

WOODTECH
Innovatív Kft.



ERFARET
ERFARET Nonprofit Kft.

GOP-1.1.1-11-2012-0380

Decentralizált dendromassza alapú energiatermelés projekt

SZÉCHENYI 2020



Európai Unió
Európai Regionális
Fejlesztési Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

GOP-1.1.1-11-2012-0380 AZONOSÍTÓSZÁMÚ PROJEKT

"AZ ÚJ APRÍTÉKTERMELÉSI RENDSZEREK, TECHNOLÓGIÁK (TECHNOLÓGIA)"

**"A DECENTRALIZÁLT DENDROMASSZA ALAPÚ ENERGIATERMELÉS ELŐSEGÍTÉSE
TECHNOLÓGIAI ÉS RENDSZERTERVEZÉSI FEJLESZTÉSEKEN KERESZTÜL A VIDÉKI
MUNKAHELYTEREMTÉS ÉS ENERGIAFÜGGETLENEDEÉS BIZTOSÍTÁSA CÉLJÁBÓL"**

**WOODTECH Innovatív Kft.
9400 Sopron
Zarándok út 3.**

Sopron, 2015.06.25.



Új apríték-termelési rendszerek, technológiák (technológiák) leírása

I. A termék által megoldott aktuális probléma

Az új apríték-termelési rendszerek, technológiák meghatározására azért volt szükség, mert a jelenleg rendelkezésre álló apríték alapanyagot nem technológiai elemzések alapján kiválasztott technológiával manipulálják, és dolgozzák fel, hanem éppen a legkönnyebben elérhető, általában egymással nem összhangban lévő gépekkel dolgozzák fel, amelyek így általában vagy alul- vagy túl-méretezettek, nincsenek technológiai láncba egymással, és ezért nem költséghatékony munkát eredményeznek. Felmértük a gyakorlatban alkalmazott technológiákat, és az elérhető szakirodalmakat is, illetve személyes megkeresésekkel adatokat gyűjtöttünk alkalmazott technológiákról, és azokat elemeztük. Megállapítottuk, hogy a munkákat sokszor annak ellenére végzik a vállalkozók veszteségesen, hogy azokat elfogadható nyereség elérése mellett is meg lehetne valósítani a helyes technológia megválasztásával. A veszteségesen végzett munkák rövid idő alatt finanszírozási problémákat okoznak a vállalkozóknak, és kiesnek az energetikai alapanyag-termelési potenciálból, ami visszaveti az energiaszektor a megújuló energiaforrásokkal előállított energia termelésében, amely sem az Európai Unió előírások és kötelezettségek, sem az energiagazdálkodás szempontjából nem kívánatosak. Az állami erdőgazdaságok, akik az energetikai faanyag több, mint a felével rendelkeznek, már nem üzemeltetnek gépeket, nem alkalmaznak fakitermelőket, jelenleg minden faanyag-termeléssel kapcsolatos munkát vállalkozók végeznek. Az állami erdőgazdaságok részéről korábban mindig megvolt, de a vállalkozók részéről mindig hiányzott az igény, hogy meglévő gyakorlati problémákra különböző kutató-műhelyekkel közösen keressenek megoldást. A fentiekből adódóan számos olyan energetikai célokra hasznosítható faanyag van, amely jelenleg nem kerül hasznosításra, gyakorlatilag elkorhad, és lebomlik az erdőben (ami egy lassú elégésnek felel meg, tehát a faanyag rész nem szolgálja a tápanyag-utánpótlást sem), vagy a telepítési munkák gépesítése végett azt elégetik, hogy ne akadályozza a gépi talajmunkákat és ezért nem kerül hasznosításra, másrészt



számos olyan faanyag kerül feldolgozásra, amelyet jobb költség-hatékonysággal is fel lehetne dolgozni, amivel az ágazat lényeges fejlődést érhetne el.

Az energetikai célra alkalmas dendromassza alapanyagokra, illetve az abból készült aprítékra jelenleg nincs semmilyen egységes, elfogadott osztályozási rendszer, ami biztosítaná a feldolgozhatóság, illetve az apríték, mint késztermék felhasználhatóságának besorolását, ezzel könnyítve a technológiák megválasztását. Meghatároztunk egy alapanyag és apríték leírási módot, amely alapján a terepi adatgyűjtések adatait felhasználva meghatároztuk a jellemző (feldolgozhatóság és késztermék-minőség, azaz energetikai hasznosítás) alapanyag és apríték típusokat. Ezek figyelembevételével határoztuk meg az egyes technológiákat.

Az energetikai célra hasznosítható dendromassza döntő mennyiségében két forrásból származhat. Az egyik a hagyományos erdőgazdálkodás, ahol az erdőgazdálkodás eredményeként faanyag-kitermelés lesz szükséges, a másik, ami jelenleg új szakterületnek számít, a kifejezetten energetikai célra szolgáló rövid vágásfordulójú energetikai faültetvények technológiája. Az erdőgazdálkodásból származó energetikai célra hasznosítható faanyag tekintetében a technológiákkal attól a ponttól foglalkozunk, hogy megtörtént a faanyag töelválasztása, mivel az erdőgazdálkodás egy kiforrott szakmai háttérrel, természeti technológiával rendelkezik, amely több száz évre nyúlik vissza Magyarországon, és ebben az esetben az energetikai célra hasznosítható faanyag egy "melléktermék", azaz apadék, tehát az apadék megjelenéséig minden addigi művelet a fő termék (sarangolt választék, fűrészipari-, lemezipari-választék) előállítását szolgálja. Itt két egymástól jelentősen eltérő természetes értékekkel bíró alapanyag típusára írtunk le részletes technológiát.

A rövid vágásfordulójú energetikai faültetvények esetében, a hagyományos erdőgazdálkodásban előforduló körülményekhez, faanyag jellemzőkhöz képest lényeges eltérések vannak, amelyek az erdőgazdálkodásban alkalmazható technológiáktól eltérő megoldásokat, aprítéktermelési rendszerek kívánnak. Ezekkel kapcsolatban nagyon kevés tapasztalat van Magyarországon is, így a kutatás ezen része is kifejezetten hiánypótló jellegű.



A részletes technológiai leírások alapján az energetikai alapanyag előállítás költség-hatékony módját segítjük elő, ami iránymutatást ad a különböző alapanyagok megfelelő technológiával történő előállításához, feldolgozásához.

I. Erdőgazdálkodás során keletkező kemény lomb tisztítási, tisztítógási, egyéb célra nem hasznosítható energetikai alapanyag apríték-termelési rendszerének technológiája

Tőelválasztás szempontjai

- Az erdőgazdálkodásban a helyes faállomány-szerkezet kialakítása céljából szükséges a sűrűség életfázishoz tartozó tisztítási tevékenységet elvégezni.
- Az erdő ebben az állapotában fafajtól és termőhelyi osztálytól is függően, de 2-5 m magas, teljesen záródott, és gyalog is nehezen járható. Ennek megfelelően a szelektálás során ki kell alakítani közel egyenes, de keskeny közelítő nyomokat, ahol majd a faanyagot ki lehet húzni a területről.
- A faanyag tőelválasztásánál az elsődleges szempont természetesen a negatív szelekció, tehát a hibás fákat kell kivágni, de törekedni kell a faanyag kihúzhatóságára az erdőrészlet széléhez vezető, traktorral megközelíthető útra merőleges, egymástól maximum 40 méterenként lévő közelítő nyomok kialakításával.
- A sűrűség életfázisban kulminál a fák magassági növekedése, ezért igen erőteljes a differenciálódás és a természetes kiválasztódás, energetikai faanyagon kívül más célra értékesíthető, hasznosítható faanyag (kivétel akác, fenyők) ekkor még az állományból alig kerül ki, maga a művelet azonban igen költséges, amit a kikerülő faanyag energetikai célú hasznosításával jelentősen csökkenthetünk.



- A vékonyrudas faállományokban, ahol már a tisztítóvágást kell elvégezni, nagyobb dimenziójú faanyagok vannak. A fák magassága 5-10 m között változik jellemzően, és a mellmagassági átmérő is eléri az 5-10 cm-t.
- A tőelválasztás során itt is elsősorban az állománynevelési célokat kell szem előtt tartani, azaz a pozitív szelekciót, amely az ígéretes fák növekedését segíti elő, azonban az előzőekben leírtak szerint itt is törekedni kell a közelítő nyomok kialakítására is.
- A tisztítóvágás során már értékesíthető - tűzifa, papírfa, rostfa méretű - faanyag kerül ki a faállományból, a közelítés már tisztán kézi erővel nem megy.

Irányított döntés

- A tisztítást, illetve tisztítóvágást MS 261-es fűrészszel célszerű elvégezni, mivel ez teljesítményében elegendő a kivágandó faanyagok dimenziójához, és elég könnyű, és rövid vezetőlemezzel rendelkezik ahhoz, hogy könnyen lehessen vele mozogni az állományban. Az MS 261-es fűrészhez a Stihl BioPlus lánckenő olajat kell használni, ami egy növényi alapú bio-olaj, illetve a keverék üzemanyag előállításához a HP Super adalék olajat kell használni, ami kevesebb üzemanyag-fogyasztást biztosít, ezekkel biztosítva a lehető legkörnyezetkímélőbb munkavégzést.
- A terület sarkán ki kell jelölni egy mintaterületet, ahol a szakmai irányelvek alapján a tőelválasztást el kell végezni. A kijelölt területen meg kell határozni egy lehetséges közelítő nyomot, amit ki is kell tűzni.
- A tőelválasztást irányított döntéssel 45 °-ban a közelítő nyomra, a fa tövével a lehúzás irányában el kell végezni, illetve a kijelölt közelítő nyomot lehetőség szerint meg kell tisztítani. A faanyagot kézi erővel a közelítő nyomra kell húzni, majd azt a csörlővel ki kell közelíteni az út mellé.



- A külön kijelölt mintaterületen azért kell elvégezni a tőelválasztást, előközelítést, és közelítést, mert meg kell állapítani, hogy mennyi anyag gyűlt össze egy közelítő nyom - út találkozásánál.
- A további közelítő nyom kitűzést, azaz a közelítő nyomok egymástól való távolságát, és azok hosszát annak függvényében kell meghatározni a teljes területre, hogy a kiközelített anyagmennyiségek olyan mértékűek legyenek, hogy a traktor által működtetett aprítógép 1-3 átállásával a traktor utáni utánfutót tele lehessen aprítani. Ezzel lehet majd az aprítógép megfelelő kihasználtságát, és a szükséges átállások számának minimalizálását biztosítani. Természetesen figyelembe kell venni azt is, hogy a kézi előközelítés ne legyen túl sok, ebből adódóan a csörlőzés, azaz a közelítés hosszát kell inkább változtatni a megfelelő mennyiség elérése érdekében.

Kézi előközelítés

- A kézi előközelítésnél a tőelválasztott faegyedeket egyenként húzzuk a kijelölt közelítő nyomig, ahol azokat úgy kell elhelyezni, hogy a közelítésnél már csak rá kelljen csatolni a csörlőre, és ne kelljen után igazítani, így egy menetben kiközelíthetők legyenek.
- A sűrűség állapotú állományban óránként 80-110 faegyed előközelíthető kézi előközelítéssel, ha a közelítő nyomok 40 m-ként helyezkednek el, azaz maximum 20 m-t kell egy-egy faegyedet vonszolni a közelítő nyomig.



Közelítés WT mobil kézi-közelítő csörlővel

- A WT mobil kézi-közelítő csörlő kifejezetten azon munkákhoz készült, ahol a faanyagot nem lehet elérni géppel, mert a területre nem lehet behajtani géppel az állomány sűrűsége, vagy a terepviszonyok miatt, de az anyag mérete vagy mennyisége miatt már a kézi erővel történő közelítés nem hatékony, vagy lehetetlen.
- Az előközelítés az aprítógép munkáját segíti elő, így az a következő szempontok figyelembevételével történik: az aprítógép könnyen meg tudja közelíteni az előközelített anyagot, egy átállásnál gazdaságosan feldolgozható mennyiséget kell előközelíteni egy máglyába (figyelembe véve az előközelítés gazdaságosságát is).
- A WT mobil kézi-közelítő csörlőt a kijelölt közelítő nyom végénél, azaz a traktor számára is megközelíthető állomány szélénél lévő út és a közelítő nyom találkozásánál rögzítjük szélső fákhoz. Amennyiben lehetséges, az út túloldalán lévő szélső fákhoz rögzítsük törzsvédő heveder segítségével a csörlőt, hogy az aprítandó anyagot nagyrészt, vagy teljes mértékben ki tudja húzni az állományból, így könnyebben hozzáférhető az aprításnál, illetve a gazdaságos aprításhoz szükséges tömegnek megfelelő helye lesz.
- A WT mobil kézi-közelítő csörlőt MS 441-es motorfűrészsel együtt használjuk. Az MS 441 teljesítménye, általa biztosított meghajtás, nyomaték, megfelel a csörlő terhelhetőségének. A csörlőzéshez gyűjtő fejet alkalmazunk a kötél végén, hogy az előközelített anyagot sorban az állomány belsejéből indulva kifelé, egymás után a vonszolt rakományhoz tudjuk kapcsolni, ezzel biztosítva, hogy egy csörlőzési menetben több faanyag kerül kiközelítésre. Célszerű "papucsot" alkalmazni a csörlőzésnél, amely a kiközelítendő faanyag tő részénél azokat összefogja, és biztosítja a közelítés közben, hogy az egyes tövek ne akadjanak el a talajba, tuskóba, és könnyebb csúszást biztosít a teljes rakománynak. A "papucs" alkalmazásával növelhetjük az egy menetben közelített faanyag mennyiségét is, mivel a kisebb súrlódási ellenállás kisebb vonóerőt igényel.



- A WT mobil kézi-közelítő csörlővel egy menetben 0,3-0,5 tonna faanyagot célszerű közelíteni. Egyes nagyméretű rönkök esetében az 1 tonnáig is el lehet menni, de a normál igénybevétel, tartós munka esetén a 0,3-0,5 tonna az irányadó.
- A WT mobil kézi-közelítő csörlővel a faanyagot olyan mértékig kell kiközelíteni az állományból, hogy ahhoz a traktor aprítógéppel és utánfutóval odaáll, akkor további vonszolás nélkül az már az aprítógép garatba adagolható legyen. Az irányított döntés, a kézi előközelítés a közelítő nyomra a fa tő részével előre, és a csörlővel történt kiközelítés, ami szintén a faanyagok tő részével előre fele történtek meg, biztosítják, hogy az aprítógépbe való adagolás az aprítógép anyagbehúzása könnyebb, így az aprítás hatékonyabb lesz.

Kis teljesítményű, TLT meghajtásos aprítógéppel történő aprítás utánfutóra

- A kiközelített anyagot egy kis teljesítményű TLT meghajtásos aprítógéppel (pl.: Esclböck Biber 2-14-es aprítógéppel) célszerű leaprítani, közvetlen a traktor után kötött utánfutóra. Ebbe a kategóriába tartozó aprítógép már alkalmas a sűrűség állományból kikerülő faanyag aprítására, ezen dimenziók biztonsággal és túlterhelés nélkül apríthatók. Az utánfutó megválasztásánál a fő szempont, hogy a traktor által vontatható minél nagyobb kapacitású utánfutót válasszunk, mert a depóba történő kiszállítás az egyik legdrágább munkarésze az aprítéktermelési rendszernek, illetve az aprítás idejét jelentősen növeli.
- Három traktor üzemeltetése, amikor 2 traktor felváltva az aprítógép alatt áll, és 1 traktor folyamatosan üzemelteti az aprítógépet, ezen rendszerben nem kifizetődő. Egy vezér-erőgép alkalmazása a célszerű, mert a megfelelő kihasználtságot ezen anyagáramoknál nem lehet biztosítani.



- A faanyagot kézzel kell adagolni az aprítógép garatba, amit az aprítógép aprítás után közvetlen az utánfutóra fúj fel. A megfelelően előkészített alapanyag esetén 12-18 ürméter/óra apríték előállítását lehet biztosítani ezzel a rendszerrel.
- A kiközelített faanyag mennyiségénél fontos, hogy egy aprítási helyen lévő mennyiség, kb. egy utánfutónyi anyagot biztosítson. Ennek a technológiának az előnye az, hogy a technológia aprítási időrészt nem terhelni a folyamatos átállítás.

Apríték kihordás traktorral és utánfutóval

- Az apríték kihordására ennél az aprítéktermelési rendszerrel, technológiánál azért van szükség, mert a mozgópados kamionnal, amellyel az aprítékot a leggazdaságosabban lehet szállítani 25-30 km feletti távolság esetén a végfelhasználóhoz (erőmű, vagy fűtőmű), nem lehet megközelíteni az állományt. Az esetek többségében az erdőrészt nem lehet megközelíteni kamionnal, vagy csak rövid időszakban, amikor az utak állapota ezt engedi. Az időjárás változékonysága, és tervezhetetlensége miatt azonban ezzel nem lehet számolni. Az erdőrészt jelentős többségéhez azonban nem is vezet olyan minőségű út, amin egy kamionnal azt meg lehetne közelíteni, még ideális időjárási, és útviszonyok mellett sem. Ennek megfelelően az aprítéktermelési rendszerekben mindig szükséges az anyagot valamilyen formába az erdőrésztől egy átterhelési pontig szállítani.
- A 60-90 tonnánál kisebb mennyiségű aprítandó anyagok esetén nem célszerű forwardert használni az anyag olyan helyre történő közelítéséhez, ahol már kamionra lehetne aprítani azt. A tisztítások és tisztító vágások esetén hektáronként maximum 10-15 m³ faanyagot veszünk ki, ami fafaj függvényében 6-14 tonnát jelent. Ennek megfelelően ebben az aprítéktermelési rendszerben a forwarder alkalmazása nem költség-hatékony, és az anyagot nagyobb távolságon mozgatni csak apríték formájában lehet, ezért azt az erdőrészt szélén történt aprítás után utánfutóval ki kell

húzni a depóig. A tisztítás-tisztítógás esetén előforduló volumenekhez elegendőek a 12-15 ürméter kapacitású traktorok is.

- A depó helyét úgy kell megválasztani, hogy a lehető legkevesebbet kelljen a traktor-utánfutóval az anyagot szállítani, de a kamionnal biztonságosan lehessen a depót elérni. Egy kamionnyi anyaghoz 6-7 utánfutónyi anyagra van szükség. Az aprítékot lehetőleg sík felületre kell depózni, hogy onnan a talajon lévő egyéb szennyeződések bekerülése nélkül könnyebb legyen felterhelni a kamionra. A kiszállítás esetén 10 km/óra szállítási sebességgel lehet számolni.

Apríték tárolás

- Az apríték tárolásánál a legfontosabb szempont, hogy a faanyagot lehetőleg időjárástól függetlenül tudjuk megközelíteni a leendő szállítóeszközzel és a manipulálás során biztosítani tudjuk a faanyag tisztaságának a megőrzését, azaz el kell kerülni, hogy fém, gumi, műanyag, föld, kő, egyéb szennyeződés a faanyagba kerüljön.
- Apríték tárolása halomban történik. A halmokat ki lehet alakítani valamilyen szilárd burkolaton is, illetve elegyengetett föld felszínén is. Az utóbbi esetben számolnunk kell a felterhelésnél némi veszteséggel (5 cm réteg), hogy a föld, kavics és egyéb szennyező anyagok szállítmányba való bekerülését megelőzzük. Az aprítékhalom tárolható a szabad ég alatt is, a különböző csapadék csak a felső 15-30 cm-es (frakciómérettől függően) réteget tudja nedvesíteni, az alatta lévő réteg állapotát nem befolyásolja. Ezt figyelembe véve érdemes minél kisebb relatív felülettel rendelkező halmokat kialakítani.
- Az apríték halomban való tárolása folyamán veszít a nedvességtartalmából, azonban több hónapos tárolásnál a halom belsejében kialakuló hőmérséklet (50-60 °C, amely 3-4 hónap után kezd csak csökkenni), és a faanyag magas nedvességtartalma (40-55 %) megfelelő körülményeket teremt a faanyagbontó gombák elszaporodásának.



- A gombák a lignin lebontásával a faanyag energiataartalmát és minőségét jelentősen ronthatják, így hiába csökken a nedvességtartalom, amely a fűtőértéket javítja, összességében energetikai célú felhasználás szempontjából nem lesz kedvezőbb a faanyag. Abban az esetben, ha időnként átforgatásra kerül az aprítékhalom, akkor az segítheti a nedvességtartalom-csökkenést is, illetve lassíthatók a lebontási folyamatok is. Természetesen ez plusz költséget jelent, amelyet "kis" mennyiségek tárolásánál el kell kerülni, azaz az anyagot korábban el kell szállítani, ezzel is megvalósítva annak forgatását-mozgatását.

Apríték felterhelés mozgópados kamionra, és elszállítás

- Az apríték felterhelését a leggyorsabban valamilyen homlokrakodóval (amely a 4 m magasságig való rakodást meg tudja valósítani), célszerűen Manitou MLT 840-es géppel kell elvégezni. Ez a homlokrakodó átlagosan 20 perc alatt képes egy mozgópados kamiont (90 ürméter szállító kapacitású) megrakni.
- Fokozottan figyelni kell a felterhelésnél, hogy a rakodógép kanálával földet, követ, növényzetet, egyéb "szennyező" anyagot ne terheljenek fel az aprítékkal együtt, mert a felhasználók részéről minőségi kifogások jelentkeznek, ami az átvételi ár csökkentését, vagy a szállítmány teljes elutasítását vonhatja maga után.
- A rakodógép jobb kihasználtsága érdekében a felterhelést akkor kell elvégezni, amikor már az erdőrészből az összes faanyag aprításra és kiszállításra került, így a rakodó gépet csak egyszer kell mozgatni a telephelyről a depóig.

A WT mobil kézi-közelítő csörlő alkalmazásával és ezen aprítéktermelési rendszerbe, technológiába való illesztésével rendelkezésre áll egy olyan aprítéktermelési technológia, amely a tisztítási és tisztítóvágási anyagokat költség-hatékonyan felhasználhatóvá teszi az energetikai célú alapanyag előállítására. A technológia hiánya miatt eddig az esetek többségében ezen anyagokat az erdőben hagyták.



I. Erdőgazdálkodás során keletkező véghasználati kemény lomb apadék, mint energetikai alapanyag aprítéktermelési rendszerének technológiája

- A tartamos erdőgazdálkodás során sok esetben a véghasználat tarvágás formájában történik. A tarvágás során az érintett erdőrészlet teljes mértékben letermelésre kerül. A jelenlegi választékszerkezetek esetében átlagosan hektáronként az alábbi mennyiségű faanyagok maradnak vissza a területen: kemény lomb esetében 10-12 cm átmérőtől visszahagyva az apadékot 25-35 tonna energetikai célra hasznosítható faanyag marad; lágy lomb esetében 8-10 cm átmérőtől visszahagyva az apadékot 22-28 tonna energetikai célra hasznosítható faanyag marad, és a fenyő esetében 8-10 cm átmérőtől visszahagyva az apadékot 18-25 tonna energetikai célra hasznosítható faanyag marad vissza a területen.
- Abban az esetben, ha a fahasználat során cél az energetikai faanyag összegyűjtése és hasznosítása, akkor a forwarderes gyűjtés költség-hatékonyságának céljából 8-, de inkább 10 cm-től már nem célszerű kiszedni a faanyagot. A fő termék termelésénél az apadék későbbi hasznosítása abban is segít, hogy a koronarészt nem kell összedarabolni, ahogy eddig ez a gyakorlatban szokás volt, mivel ki kellett szedni a vékony tűzifát, és kézzel mozgathatóvá kellett tenni az anyagot, hogy azt kupacokba összehordva el tudják égetni. A forwarder meg tudja oldani a teljes koronák manipulálását, kihordását, és az számára hatékonyabb is, mint kis darabokat gyűjtögetni.
- A terepi felmérések igazolták, hogy a kemény lomb állományok tarvágása után, ha a faanyagból a vékony tűzifát is kiveszik, és 4-6 cm-től marad csak vissza vékony ág anyag a területen, akkor annak a forwarderes gyűjtése, aprítása az esetek döntő többségében veszteséges, azaz a kinyert vékony tűzifa által generált többlet bevételt a visszamaradó anyag kezelési költsége erőteljesen csökkenti.

- Ezen típusú alapanyagnál, ha nem veszik ki a vékony tűzifát, akkor gazdaságosan lehet gyűjteni és aprítani, azaz akkor a faanyagok azon részéért (vékony gallyak) is tud fizetni egy aprítással foglalkozó vállalkozó az erdőgazdálkodónak, amely önmagában nem venne meg. Összegyűjthető tömeg tekintetében a kemény lombos állományok tarvágása után 3x akkora tömeg gyűjthető le a területről, ha 12 cm-ig vissza van hagyva benne a faanyag, mint amennyi tömeget a kiszedett (4-6 cm-ig kiszedett) vékony tűzifa formájában lehet produkálni.

Faanyag gyűjtése

- A faanyag gyűjtését a kemény lombú állományok tarvágása után, amikor az anyagot 10-12 cm-től visszahagyják az apadékban, és így hektáronként fekszik 25-35 tonna anyag a területen, teljes koronába, azaz nem összedarabolva, akkor a terepi mérések alapján legcélszerűbb a Ponsse Buffalo típusú, vagy azzal közel azonos műszaki tulajdonságokkal rendelkező, szorító rakoncás forwarderrel elvégezni. Egy ilyen kapacitású forwardernek évente minimálisan a 2.000 üzemórát biztosítani kell, hogy egy-egy munka esetében megérje fenntartani. A minimális mennyiség, amire a forwarderrel a munkába be szabad állni 60 tonna, azaz legalább 2-3 ha-os terület legyen, vagy egymástól pár száz méterre lévő területek összege érje el a 3 ha-t. A forwarderrel 30-40 km-ig még országúton saját lábán is ki lehet állni a munkaterületre, de felette trélerezés szükséges, amelynek ~400-420 ft/km díja van. Az előzőekből következik, hogy a 60 tonna alatti egy területen gyűjtendő faanyag mennyiség a fedezeti pont alatt lenne a magas járulékos költségek magas miatt.
- A gyűjtés irányának megválasztásakor azt kell figyelembe venni, hogy a terület hosszabbik oldala mentén történjen a gyűjtés, a gyűjtésnek a vége (tehermenet) már a kihordás irányába legyen ha lehet, illetve erősen lejtős terület esetén mindig lejt irányba történjen a gyűjtés.



- A gyűjtést minden esetben energiakanállal kell végezni (4 ujjú kanál), és még ennek alkalmazása mellett is kiemelt figyelmet kell fordítani arra, hogy a faanyaggal ne kerüljön összegyűjtésre kő, vas, bármi olyan szennyeződés, amely a későbbi aprítás során az aprítógépben sérülést, rosszabb esetben balesetet okozhat!
- A gyűjtés során az egyes darabokat azok vastagabb felénél kell megfogni. Az energiakanállal meg kell fogni az első darabot a vastagabb felénél, majd azt rá kell rakni a következő darabra úgy, hogy az első úgy van forgatva, hogy a két darab vastag végei egy oldalon vannak, egymáshoz közel. Ezek után meg kell fogni a két darabot, és azokat úgy rárakni-ráforgatni a harmadik darabra, hogy mind a háromnak egy irányba legyen a vastagabb vége, és így tovább addig, amíg a mennyiség nem lesz akkora, hogy többet már nem tudna az energiakanál egyben megfogni. Ekkor az addig összegyűjtött mennyiséget a rakoncák közé kell tenni a vékonyabb végével hátrafelé, ami túl is nyúlhat a rakodófelületen.
- A szorító rakoncás kihordó felépítmény azért hatékonyabb, mint a normál, fix rakoncás, mert nagyobb mennyiségű anyagnál azt a rakoncákkal tömöríteni lehet, így biztosítva, hogy nagyobb tömegnyi anyagot is fel lehet rakni anélkül, hogy az túlnyúlna a rakoncákon és az oldal irányba lefordulna. Ezen kapacitású forwarderek 14 tonna anyagot is tudnának vinni, tehát a kivihető apríték alapanyag mennyiséget nem a forwarder teherkapacitása, hanem a léghőméterben felrakható áganyag határolja be.
- Ezzel a technológiával 7-9 tonna faanyag gyűjthető és hordható ki egy menetben, és a máglyázási hely távolságának függvényében 6-10 fordulót tud teljesíteni 1 munkanap.



Faanyag kihordása

- A faanyag kihordásának meghatározása elég komplex feladat, és nagy mértékben befolyásolják a terepi viszonyok, és a forwarder kihasználhatósága. A jól megtervezett és szervezett kihordással rengeteg időt, és költséget lehet megtakarítani, így jelentősen lehet befolyásolni a teljes aprítéktermelési rendszer költség-hatékonyságát.
- A terepi mérések alapján meghatároztuk, hogy a forwarderrel maximum 800-1.000 m-t szabad az aprítandó alapanyagot szállítani, e fölötti kihordás esetén olyan mértékben nő meg a teher- és üres-menet aránya, hogy a teljes gyűjtési munkarészt veszteségesé teszi. Ez azt jelenti, hogy ha kamionnal, amely a nagy távolságú szállítást végezné, nem lehet közelebb kerülni a területhez, mint 1 km, akkor csak a forwarderrel történő kihordás veszteséges lesz, nem szabad a munkát így elvégezni.
- A forwardernek biztosítani kell a megfelelő kihasználtságot, de azt úgy kell tenni, hogy kifejezetten a faanyag-gyűjtési, és vágásterületről való lehordási részében kell döntő többségében biztosítani. Abban az esetben, ha a forwardernek lenne egyéb munkája is, és a kihordást más eszközzel is el lehet végezni, akkor a forwarderezést a terepi felmérések és számítások alapján nem szabad nagyobbra tervezni, mint 200-300 m. Ha az aprítógép be tud állni a vágásterület szélére, akkor odáig kell forwarderrel az anyagot kiszállítani (közelíteni), ha nem, akkor lehetőleg pár száz méteren belül kell találni olyan utat, ahol az aprítógép már tud dolgozni.
- Itt a kiszállításba költség-hatékonyabb bekapcsolni traktorokat (2 db) nagy kapacitású utánfutóval (30 ürméteres), amelyekre történhet az aprítás, és amelyek az anyagot már nagy távolságokra is képesek gyorsan szállítani. A technológiába a JCB Fastruck 220 LE-s kifejezetten vontatásra tervezett traktora megfelelő. Ezzel a traktorral és a 30 ürméteres utánfutóval már 20 km-re is el lehet szállítani gazdaságosan a faanyagot, azaz akár a végfelhasználó, vagy egy szilárd burkolatú telephely is elérhető vele, de biztosan elérhető vele egy kamion számára is járható út. Ezek a traktorok utánfutót húzva 20-30 km/óra sebességgel tudnak közlekedni terepen, földúton, és akár 70-80 km/óra sebességgel szilárd burkolatú úton.



- A faanyag apríték formájában történő kihordására alkalmazhatóak még ebben az aprítéktermelési rendszerben a 8x8-as dömperek, amelyek 23-24 úrméter (kisebb), de akár 30 úrméter (nagyobb) mennyiséget is tudnak magukon mozgatni. Előnyük a nagyon jó terepjáró képesség, és az, hogy a földutakon, azok állapotától függően 40-60 km/óra sebességre is képesek rakott állapotban.
- Mind a nagy kapacitású utánfutóra, mind a dömperekre szerelhető olyan csigás anyagtovábbító rendszer, amellyel egy anyagmozgatást meg lehet spórolni, mert közvetlen a kamionba lehet terhelni az anyagot, de ezek még Magyarországon nem nagyon jelentek meg.

Faanyag máglyázása

- A faanyag máglyázásának helye már az előzőekben meghatározásra került, azonban keskeny utak esetében, ahol az aprítógép és a kamion, vagy traktor-pótkocsival, vagy dömper egymás mellett nem fér el, figyelembe kell venni azt is, hogy az út melyik oldalán terhelik le az anyagot. A rosszul megválasztott oldal sok, egyébként felesleges gépmozgatást, és teherrel történő fordulásokat eredményez, ami növeli a költségeket, és jelentősen növeli a gép-meghibásodás esélyét is. Tudni kell előre, hogy milyen aprítógéppel történik majd az aprítás, azaz melyik oldalt van az aprítógép tálcája, és előre vagy hátrafele fújja-e ki az aprított anyagot, illetve tudni kell, hogy a felterhelt szállítóeszköznek melyik irányba kell elhagyni a területet. A cél az, hogy a szállítóeszköz úgy tudjon megállni a máglya mellett, hogy az aprítógép aprítékkal való megfújása után forduló és akadály nélkül ki tudja szállítani az aprítékot a területről.
- A gyűjtött faanyag máglyázásánál a legfontosabb, hogy az anyagot mindig az út felé, azaz az aprítógép tálcája felé a vastagabb végével kell rakni, hogy majd azt egy menetben a vastagabb végével előre be lehessen adagolni a garatba.



- A máglyát a faanyag hosszától függően 3-5 m magasra fel lehet rakni. Nem szabad a máglyába az anyagot kötésbe rakni, mert az megnehezíti a máglya bontását.

Faanyag tárolása

- A faanyag teljes fában (kis méretű, alászorult, vagy második lombkoronaszintből kikerült faegyedek, amelyek az apadéokban visszamaradtak), koronában, ágfában történő tárolás hosszabb ideig, akár 1-1,5 évig is lehetséges, szemben az aprítékban való tárolással, ahol friss (40%-ot meghaladó nedvességtartalmú) anyagot mozgatás nélkül fafajtól függően 2-5 hónapnál tovább nem szabad tárolni halomban.
- A "hengeres" formában történő tárolásnak sok előnye van. A faanyagot jól át tudja járni a levegő, jobban le tudja adni a nedvességtartalmát és nem alakul ki a faanyagbontó gombák számára megfelelő mikroklíma, így a faanyag minősége nem romlik.
- A nedvességtartalom csökkenésével javul a fűtőérték, és a későbbi szállításkor (amely a nagyobb távolságú szállítást jelenti) nem kell a vizet is szállítanunk, ezzel jelentősen csökkentve a szállítási költségeket egy tonna faanyagra vonatkoztatva.
- A faanyagból akkor és annyit aprítunk a tárolás helyén mobil aprítógéppel, amikor arra éppen szükség van. Az aprításnál az anyagot rögtön a szállítójárműre fűjtjük. A hengeres formában történő tárolásnál a máglyák elhelyezését, ha van rá lehetőség, célszerű az uralkodó szélirány, és a benapozás függvényében kialakítani.
- A máglya tömörségétől, azaz a gyűjtött anyag dimenziójától és fafajtól függ, hogy a máglya mennyire tud átszellőzni. A télre tervezett aprítások esetén célszerű ipari papír anyaggal a máglya tetejét letakarni, hogy a sok téli csapadék, eső, és főleg hó, ne tudjon berakódni a máglya közé, mert az a téli időjárásban nem tud kiszáradni, és

többlet víztartalmat okoz, ami mind a szállítás egységköltségét, mind a végfelhasználónál történő átvétel jelentősen rontja.

Faanyag aprítása

- A földutak mentén, máglyában gyűjtött, nagy mennyiségű anyag aprítására, és jó minőségű apríték előállítására a Jenz HEM 561 Z típusú aprítógép alkalmas, amely 80-120 úrmétert aprítékot tud előállítani óránként, azaz egy kamiont maximum egy óra alatt tele tud fűjni. Tandemkerekes kialakítása révén terepen jól mozgatható, és egy 200 LE-s traktor már tudja üzemeltetni. Az éves 1.000 üzemóra kihasználtság mellett már gazdaságosan üzemeltethető, tehát nem kell számára folyamatosan nagy mennyiségű munkát biztosítani, de az általa hatékonyan feldolgozható alapanyag dimenzió-intervalluma (45-56 cm átmérőig kemény-lágy lomb és fenyő esetén) már akkora, hogy minden jellegű energetikai alapanyagot, amely apadékként jelentkezhet le tud aprítani.
- A terepi mérések alapján a különböző alapanyagok esetén az alábbi termelékenységi és minőségi mutatók érhetők el:

Alapanyag	Termelékenység	Minőség
Kemény lomb alapanyag átl. 10 cm tőátmérőjű	103 úrméter/óra	1. osztályú
Kemény lomb alapanyag átl. 15 cm tőátmérőjű	126 úrméter/óra	1. osztályú
Lágy lomb alapanyag átl. 8 cm tőátmérőjű	96 úrméter/óra	2. osztályú
Lágy lomb alapanyag átl. 12 cm tőátmérőjű	108 úrméter/óra	1. osztályú
Fenyő alapanyag átl. 6 cm tőátmérőjű	78 úrméter/óra	2. osztályú
Fenyő alapanyag átl. 8 cm tőátmérőjű	92 úrméter/óra	1. osztályú



- Az aprításnál a máglyát mindig ott célszerű megkezdeni, ahol a forwarder befejezte, mert ott az anyag még nincs összekapaszkodva, illetve azokkal a fogásokkal, ahogy a forwarder az anyagot leterhelte, az aprítógép azt fel is tudja venni.
- Az aprítógép esetén is fontos, hogy az etetéshez energiakanalat használjanak, mert ez is elősegíti a tárolt anyagba esetleg belekerült szennyeződés kihullását. Célszerű a máglyából kiemelt anyagot egy kicsit a daruval megrázni, hogy az esetlegesen belekerült szennyeződés kihulljon belőle.
- A levéllel együtt gyűjtött alapanyagnál az apríték minőségének szempontjából és a daruzás hatékonysága szempontjából is érdemes az anyag vastag végét az aprítógép behúzó hengereivel megfogatni, és onnan az anyagot le kell engedni a tálcára, nem érdemes tartani és tolni a daruval, mert ekkor a faanyagra ható rázó hatás jobba érvényesül, és sok levél lehull a faanyagról a tálca előtt, ami így nem növeli a porfrakciót a kész aprítékban.

Faanyag szállítása nagy távolságra

- Az aprítékot nagy tömegben 20-40 km feletti távolságra csak mozgópados vagy billenős 80-90 ürméter kapacitású kamionokkal szabad elvégezni. Ezen kamionoknak a hasznos terhelhetősége 24 tonna. Jelenleg a kamionok futási költsége km-ként (beleértve az oda és vissza utat is) 300 ft körül mozog.
- Abban az esetben, ha lehetséges akkor szervezni kell visszafuvart a apríték szállításokhoz, mert a szállítási költség közel a felére is csökkenhet. Ha az apríték felhasználó közeléből az aprítási hely közelébe visszafuvarba szintén tud szállítani valamit a kamion, akkor nem kell ráterhelni a szállított aprítékra az üresmenet költséget. Ezek a kamionok bármely ömlesztett árut, vagy big-bag-es árut,

oldalt felnyílók pedig még raklapos árút is tudnak szállítani, így viszonylag nyitottak a lehetőségek a visszfuvar keresésére.

- A terepi mérések alapján az alábbi tonna/űrméter arányokkal lehet tervezni az egyes aprítéktípusok esetében a hasznos teherbírás kihasználása esetén:

• Kemény lomb 30 % nedvességtartalom	0,35 t/űm	68 űm/kamion
• Kemény lomb 45 % nedvességtartalom	0,42 t/űm	57 űm/kamion
• Lágy lomb 30 % nedvességtartalom	0,20 t/űm	120 űm/kamion
• Lágy lomb 50 % nedvességtartalom	0,24 t/űm	100 űm/kamion
• Fenyő 30 % nedvességtartalom	0,31 t/űm	77 űm/kamion
• Fenyő 45 % nedvességtartalom	0,33 t/űm	72 űm/kamion

A lágy lomb esetében a 90 űrméteres maximális tároló kapacitás miatt értelem szerűen nem lehet kihasználni a hasznos teherbírást, azaz

• Lágy lomb 30 % nedvességtartalom	18 tonna terhelhető fel
• Lágy lomb 50 % nedvességtartalom	22 tonna terhelhető fel

A szállítási költség mindig km alapú, de a szállított apríték átvétele súly alapján kerül elszámolásra, ezért látható, hogy a lágy lomb anyagokat lehet legkevésbé gazdaságosan nagy távolságra szállítani.

A Jenz HEM 561 Z aprítógépre vonatkozó terepi mérések alapján sikerült meghatározni azokat a munkaleíró függvényeket, mutatókat mind a fajlagos gépköltségek, termelési hatékonyság, illetve a különböző alapanyagokból előállítható különböző minőségű aprítékok meghatározása, amely hozzájárult az aprítéktermelési rendszer tervező szoftver háttéradatbázisának a felépítéséhez, és az alapanyagokra vonatkozó osztályozási rendszer meghatározásához. Az aprítéktermelési rendszer tervező szoftverrel végzett elemzések pedig alapjául szolgáltak az új aprítéktermelési rendszerek, technológiák meghatározásához.

III. Rövid vágásfordulójú energetikai faültetvényben megtermelt alapanyagra alapozott aprítéktermelési rendszerének technológiája

- Az energetikai faültetvények az agro-erdészet kategóriába tartoznak, amely besorolás mutatja, hogy a hagyományos erdőgazdálkodástól eltérnek, így azokban termelt faanyag aprítéktermelési technológiájában is el kell térni a hagyományos erdőgazdálkodásban alkalmazható technológiáktól, hogy biztosítani tudjuk a megfelelő költséghatékonyságot. Alapvető különbség, hogy az energetikai faültetvényekben a főtermék az energetikai alapanyag, azaz itt minden művelet 100 %-ban az energetikai alapanyag hasznosítását szolgálja.
- Magyarországon a különböző fafajok közül a csekély számú és kiterjedésű ültetvényen belül is a lágylombos fafajok, azok között is a kifejezetten erre a célra szelektált olasz származású ANC nyár klónok terjedtek el. Ezek faanyag struktúrájukban lényegesen eltérnek a hagyományos erdőgazdálkodásban megismert fafajoktól, legközelebb az ipari felhasználásra szánt nemes-nyárhoz állnak, azonban eltérő funkciójukból adódóan más dimenziókkal, fajsúlyokkal, nedvességtartalommal rendelkeznek, amely hatással van a hozzájuk kapcsolható költség-hatékony technológiára. Termesztésük olyan mezőgazdasági területeken történik, amelyek nagy gépekkel biztosan jól járhatók, és eleve szabályos rendben helyezkednek el az egyes faegyedek a betakarítási korokban is.
- Az alábbi pontokban a II. számú technológiától lényegi technológiai eltéréseket írtuk itt le, az ismétlődések elkerülése végett.



Faanyag töelválasztása

- A faanyag töelválasztásánál a rövid vágásfordulójú energetikai faültetvényeknél azt az elvet kell szem előtt tartani, hogy a teljes faanyag részét képezi, mint alapanyag, az aprítéktermelési rendszernek.
- Terepi felmérések és adatgyűjtések során kiderült, hogy Magyarországon történt energetikai faültetvény betakarítások döntő többségénél (amelyet nem kézi erővel végeztek el a terület kis kiterjedése miatt), járva aprító gépet (Claas Jaguar kombájnt használtak HS2 adapterrel) alkalmaztak, amely szinte minden esetben veszteségesé tette a betakarítást.
- Az energetikai faültetvények megjelenése, első kísérletek idején olyan hektáronkénti hozamokról beszéltek (25-50 tonna/ha/év), amelyek a valóságban messze nem teljesültek. Jellemzően 12-, legjobb esetekben (kiváló termőhely, tápanyagutánpótlás) 25 tonna/ha/év hozamot érnek el az ültetvények Magyarországon. Ebből adódik, hogy a hektáronkénti fix költséggel dolgozó nagyteljesítményű kombájn fajlagos betakarítási költsége 2-3 szorosa a korábban kalkuláltakénak. A betakarításokat mind járvaaprítóval tervezték, de már csak a költségeket vizsgálva is látható, hogy nem építhető rá gazdaságos technológia, az anyagáramok problémáját, és az apríték minőségromlásának problémáját nem is említve.
- Az adatgyűjtések és számítások alapján a megfelelő költség-hatékony technológiát a gyűjtő-vágó fejek alkalmazása adja. Ezeket a fejeket egy traktor hidraulika-rendszeréről is lehet üzemeltetni, és képesek a rövid vágásfordulójú energetikai ültetvényekben előforduló dimenziókat kezelni, azaz a töelválasztást és a manipulálást megvalósítani. A faanyag jellemzően 8-18 cm töátmérőjű, 3-7 m hosszú és kitermeléskor csupán 6-20 kg/fa között mozog, amelyet pl.: a Naarva Grip 1500 típusú gyűjtő-vágó fej hatékonyan tud kezelni.



Naarva Grip 1500 típusú gyűjtő-vágó fej

- A gyűjtő-vágó fejjel történő töelválasztásnál két költség-hatékony lehetőség is rendelkezésre áll. Abban az esetben, ha a gyűjtő-vágó fejet traktorral üzemeltetjük, és a betakarítandó terület nagysága nem haladja meg a 10 ha-t, akkor a traktor után kötött kihordó-szerelvényre a gyűjtő-vágó fej által egy menetben összegyűjtött faanyagot rögtön fel is lehet terhelni, majd a kihordó-szerelvény megtelével azt ki lehet szállítani. Így egy munkagéppel meg tudjuk oldani a töelválasztást - gyűjtést - kihordást is.
- 10 ha-nál nagyobb terület esetén gazdaságosabb a kihordást elválasztani a töelválasztástól és gyűjtéstől. Ekkor a gyűjtő-vágó fejjel elvégzésre kerül a töelválasztás, és megtörténik egy előgyűjtés is, az által, hogy az egy menetben összegyűjtött anyagot a sorok mentén haladva a már kivágott oldalra a menetiránnyal 60-70°-ot bezáróan elhelyezik. A daru hosszától és az anyag dimenziójától függően, amennyiben lehetséges az egyes töelválasztási-gyűjtési menetekben kialakult

egységeket egymásra kell helyezni, ha az nem jár külön átállással, így gyorsítva a későbbi gyűjtést és kihordást.

- 25 ha-nál nagyobb területen a legköltség-hatékonyabb megoldás, ha a három műveletet ismét összekacsoljuk, de a vágó-gyűjtő fejet ez esetben a nagy kihordókapacitású forwarderre helyezzük. Ehhez természetesen folyamatosan rendelkezésre kell állnia egy forwardernek, de így már elendő anyagot lehet egy menetben kihordani (4-6 tonna), hogy annak egység-költsége ne legyen túl magas. A forwarderre szerelt vágó-gyűjtő fejet azonban csak a nagyobb dimenziójú 3-5 éves rotációval kezelt jó hozamú (minimum 18-23 tonna/ha/év) ültetvényekbe lehet költség-hatékonyan alkalmazni. Az ennél kisebb dimenziójú ültetvényeknél a tőelválasztásra nem szabad nagyobb erőgépet beállítani, mint a traktor és az arra szerelt gyűjtő-vágó fej.



Kihordó gyűjtő-vágó fejjel

Az alábbiakban látható egy nagy teljesítményű vágó-gyűjtő (döntő-rakásoló) fej, amely tőelválasztást és előgyűjtést valósít meg. Ezt csak a hosszú vágásfordulójú energetikai ültetvényekben lehet alkalmazni, ami, Magyarországon nem releváns jelenleg.



Nagy teljesítményű döntő-rakásoló

Faanyag gyűjtése

- Az előzőekből következik, hogy a faanyag gyűjtése akkor szükséges, ha a tőelválasztás-(elő)gyűjtés és a kihordás nem különül el egymástól.
- A 10 ha-nál nagyobb területeken, illetve a 25 ha-nál nagyobb, de kis diemnziojú energetikai faültetvények esetén a faanyag előgyűjtött állapotban van a sorok mentén, azokra 60-70 °-os szöget bezáróan. Ezt a faanyagot forwarderrel célszerű összegyűjteni, ahol szintén előnyös a szorító rakoncás felépítménnyel rendelkező kihordó. Az energetikai faültetvényekben termelt faanyag egyik nagy hátránya, hogy a gyorsan növő tulajdonságból adódóan a faanyag sokkal lazább szerkezetű, sokkal kisebb fajsúlyú, mint a hagyományos erdőgazdálkodásban nevelt fafajok. A



költségeket mindig az abszolút száraz tonnára, azaz tömegre vonatkoztatjuk, mert az energetikai faanyag ára is ebben a mértékegységben kerül meghatározásra, így nagy feladatot jelent, hogy az egységnyi tömegáramra a lehető legkisebb költség rakódjon rá. A Ponsse Buffalo a rövid vágásfordulójú 3-4 éves rotációval kezelt energetikai faültetvényeknél 4-6 tonna anyagot tud egy menetben összegyűjteni, így a kihordás távolságát csökkenteni kell a hagyományos erdőgazdálkodásban megengedhető távolságokkal szemben is.

- A faanyag gyűjtésénél így az egy menetben minél nagyobb tömeg felterhelése a cél.

Faanyag kihordása

- Az energetikai faültetvények mezőgazdasági területeken létesülnek, és a mezőgazdasági területek nagyobb mértékben vannak feltárva úthálózattal, és ezen utak jobb minőségűek, így az esetek többségében nem szükséges nagy távolságra vinni az anyagot, hogy azt tárolni, majd később aprítani lehessen.
- A tárolás megoldható a letermelt terület néhány %-án, a kapcsolódó út mellett, így az nem vesz el területet az ültetvény nettó területéből, és a vágásterületen kívül nem is kell mozgatni az anyagot. A faanyag eltávolítása során (ha az földön volt tárolva), azt teljes mértékben fel lehet szedni, és nem kell tartani az anyag szennyeződésétől.
- Az ültetvények telepítésénél is ez egy fontos szempont, hogy a kitermelt anyagot a terület szélén, vagy ahhoz minél közelebb lehessen majd tárolni.



Faanyag máglyázása

- A faanyag máglyázásánál a II. technológiai leírásban szereplő szempontokat kell itt is figyelembe venni. A különbség az előzőek itt az, hogy itt kiemelt figyelmet kell biztosítani a faanyag napos, szeles helyre történő máglyázására, a máglya tájolására. A mérési eredmények azt mutatják, hogy a rövid vágásfordulójú energetikai ültetvényekből kikerülő faanyag nedvességtartalma konstans magasabb, mint a hagyományos erdőgazdálkodásból származó lágylomb fajoké, 55-60 %-ot is elér, és a tárolt faanyagnál a nedvességtartalom csökkenés is lassabban megy végbe, ami a nagy méretű tracheák okozta kisebb kapilláris hatás következménye.

Faanyag tárolása

- A töelválasztott faanyag teljes fában való tárolásának számos előnye van a Magyarországon hibásan elterjedt, és nem költség-hatékony aprítékban való betakarítás és aprítékban való tárolással szemben. Az energetikai aprítékot hasznosítók általában erőművek, amelyek az alapanyagot folyamatosan az egész év során igénylik, ezzel szemben a betakarítás csak a vegetációs időn kívül ~3 hónap időintervallumban lehetséges. Abban az esetben, ha nagyobb mennyiségű faanyagot termelnek le az energetikai faültetvényekből, az nem helyezhető el rögtön a végfelhasználónál, azaz tárolni kell, és a égfelhasználó igénye szerint az év során folyamatosan lehet beszállítani. A járvaaprító kombájnok egy menetben aprítékot állítanak elő, azonban azt traktor után húzott pótkocsira tudják terhelni, amivel egy tároló helyig kell szállítani az 45-55 % nedvességtartalmú anyagot, és szilárd burkolatú területre van szükség a tárolásra.
- A terepi mérések igazolták, hogy a rövid vágásfordulójú energetikai faültetvényekből nyert friss apríték 2-4 hónapnál tovább nem tárolható, csak sokszori átforgatással, kiterítéssel (levegőn történő szárítással), mivel a lignint lebontó gombák is gyorsabban megjelennek a számukra kedvező mikroklíma végett (magas hőmérséklet a halom

belsejében 50-60 C°és magas nedvességtartalom 45-55 %). Ez a tárolási mód így többlet szállítási költséggel jár (vizes anyag szállítása kis szállítási kapacitású traktor-utánfutókkal), többlet anyagmozgatással jár (tárolt apríték rendszeres forgatása), és többlet tárolási költséggel jár (a sokszori forgatás miatt szilárd burkolatú tárolókra van szükség).

- A terület szélén teljes fában történő tárolásnál a faanyag akkor kerül aprításra (közvetlen az aprítékot szállító járműre) egy mobil aprítógéppel, amikor azt a felhasználóhelyre be kell szállítani, tehát a felhasználásig azt teljes fában tároljuk. Ennek előnye, hogy a tárolás folyamán a faanyagot jól át tudja járni a levegő, így nedvességtartalma csökken, ezzel fűtőértéke nő, és a felhasználóhelyig nem kell már az elpárolgott vizet szállítani, ami jelentős költségmegtakarítást jelent. A faanyagot nem kell a tárolás során mozgatni, forgatni, és nem igényel szilárd burkolatú felületet.



Rövid vágásfordulójú energetikai ültetvényből származó tárolt faanyag



Faanyag aprítása

- A faanyag aprításánál a II. technológiai leírásban szereplő szempontokat kell itt is figyelembe venni. A 3-4 éves rotációval kezelt rövid vágásfordulójú energetikai faültetvények faanyagának aprítására a Jenz HEM 561 Z típusú aprítógép szintén alkalmas. Minőségben, és teljesítményben ugyan azt tudja produkálni, mint a hagyományos erdőgazdálkodás során keletkező lágy lomb (12 cm átmérőtől) esetében, és a próba-mérések alapján az üzemóránként aprított mennyiség ezt általában meg is haladta, elérte a 128-135 ürméter/üzemóra értéket is, a mellett, hogy az üzemanyag-fogyasztás 15 %-al kevesebb volt. Ez a faanyag laza szerkezetéből adódik, amely révén az aprítógép egyszerre nagyobb mennyiségű anyag garatba történő beadagolása esetén sem erőlködik olyan mértékben, mint a normál faanyagnál.

Faanyag szállítása

- A rövid vágásfordulójú energetikai faültetvények nagy hátránya az energetikai hasznosítás szempontjából a fajlagosan nagy költséggel járó szállítás. A faanyag száraz állapotában való szállításával lehet egy bizonyos szinten csökkenteni a szállítási költségeket, azonban az előzőekben említett, a faanyag laza szerkezetéből adódóan kevés abszolút száraz tonna anyagot lehet felpréselni egy-egy kamionra. Még a hagyományos erdőgazdálkodásból kikerülő száraz lágy lomb faanyag egy kamionra felrakható átlagos 12,6 tonna/kamion értékét sem éri el sok esetben. A faanyag szállíthatóságát ez lényegesen korlátozza. A számítások szerint ezt a típusú faanyagot 50-70 km-nél messzebb nem szabad szállítani, mert e fölött a szállítási költségek elviszik az eredményt. Az energetikai ültetvények létesítési helyét ezen szempont szerint kell meghatározni.



A fentiekben ismertetett rövid vágásfordulójú energetikai faültetvényben megtermelt alapanyagra alapozott aprítéktermelési rendszerének technológiájának meghatározásával biztosítottunk egy olyan technológiai megoldást, amely a Magyarországon előforduló, illetve telepíthető ültetvények faanyagára egy gazdaságos és költség-hatékony aprítéktermelési rendszert, technológiát ad. Ezzel részben biztosítva a lehetőséget az energetikai faültetvények nagyobb arányú elterjedéséhez, azok nagyobb szerepvállalásához a megújuló alapon termelt energia előállításában, és teret adva egy új technika, a gyűjtő-vágó fej magyarországi elterjedésének, amely akár szélesebb körben is alkalmazásra találhat, a hagyományos erdőgazdálkodás gyérítési feladatainál.