgazdasági feltételeit biztosítani kell

Biomassza életciklus

- Ez helyes!



elsődleges használat

másod nyersanyagként való használat

újrahasznosítás

energetikai hasznosítás

Egyszerűen

Fatermékek



Újrahasználat



Újrahasznosítás



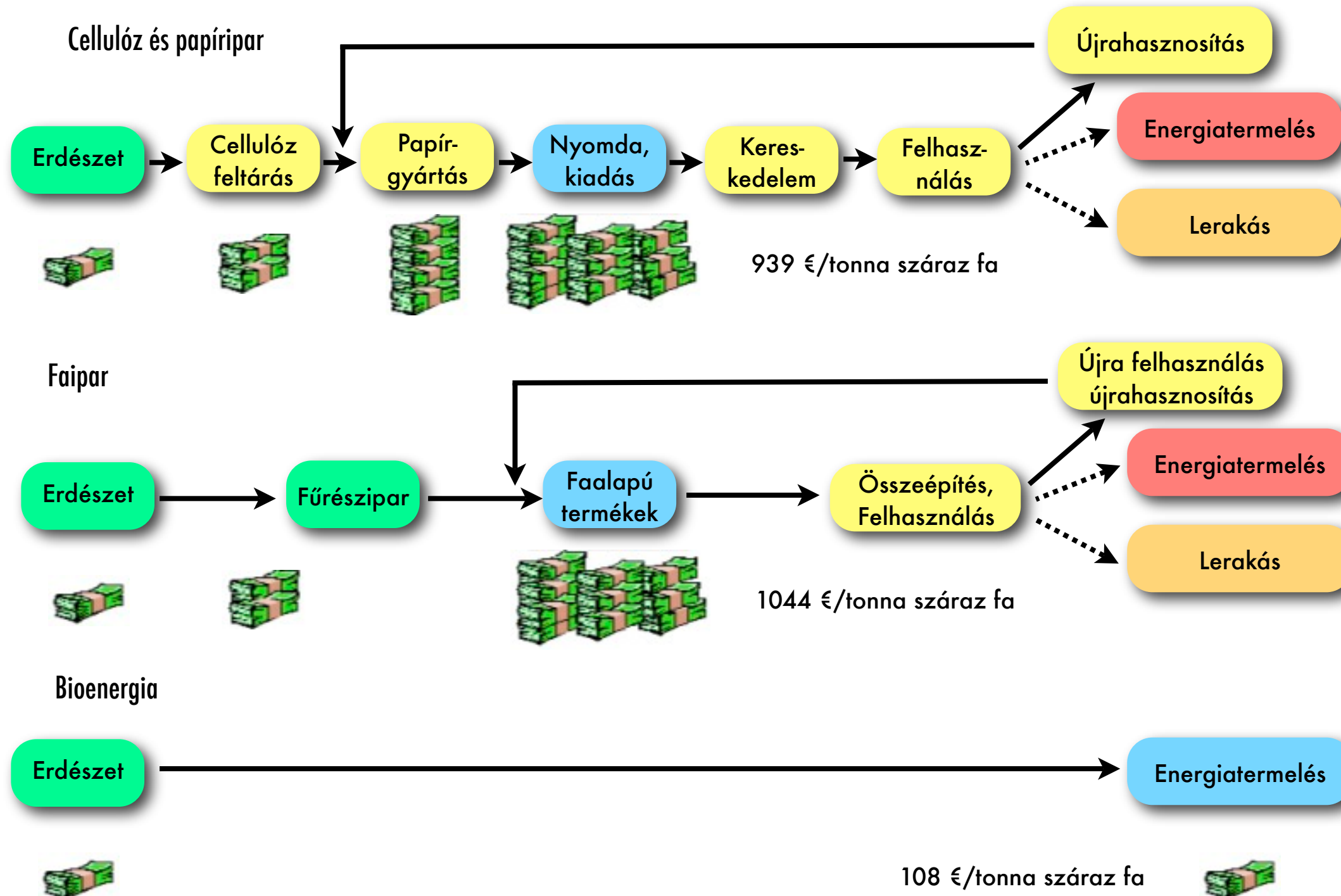
Energiatermelés

A BSK előnyei (*cascading*)

- Potenciálisan csökkentheti a CO₂ emissziót ha / év tekintetben.
- Javítja a CO₂ csökkentési költségeket.
- Egy rövidebb szekvenciális lánc kedvezőbb lehet egy hosszabbal szemben a CO₂ kibocsátás időbeli csökkenésének alábecslése valamint a biomassa felhasználások fajtája függvényében.
- Magasabb anyagi nyereség hosszútávon, nemzetgazdasági szinten.
- Magasabb foglalkoztatottsági ráta.

Miért érdekesebb terméket gyártani?

Gazdasági érték

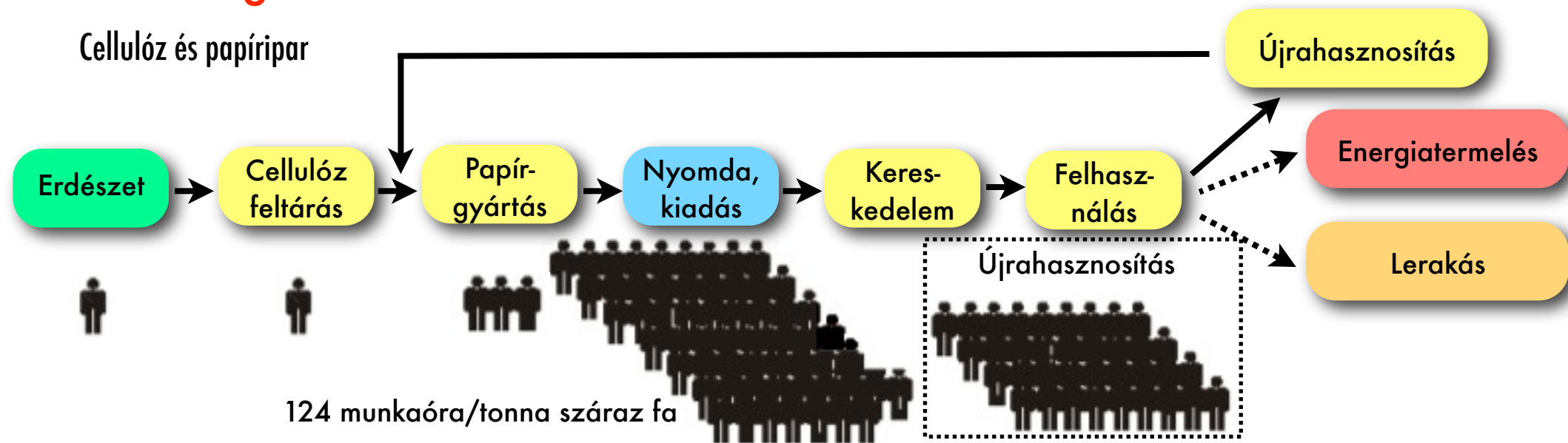


Miért érdekesebb terméket gyártani?

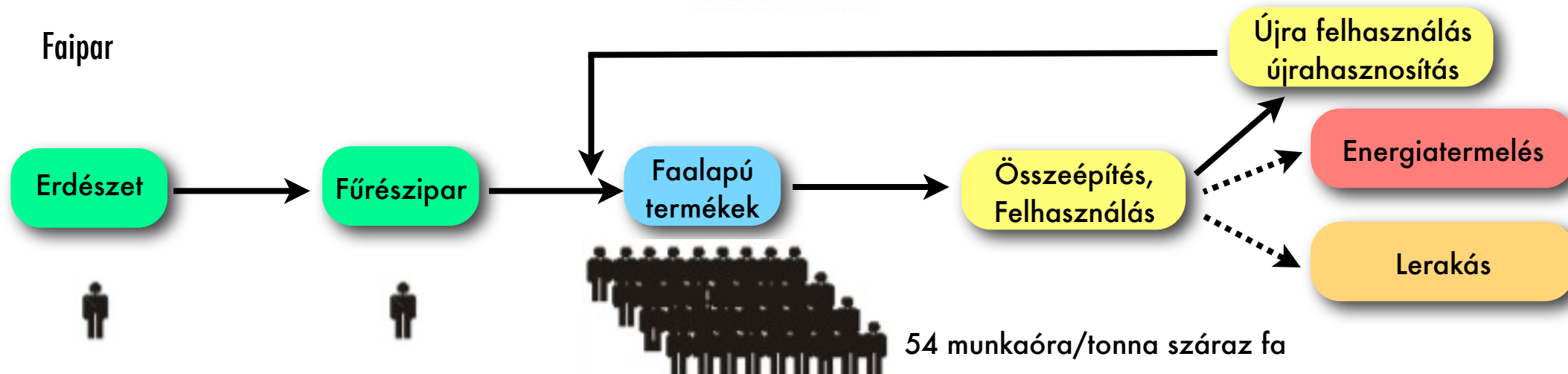
Társadalmi érték

Foglalkoztatottság!

 = 2 munkaóra/tonna száraz fa



Faipar



Bioenergia



Néhány ország jellegzetessége



Németország

- 17. BImSchV (17. Rendelkezés a Szövetségi Emisszió Ellenőrzési Törvény Alkalmazásáról) 1990., módosítás 2003. - használt faanyagok kategóriái:
 - Al. Mechanikailag megmunkált, kezeletlen faanyag, minimális szennyezéssel.
 - AII. Ragasztott, festett, lakkozott és egyéb módon kezelt faanyag, amely nem tartalmaz halogénezett szerves anyagokat és nincs favédő szerrel kezelve.
 - AIII. Fahulladék halogénezett szerves anyagokkal, favédő szerek nélkül.
 - AIV. Favédő szerekkel kezelt fahulladék, ide tartozik a vasúti talpfa, telefonoszlop, söröshordók, boroshordók és minden olyan hulladék anyag, ami az első három kategóriába nem sorolható be.

Elvek

- Elkerülni
 - Csökkenteni
 - Újrahasználni vagy újra hasznosítani
 - Megsemmisíteni
-
- A használt fa újrahasznosításának jelentős növelése, hogy elkerüljék a hulladék más országokba való szállítását, ahol gond nélkül megszabadulhatnak tőle - pl. Magyarország, Kína, ...

VF újrahasznosíthatósága

Újrahasznosítás módszere	Használt faanyag kategóriák				Speciális követelmények
	AI.	AII.	AIII.	AIV.	
Használt anyag bedarálása, majd ragasztott fatermék gyártása	Igen	Igen	(Igen)		Az AIII-as kategóriába tartozó anyagok csak akkor használhatók, ha a lakkot vagy más bevonatokat nagyrészt eltávolították.
Szintetikus gáz előállítás későbbi kémiai felhasználásra	Igen	Igen	Igen	Igen	Ez az újrahasznosítás csak akkor alkalmazható, ha a szükséges jogosítványokat beszerezték.
Aktív szén / ipari faszén előállítása	Igen	Igen	Igen	Igen	Ez az újrahasznosítás csak akkor alkalmazható, ha a szükséges jogosítványokat beszerezték.

Anyag	Koncentráció (mg/kg) (száras tömeg)
Arzén	2
Ólom	30
Kadmium	2
Króm	30
Réz	20

Anyag	Koncentráció (mg/kg) (száras tömeg)
Higany	0,4
Klór	600
Fluor	100
PCP	3
PCB	5

Fogkrémbe: 500 mg/100g !!!

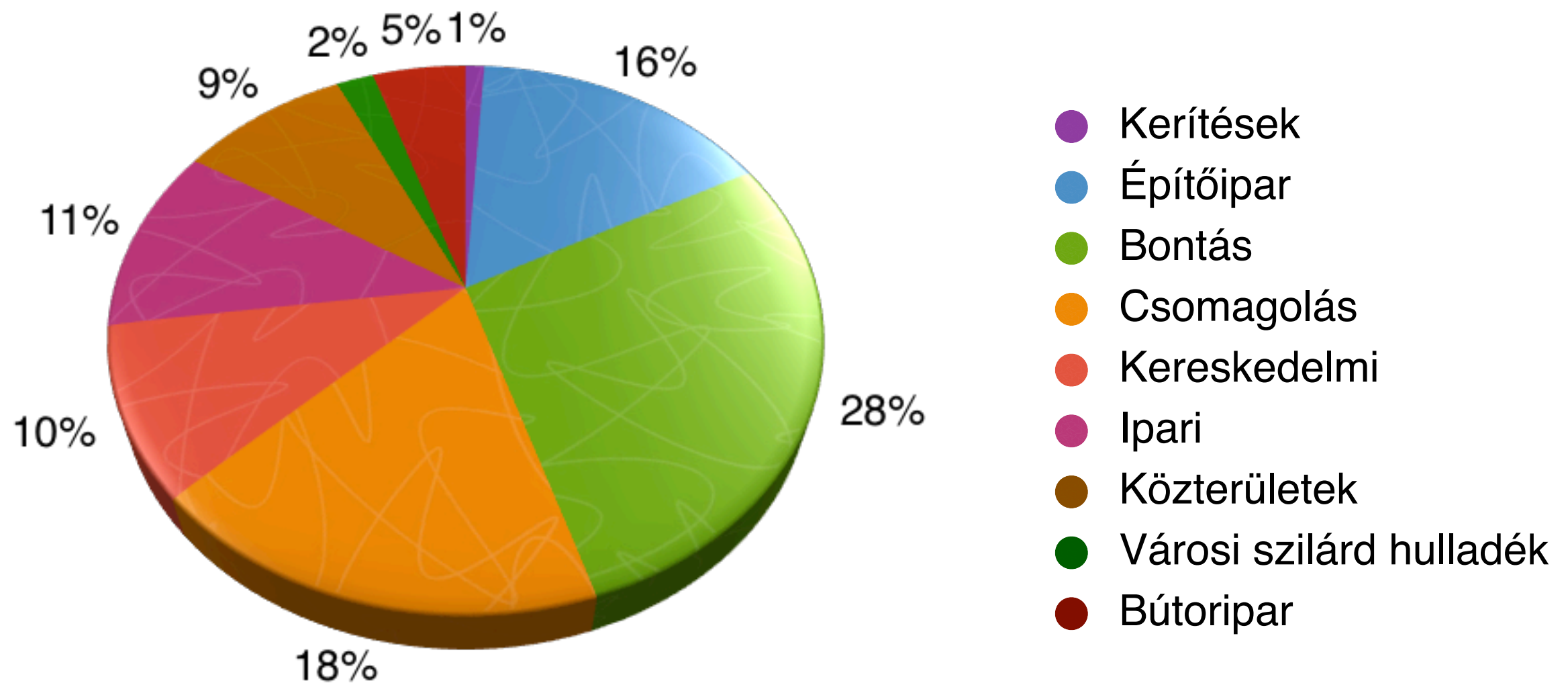
Energetikai hasznosítás

Tüzelőberendezés	Hulladék kategória
< 50 kW-nál kisebb névleges hőteljesítmény	A I.
50 - 1000 kW névleges hőteljesítmény	A II. (csak fafeldolgozó üzemekben)
veszélyes anyagokat alacsony szinten kezelő	A I., A II.
veszélyes anyagokat magasabb szinten kezelő	A I., A II., A III.
17. BImSchV - Hulladék és hasonló éghető anyagok tüzelőberendezései rendeletnek megfelelő	A III., A IV.

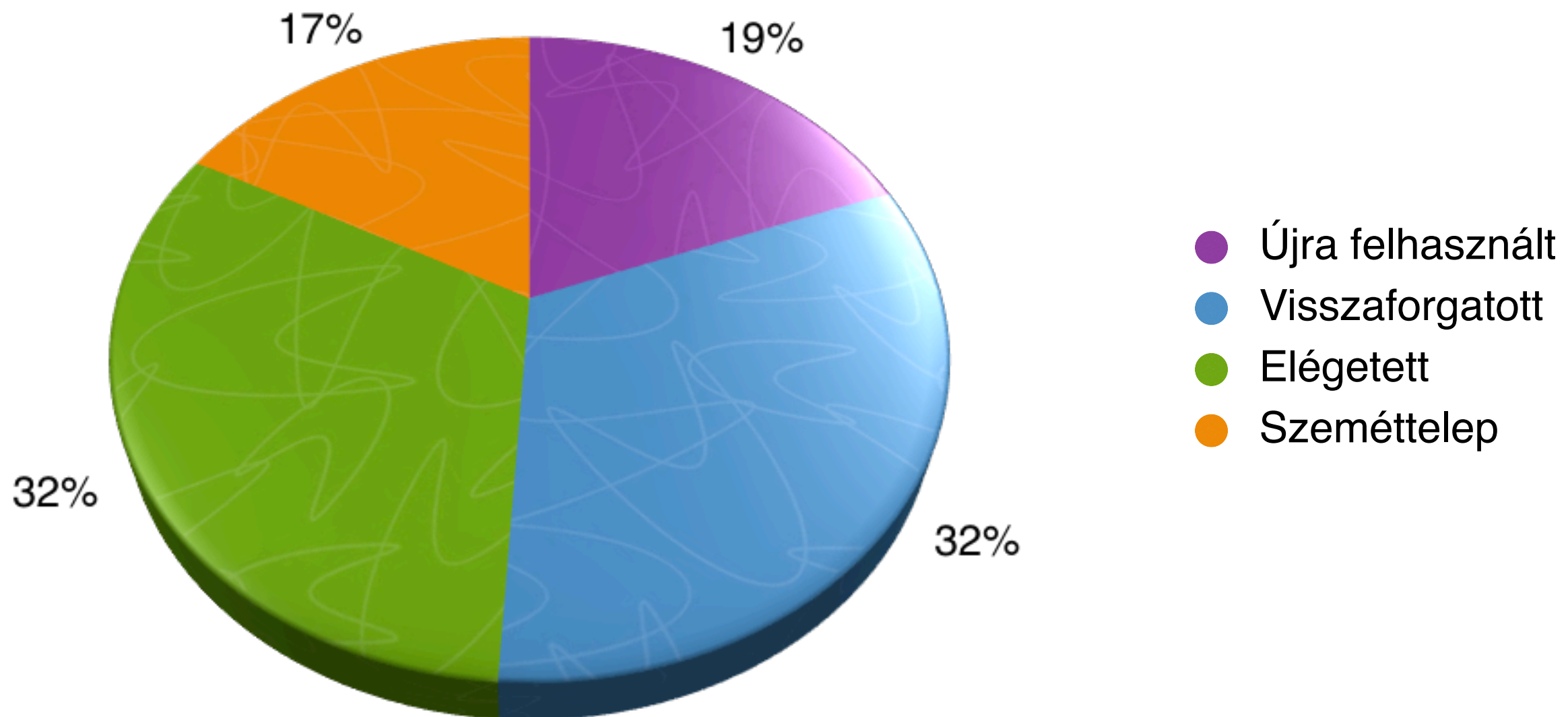
Egyesült Királyság

- Angliában évente
 - 424 millió tonna hulladék keletkezett 2000-ben
 - évente mintegy 60 millió tonna építőipari, bontási ill. egyéb hulladék keletkezik
 - évente kb. 5,5 millió tonna visszanyert fával számolnak

Éves fahulladék fajták



Fahulladékok használata



VF osztályozása

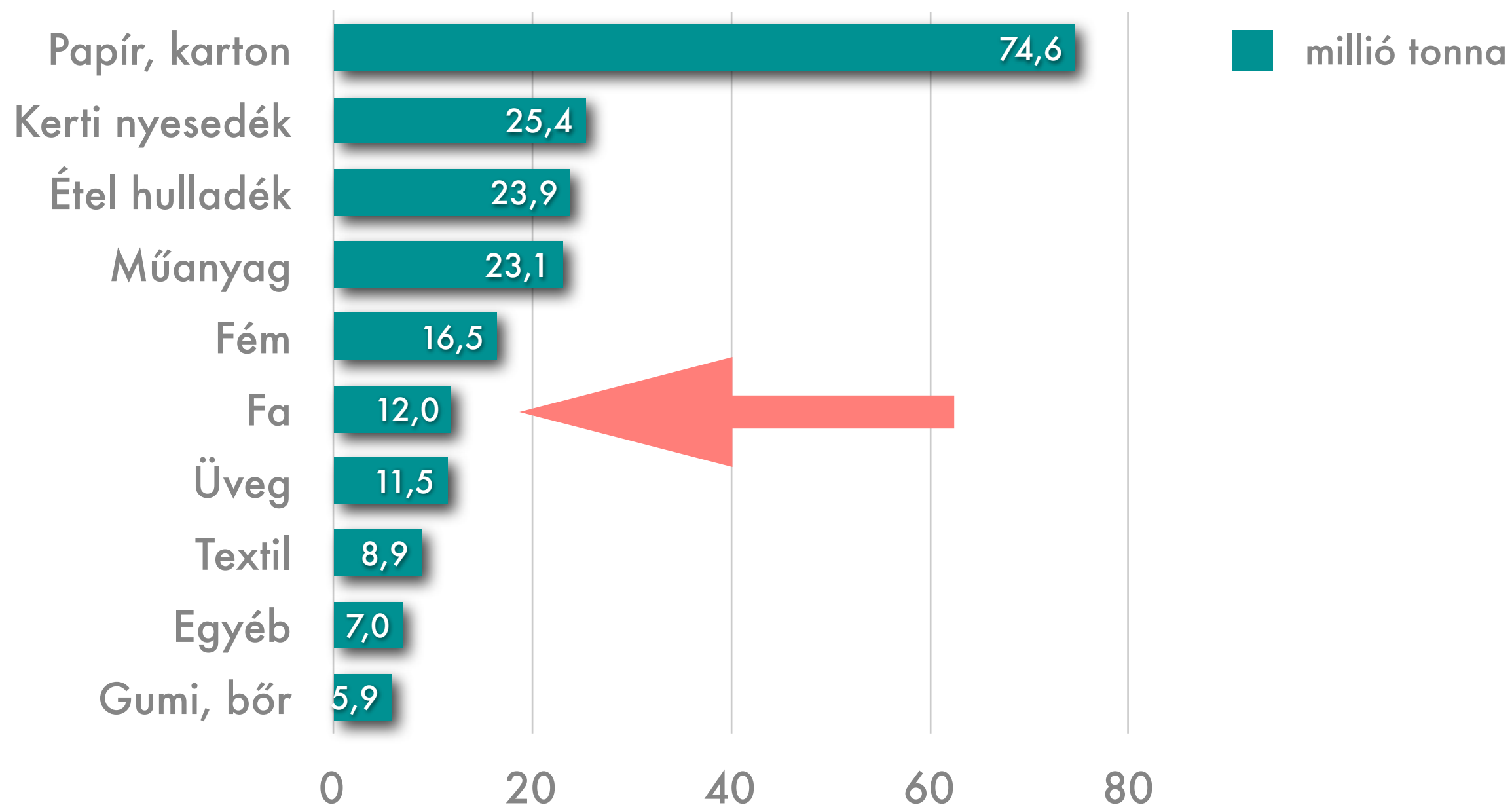
Szerkezeti fa	Tömör épületfa, fűrészáru
Építészeti és dekorációs fűrészáru	Kültéri, beltéri burkoló célú faanyag (lambéria)
Telített faanyag	Nyomás, vákuum, hő által favédő szerrel impregnált faanyag
Gyártási maradékok	Szélhulladék, darabos hulladék, fűrészpor, stb.
Vegyes hulladék faanyag	Nem válogatott vegyes fahulladék
Kerítés anyag	Bármely ideiglenes vagy állandó elkerítésre szolgáló faalapú anyag
Falemezek	Faforgács, farost, furnér, stb. alapú falemezek
Extrudált faalapú kompozitok	Olyan műanyag mátrixú termékek, amelyekben a faliszt töltőanyag van
Szerelt termékek	Adott céllal alkatrészekből összeállított termékek (ajtó, bútor, stb.)
Padlóburkoló anyagok	Faalapú padlóburkoló anyagok
Csomagolóanyagok	Faalapú csomagolóanyagok (raklap, láda, kábeldob, stb.)

USA

- 2002-ben közel 63 millió tonna tömör fahulladék keletkezett az USA-ban, gyártás során, használt faként, bontásból.
- 2 csoportot különböztetnek meg:
 - lakossági szilárd hulladék:
 - fa: bútorok, raklapok, falemezek, faipari hulladékok, stb.
 - kerti hulladék: fű, levelek, ágak, stb.
- építési és bontási hulladékot:
 - építési hulladék: építés , felújítás során keletkező hulladékok
 - bontási hulladék: épületek, és egyéb szerkezetek bontásából származik

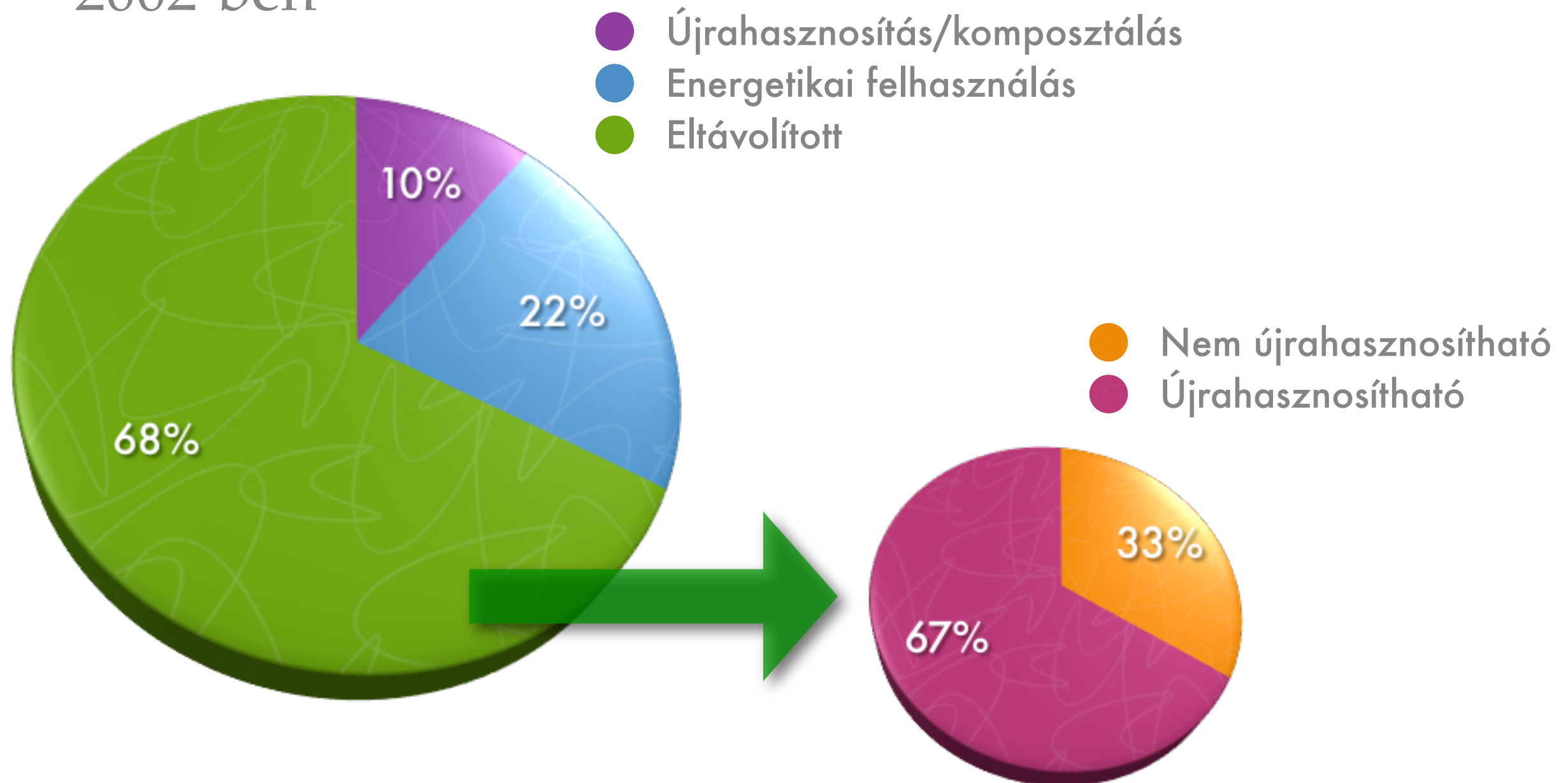
Lakossági hulladék

- 2002-ben 288 millió amerikai 209 millió tonna hulladékot termelt (724 kg / fő / év)



Lakossági hulladék - Fa

- 12 millió tonna fa hulladék a lakossági csoporton belül 2002-ben



Építési hulladék

- Új családi ház építkezések:
 - 2002-ben 1,3 millió családi ház épült
 - Ez kb. 3,7 millió tonna fahulladékot eredményezett.
 - Ebből 3,3 millió tonna újra használható új építkezésekben
- Felújítások, átépítések:
 - Kb. 5,6 millió tonna fahulladék
 - Ebből 3,8 millió tonna volt visszanyerhető
- Összes építkezés:
 - Kb. 10,5 millió tonna fa hulladék
 - Ebből 7,8 millió tonna volt visszanyerhető

Bontási hulladék

- 2002-ben kb. 62,9 millió tonna bontási hulladék keletkezett:
 - beton, fa, papír, fémek, szigetelés, üveg, műanyag
 - veszélyes anyagok: higany, azbeszt, PCB, stb.
- Ennek kb. 40%-a faalapú
- A visszanyerhető faanyag becsült mennyisége 10,6 millió tonna

Magyarország

- A hulladékgazdálkodásról szóló 2000. évi XLIII. törvény szerint a Q14 hulladékkategória a *használtfa*, amely az újrahasznosítás szempontjából, olyan egészséges, nem korhadt fatermék, amely eredeti funkcióját többé már nem képes betölteni, ezért tulajdonosa tőle megválni szándékozik, illetve megválni köteles.
- A magyar fahulladék gazdálkodásban ez a hulladékkategória teljes mértékben a gazdálkodás körén kívül marad.
- 1,1 – 1,2 millió m³, ami az elméleti fahulladék potenciál közel egyharmad része.

Hulladékgazdálkodás - Hu

- 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól.
- 2000. évi XLIII. törvény a hulladékgazdálkodásról
- Emellett számos, KöM, ÉVM, Korm. rendelet szól különféle veszélyes és speciális hulladékok kezeléséről.
- Természetesen a hazai szabályozás is átvette a hatályos EU irányelveket.

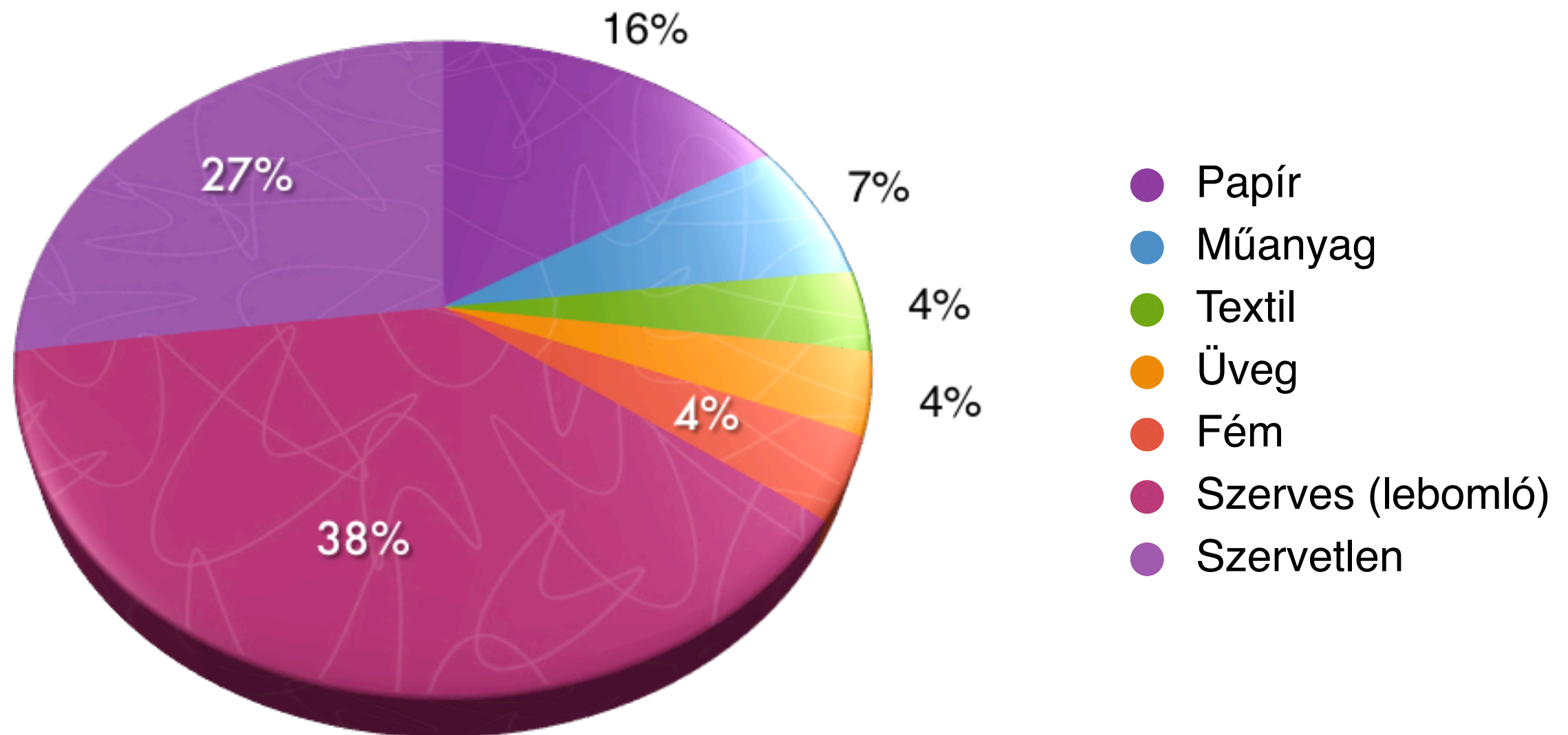
Energiatörvény

- 2001. évi CX. törvény és a 180 / 2002. (VIII. 23.) Korm. rendelet a villamos energiáról, amely a kapcsolt energiatermelésről is fontos szabályokat tartalmaz, így hatással van a hulladékgazdálkodásra. Ez a törvény kifejezetten támogatta a biomassza üzemanyag révén nyert villamos energia használatát, ezt az energiát ui. az állam garantáltan magasabb áron vette át.
- A 2007. júliusban megjelent 2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról **már nem tartalmazza a korábbi támogatást.**
- Külön egy törvény vagy rendelet sem vonatkozik a fahulladékokra, ezért minden eset egyedi, minden problémával külön meg kell küzdeni.

Begyűjtés

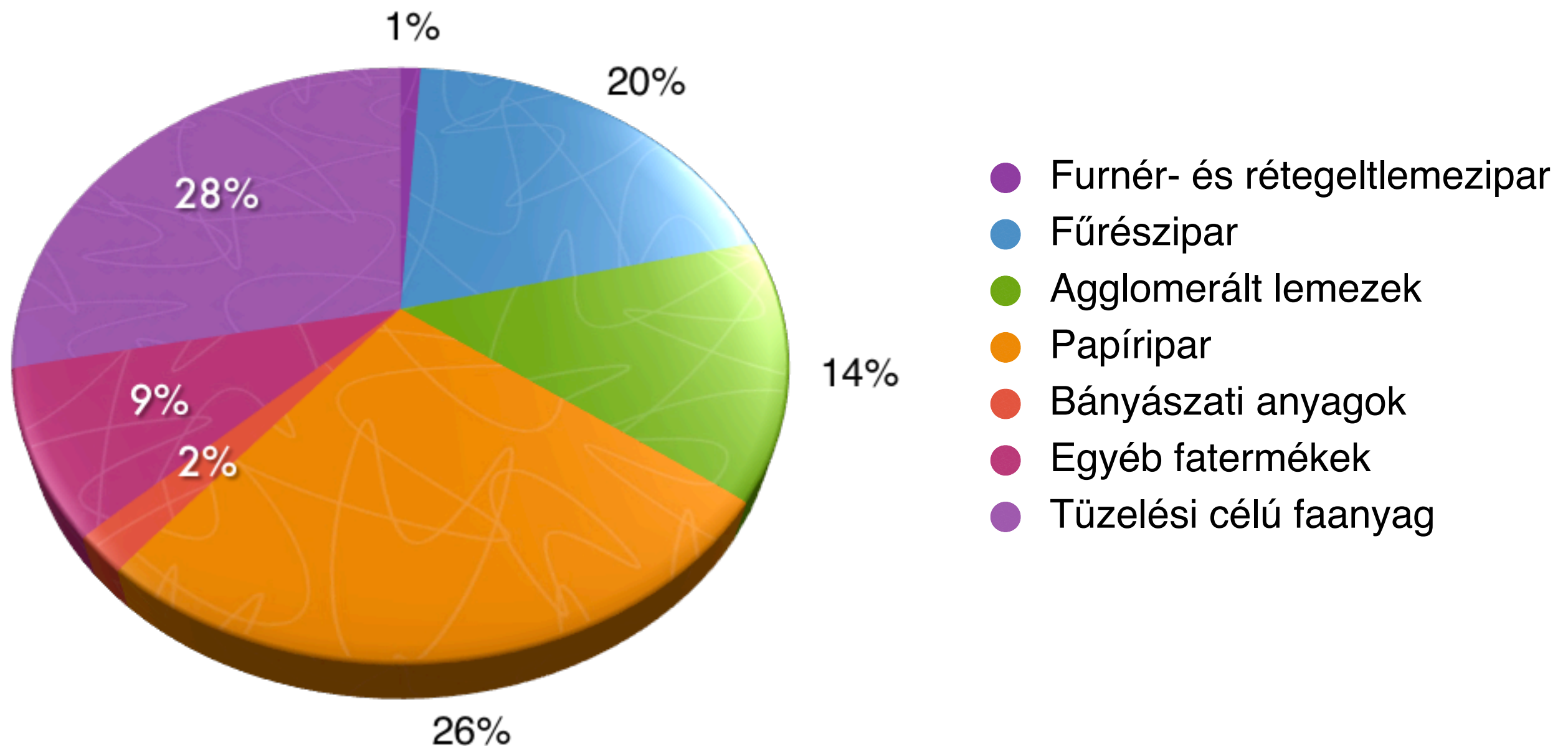
- Jelenleg a használtfa jogilag legális formában a lakossági hulladékkal együtt kerül begyűjtésre.
- Az Országgyűlés 110/2002. (XII. 12.) OGY határozata az Országos Hulladékgazdálkodási Tervről (röviden OHT):
 - Ez a 2003 – 2008 közötti időszakra szól.
 - Az OHT 3.1.6 Hulladékkezelés című fejezete előírja, hogy „a lerakott települési hulladék biológiailag lebomló szervesanyag-tartalmát
 - 2004-ig az 1995-ben képződött mennyiség 75%-ára,
 - 2007-ig 50%-ára, (2014-ig 35%-ára) kell csökkenteni.”
- A használtfa biológiailag lebomló szerves anyag, egy része (első sorban a lakossági lomtalanításokkor) a települési hulladékba kerül.

Lakossági szilárd hulladék



- Nincs adat a hazai lakossági szilárd hulladékon belül a fahulladék mennyiségére vonatkozóan. Azt nem gyűjtik / tárolják külön.

Faipari hulladék faanyag - másodnyersanyag



- Ez összesen évi 2,5 - 3,5 millió m³ fa hulladék.

Faipari hulladék faanyag - másodnyersanyag

- Ennek jelenleg csak csekély részét hasznosítják újra termékekben.
- közvetlen energia a keletkezés helyén:
 - fűtés,
 - termoolaj fűtés,
 - szárító üzemeltetése,
- faforgácslap,
- fabrikett, fapellet (exportra is).

Fa hulladékudvar

Begyűjtés célszerű eszköze fa hulladékudvarok létesítése:

- begyűjthető a régió lakossági, ipari, és bontási fa hulladéka
- ezek itt szelektálhatók:
 - méret szerint,
 - veszélyesség szerint,
- tisztíthatók,
- elő-feldolgozhatók (apríthatók),
- eloszthatók a felhasználók felé:
 - energia szektor,
 - veszélyes hulladékok ártalmatlanítása (elégetés 900°C felett),
 - falemez gyártók,
 - lakossági felhasználás (fabrikett, pellet)
 - fém-, műanyag-, üveg feldolgozók, hulladék lerakók.

Újrahasznosítási technológiák



Újrahasznosítási technológiák



Bútorból falemez

- Drága
- Helyenként nem áll rendelkezésre
- Magas szárítási költségek
- Ingyen, vagy nagyon olcsó - csak a szállítási költség
- Jó minőségű lemez gyártható belőle
- Igen alacsony szárítási költségek

Bútorból falemez



- Drága
- Helyenként nem áll rendelkezésre
- Magas szárítási költségek
- Ingyen, vagy nagyon olcsó - csak a szállítási költség
- Jó minőségű lemez gyártható belőle
- Igen alacsony szárítási költségek

Bútorból falemez



- Drága
- Helyenként nem áll rendelkezésre
- Magas szárítási költségek

- Ingyen, vagy nagyon olcsó - csak a szállítási költség
- Jó minőségű lemez gyártható belőle
- Igen alacsony szárítási költségek

Bútorból falemez



- Drága
- Helyenként nem áll rendelkezésre
- Magas szárítási költségek
- Ingyen, vagy nagyon olcsó - csak a szállítási költség
- Jó minőségű lemez gyártható belőle
- Igen alacsony szárítási költségek

Felhasználás

Faforgácslap:

Vastagság: 18 mm

Csiszolási tűrés: 1 mm

Atro sűrűség: 680 kg/m³

Felhasználás	%		Nyers fából	Újrafából	Megtakarít
Fa a kész lemezben		kg/m ³	650	650	
Kéreg hulladék	2	kg/m ³	13	-	
Újrahasznosítási hulladék	4	kg/m ³		26	
Szitázási por	5	kg/m ³	32,5	32,5	
Csiszolatpor		kg/m ³	34,2	34,2	
Száraz faanyag szüks.		kg/m ³	729,7	742,7	
Nedv. tart., atro			100%	15%	
Nedves faanyag szüks.		kg/m ³	1459,4	854,1	605,3
Száritó olaj igénye		kg/m ³	36,4	0	36,4
Keletkező por tüzeléshez		kg/m ³			43,6

Költségek

Költség tényezők	Nyers fából		Újrafából		Megtakarítás
	kg/m ³	€/m ³	kg/m ³	€/m ³	€/m ³
Nedves fa	1459,4	36,5	845,1	10	28
Szárító fűtése	36,4	6,5	0	0	6,5
Keletkező por tüzeléshez			43,6	10	0,43
Mérleg		43		8,5	34,93

Hulladék - tömör fa

- szélhulladék: 100-130 kg / m³
- apró hulladék: 150-200 kg / m³
- furnér csíkok: 100-110 kg / m³
- vegyes hulladék: 100-150 kg / m³

Hulladék - tömör fa



- szélhulladék: 100-130 kg / m³
- apró hulladék: 150-200 kg / m³
- furnér csíkok: 100-110 kg / m³
- vegyes hulladék: 100-150 kg / m³

Hulladék - tömör fa



- szélhulladék: 100-130 kg/m³
- apró hulladék: 150-200 kg/m³
- furnér csíkok: 100-110 kg/m³
- vegyes hulladék: 100-150 kg/m³

Hulladék - tömör fa



- szélhulladék: 100-130 kg/m³
- apró hulladék: 150-200 kg/m³
- furnér csíkok: 100-110 kg/m³
- vegyes hulladék: 100-150 kg/m³

Hulladék - tömör fa



- szélhulladék: 100-130 kg/m³
- apró hulladék: 150-200 kg/m³
- furnér csíkok: 100-110 kg/m³
- vegyes hulladék: 100-150 kg/m³



Hulladék - fűrészpor, gyaluforgács

- gyaluforgács: 60-90 kg / m³
- fűrészpor: 180-220 kg / m³
- maróforgács: 140-190 kg / m³

Hulladék - fűrészpor, gyaluforgács



- gyaluforgács: 60-90 kg / m³
- fűrészpor: 180-220 kg / m³
- maróforgács: 140-190 kg / m³

Hulladék - fűrészpor, gyaluforgács

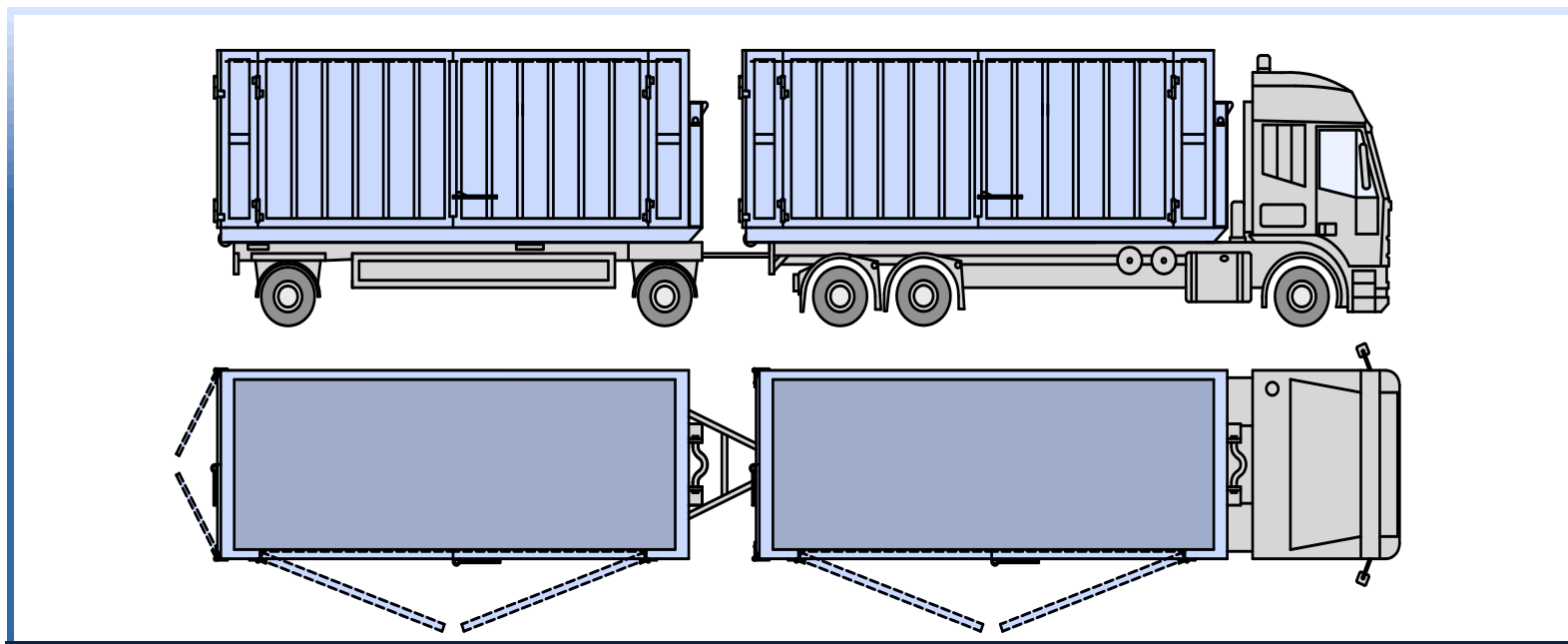


- gyaluforgács: 60-90 kg / m³
- fűrészpor: 180-220 kg / m³
- maróforgács: 140-190 kg / m³

Begyűjtés

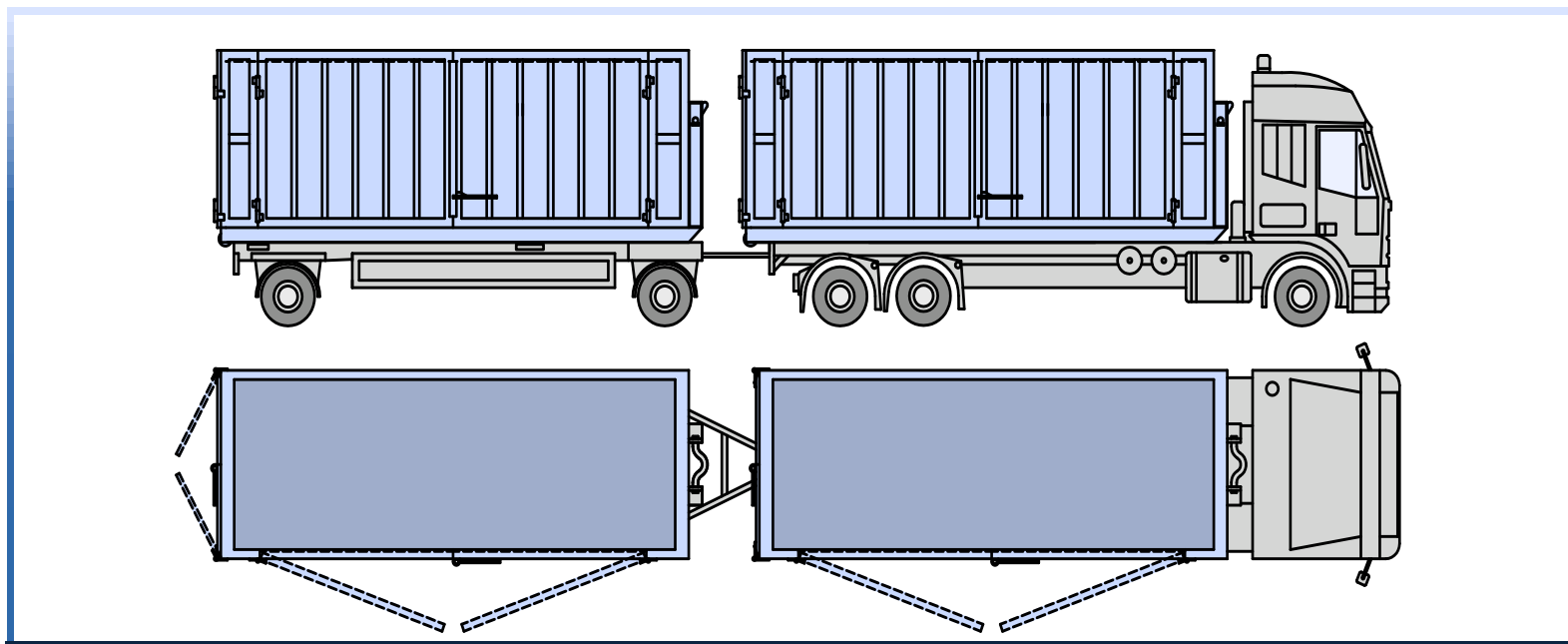
- kétutas levehető konténer

Begyűjtés



- kétutas levehető konténer

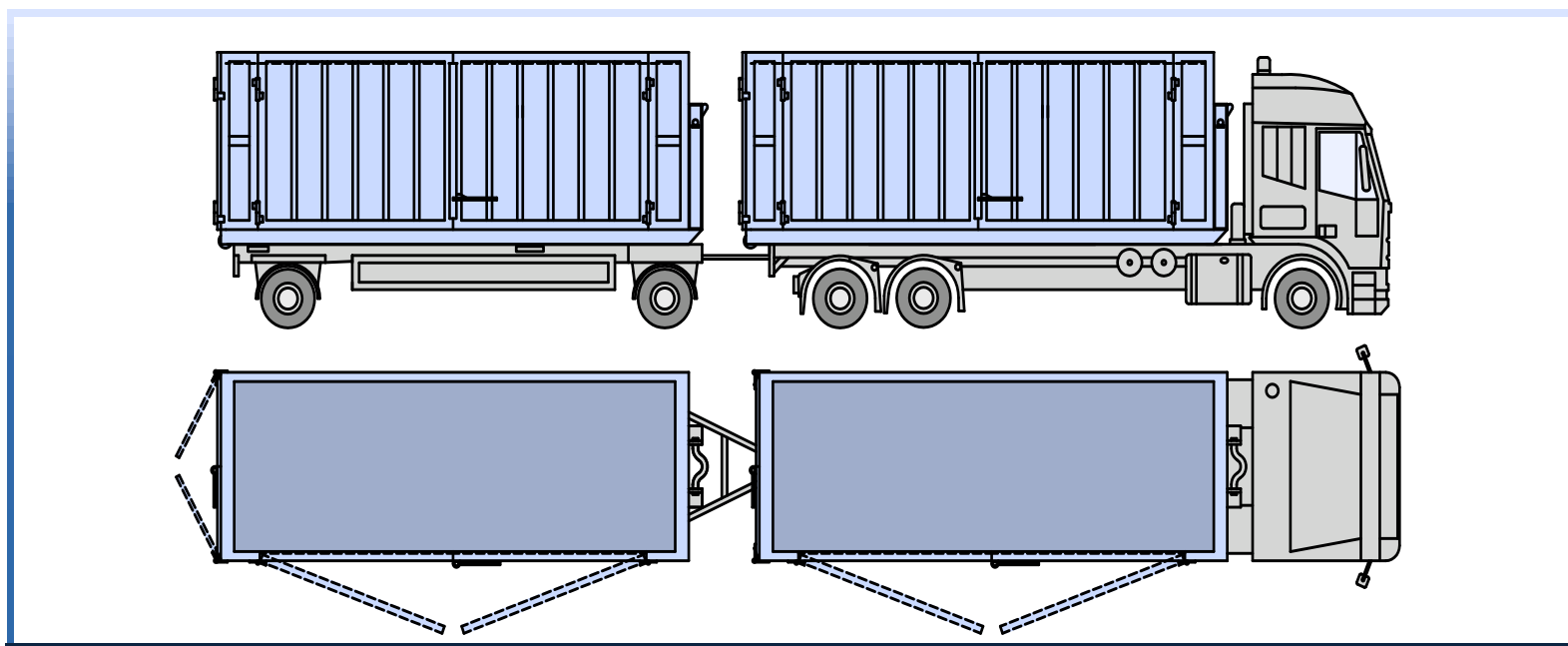
Begyűjtés



- kétutas levehető konténer



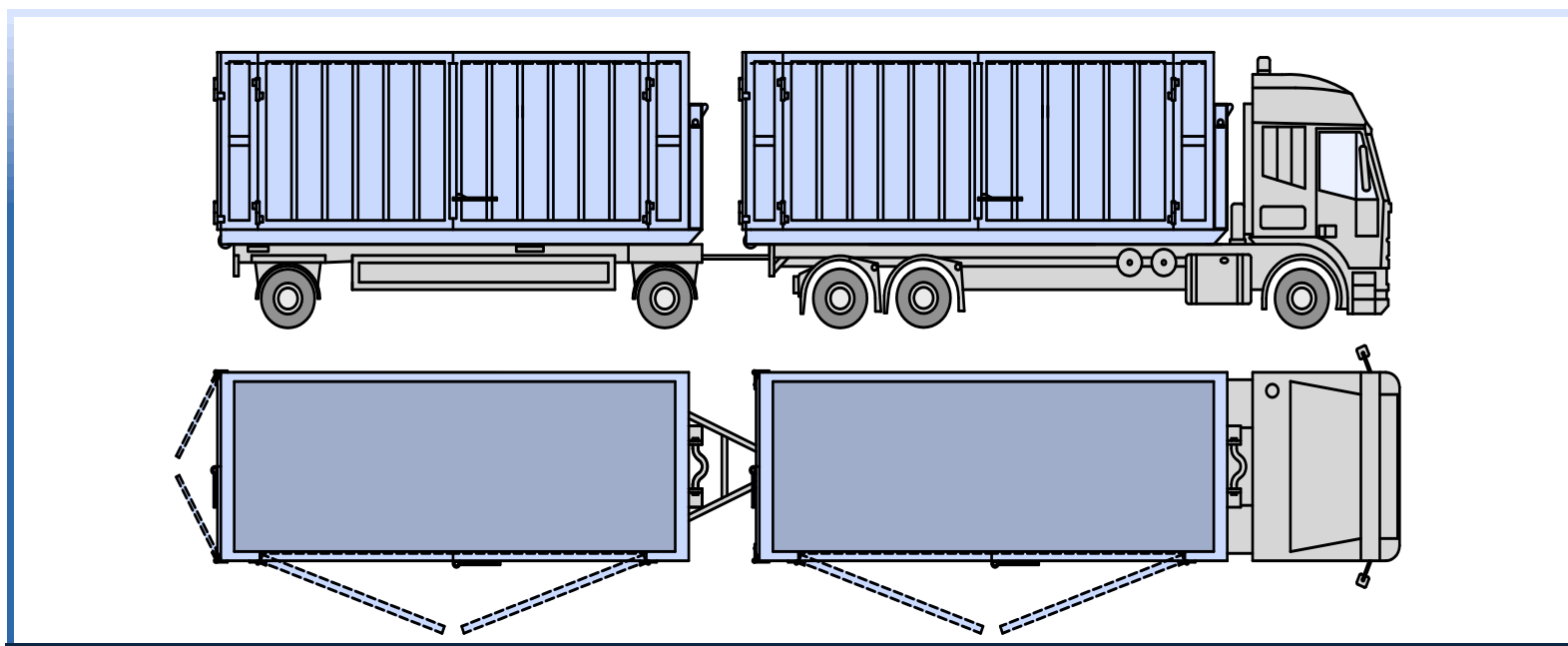
Begyűjtés



- kétutas levehető konténer



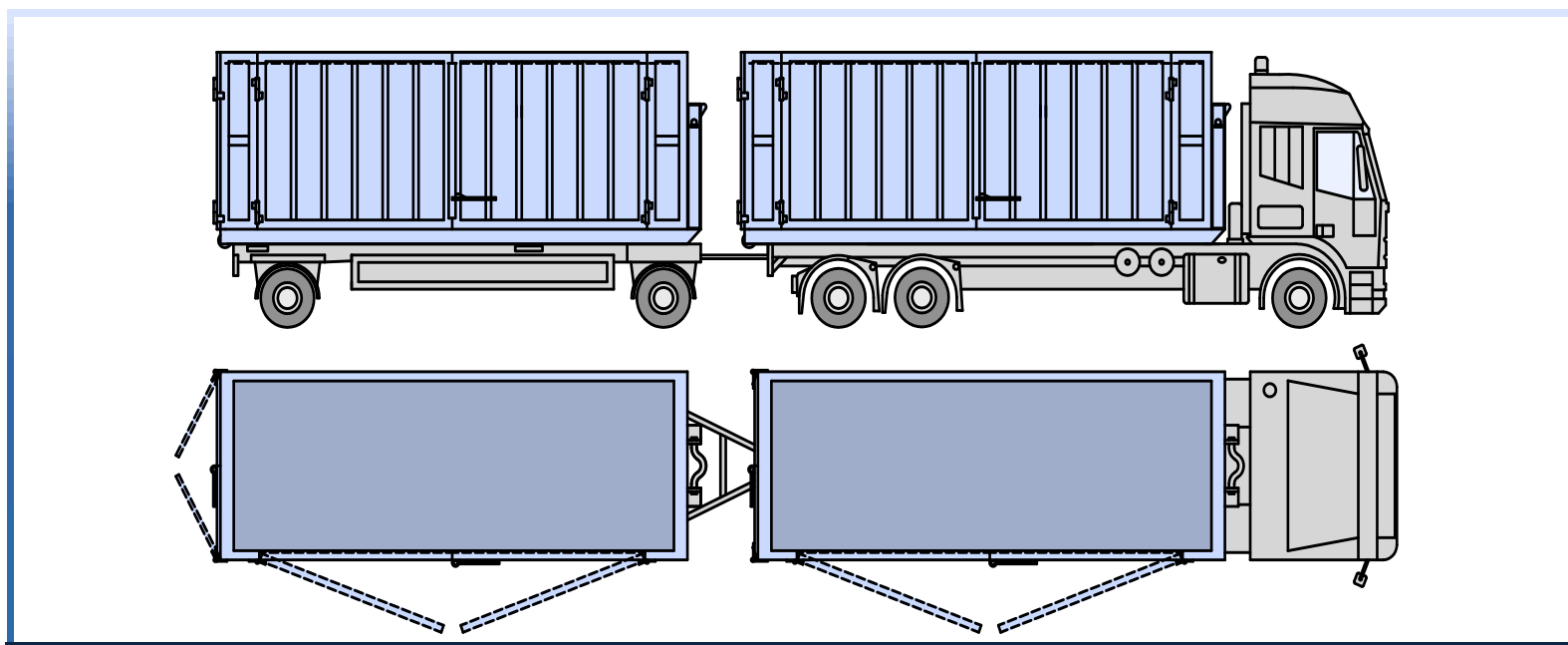
Begyűjtés



- kétutas levehető konténer



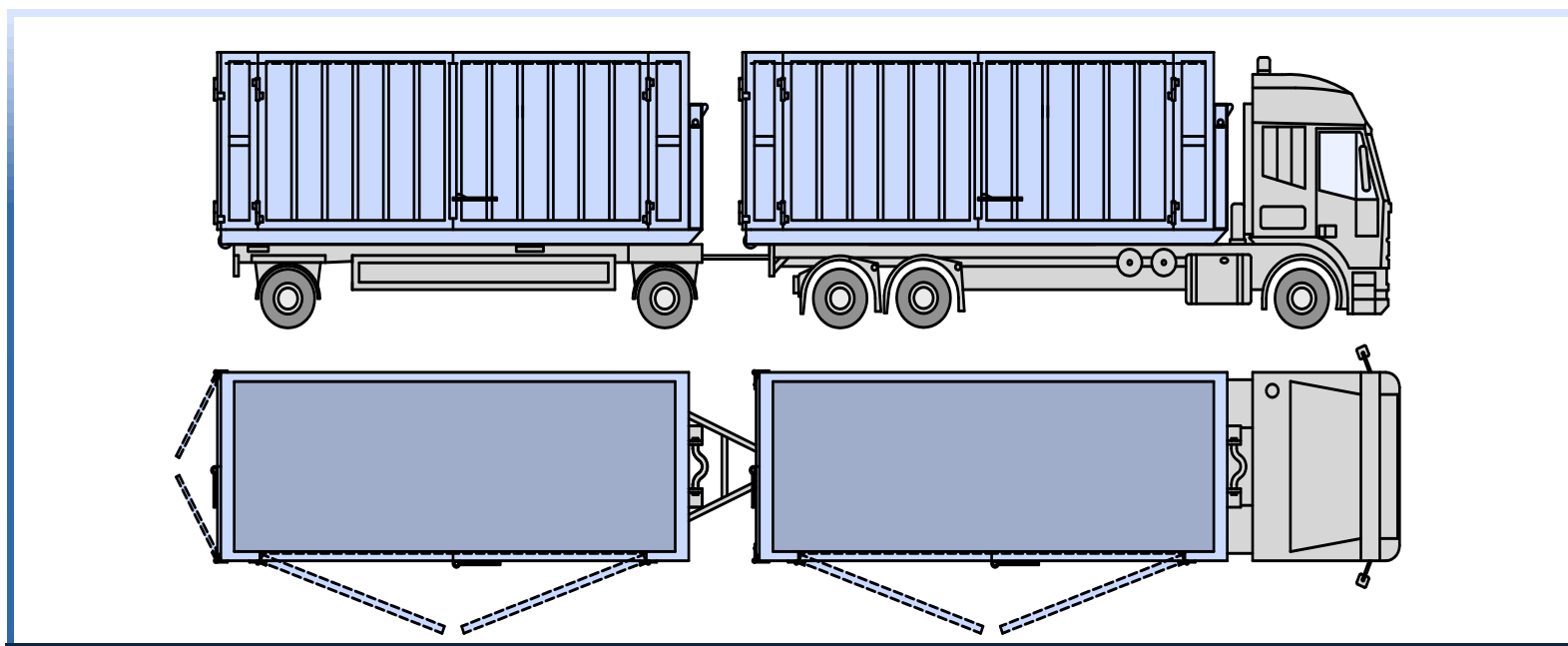
Begyűjtés



- kétutas levehető konténer



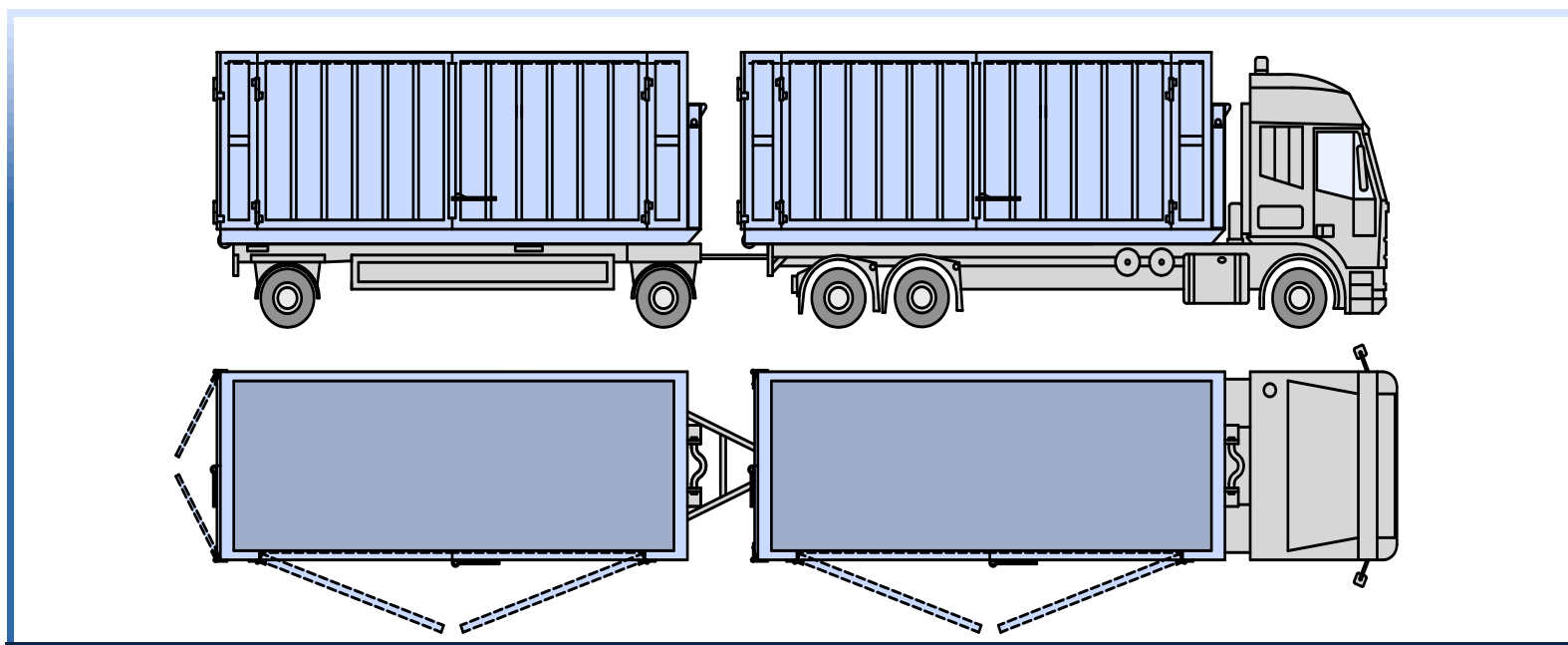
Begyűjtés



- kétutas levehető konténer



Begyűjtés



- kétutas levehető konténer



Lemezzipari műveletek

Lemezipari műveletek



Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés

Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés

Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés



Tárolás

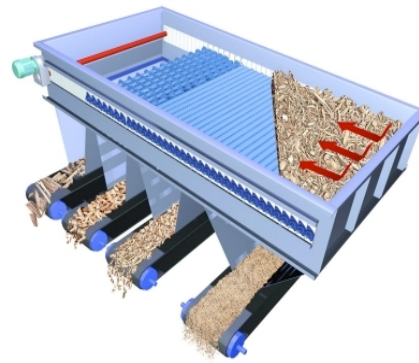
Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés



Tárolás



Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés



Tárolás



Görgős
forgácsosztályozó
(DYNASCREEN)

Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés



Tárolás



Görgős
forgácsosztályozó
(DYNASCREEN)



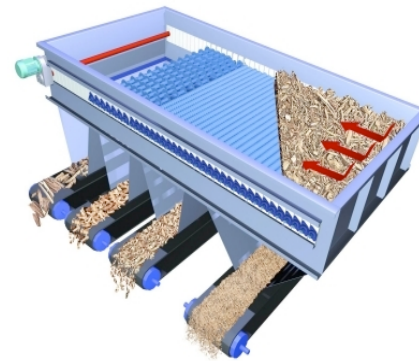
Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés



Tárolás



Görgős
forgácsosztályozó
(DYNASCREEN)



Görgős
osztályozó OSB
strandhez
(QUADRADYN)

Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés



Tárolás



Görgős
forgácsosztályozó
(DYNASCREEN)



Görgős
osztályozó OSB
strandhez
(QUADRADYN)



Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés



Tárolás



Görgős
forgácsosztályozó
(DYNASCREEN)



Görgős
osztályozó OSB
strandhez
(QUADRADYN)



Száraz tisztítás

Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés



Tárolás



Görgős
forgácsosztályozó
(DYNASCREEN)



Görgős
osztályozó OSB
strandhez
(QUADRADYN)



Száraz tisztítás



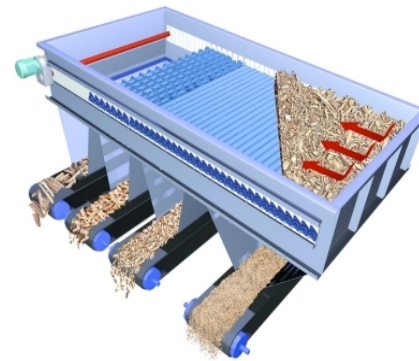
Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés



Tárolás



Görgős
forgácsosztályozó
(DYNASCREEN)



Görgős
osztályozó OSB
strandhez
(QUADRADYN)



Száraz tisztítás



Mágnesezhető és
nem mágnesezhető
szennyeződések
eltávolítása

Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés



Tárolás



Görgős
forgácsosztályozó
(DYNASCREEN)



Görgős
osztályozó OSB
strandhez
(QUADRADYN)



Száraz tisztítás



Mágnesezhető és
nem mágnesezhető
szennyeződések
eltávolítása



Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés



Tárolás



Görgős
forgácsosztályozó
(DYNASCREEN)



Görgős
osztályozó OSB
strandhez
(QUADRADYN)



Száraz tisztítás



Mágnesezhető és
nem mágnesezhető
szennyeződések
eltávolítása



Finomítás

Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés



Tárolás



Görgős
forgácsosztályozó
(DYNASCREEN)



Görgős
osztályozó OSB
strandhez
(QUADRADYN)



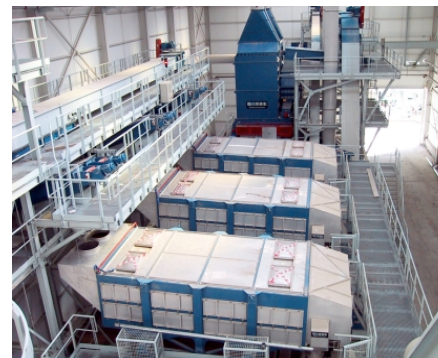
Száraz tisztítás



Mágnesezhető és
nem mágnesezhető
szennyeződések
eltávolítása



Finomítás



Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés



Tárolás



Görgős
forgácsosztályozó
(DYNASCREEN)



Görgős
osztályozó OSB
strandhez
(QUADRADYN)



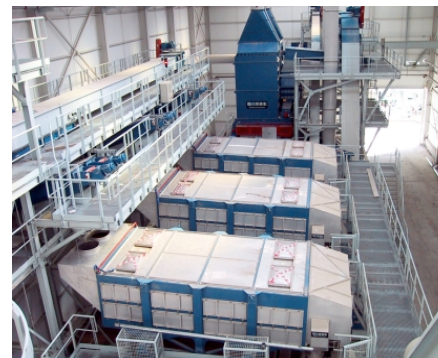
Száraz tisztítás



Mágnesezhető és
nem mágnesezhető
szennyeződések
eltávolítása



Finomítás



Szita osztályozás

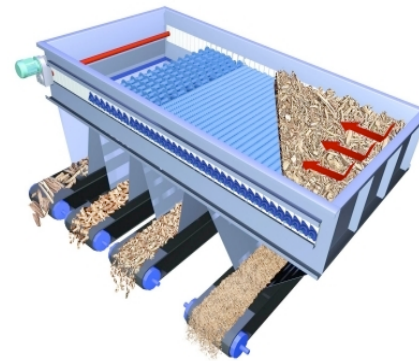
Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés



Tárolás



Görgős
forgácsosztályozó
(DYNASCREEN)



Görgős
osztályozó OSB
strandhez
(QUADRADYN)



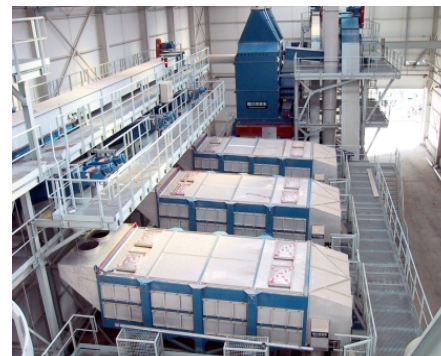
Száraz tisztítás



Mágnesezhető és
nem mágnesezhető
szennyeződések
eltávolítása



Finomítás



Szita osztályozás



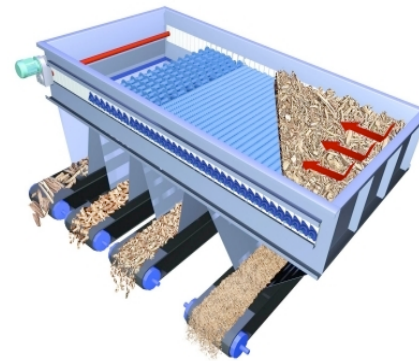
Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés



Tárolás



Görgős
forgácsosztályozó
(DYNASCREEN)



Görgős
osztályozó OSB
strandhez
(QUADRADYN)



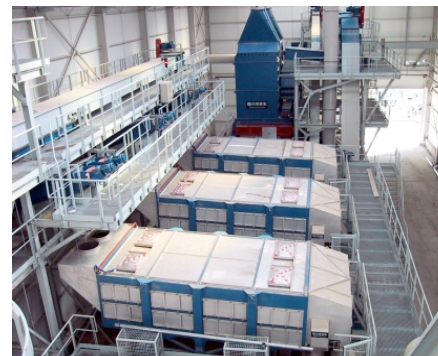
Száraz tisztítás



Mágnesezhető és
nem mágnesezhető
szennyeződések
eltávolítása



Finomítás



Szita osztályozás



Levegős
tisztítás

Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés



Tárolás



Görgős
forgácsosztályozó
(DYNASCREEN)



Görgős
osztályozó OSB
strandhez
(QUADRADYN)



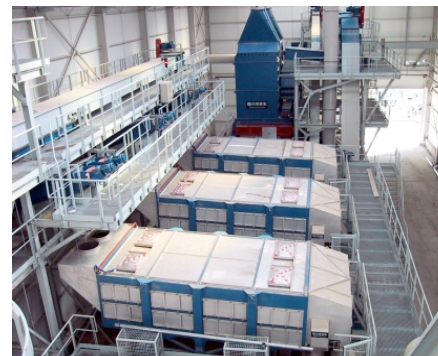
Száraz tisztítás



Mágnesezhető és
nem mágnesezhető
szennyeződések
eltávolítása



Finomítás



Szita osztályozás



Levegős
tisztítás



Lemezipari műveletek



Beadagolás -
Zúzás -
Forgácsképzés



Tárolás



Görgős
forgácsosztályozó
(DYNASCREEN)



Görgős
osztályozó OSB
strandhez
(QUADRADYN)



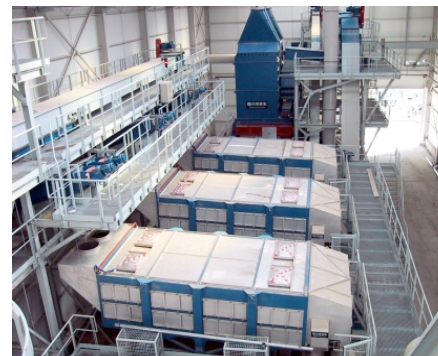
Száraz tisztítás



Mágnesezhető és
nem mágnesezhető
szennyeződések
eltávolítása



Finomítás



Szita osztályozás



Levegős
tisztítás



Mérés

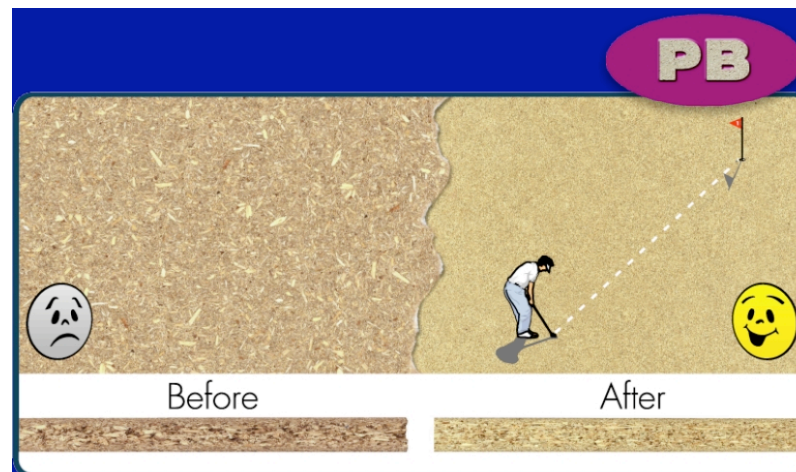
Újrahasznosítás a lemeziparban

FAFORGÁCSLAP & MDF

Száraz tisztító berendezések nyers fához
és hulladék fához



Magasabb termékminőség



OSB

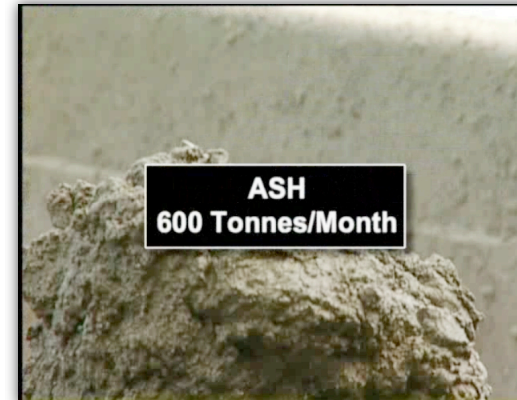
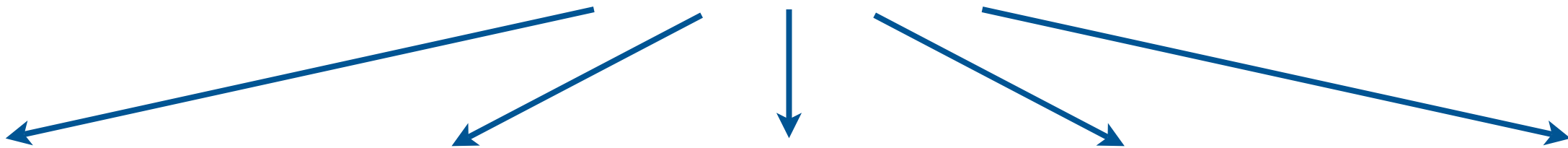
Kiváló terítők OSB gyártáshoz



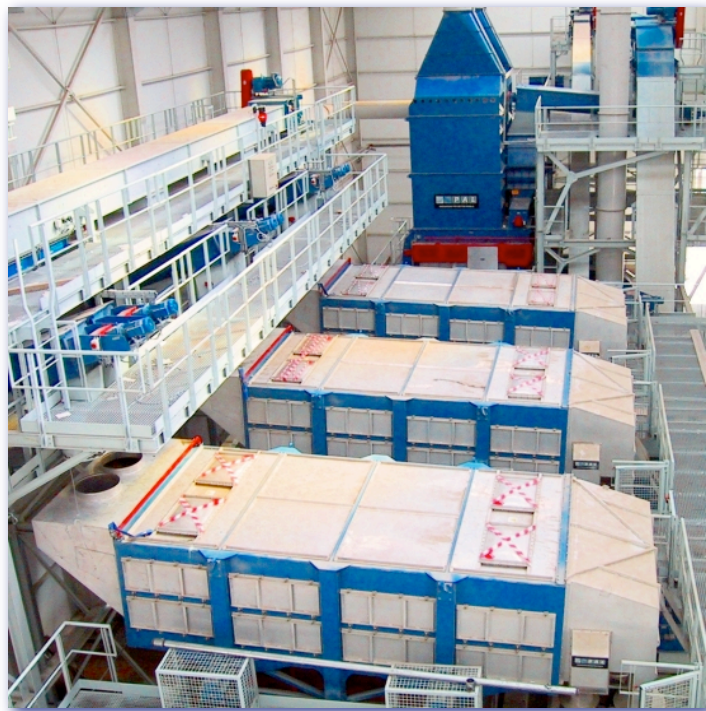
Újra hasznosíthatóság

Recyclable wood	PB	MDF
Újrahasznosított forgácslap	10	4
Újrahasznosított MDF	4	4
Bútoripari hulladékok :		
■ szélhulladék	10	8
■ gyaluforgács	10	8
■ CNC forgács	8	6
■ fűrészpor	8	4
Raklap	10	8
Kábeldob	8	6
Ládák	10	6
Bontási fahulladék	8	4
Régi bútor	6	2
Impregnált fa	0	0
READING KEY		
10 = Kiváló	8 = Jó	6 = Elmege
4 = Gyenge	2 = nagyon gyenge	0 = Alkalmatlan

Amit ki kell szűrni



Száraz forgács szitázás



Por



Fedő



Közép



Túlméret

Por tisztítása



Homok



Tiszta fapor

Levegős osztályozás - fedő



Vastag forgács -
közép forgács vagy
újra aprítás



Nehéz
szennyező
anyagok



Tiszta fedő
forgács

Levegős osztályozás - közép



Túlméret -
utánaprítóba



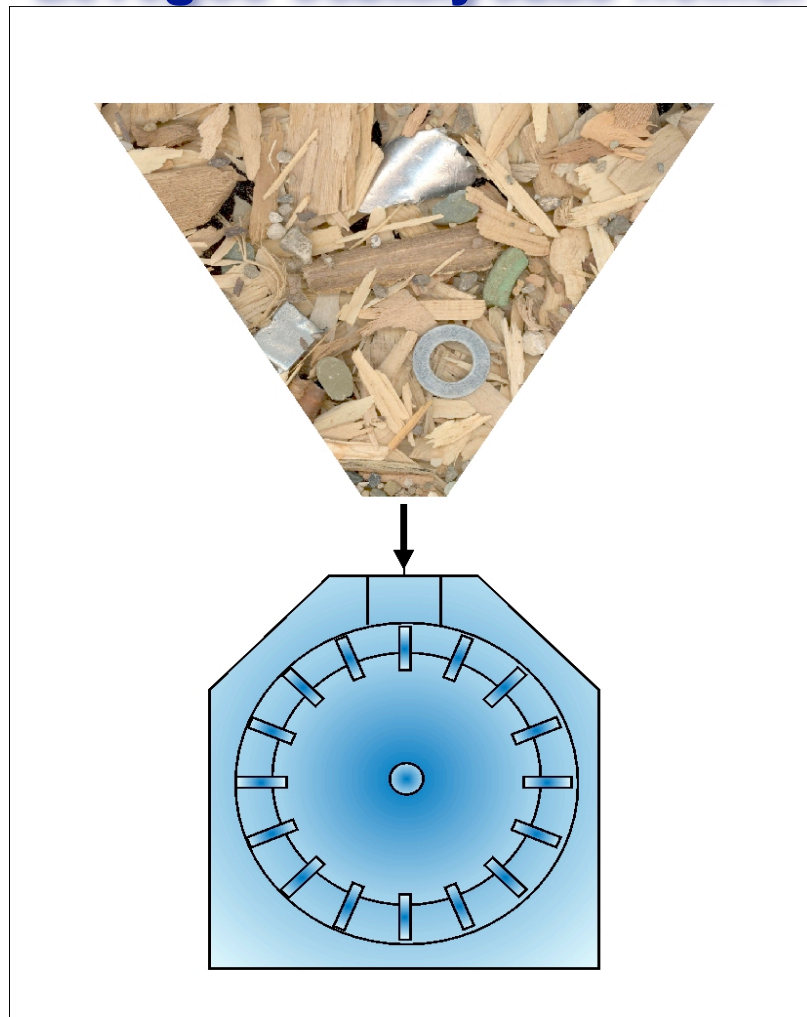
Nehéz
szennyeződés



Vékony/tiszta
középforgács

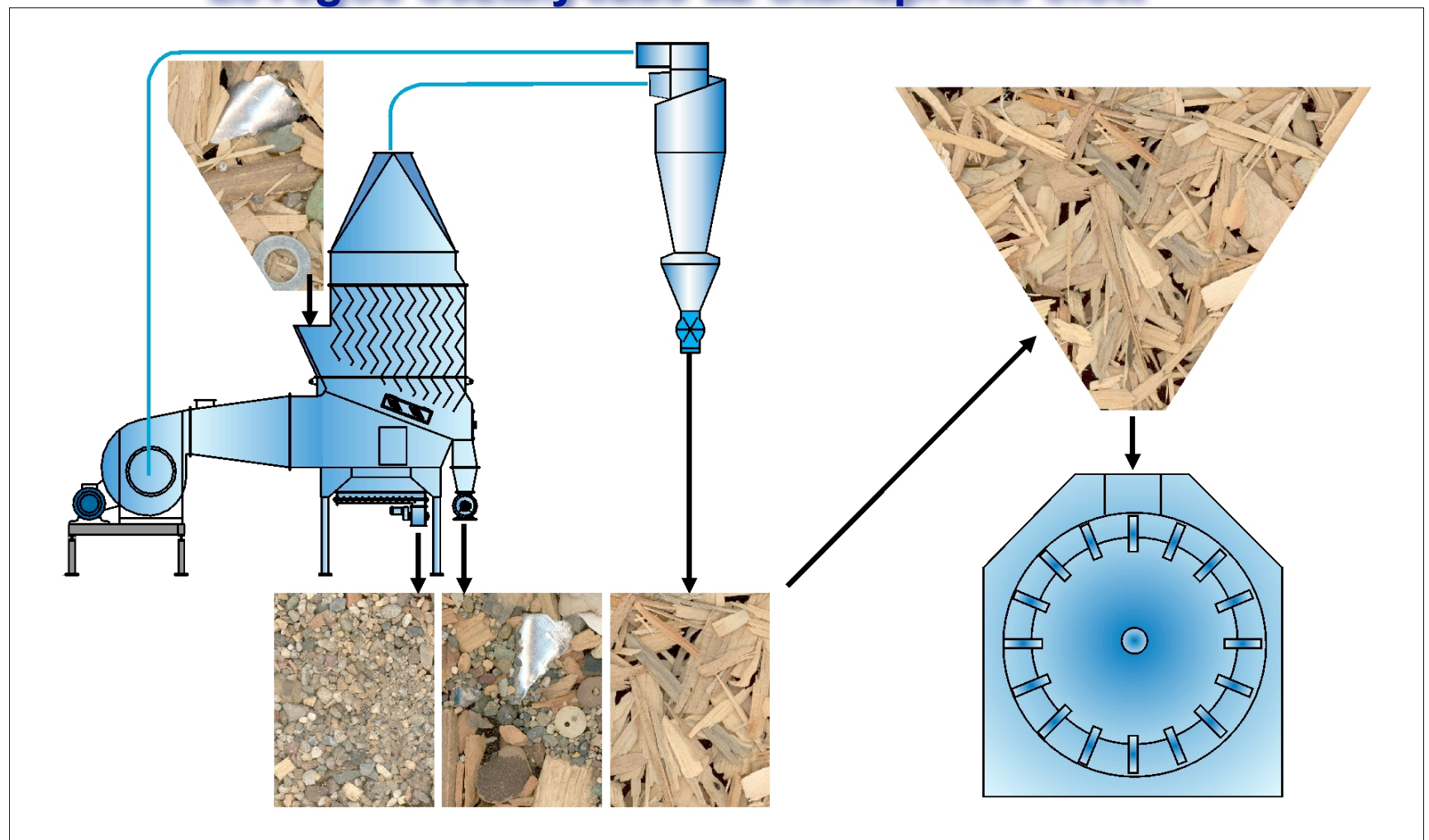
Levegős osztályozás előnyei

Levegős osztályozás nélkül



Szikra-, tűzveszély

Levegős osztályozás az utánaprítás előtt



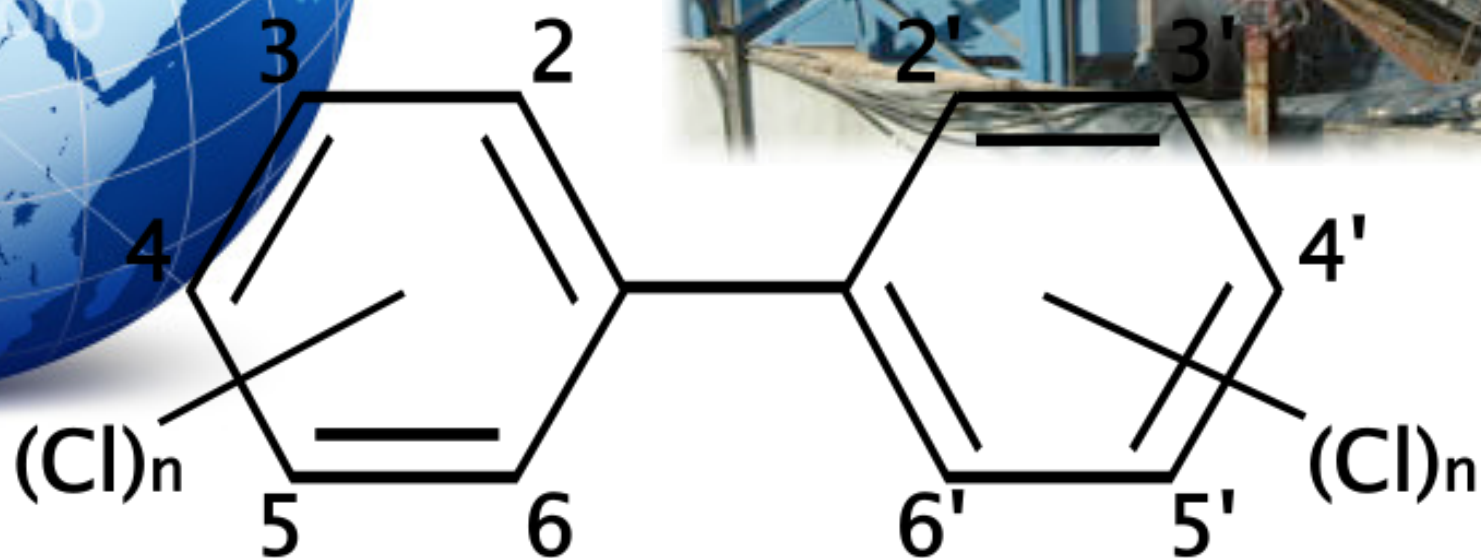
Megtisztított anyaggal elkerülhető a tűz

Elterjedés



Több, mint 200 újrahasznosító üzem működik a világon PAL technológiával.

Kutatási eredmények a világból

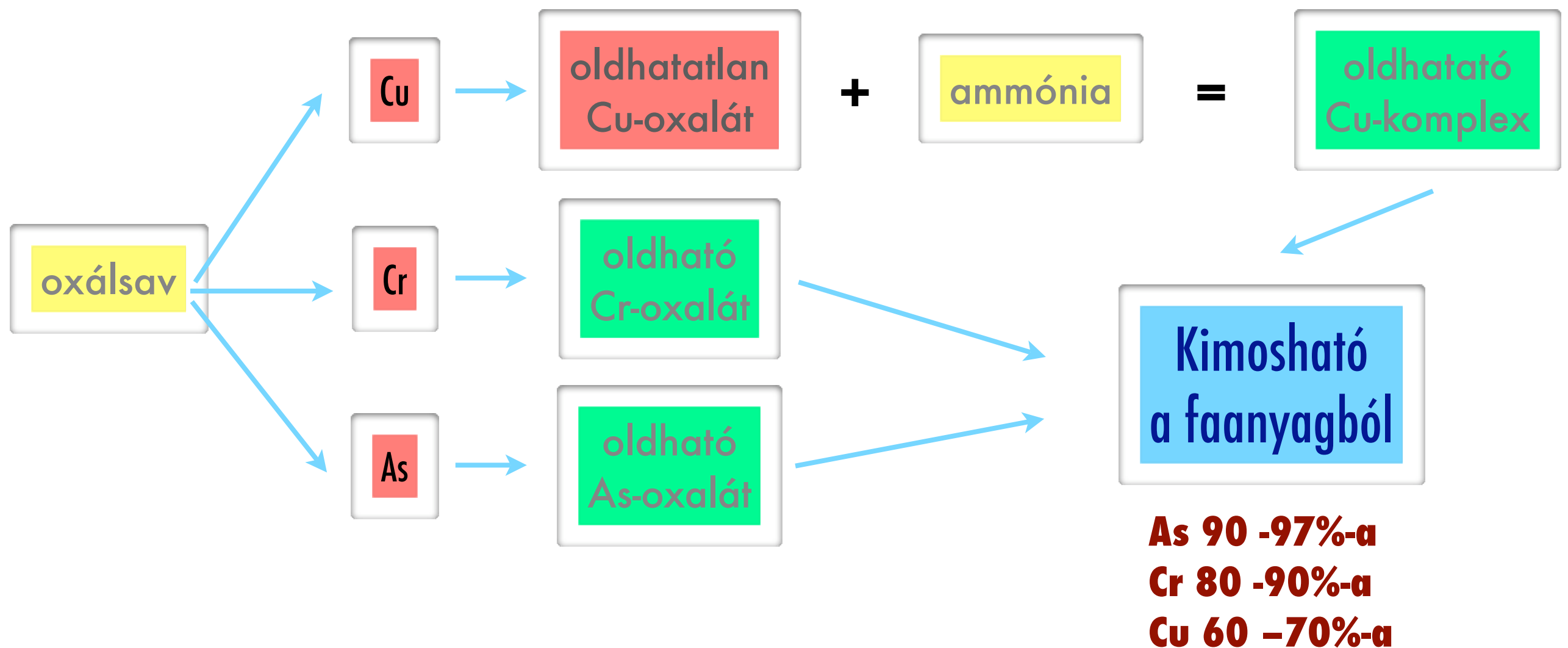


CCA-val telített fa tisztítása

- At EU-ban 3-4 millió m³/év CCA-val (réz, króm, arzén) kezelt fa hulladék keletkezik 2010-re
- Kezelési lehetőségek:
 - lerakás,
 - elégetés,
 - semlegesítés:
 - biológiai,
 - kémiai,
 - elektrokémiai.
- **Biológiai semlegesítés:** mérgező anyagok átalakítása ártalmatlan vagy kevésbé mérgező anyagokká mikroorganizmusok, enzimek által.

CCA - biológiai mentesítés

- Mikroorganizmus: barna korhadás gombája (*Antrodia-A. vaillantii*)
- A szennyezett faanyagot aprítják, megfertőzik gombával, ami a bontás során oxálsavat termel.

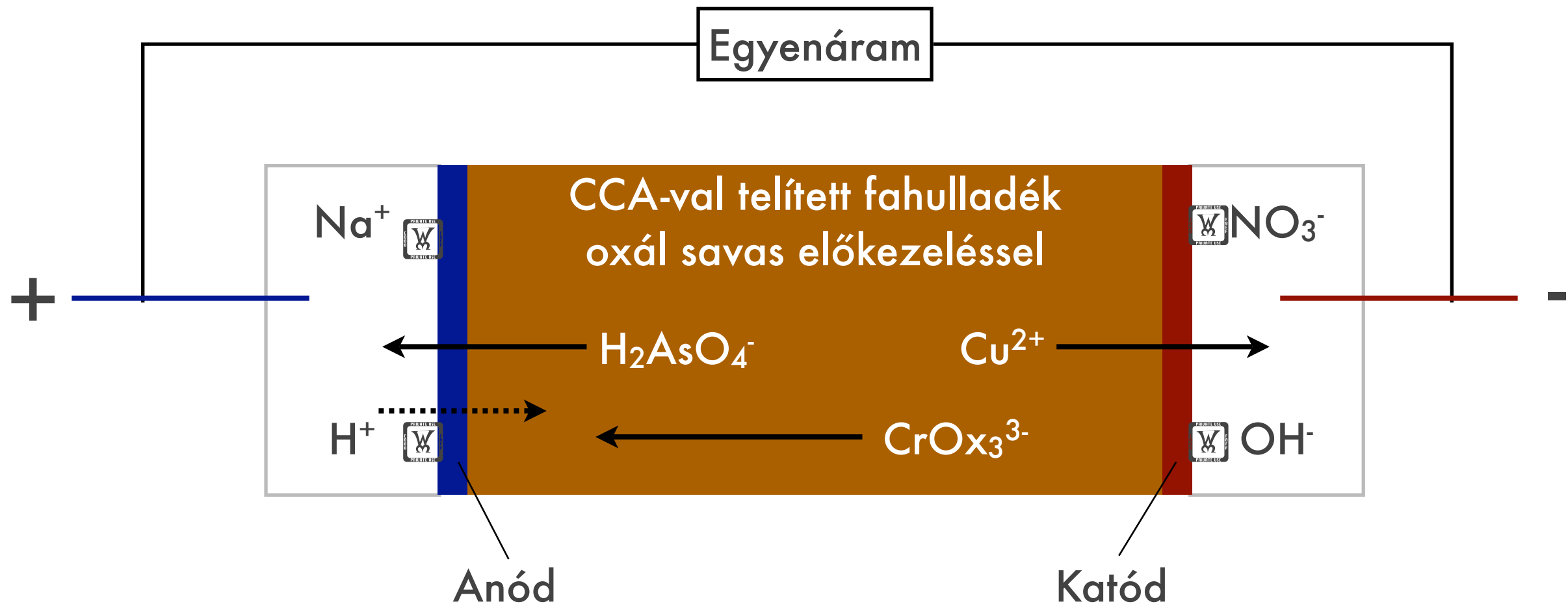


CCA - kémiai mentesítés

- Gyorsabb, mint a biológiai, kisebb aprítékot igényel.
- Savak megfordítják a CCA fixációs folyamatát és a fémeket visszaalakítják eredeti víz oldékony alakjukba.
- pl. 24 órás oxálsavas (pH=1,4) kezelés után
 - az **As 75%-ban**, a **Cu 61%-ban**, a **Cr 41%-ban** kioldódott a fából.
- sav és fémlekkötők kombinációjával, pl. EDTA (*etiléne diamin tetra-ecet sav*)
 - az **As 100%-ban**, a **Cu 90%-ban**, a **Cr 100%-ban** kioldódott a fából.

CCA - elektrokémiai mentesítés

Elektrodialitikus eljárás



As 96%-a
Cr 90%-a
Cu 95%-a

Szennyezés detektálása

Mit keresünk?

- nehézfémek: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Tl, Zn ...
- szerves vegyületek (nem illékony):
 - policiklusos aromás szénhidrogének, pl. naftalin, antracén, benzo [a] piréne
 - pentaklóro-fenol (PCP) és lindán
 - klórozott difenil (PCB)
- halogének: klór, bróm és fluor
- illékony szerves vegyületek (VOC)

Mintavétel és előkészítés



elsődleges minta

- durva őrlés
- osztályozás
- finom őrlés
- feltárás / extrakció

Hagyományos módszerek

Szennyezőanyag	Mintaelőkészítés	Detektálási módszer
nehézfémek	feltárás (mikrohullám, királyvíz)	atom abszorpciós vagy tömegspektroszkópia
PCP	származékképzés	gáz kromatográfia
lindán	származékképzés	gáz kromatográfia
favédőszerek	szilárd fázisú extrakció	gáz kromatográfia
PCB	extrakció	gáz kromatográfia
aldehidek	származékképzés	nagy teljesítményű folyadék kromatográfia
halogének	Schöninger-feltárás	ion kromatográfia
VOC	üveg kamra, termo deszorpció	gáz kromatográfia

Új módszerek

Szennyezőanyag	Mintaelőkészítés	Detektálási módszer
nehézfémek	őrlés, tömörítés, semmi	Röntgen fluoreszcencia, szín teszt
szerves anyagok	őrlés, feltárás	immunoassay, kapilláris elektroforézis
halogének	feltárás	ion szelektív elektróda
VOC	őrlés	mesterséges orr, ion mobilitás spektrometria

Néhány új módszer

Röntgen fluoreszcens spektrométer



- Gyors detektálás
- Alacsonyabb pontosság
- detektálási határ [mg/kg]
 - klór < 10 - 500
 - króm < 1 - 20
 - réz < 1 - 10
 - arzén < 1 - 10
 - kadmium < 1 - 10
 - ólom < 1 - 10

Szín indikátor



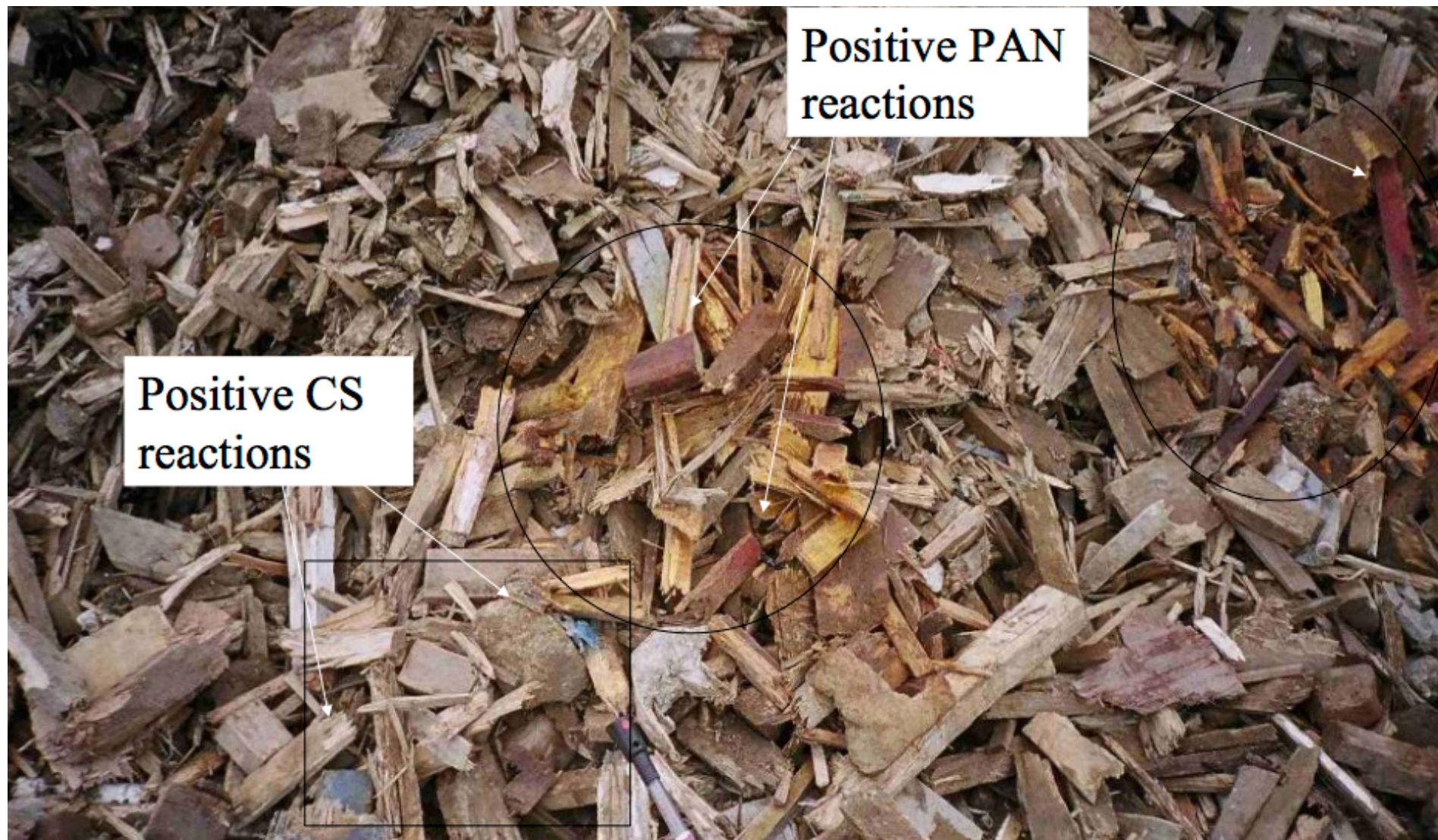
Krómazurol (CS) sötétkékre színez



1-(2-piridilazo)-2-naftol (PAN)
magentára színez



Szín indikátor



- Gyors módszerek pontatlanok
- Pontos módszerek lassúak, költségesek

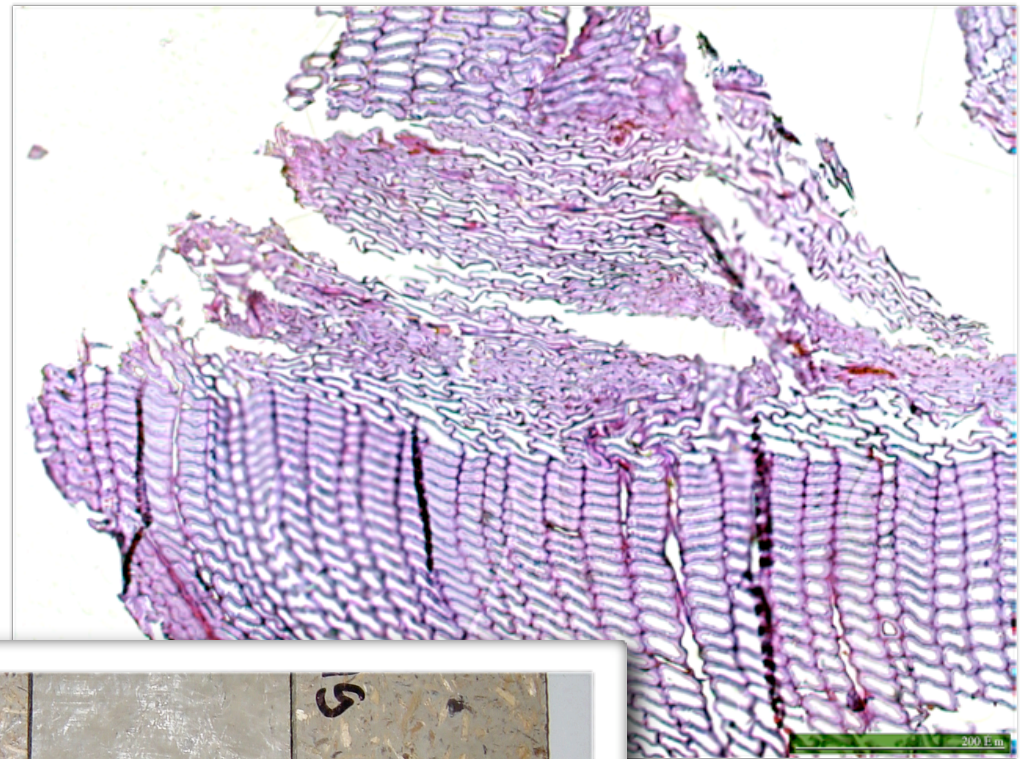
Újra használat Bécsben

Bécsi fűrészüzem bontott 100-200 éves épületfákat dolgoz fel:

- Bemenet: 3,000 m³/év (költség: 60 – 70 €/m³ vagy 180,000 – 210,000 €)
- Elkerült lerakási díj: 130 €/m³ (390,000 €)
- Kimenet: 2,000 m³/év (ár: 200 – 300 €/m³ akár 700 €/m³ a kiváló minőségért, összesen: 400,000 – 600,000 €)
- Termékek: bútor és padlóburkoló alapanyagául szolgáló fűrészáru.



FMK kutatások



Forgácslapok újrafeldolgozása

ALPÁR T. L.

NYME-FMK Lemezipari tanszék, Sopron

HATANO Y., Shibusawa T.

FFPRI Wood Composites Laboratory, Tsukuba

Faanyag újrahasznosítás ma

- Japánban a jelenleg újrahasznosított bontási hulladék: **38%**
- az elégetett hulladék: **62 %**
- 2010-ig az újrahasznosított anyagoknak (fa, forgácslap, MDF, műanyag, fém, beton, stb.) el kell érniük a **95 %-ot**.
- Már megoldott az ajtók, ablakok, rétegelt lemez, LVL, raklap, zsáluzó anyag, stb. újrahasznosítása:
pl. Tokyo Board forgácslap gyártó vállalat 95 %-ban a gyárban aprított bontott faanyagot használ
- Európában is több olyan gyár üzemel, ahol a fűrészpor, szélhulladék, bontott faanyag képezi a forgácslap gyártás alapanyagát 95 – 100 %-ban.

Forgácslap újrahasznosítása

- A forgácslapok, MDF-ek újrahasznosításának gazdaságos megoldásán jelenleg is folynak a kutatások
- Lehetőségek:
 - Újraaprítás
 - Kötőanyag hidrolízise
- A forgácslapok termikus kezeléssel történő újrahasznosítási eljárás szabadalmi bejelentése Japánban jelenleg folyamatban van.

A kísérletek célja

- A kísérletsorozat célja: a használt forgácslapok és MDF lapok minél jobb, gazdaságosabb újrahasznosítása.
- Az itt tárgyal két vizsgálati csoport ennek a kísérletsorozatnak az első két lépése volt.
- A módszer a régi lapok kalapácsos malomban történt újra forgácsolása, majd ennek a forgácsnak friss forgácossal, különböző százaléokban való keverése volt.
- Alkalmazott ragasztóanyagok: fenol-formaldehid és melaminnal modifikált karbamid-formaldehid.

A kísérletek alapanyagai

- Sugi (*Cryptomeria japonica*) forgács (kalapácsos malom),
- 13 U típusú forgácslap (13: h.szil., U: karbamid-formaldehid)
- melamin-karbamid-formaldehid,
- fenol-formaldehid,
- 20 % NH_4Cl oldat

A lapgyártás módszere

- Forgácsképzés: kalapácsos malomban
- Forgács osztályozása: csak #40 felett
- Keverés: dobkeverőben pneumatikus kötőanyag beporlasztással
- Terítékképzés: kézzel 500 x 500 mm-es keretbe
- Préselés:
 - 180 °C préshőmérsékleten,
 - lapvastagsággal (15 mm) szabályozott présnyomáson,
 - lapközép hőmérsékletével szabályozott présidővel

Vizsgálati módszerek

- Japán Ipari Szabvány, a JIS A 5908 alapján:
 - hajlítószilárdság,
 - lapsíkra merőleges húzószilárdság,
 - vastagsági dagadás
- A lapsíkra merőleges húzószilárdság vizsgálata megfelel az MSZ EN 319-nek.
- A vastagsági dagadás mérése megfelel az MSZ EN 317-nek.
- A száraz hajlítószilárdság vizsgálata megfelel az MSZ EN 310-nek.

Vizsgálati módszerek folyt.

Továbbá:

- „A” típusú hajlítószilárdság nedves körülmények között:
 - 2 óra 70 °C-os vízben, majd további 1 óra 20 °C-os vízben
- „B” típusú hajlítószilárdság nedves körülmények között:
 - 2 óra forrásban lévő vízben, majd további 1 óra 20 °C-os vízben
- A lehasadó formaldehid vizsgálatára a Japán szabvány a desiccator eljárást alkalmazza.

Újraaprított 13U típusú lapok és friss Sugi forgács keverése, PF

Keverési arányok

13U	Sugi
0%	100%
10%	90%
20%	80%
40%	60%
60%	40%
80%	20%
100%	0%

- Fenol-formaldehid: 10 %
- Forgácsnedvesség: 4 %
- Teríték: 500 x 500 mm
- Préselés: amikor a lap közepébe helyezett termoelem a 110 °C-ot elérte, a prés kinyitott

Újraaprított 13U típusú lapok és friss Sugi forgács keverése, MUF

Keverési arányok

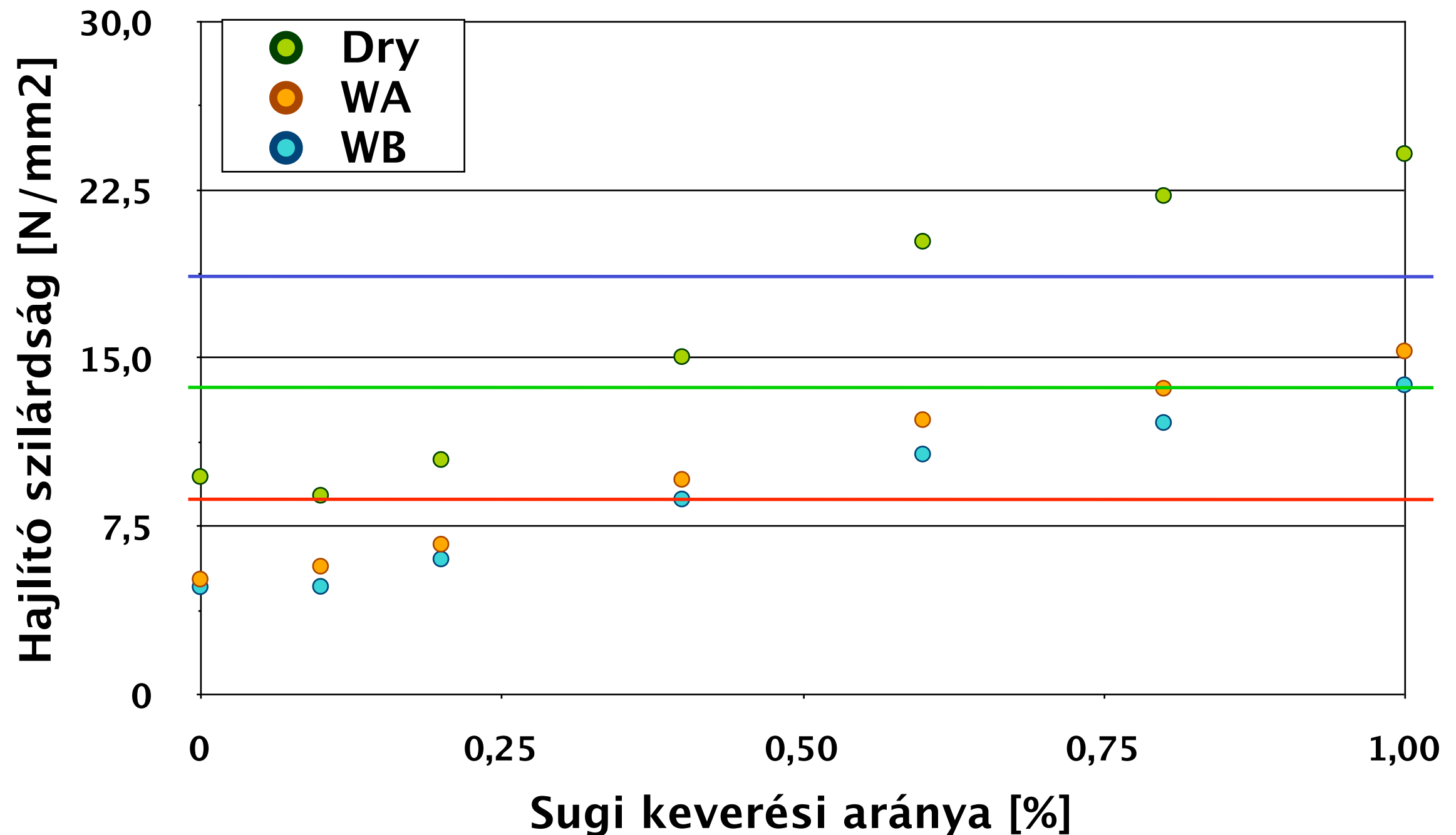
13U	Sugi
0%	100%
20%	80%
40%	60%
60%	40%
80%	20%
100%	0%

- Melamin-karbamid-formaldehid: 10 %
- Forgácsnedvesség: 4 %
- Teríték: 500 x 500 mm
- Préselés: amikor a lap közepébe helyezett termoelem a 110 °C-ot elérte, a prés kinyitott

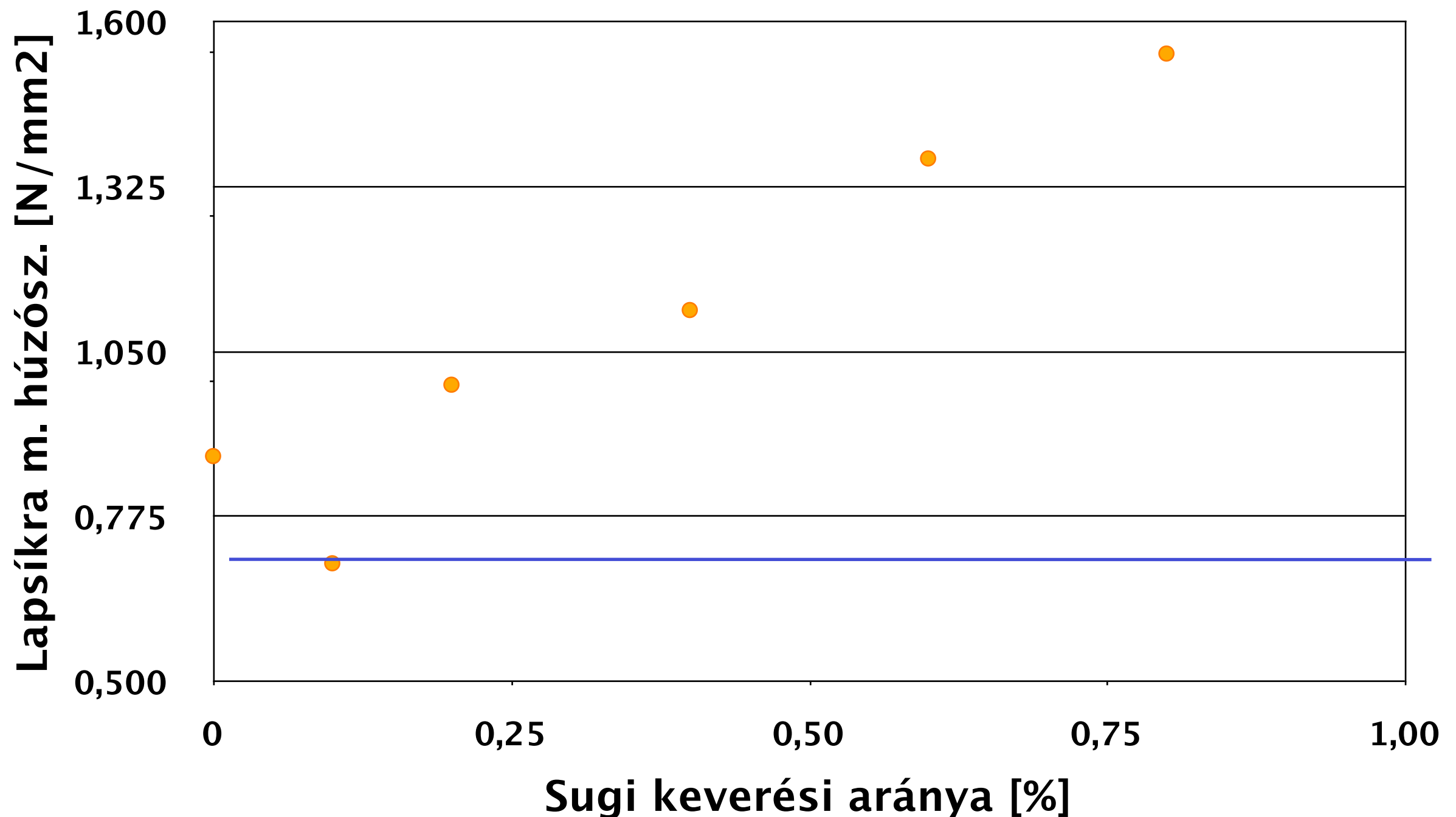
Eredmények

- A lehasadó formaldehid mennyisége minden esetben alacsonyabb volt a szabványban, az **E0** osztályra megadott 0,5 mg/l értéknél
- legmagasabb érték: 0,46 mg/l
- átlag érték: 0,4 mg/l

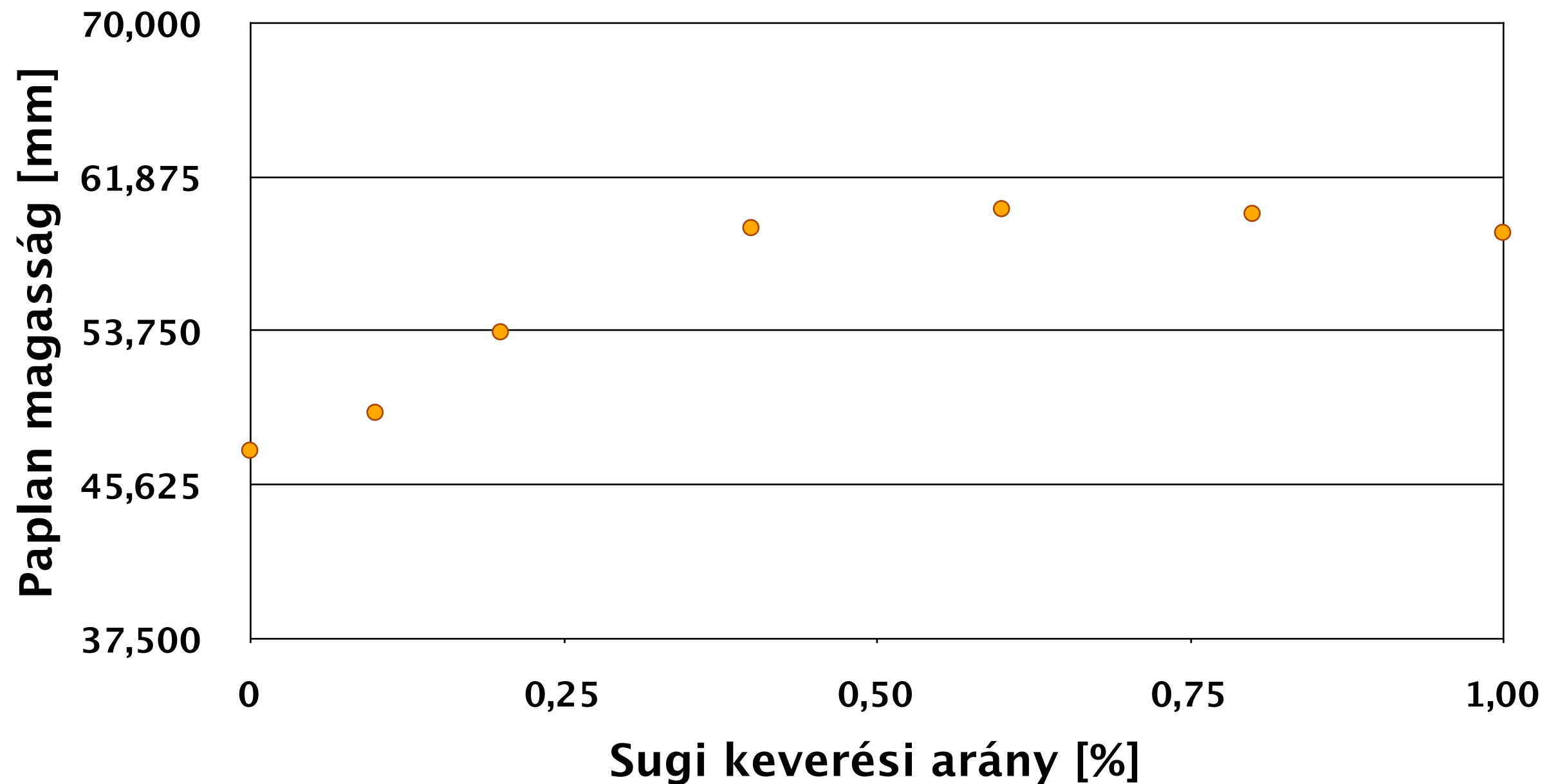
Hajlítószilárdság a különböző arányban kevert, PF lapoknál



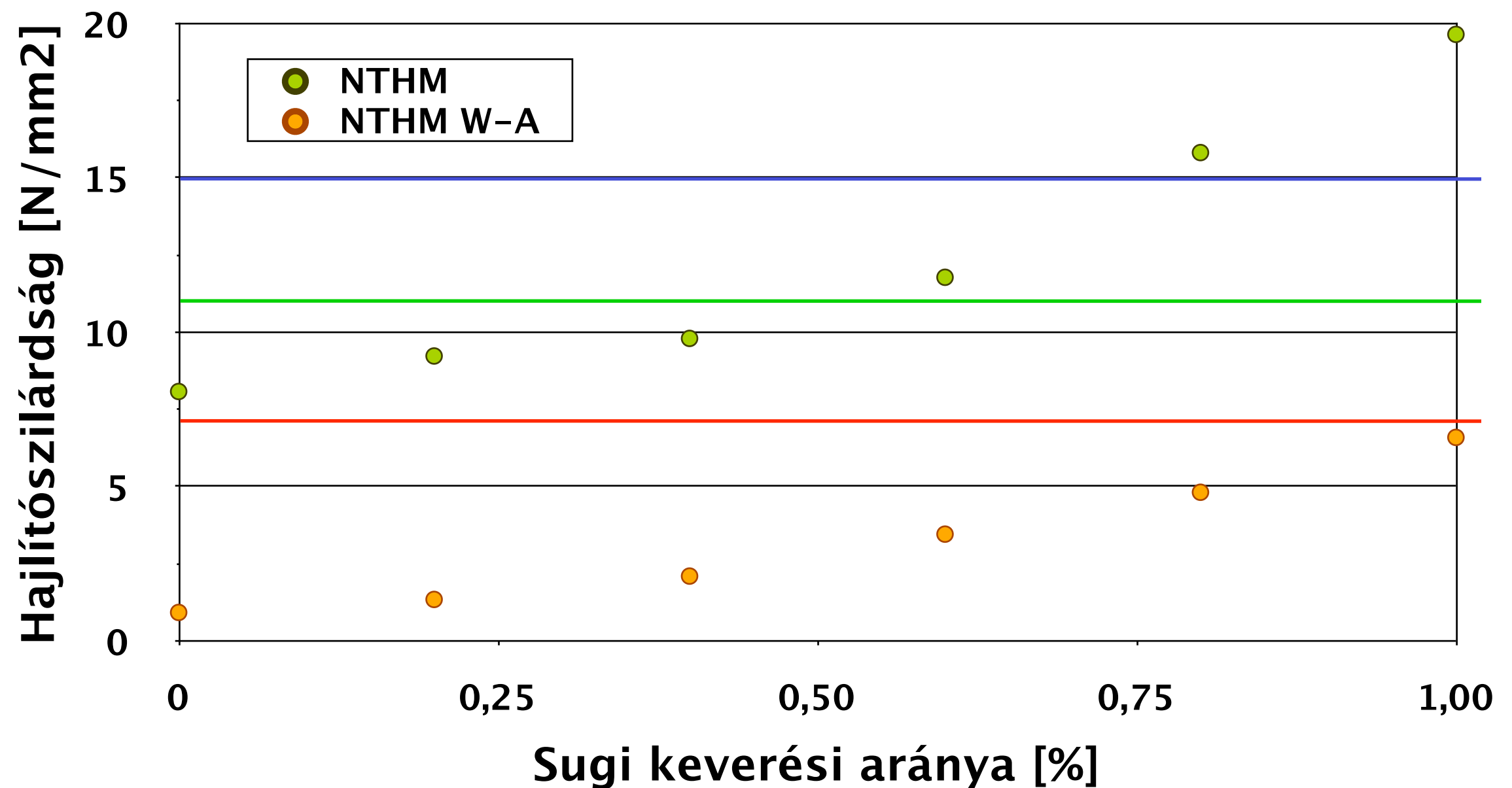
Lapsíkra merőleges húzószilárdság a különböző arányban kevert, PF lapoknál



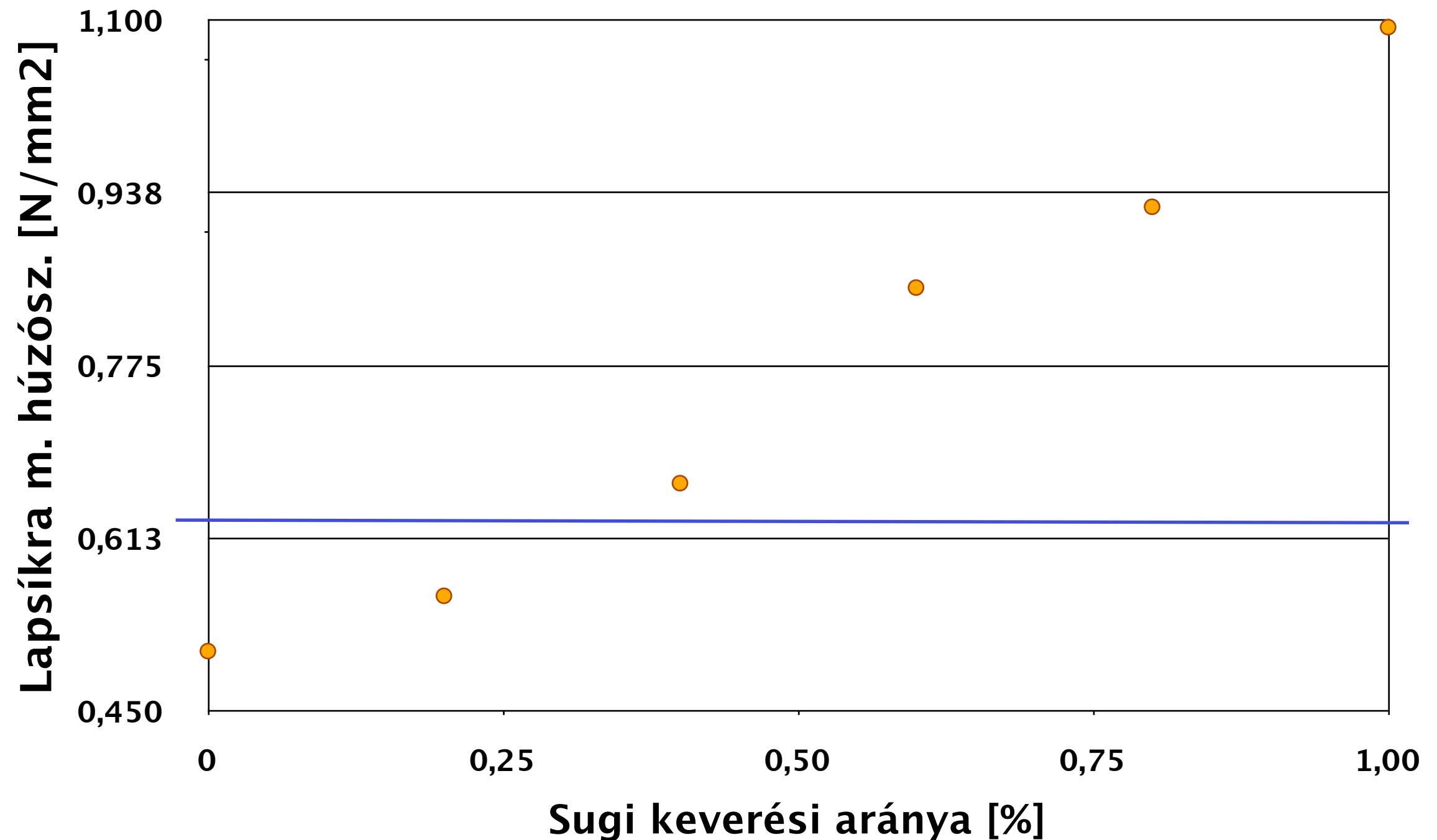
Különböző arányban kevert, PF lapok terítékeinek magasságai



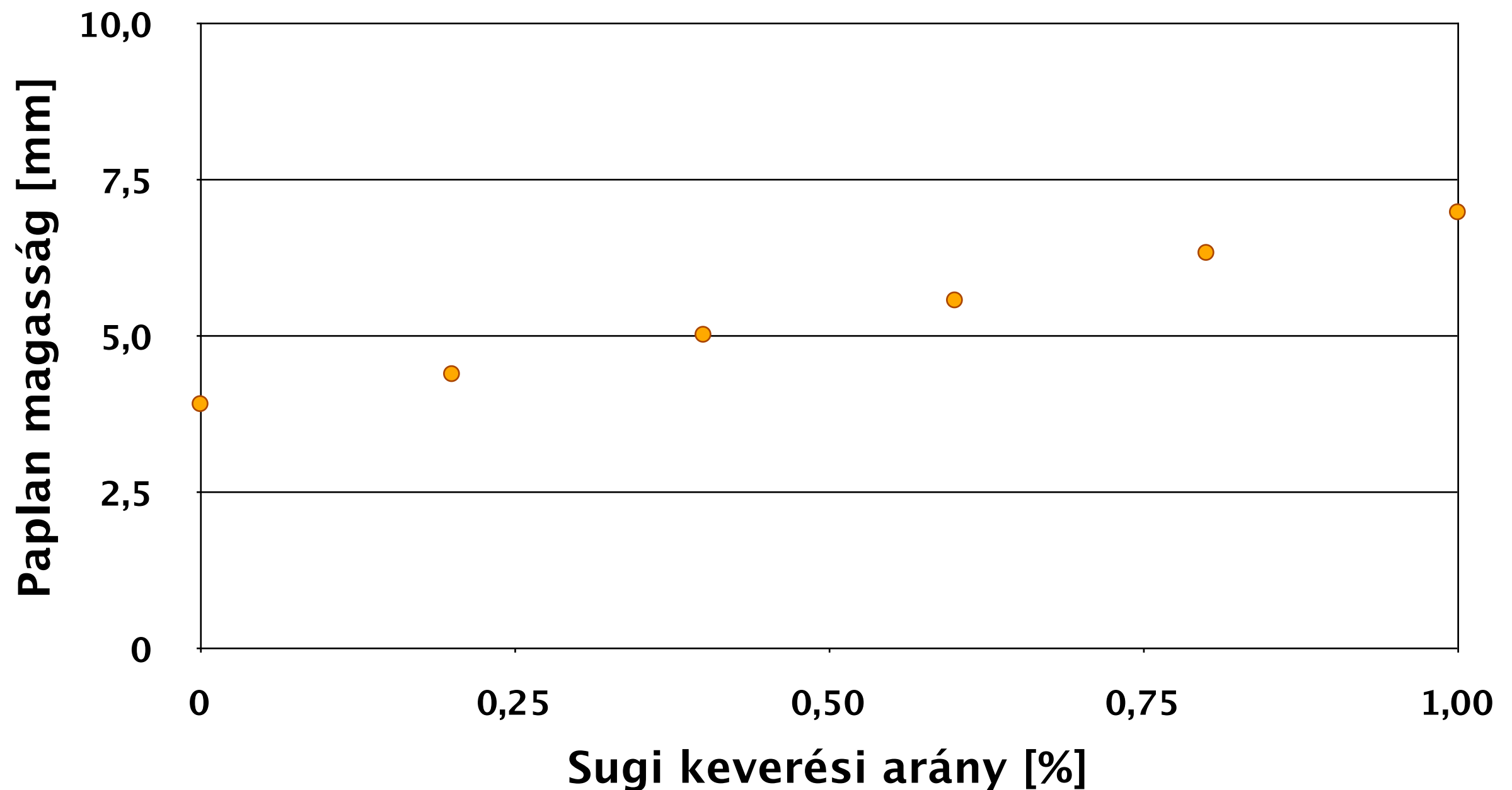
Hajlítószilárdság a különböző arányban kevert, MUF lapoknál



Lapsíkra merőleges húzószilárdság a különböző arányban kevert, MUF lapoknál



Különböző arányban kevert, MUF lapok terítékeinek magasságai



Következtetések

A Japán szabvány követelményeit figyelembe véve, PF ragasztóanyag alkalmazása mellett:

- 18P típusú forgácslapok voltak készíthetők, újraaprított forgácslapok 40 %-os adagolásával.
- 13P típusú lapokat már 50 – 60 %-os adagolási aránnyal is tudtunk gyártani.
- 8P típusú forgácslapok 100 %-os újrahasznosított forgácslapból is gyárthatók voltak.

Következtetések folyt.

MUF kötőanyag alkalmazása mellett:

- 18M típusú újrahasznosított lapot nem tudtunk készíteni.
- 13M típusú forgácslap készítéséhez maximálisan 20 – 30 % újrahasznosított forgács volt adagolható.
- 8M típushoz viszont a tisztán újraaprított forgács is megfelelt.

Következtetések folyt.

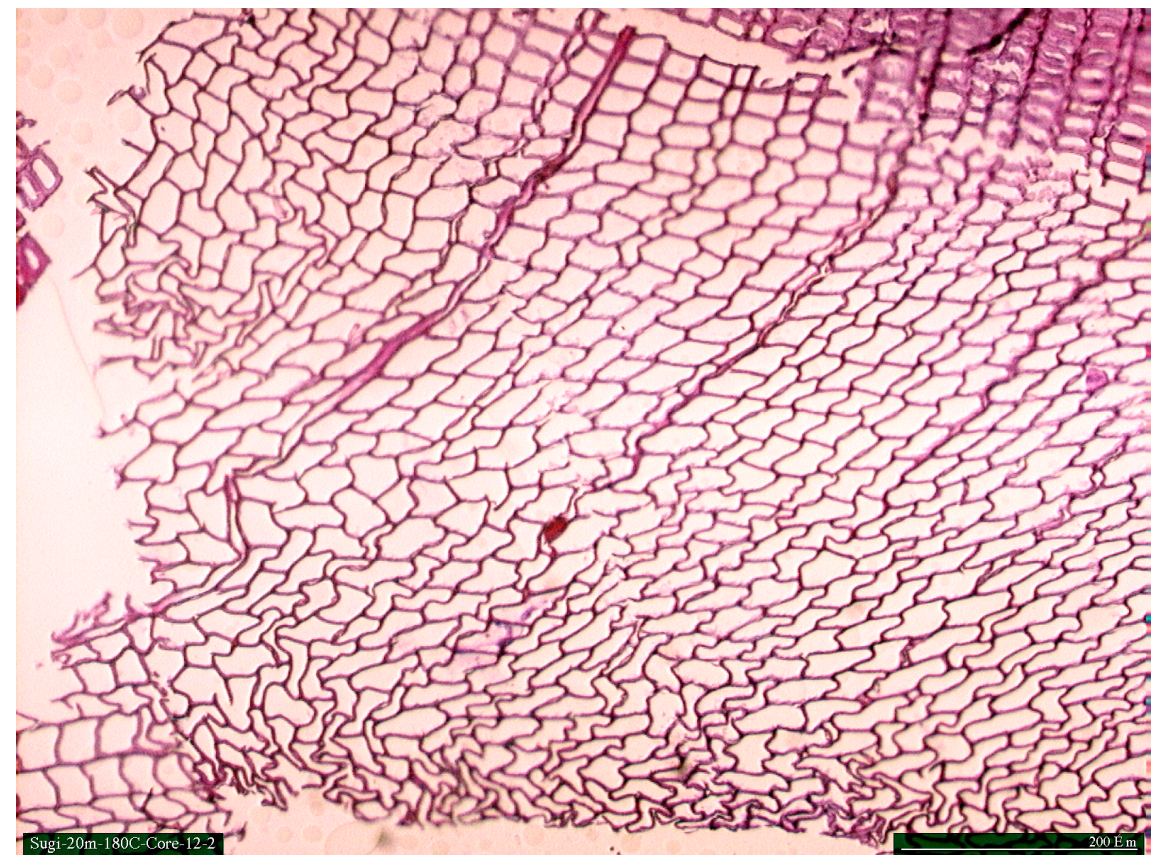
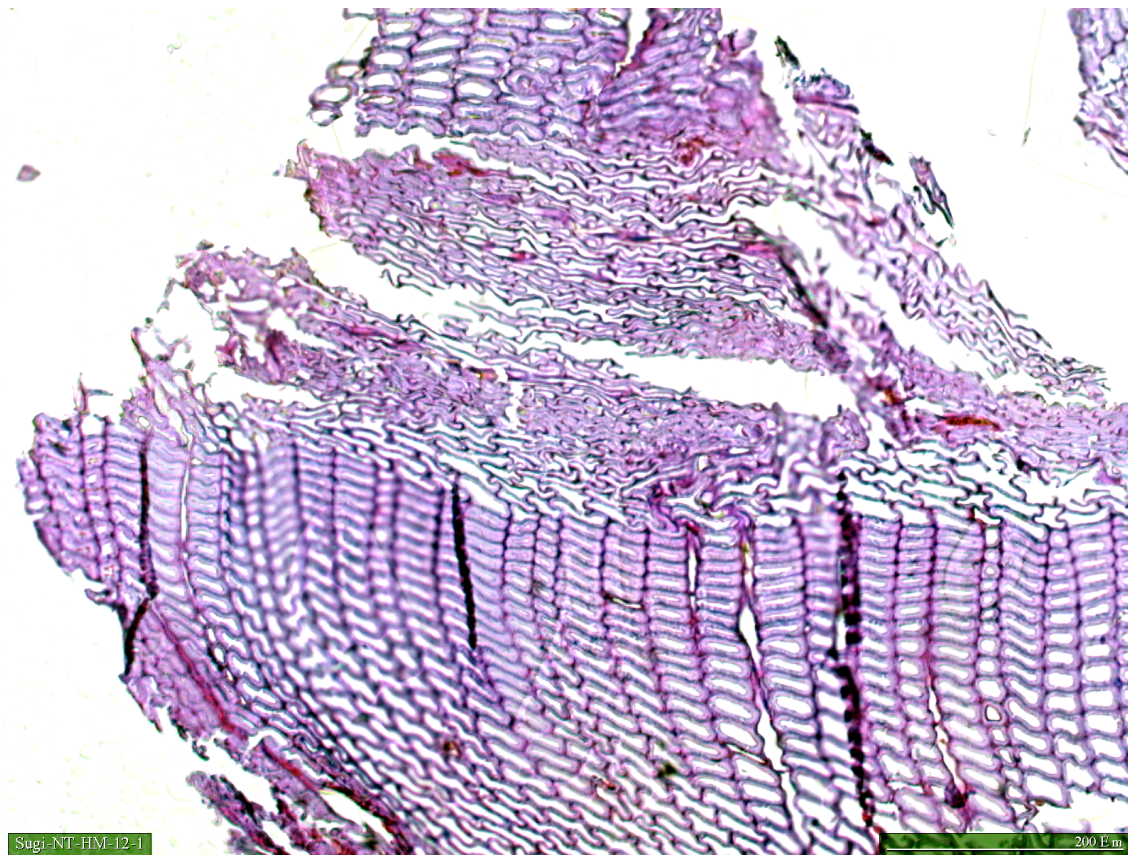
- Valamennyi lap lehasadó formaldehid tartalma alacsonyabb volt a Japán szabványban előírt maximális 0,5 mg/l-nél, annak ellenére, hogy a felhasznált újraaprított forgácsok már eleve tartalmaztak MUF gyantát.
- A lapsíkra merőleges húzószilárdság értékei minden esetben meghaladták a Japán szabványban előírt min. 0,3 N/mm² értéket.

Következtetések folyt.

- **Előny:**
- A kísérletek bizonyították, hogy akár egyszerű újra aprítással is lehetséges a régi forgácslapok újrafeldolgozása.
- **Hátrány:**
 - Az aprítás során a forgácsok is tovább aprózódnak.
 - Maga a kötés nem is szűnik meg, ezért a különböző méretű forgácsok továbbra is összetapadva, összepréselve maradnak, rövid, vastag alakban, ami hátrány az új lap gyártásakor.
 - Ugyanakkor a forgácsok összepréselve maradnak, nincs dekompresszió, ezért az új préselés nem olyan hatékony.

Következtetések folyt.

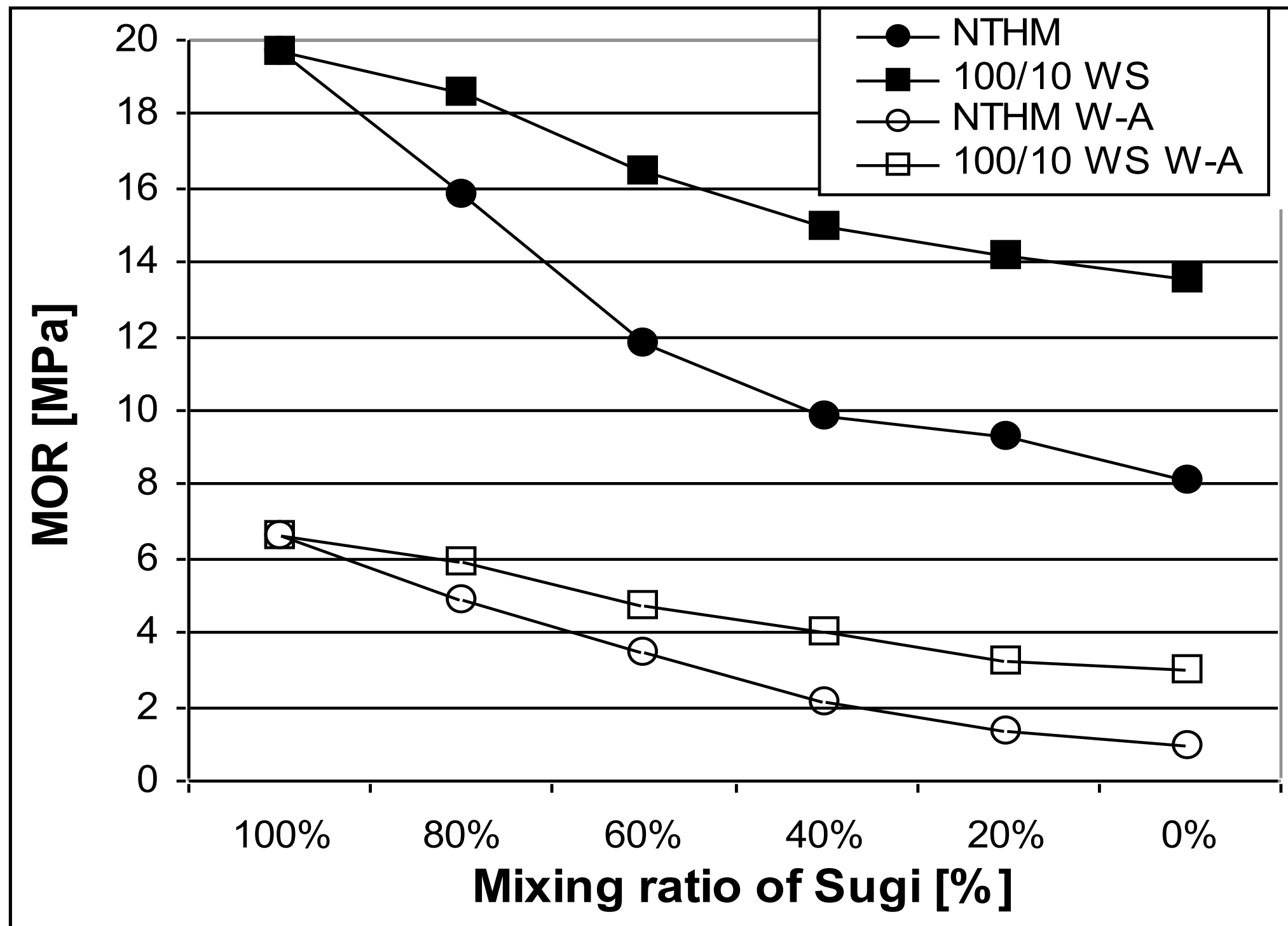
- **Megoldás:** a forgácslapok kötéseinek felhasítása hidrolízis révén.
- Ennek módszerét szintén kidolgoztuk, az eljárás szabadalmi bejelentése Japánban megtörtént.



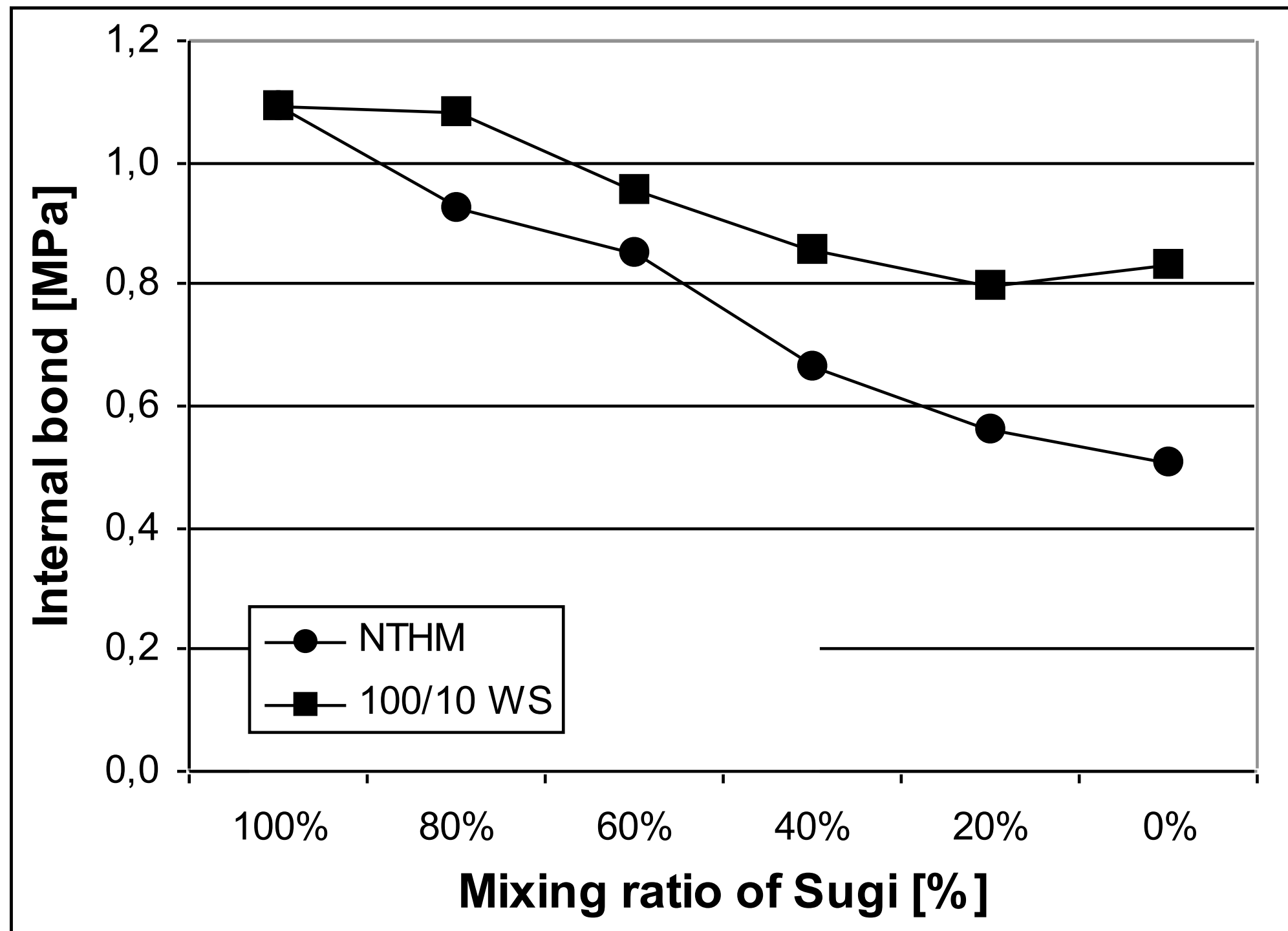
Hidrotermikus kezelés



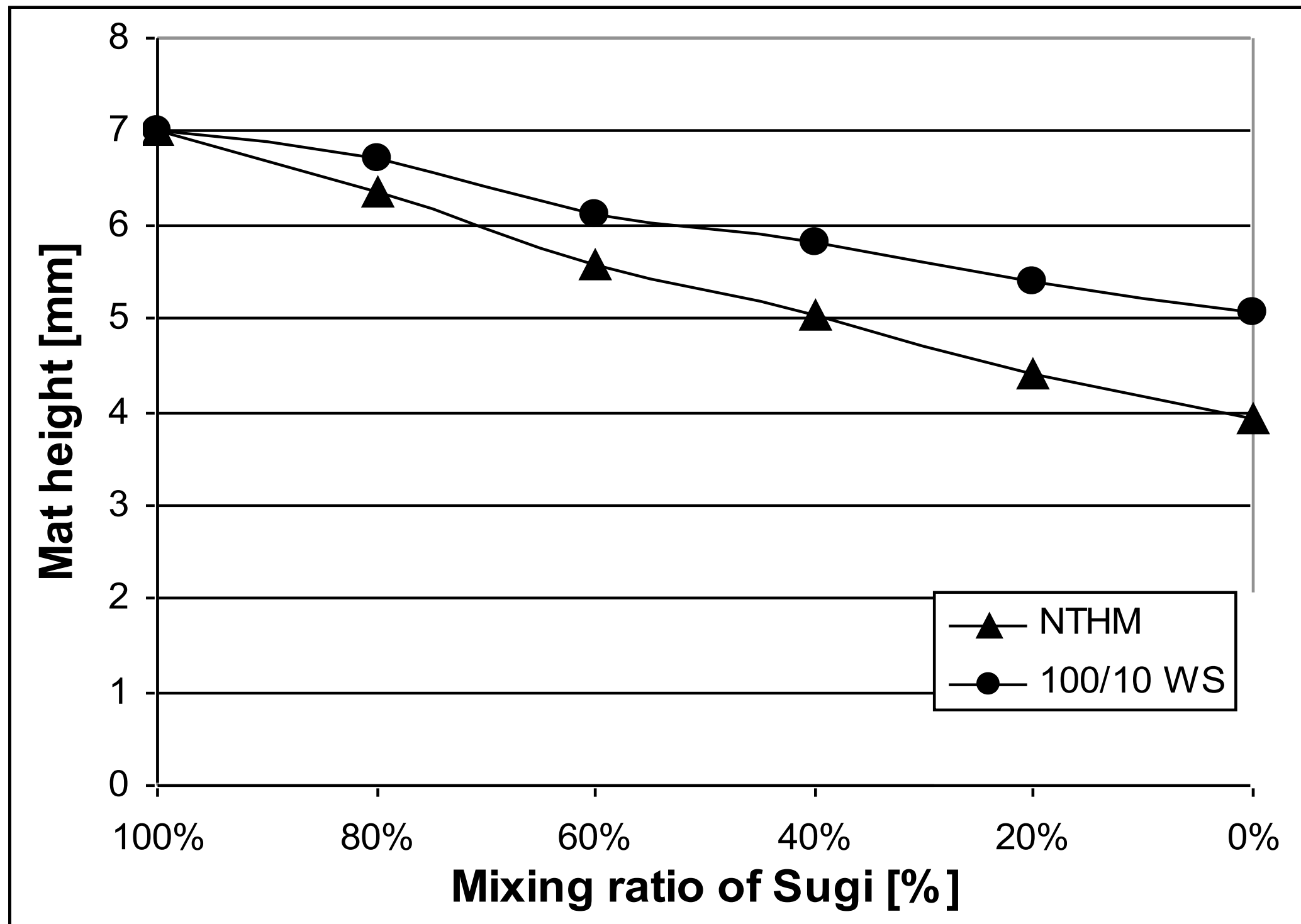
Újrahasznosított forgácslapok hajlítószilárdsága (hidrotermikusan kezelt ill. újraaprított forgácsból)



Újrahasznosított forgácslapok keresztirányú húzószilárdsága (hidrotermikusan kezelt ill. újraaprított forgácsból)



Paplanvastagság (hidrotermikusan kezelt ill. újraaprított forgács)



Production of cement-bonded particleboard from poplar

Alpár T. L., Rácz I.

**UWH Institute of Wood and Paper
Technology**

A kutatást támogatta:

- NKTH ERFARET 2.4. "Hulladékgazdálkodás és környezetvédelem"
- FALCO Zrt., Szombathely.

A kutatás célja

- szabványos minőségű cementkötésű forgácslap kifejlesztése hulladék bázison a kizárólagosan alkalmazott erdeifenyő részleges vagy teljes helyettesítésére

Hagyományos	Alternatív
Portland cement	Portland cement
Erdeifenyő (<i>Pinus sylvestris</i>)	használt raklapok (nyár)
vízüveg (Na_2SiO_3)	kalcium-klorid (CaCl_2) és kalcium-formiát ($\text{C}_2\text{H}_2\cdot\text{CaO}_4$)

Laptípusok

Vízüveggel gyártott lapok

Jelölés	100EF_Vü	80EF_Vü	60EF_Vü	40EF_Vü	20EF_Vü	0EF_Vü
Erdeifenyő [%]	100	80	60	40	20	0
Raklap [%]	0	20	40	60	80	100

Kalcium-kloriddal és kalcium-formiáttal gyártott lapok

Jelölés	100EF_Vü	80EF_Vü	60EF_Vü	40EF_Vü	20EF_Vü	0EF_Vü
Erdeifenyő [%]	100	80	60	40	20	0
Raklap [%]	0	20	40	60	80	100

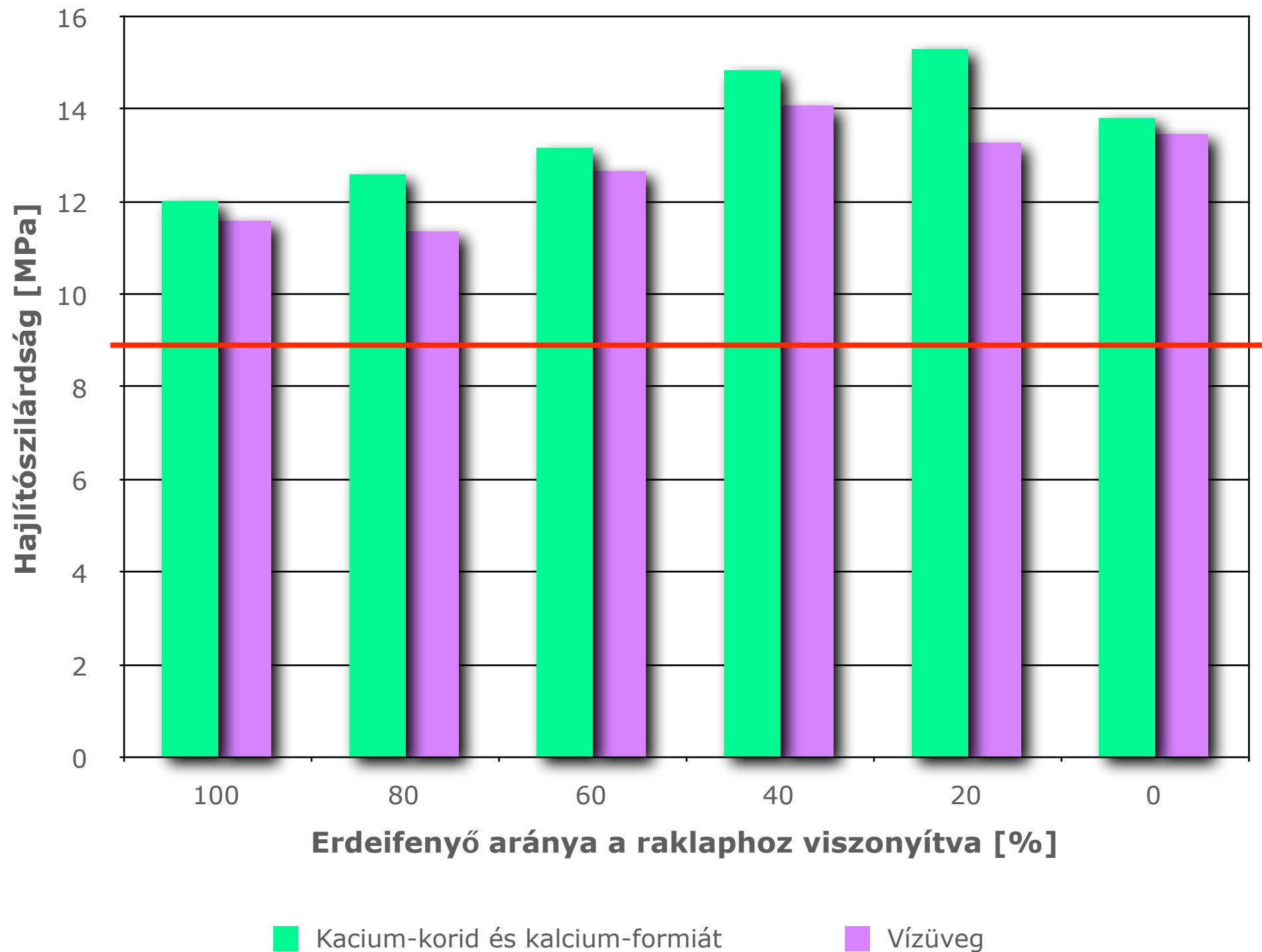
Gyártási paraméterek

- Méret: 0,4 m x 0,4 m
- Vastagság: 12 mm
- Fa-cement tényező: 1:2,6
- Teríték nedv.tart.: 44%
- Rétegek aránya: 30:40:30
- Fajlagos nyomás: 4,7 MPa
- Présidő: 14 óra
- Hidratációs idő: 14 nap

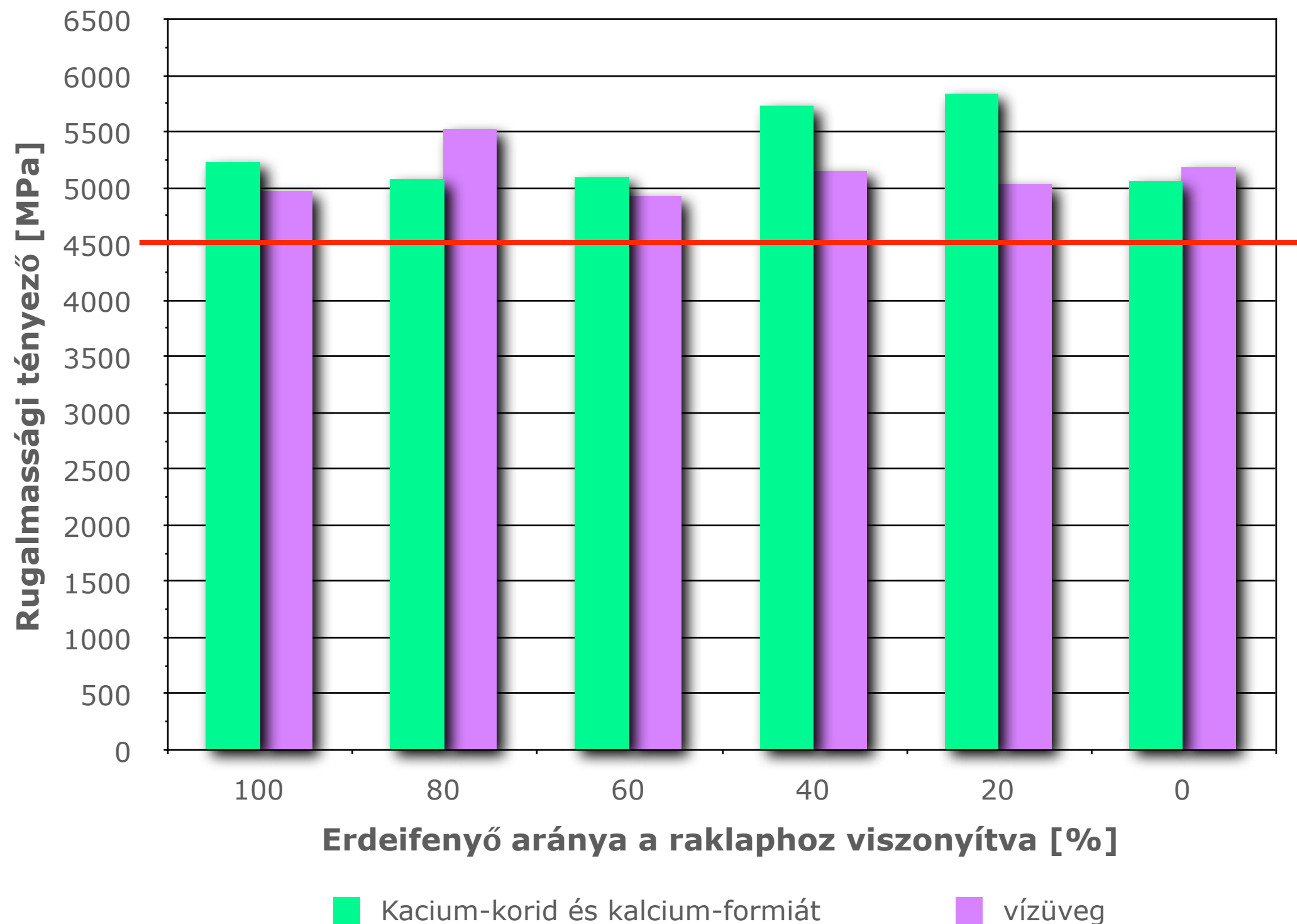
CK használt fából



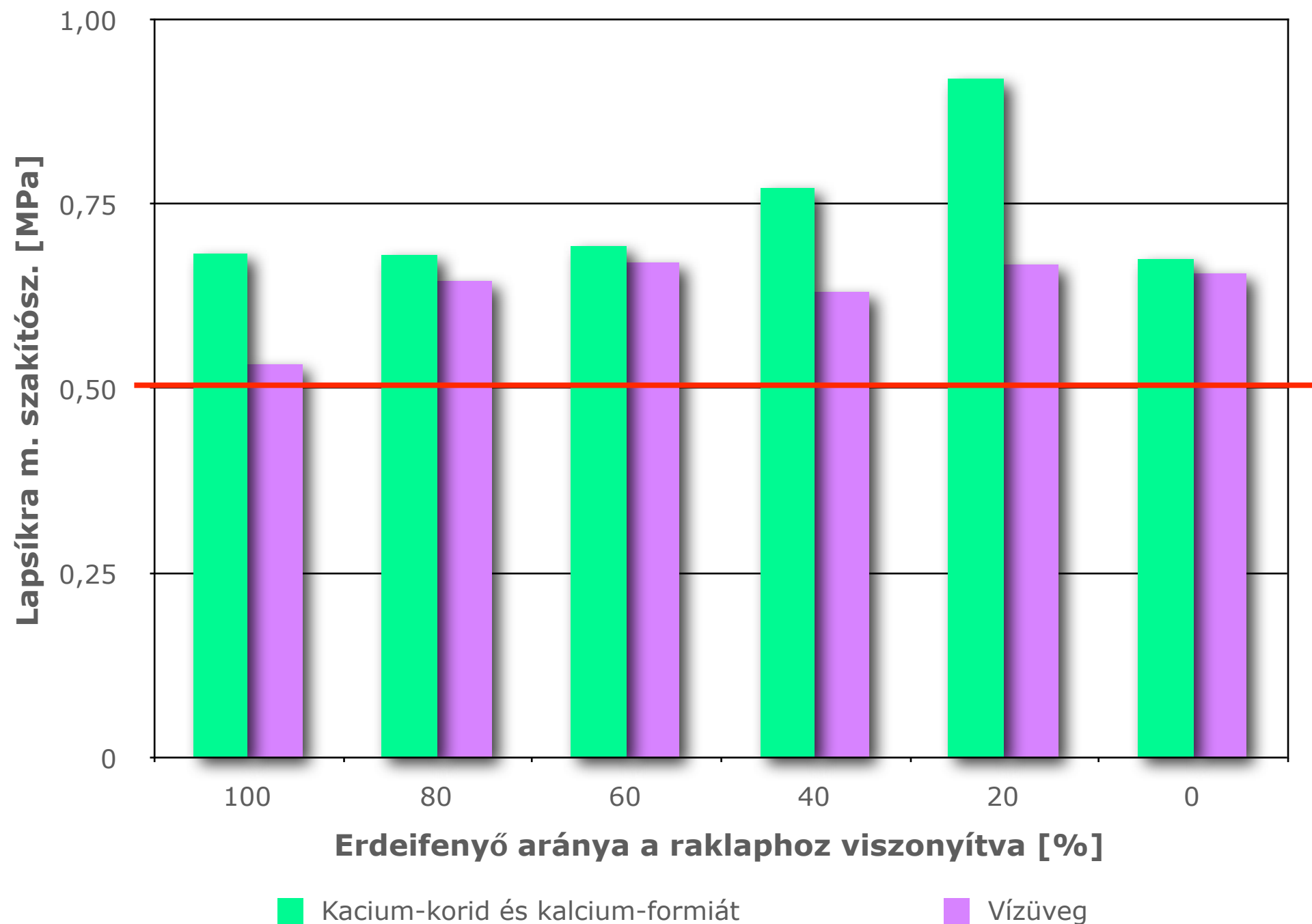
Hajlítószilárdság



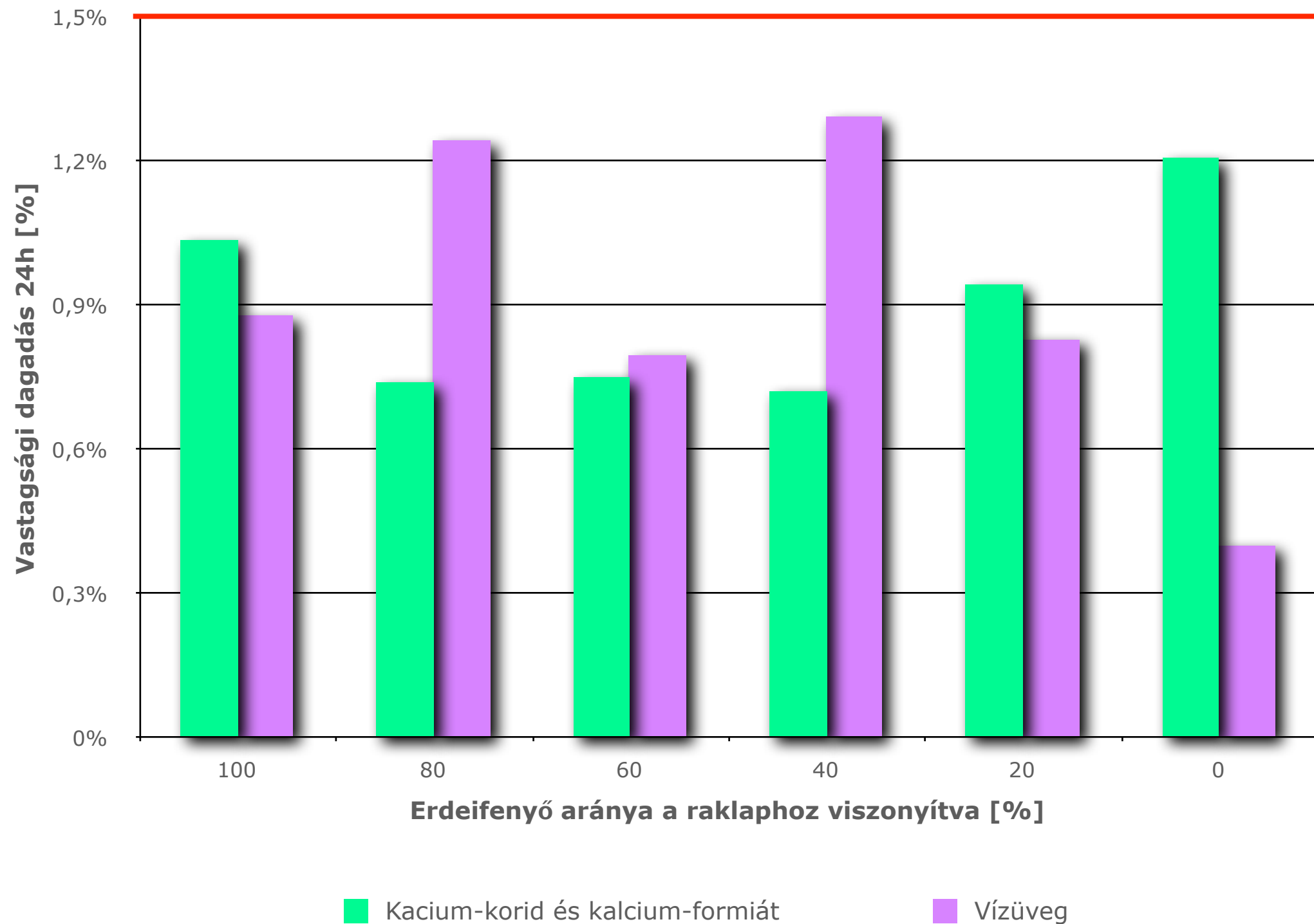
Ruhalmassági tényező



Lapsíkra m. szakítósz.



Vastagsági dagadás



Eredmények

- ajánlott részben vagy egészben legcserélni a drága erdeifenyőt nyár alapú használt raklapra – **nincs minőségbeli romlás**
- Ok:
 - a nyár forgácsok hosszabbak, „szőrösebbek”, és hullámosak – jól filcelődnek
 - nincs különbség a nyár és az erdeifenyő pH értékében, cukor és tannin tartalmában

Eredmények

- megfontolandó lecserélni a vízüveget kalcium-klorid és kalcium-formiát keverékére - az **erdeifenyő alapú lapok szilárdságát is megnövelte**
- Ok:
 - a forgácsok jobb mineralizációja

Csomagolási műanyag hulladékok újrahasznosítása

Alpár T., Koroknai L.

A kutatást támogatta:

BAROSS-7-2005-0240
(OMFB-000151/2007)

Cél

- A csomagolóeszköz korlátozott időtartamú felhasználásra szánt termék, feladata többnyire megszűnik, amint az áru eljut végső felhasználásához, ekkor általában hulladékká válik.
- Olyan fa-műanyag kompozitot hoztunk létre egyszerű technológiával , mely 100 százalékban hulladék anyagból készül:
 - használt fa,
 - használt poliprolilén.
- A fa-műanyag kompozit lapot lépésálló hőszigetelésként kívánjuk alkalmazni

Alapanyagok

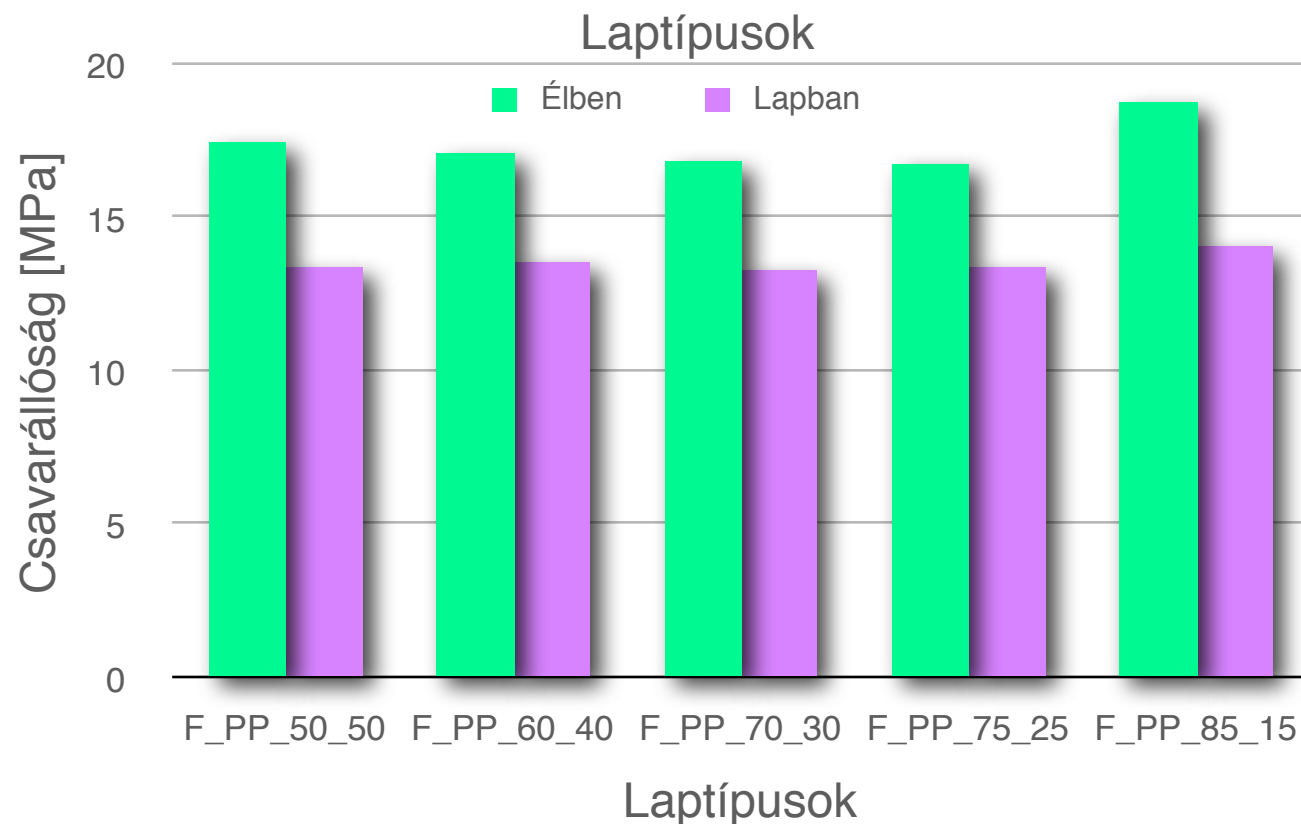
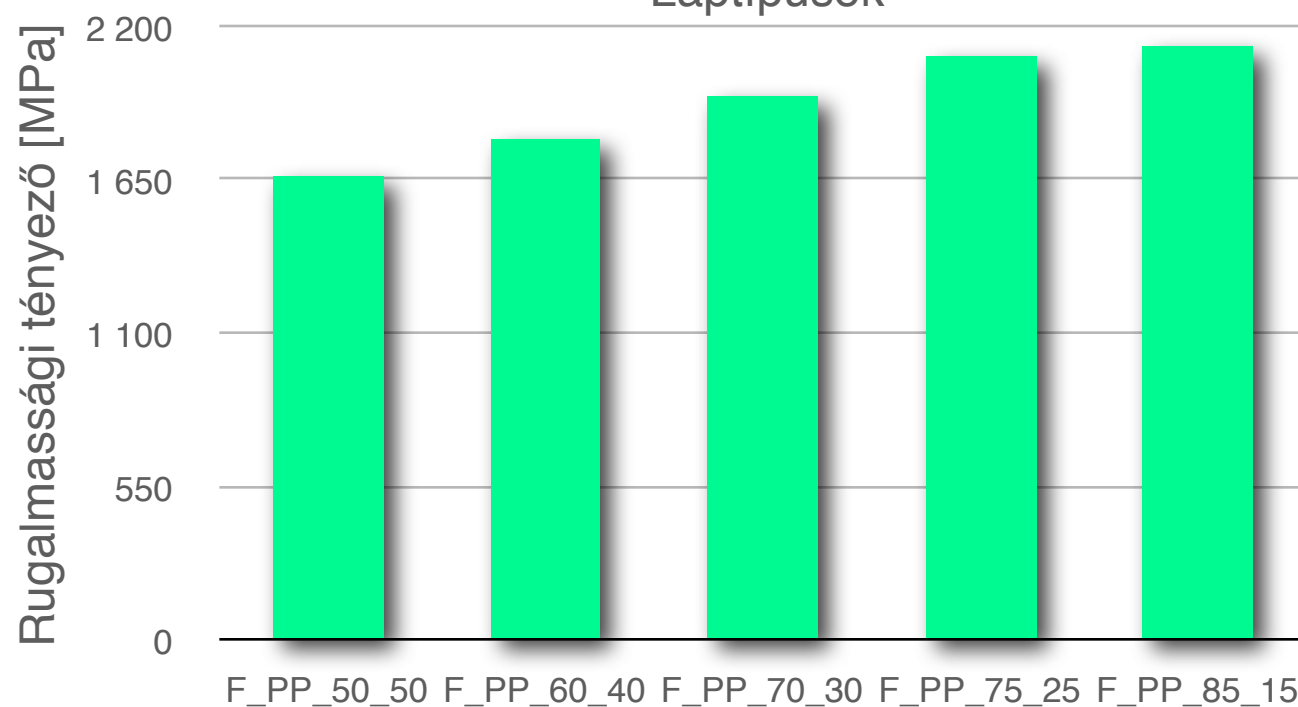
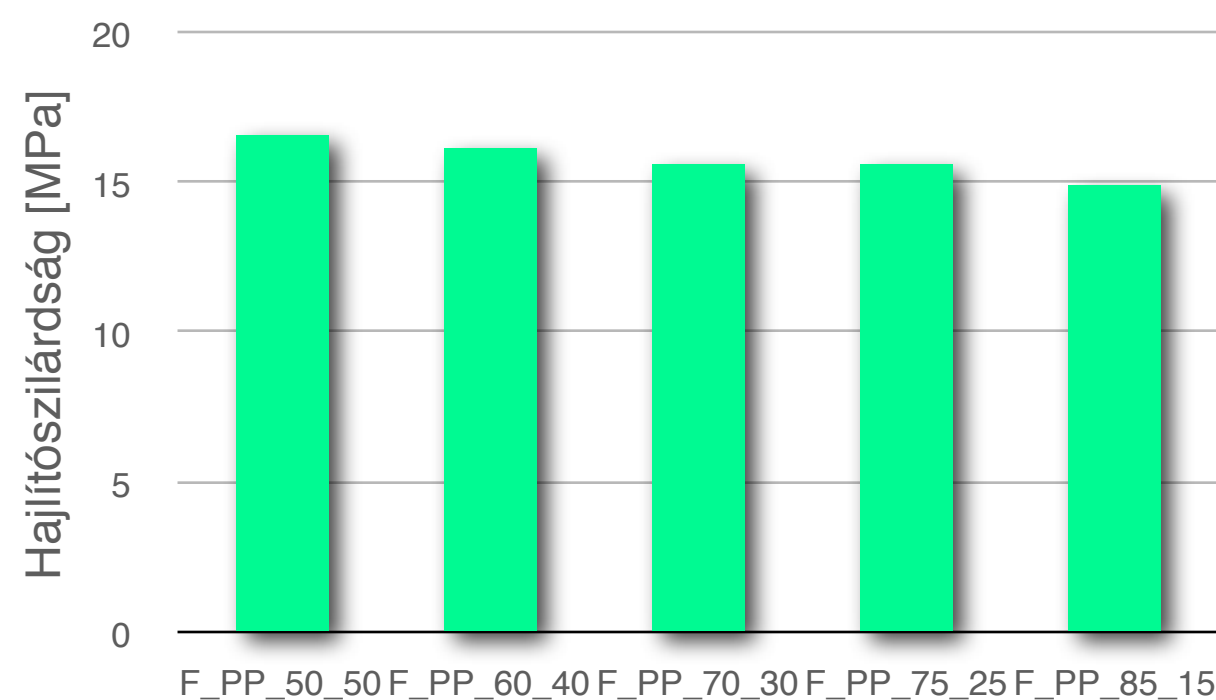
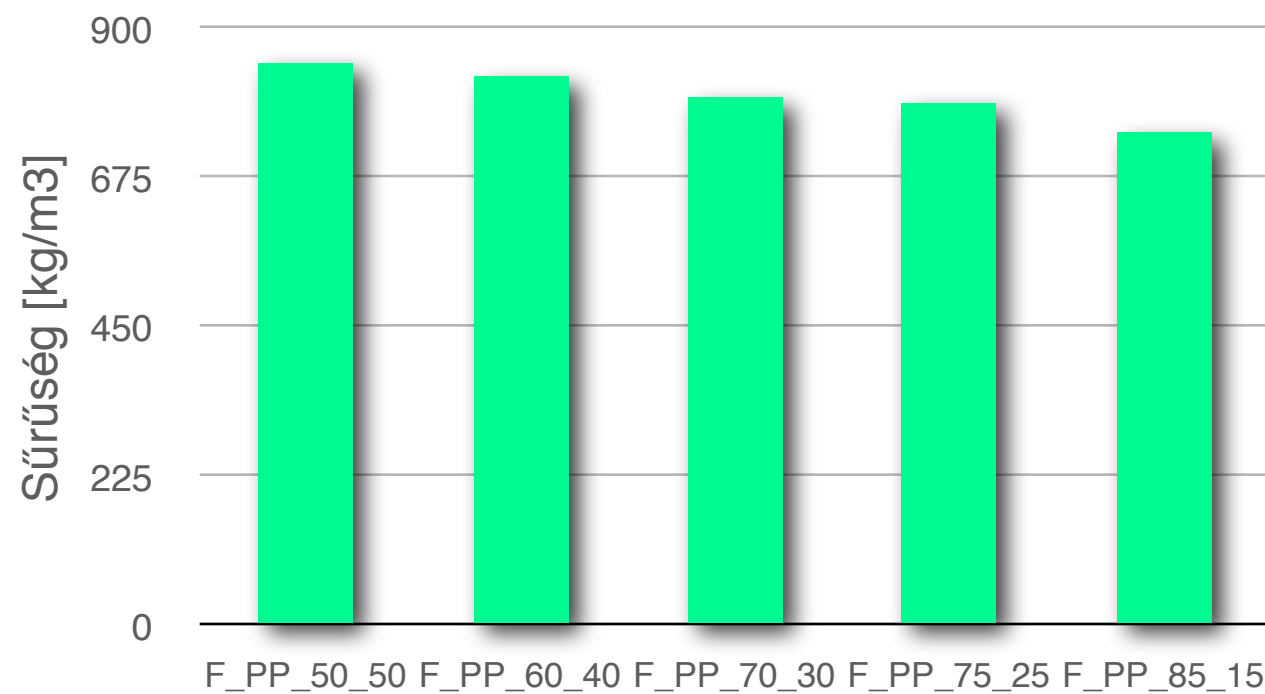


Gyártási paraméterek, lap típusok

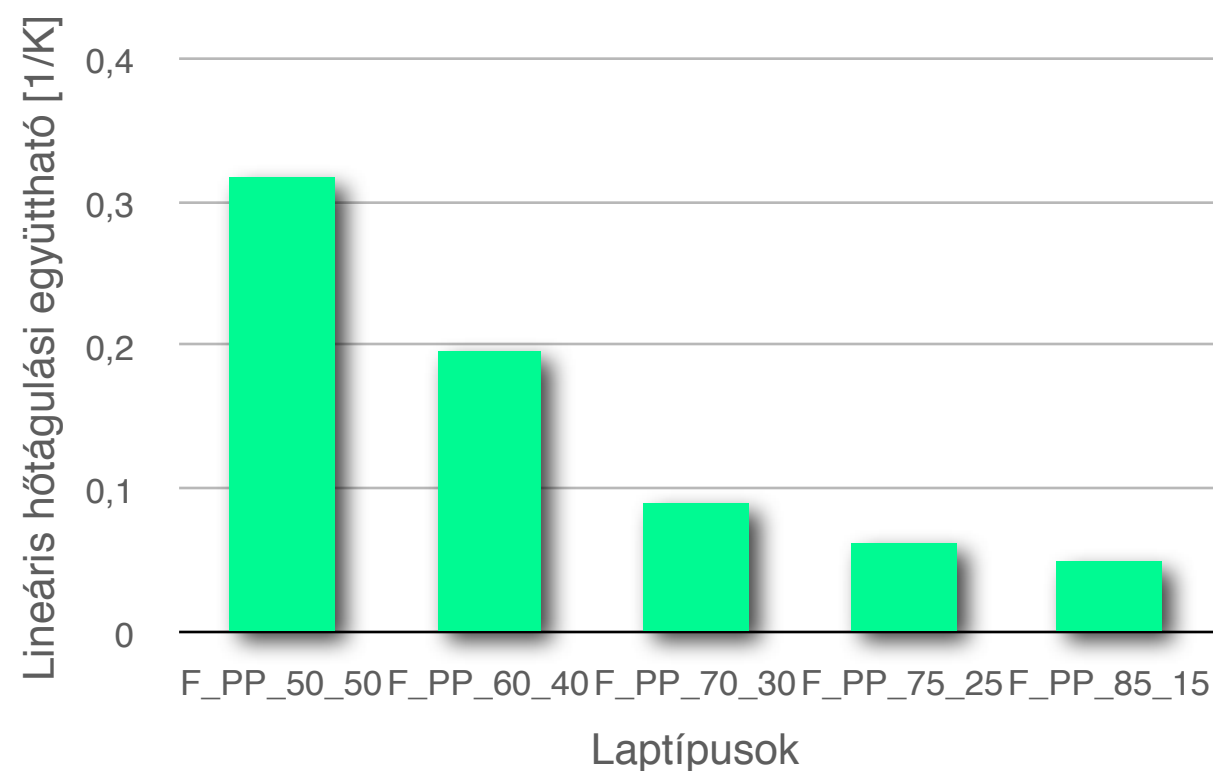
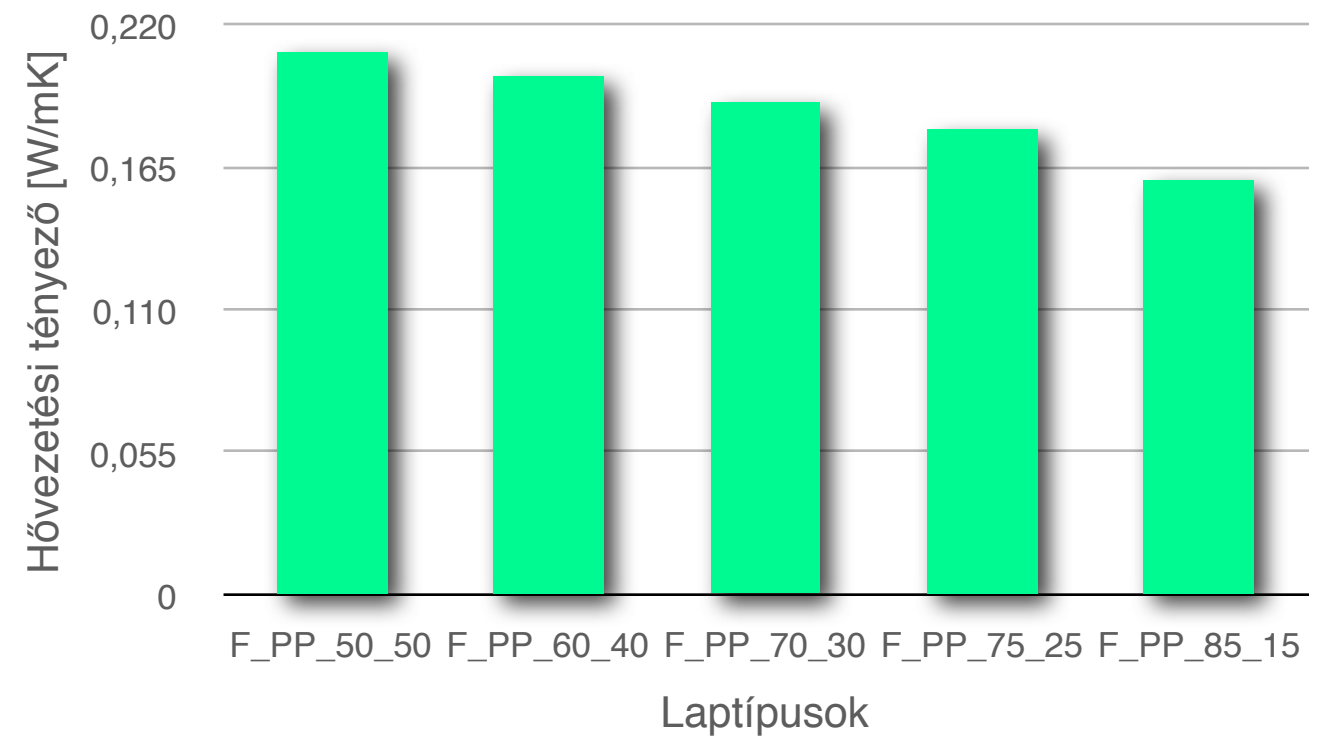
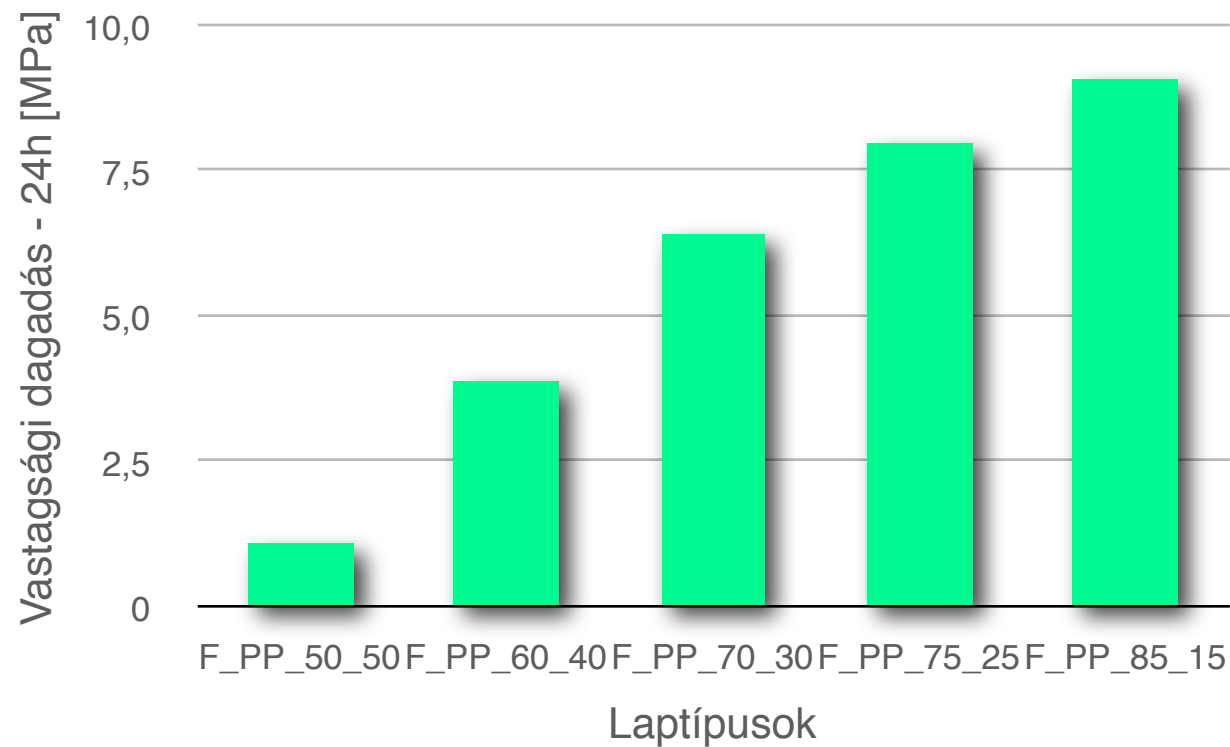
- A gyártást hőprésben végeztük:
 - 200°C hőmérsékleten,
 - 400*400*12 mm lapmérettel,
 - 2,2 MPa fajlagos nyomáson

Jelölés	Használt fa forgács [V%]	Polipropilén [V%]
F_PP_50_50	50	50
F_PP_60_40	60	40
F_PP_70_30	70	30
F_PP_75_25	75	25
F_PP_85_15	85	15

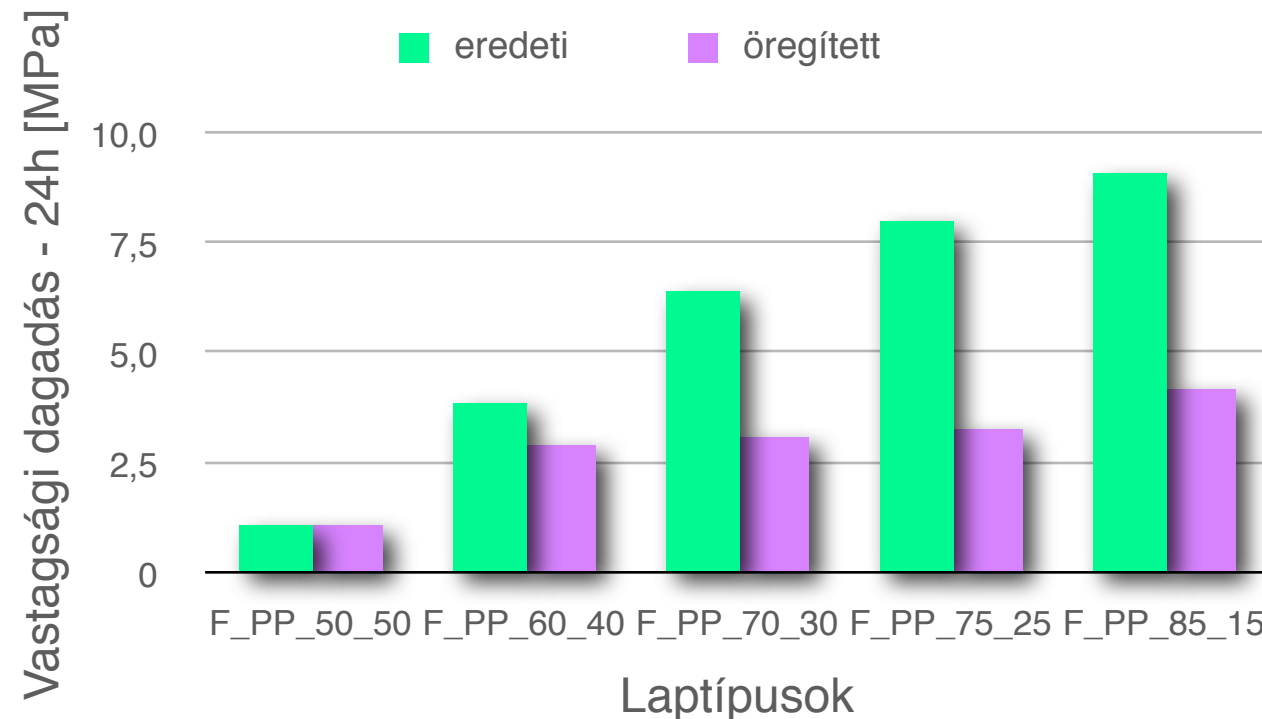
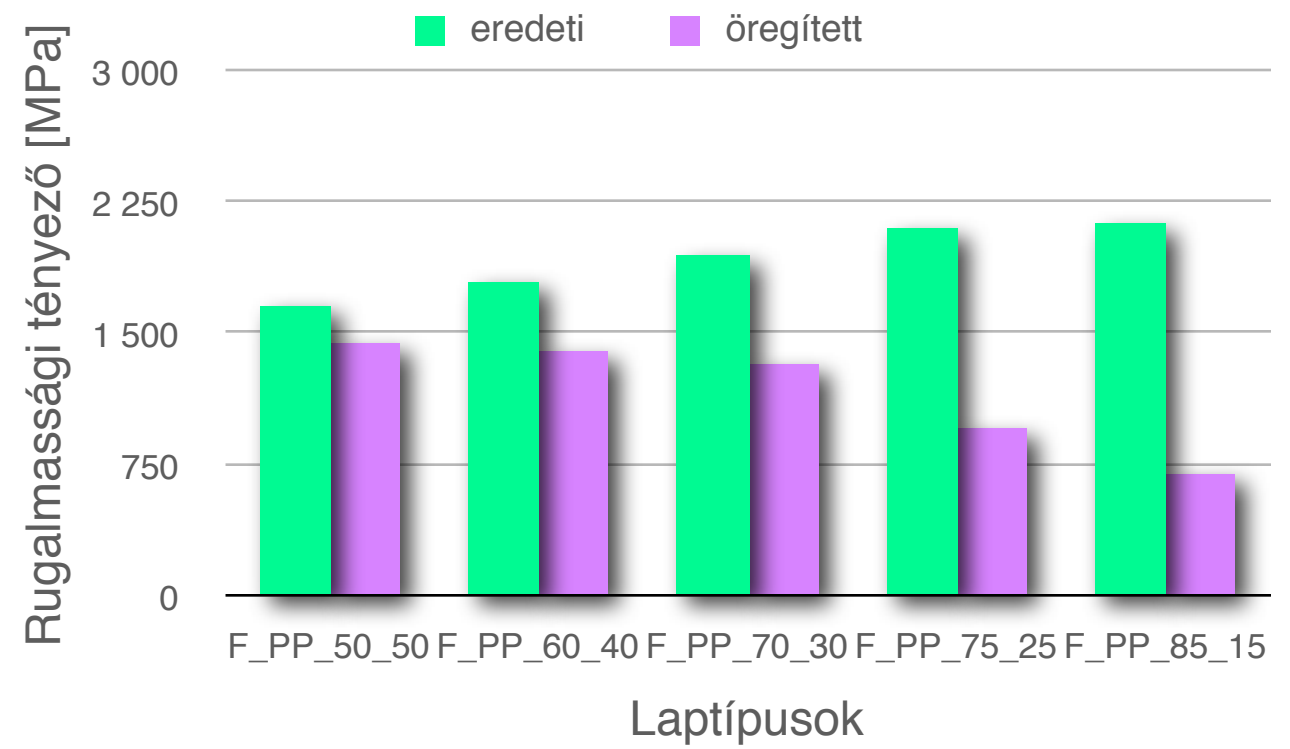
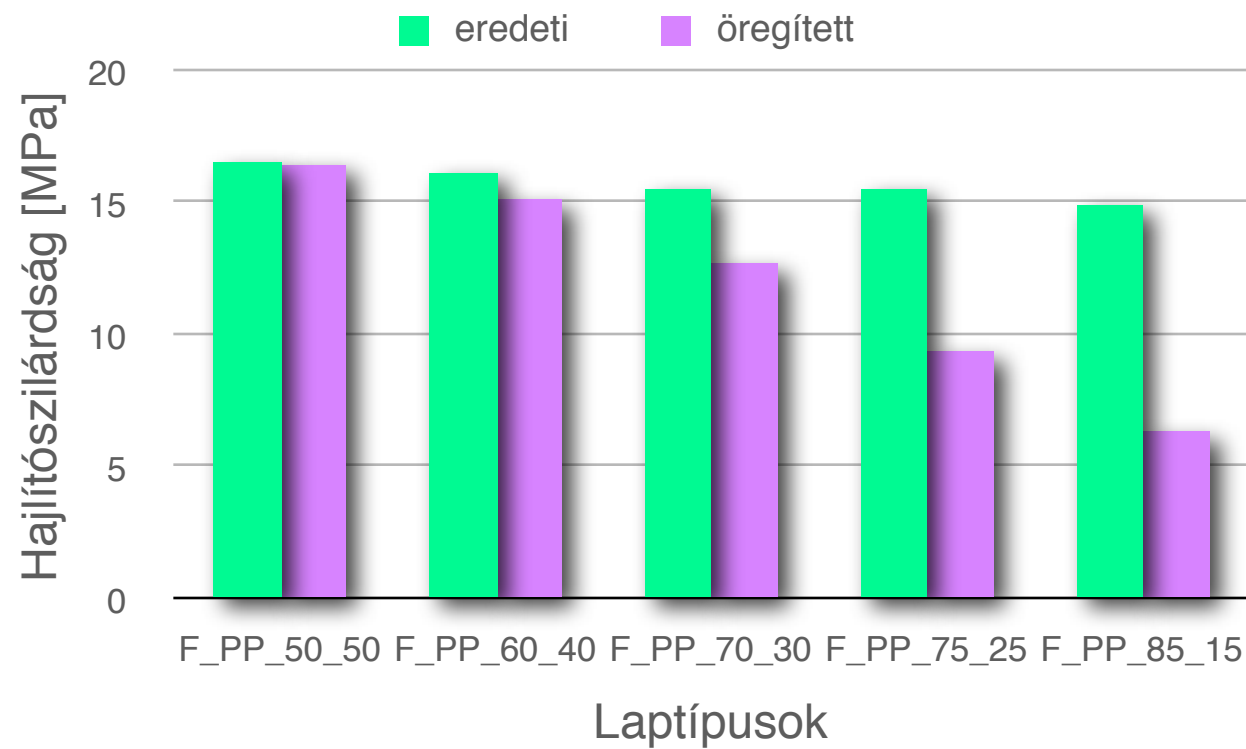
Mechanikai jellemzők



Fizikai jellemzők



Mesterséges öregítés



Vegyszerállóság



A 24 órára pH=4 oldatba áztatott jellemző minták (balról: PP-fa arány 15-75%, 50-50%, 25-75%). A mintáknak az alsó felét merítettük a savba



A 24 órára pH=9 oldatba áztatott jellemző minták (balról: PP-fa arány 50-50%, 15-80%, 25-75%). A mintáknak az alsó felét merítettük a lúgba



Eredmények

	F_PP_70_30
Sűrűség [kg/m ³]	795,1
Nedvességtartalom [%]	1,92
Hajlítószilárdság [MPa]	15,6
Rugalmassági tényező [MPa]	1956,4
Csavarállóság - él [MPa]	16,9
Csavarállóság - lap [MPa]	13,3
Vastagsági dagadás [%]	6,4
Hővezetési tényező [W/mK]	0,19
Lineáris hőtágulási együttható [1/K]	0,092

- A PP arányának növekedésével nő:
 - a térfogati sűrűség,
 - a hajlítószilárdság,
 - a hővezetési tényező,
 - a hőtágulási együttható.
- A PP arányának növekedésével csökken:
 - a pórustérfogat,
 - a rugalmassági tényező,
 - a vastagsági dagadás.
- A PP aránya nem volt hatással a:
 - lapsíkra merőleges szakítószilárdságra,
 - csavarállóságra.

Szakirodalom

A. Merl (2007): Reuse, recycling, and energy generation of recovered wood from building construction - showcase Vienna. 3st European COST E31 conference, Klagenfurt

Alpár T., Hatano Y., Shibusawa T. (2006): Recycling of Particleboard and Fiberboard by Hydrothermal Process - Hydrolysis of the Adhesives and Reconditioning of Compressed Wood-Cells. 6th Global Wood and Natural Fibre Composites Symposium. Kassel, Germany

Alpár T., Koroknai L. (2007): "Csomagolási műanyag hulladékok újrahasznosítása: új típusú kompozitok előállítása csomagolási műanyagból". BAROSS-7-2005-0240, Zárójelentés

Alpár T., Schöberl M., Rácz I. (2006): ERFARET 2.4 Hulladékgazdálkodás és környezetvédelem, Éves jelentés

C. van Riet (2004): Sustainable use of wood for products and energy: conflict or opportunity? The situation of the European wood-based panel industry. 1st European COST E31 conference, Thessaloniki

G. Jungmeier, C. Gallis. B. Hillring, M. Humar, A. Fruehwald (2005): What is COST and COST Action E31 "Management of recovered wood". 2nd European COST E31 conference, Bordeaux

J. Hurley (2004): Best practice of timber waste management in UK. 1st European COST E31 conference, Thessaloniki

Károly A. (2005): A magyarországi faipari hulladékgazdálkodás helyzete és lehetőségei az Európai Unióban, különös tekintettel a faalapú hulladékokra. Szakdolgozat, Berzsenyi Dániel Főiskola, Szombathely

M. Humar, A. Ribeiro, A. Amartei, L. Helsen, L. Ottosen (2007): Remediation of CCA treated wood waste. 3st European COST E31 conference, Klagenfurt

M. Varga, T. Alpár, G. Németh (2004): General waste handling and recycling in particle board production. Management of Environmental Quality, Vol. 15. No. 5, pp. 509-520

M. Vogt, M. Gann, M. Irle (2007): Detection methods in practical application. 3st European COST E31 conference, Klagenfurt

Nagy J. (2006): A hazai biomassza hasznosítás országos összefüggései. FVM

PAL ismertető anyagok

R-D. Peek (2004): Latest developments in waste wood management - The German ordinance on waste wood. 1st European COST E31 conference, Thessaloniki

R. Falk, D. McKeever (2005): Recovering wood for reuse and recycling: a United States perspective, 1st European COST E31 conference, Thessaloniki

T. Alpár, I. Rácz (2007): Production of cement-bonded particleboard from poplar. 3rd European Hardwood Conference, Sopron, Hungary

V. Dornburg, A. P. C. Faaij (2005): Cost and CO₂-emission reduction of biomass cascading - Methodological aspects and case study of SRF poplar. COST E31 and IEA Bioenergy Task 38 Workshop, Dublin

VARGA M. - NÉMETH G. (2004): NKFP (National Project of Research and Development) „Erdő és Fa Kutatási program” 7.4; Fafeldolgozási hulladékok keletkezése, kezelése, felhasználhatósága

http://www.ctib-tchn.be/coste31/e31_documents.htm

<http://www.ieabioenergy-task38.org/softwaretools/>

titanic.nyme.hu / ~atibor / tmp / visszanyert_fa.pdf

Dr. Alpár Tibor L.
egyetemi docens

NYME - Faipari Mérnöki Kar
Fa- és Papíripari Technológiák Intézet
Bajcsy-Zs. u. 4.
9400 Sopron
e-mail: atibor@fmk.nyme.hu