XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

HAVÁRIÁVAL SÚJTOTT TERÜLETEK HASZNOSÍTÁSA ENERGETIKAI CÉLÚ FATERMESZTÉSRE

SZAKÁLOSNÉ MÁTYÁS Katalin, VÁGVÖLGYI Andrea, HORVÁTH Attila László

Abstract

The ratio of damaged areas was increased recently in Hungary (e.g. red sludge disaster, flood, inland inundation, etc.). The utilization of these areas imposes difficulties even after averting the emergency. One possible solution is to plant energy plantations. This can solve the utilization of the area and the produced timber can be used for energy production. Before the afforestation the site survey is highly important. Based on the results the tree species can be chosen and the corresponding cultivation technologies can be planned. Energy plantations are generally man-made forests with fast-growing species and the rotation period is short. Therefore it is necessary to determine the method of harvesting and the corresponding machine system already at the planning phase. After harvesting the timber should be transported in a short period of time in order not to prevent the development of the next tree stand. At the transport large amount of wood chip must be moved for shorter or longer distance. Thus the applied logistic plays very important role in the whole process, by making the operation of timber utilizing power plants as profitable as possible.

Key words:

energy plantation, damaged areas, red sludge disaster, afforestation, harvesting, applied logistic

Összefoglalás

Az elmúlt időszakban a haváriával sújtott területek aránya megnövekedett hazánkban (pl.: vörösiszap katasztrófa, árvíz, belvíz, stb.). Ezen területek hasznosítása a vészhelyzet elhárítása után, nehézségekbe ütközik. Egyik lehetséges mód az energetikai faültetvények telepítése az adott területen, melynek eredményeképpen a terület hasznosítása megoldódik és a rajta megtermelt faanyag energetikai célra felhasználható. Elengedhetetlen fontosságú az ültetvény telepítése előtt a szakszerű termőhely-feltárás, amely eredményei alapján a termesztendő fafaj kiválasztható, a termesztés-technológia kidolgozható. Az energetikai célú erdők, többnyire telepített, gyors növekedésű, rövid vágásfordulójú ültetvények, ezért már a létesítés megtervezésekor szükséges a fakitermelési (betakarítási) rendszer meghatározása, és a megfelelő géprendszer kiválasztása. Az energetikai célú ültetvények faanyagát a betakarítást követően, lehetőség szerint minél rövidebb időn belül el kell szállítani, azért is, hogy a következő állomány fejlődését ne akadályozza. Az aprítékszállítás során nagy mennyiségű biomasszát kell mozgatni hosszabb-rövidebb távolságokra. Az aprítéktermelési logisztikának rendkívül nagy szerepe van abban, hogy a meg- és kitermelt faanyagra alapozott működése a fűtőműveknek, erőműveknek illetve „nagyfogyasztóknak” gazdaságos legyen.

Kulcsszavak:

energetikai faültetvény, havária, vörösiszap, ültetvény telepítés, fakitermelés, aprítéktermelési logisztika

Bevezetés

Hazánkban is rendkívüli jelentőséggel bír a legoptimálisabb földhasznosítási lehetőségek megtalálása és azok kiaknázása, főként a gyenge termőképességű talajok esetében. A talajok termőképességét befolyásolják a földtani, éghajlati, domborzati, biológiai tényezők, ill. a talajok kora, de ma már hangsúlyosan kell megemlítenünk az antropogén (emberi) hatásokat is. Az emberi tevékenység talajfejlődésre gyakorolt hatása lehet pozitív, de sajnos negatív is (havaria). Az elmúlt év „ajkai vörösiszap katasztrófája” egy ilyen hatás szörnyű példája. Ha a talajszennyezés mértéke és összetétele miatt a terület mezőgazdasági termény-féleségek termesztésére nem, de erő telepítésére alkalmas, akkor az így megtermelt faanyag energetikai célra hasznosítható.

1. ábra Légifelvétel az iszapömlésről
(Forrás: mandiner.hu)

2. ábra Mentésben résztvevő kihordó
Forrás: MTI fotó

1. Energetikai célú faültetvények létesítése és ápolása

Az energetikai faültetvények létesítését megelőzően termőhelyfeltárási szakvélemény kell hogy készüljön, mely leírja a terület adottságait. A szakvélemény alapján készül a tervezési fázisban hozam-, és hatásvizsgálat ill. a termesztés-technológiai kidolgozása, vagy az esetleges fejlesztési lehetőségek kiaknázása. A fafajmegválasztáshoz kb. 5 hektáronkénti talajszelvény nyitás és vizsgálat szükséges. A vételezett talajminták általános laboratóriumi vizsgálata javasolt (pl.: pH, CaCO_3 , fizikai talajféleség, összes só %, humusztartalom %. AL- foszfor, kálium, összes nitrogén mérése). Az ültetvény megfelelő növekedési intenzitásnak eléréséhez sok esetben tápanyag utánpótlásra van szükség. Ennek tervezéséhez átlagminta-vétele javasolt 5 hektáronként, legalább a 0-30 és 30-60 (60-90) cm-es talajrétegekből (fontos a növények gyökerének lehatolási mélysége). Az átlagmintából bővített vizsgálattal – az előzőekben felsorolt tényezőkön túl – mérjük a talaj K_A , vízdoldható összes só, NO_2+NO_3 , P_2O_5 , K_2O , Na, Mg, SO_4 , Mn, Zn, Cu tartalmát. Ezen vizsgálatok évenkénti elvégzésével nyomon lehet követni az egyes paraméterek változását a talajban, ezáltal megállapítható, hogy milyen tápanyag-utánpótlására van szükség, ill. hogy hogyan alakulnak az ültetvény hozama.

Haváriával sújtott területek esetében természetesen figyelembe kell venni, hogy milyen szennyezés érte az adott területet, milyen mélységben, hiszen ez is befolyásolhatja a fafaj megválasztását.

Az energetikai ültetvények termesztés-technológiáját egyedileg kell megválasztani a helyi adottságokat figyelembe véve. Az alkalmazandó technológiákat: az ültetvény mérete, a területi adottságok, a rendelkezésre álló erő- és munkagépek és a logisztikai befolyásoló tényezők határozzák meg [2]. Az ültetési hálózat alapvetően a fafajtól, illetve a klóntól, az előrelátható vágásfordulótól, a termőhelytől, a termés hasznosítási módjától és az alkalmazni kívánt betakarítási eljárástól függ. Kialakítható egysoros ill. ikersoros ültetési hálózat. Az egysoros ültetési hálózat minden, közepesen hosszú és hosszú vágásfordulóban termelt fafajhoz javasolható, de amennyiben rövid vágásfordulóra törekszünk, az ikersoros ültetési hálózat javasolható. Az ikersorok közötti távolság a hatékony gépi betakarítás miatt 70-75 cm és az egyes sorokban a növények közötti tőtávolság 50 cm [4]. Az ültetés többféle módon valósítható meg: ékásóval; fúróval; suhángültetővel; kis-, közepes, nagyteljesítményű csemete- vagy dugványültető géppel stb.

Az ültetés évében általában sűrű gyomvegetációra számíthatunk, mely többszöri gyomirtással kezelhető. Sík területeken elegendő a növénytörzsek között végzett mechanikai gyomirtás, talajmaró helyett ajánlott rotációs gép, vagy kultivátor alkalmazása. Humid és szemihumid területeken a szárzúzók használata kedvezőbb, mivel a feltalaj tömöttebb marad, ezáltal az erózió kevésbé veszélyezteti a talajt. Lejtős területeken, a talajon a víz-és szél-eróziója ellen a haszonnövények között alacsony növéssű, élő szárasságtűrő növényfajok alkalmazása javasolt, melyeket egy adott növekedési magasság elérésekor vissza kell vágni (szárzúzózás). Környezet- illetve természetvédelmi szempontok figyelembevételével a mechanikai gyomirtás mellett vagy helyett vegyszeres gyomirtási technológia alkalmazása is szükségessé válhat. A kenési technológiával végrehajtott gyomkorlátozás alternatív kezelési módok közé tartozik. A vegyszerkenő gépek folyadékfilm formájában viszik fel a vegyszer koncentrációjú kenőlevelet a növényzet lombzatára. Permetezési technológia esetén talajmaróra szerelt permetező-egység segítségével egy menetben elvégezhető a mechanikai és vegyszeres gyomirtás.

A tápanyag-utánpótlás mértékét befolyásolja a termesztés-technológia, ill. a terület jellemzői. Az ültetést megelőzően, a betakarítások után, valamint az ültetvény felszámolását követően a fontosabb tápanyagok mennyiségét szükséges ellenőrizni. Ha a talajnak megfelelő a tápanyag-ellátottsága, akkor a lombhullás és azt követő mineralizáció eredményeként elég a termés által kivont tápanyagot visszapótolni. A tápanyag-visszapótlás mértéke függ a fafajtól, a termőhelytől, a vágásfordulótól, valamint a termés hozamtól. Minél hosszabb a vágásforduló, annál nagyobb a tápanyagban szegény törzsek aránya az összes terméshez viszonyítva. Minél kisebb a vékony ágak aránya, annál kisebb a nettó N-, P-, K-, Ca- és Mg-kivonás a területről [4]. A tápanyag-utánpótlására számos lehetőség kínálkozik: szerves trágyák, egyéb biológiai hulladékok, műtrágyák, száraz stabilizációs komposzt, iszapkomposzt és hamu.

2. Energetikai célú faültetvények betakarítása

Az ültetvények betakarítása a rotációs időtől függ, de minden esetben a vegetációs időszakon kívül történik. Törekedni kell a teljes vegetációs nyugalomi időszakban végrehajtott munkára. Ilyenkor az állomány lombtalan állapotban van, valamint a következő évi gyökér és hajtásnövekedés sem indult el. Ez időjárástól is függően november-március közötti időszakot jelenti. A betakarításra a legkedvezőbb az enyhe fagy, mivel akkor a talaj jól járható, nem szenved károkat a gyökérzóna. Az első betakarítás alkalmával a kialakult csonkoknak (vágásfelületeknek) a talaj felszínéhez közel kell elhelyezkedniük, mivel a következő betakarítások alkalmával az előző vágási magasság felett kell végrehajtania a kitermelést, az ideálisnál nagyobb vágási felületek elkerülése érdekében. A kitermelés során törekedni kell a lehető legsimább vágásfelület kialakításra. A gyakorlatban bevált betakarítási időpontban a termés víztartalma 50-55%, szélsőséges esetekben a szárazanyag tartalom 45-60% -ot is elérheti.

Az ültetvények szélső sorai az előnyösebb termőhelyi viszonyokból (nagyobb növény tér, több fény és víz) kifolyólag nagyobb töltésmérővel rendelkeznek, mint az ültetvény többi egyede. Egyes esetekben a fák (vesszők) betakarítása nagyobb teljesítményű gépeket, ill. más kitermelési technológiát igényel. A betakarítás költségei az összes ráfordítás függvényében a termelési költségek 50-80%-át teszik ki, ezért a kis betakarítási költség, valamint az optimális betakarítási eljárás megválasztása kulcsfontosságú [4].

A rövid vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvények fakitermelési (betakarítási) munkarendszerét alapvetően meghatározza termesztés-technológia (vágásforduló, ültetési hálózat), a betakarítás módja (apríték, köteg vagy teljes fa) és terület mérete.

Betakarítási munkarendszerek

A betakarítás gépesítettségének mértékétől függően a következő munkarendszereket különíthetünk el:

- kézi eszközös betakarítás;
- gépi többtagú betakarítás (szakaszos, több fázisú, többmenetes);
- gépi egytagú betakarítás (egymenetes).

Az állomány típusát – sarjzatatásos vagy hengeres fás szárú energetikai ültetvény – figyelembe kell venni a munkarendszer-változat kiválasztásánál.

Kézi eszközös betakarítás

Kisebbségi területű ültetvények esetében alkalmazható módszer. A tőtől való elválasztás és az irányított döntés eszköze – a sarjzatatásos típusú állományoknál – a tisztítófűrész, a kengyeles motorfűrész és a motorfűrész. A kengyeles motorfűrész legfeljebb 10 cm átmérőjű törzsek döntésére alkalmazható. A

hengeres típusú ültetvények kitermelésének fő eszköze a motorfűrész. A kitermelt faanyag aprítása a következő módokon valósulhat meg:

- Mobil aprítógépekkel aprítják a faanyagot, majd az aprítékot elszállítják a felhasználás helyére.
- A faanyagot a terület szélére vagy külön erre a célra kialakított rakodóra közelítik, ahol a későbbiek során megvalósul az aprítás, mobil vagy telepített aprítógéppel. Az aprítékot teherautókkal szállítják a felhasználókhoz.

Gépi többtagú betakarítás

A gépi többtagú betakarítás esetén a faanyag kitermelése és aprítása eltérő időpontban – esetenként különböző helyszínen – valósul meg. A kitermelés, anyagmozgatás és feldolgozás munkaműveleti különböző gépekkel valósulnak meg. Az apríték előállítása megvalósulhat vágásterületen, rakodón és a felhasználás helyén.

Gépi egytagú betakarítás

Gépi egytagú betakarításnál a törlésválasztás és az aprítás egy időben valósul meg. Az alkalmazott gépek elvégzik kitermelést, az aprítást és az apríték tárolóegységbe (konténerbe, pótkocsira) való eljuttatását.

Az egyes munkarendszerekhez tartozó géptípusokat és csoportosításukat a *1. táblázat* tartalmazza az ültetvény típusoknak megfelelően. A gazdasági szempontokat figyelembe véve, törekedni kell azon gépek alkalmazására, melyeknek a holtszezonban mező- ill. erdőgazdasági területeken munkát tudnak biztosítani.

A betakarítási és szállítási feladatokat sokféle tényező befolyásolja. Önmagában is bonyolult tervező munkát igényel a betakarítás technológiájának kiválasztása, melyet a különböző szállítási lehetőségek meghatározása tovább nehezít. A folyamatosan változó és hirtelen fellépő befolyásoló tényezők, mint pl. az időjárás, bármikor felboríthatják a tervezést és gyors újratervezési feladatokat indukálnak.

1. táblázat Munkarendszerekhez tartozó géptípusok és csoportosításuk

Betakarítási munkarendszerek gépi			Sarjaztatásos energetikai ültetvény	Hengeres energetikai ültetvény
Kézi eszközös betakarítás			Tisztítófűrész	Motorfűrész
			Kengyeles motorfűrész	
			Motorfűrész	
Gépi többtagú betakarítás	Tőelválasztást és irányított döntést megvalósító gépek	Tőelválasztó gépek	Függesztett fakitermelő gép	
			Darus erőgép körfűrészkes döntő fejjel (pl.: Bracke C12.a)	
		Döntő-rakásolók	Darus erőgép nyomottkéses döntőfejjel (pl.: Schnitt-Griffy HS 850)	Darus erőgép döntő-gyűjtő fejjel (pl.: Naarva Grip 1500)
			Darus erőgép döntő-gyűjtő fejjel (pl.: Naarva Grip 1500)	Döntő-rakásolók (pl.: TimberPro TB630)
	Kitermelt faanyag feldolgozását megvalósító gépek		Vékonyfa-kötegelő gépek (pl.: John Deere 1490D)	Mobil aprítógépek (pl.: Mus-Max Wood Terminator 8XL)
			Mobil aprítógépek (pl.: Junkkari HJ500)	
	Közelítést megvalósító gépek		Kihordó szerelvények (traktor + pótkocsi)	Kihordó szerelvények (traktor + pótkocsi)
			Kihordók (pl.: Valmet 860.3)	Kihordók (pl.: Valmet 860.3)
			Gyűjtő-kihordók (pl.: Ponsse Bio)	Gyűjtő-kihordók (pl.: Ponsse Bio)
				Csörlős vonszolók (pl.: LKT 80)
				Szorítózsámolyos vonszolók (pl.: HSM 904F Kurz)
				Markolós vonszolók (pl.: HSM 904Z)
	Tőelválasztást és feldolgozást együttesen megvalósító gépek		Járvakötegelők (pl.: Salix maskiner)	Harveszterek (pl.: Valmet 911.3)
			Járvabálázók (pl.: Biobaler-WB 55)	Döntő-kötegelők (pl.: Valmet-Fixteri)
			Döntő-kötegelők (pl.: Valmet-Fixteri)	
	Tőelválasztást és közelítést együttesen megvalósító gépek		Rendrevágó-gyűjtő-kihordók (pl.: Sagerslätt Empire 2000)	Döntő-gyűjtőfejjel felszerelt kihordók (pl.: Valmet 860.3 + Bracke C16.b)
			Döntő-gyűjtőfejjel felszerelt kihordók (pl.: Valmet 860.3 + Bracke C16.b)	Szorítózsámolyos döntő-rakásoló (pl.: TimberPro TS840)
Gépi egytagú betakarítás	Függesztett munkagépekkel		Három pont felfüggesztéses (pl.: OPTIGÉP 2.)	
			Front kapcsolású (pl.: Göttinger gyártmányú)	
	Vontatott munkagépekkel		Vontatott járvaaprító (pl.: Opti VFA)	
	Önjáró kivitelű munkagépekkel		Normál járvaaprítók (pl.: New Holland+130FB adapter)	Aprító-harveszter konténerrel (pl.: Valmet 801 Combi BioEnergy)
			Konténeres járvaaprítók (pl.: Claas Jaguás HS2 +konténer)	Döntő-aprító konténerrel (pl.: Preuss-Silvatec)

3. Energetikai faültetvények faanyagának hasznosítása

Az energiaerdők kitermelése során – azok méreti, alaki és minőségi tulajdonságaiktól függően – képződhet ipari fa, de leggyakrabban apríték vagy egyéb termék állítható elő. Az ipari fa választékok közül leginkább csak rostfa, forgácsfa, papírfá képződik, melyek a rétegeltlemez-, karton-, cellulózgyártás alapanyagát adhatják. Az apríték leggyakrabban fűtő- vagy erőműbe kerül, de alapanyagát adja a

pellet, brikett és biohajtóanyag (Bimassa to Liquid) előállításnak. Egyéb hasznosítási lehetőségként kell megemlíteni a kertészeti, virágkötészeti hasznosítást és dísz tárgyak, fonott kosarak készítését.

3. ábra Energetikai faültetvények faanyagának hasznosítása

Az energetikai célú faültetvények faanyagának felhasználóhoz történő eljuttatása egyszerűbb feladatnak tűnhet, mint a fatermesztési célú erdőkből kikerülő választékok szállítása, ez azonban nem felel meg a valóságnak. Az energetikai ültetvényekből kikerülő faanyag apríték formában történő elszállítását erőművi felhasználását gördülékennyé teszi a jól kiépített logisztikai rendszer, melyhez szükség van:

- A betakarítandó energetikai célú faültetvény, vagy a faapríték-depó helyének koordinátáira;
- Az erőműbe történő szállítás számítógépes tervezésére;
- A rendszer résztvevői között fenntartott folyamatos, naprakész adatforgalomra (3. ábra);
- A betakarítás (aprítás, szárítás), rakodás és szállítás számítógépes irányítására.

3. ábra Faapríték- termelés és szállítás logisztikai rendszere

A fakitermelő (aprító) és szállító eszközök tartozékának tekintendő a fedélzeti számítógép, a PDA és a mobiltelefon, melyek segítségével – a kézi modemen keresztül – adatok, információk küldésére van lehetőség. Az információk és a GPS/GIS rendszerek által támogatva létrehozható egy digitalizált térkép a területről; illetve a betakarítógép típusára, a kitermelt faanyag mennyiségére a szállításra vonatkozó adatok és az egyéb paraméterek rögzítésére és küldésére is lehetőség nyílik. A rendszerbe tartozó valamennyi energetikai faültetvényről – egy optimalizáló programmal – elvégezhető a betakarítási és a szállítási tervezés. A szállítási szakaszok és rakományok adatai, paraméterei internetes hálózat segítségével közölhetők. Az alapvető információkon kívül megadhatóak az esetleges új útszakaszok, útzáratok, kocsifordulóhelyek stb., melyek szimbólumai a digitalizált térképre kerülnek. Az üzembe vezető úton a járművek pozícióját a sofőr bármikor leolvashatja és továbbíthatja a szállítmány valamilyen adatával együtt. Az üzembe történő érkezésre a felhasználó rendelkezésére áll valamennyi ismerv a rakományról, s az információkat már csak a szükséges száritás, tömegmérés és laborvizsgálatok eredményeivel egészítik ki.

A logisztikai rendszerben történő apríték szállításból eredően számos előny realizálható. A faaprítékot felhasználó pl. erőmű pontos, naprakész információval rendelkezik az anyag mennyiségéről, minőségéről és a beszállítás idejéről. A szállítás szervezésének hatékonysága javítható, hiszen gyors és op-

timális tervezésre van lehetőség melyről részletes és könnyen újra alakítható szállítási terv is készíthető. A kitermelt faanyag mennyisége a központi adatbázisból ismert, ezért a szállítókapa-
cítások a tényleges mennyiségekhez igazíthatók. A gépkezelők (betakarító-, aprítógép kezelője) online infor-
mációval rendelkeznek, megfelelő koordináták ismeretében a munka helyszíne könnyen és gyorsan
felkereshető. Munkájuk teljesítményadatai naprakészen rögzíthetők. A terület tulajdonosa illetve keze-
lője számára az energetikai ültetvény helye és területe pontosan meghatározott, a hozam adatok és a fa-
anyag minősége rendelkezésre áll.

2. táblázat *Energiaültetvények költség- és hozamadatai [4]*

1. Telepítési költségek (euró/ha) <i>Talajművelés, Ültetés, egyéb</i>	2160
2. Művelési költségek (euró/ha) <i>Trágyázás, növényvédelem betakarítás, területrendezés</i>	23070
3. Egyéb költségek	4000
4. Bevételek <i>Apríték, kifizetések, támogatások</i>	33495
5. Eredmény (nyereség/veszteség), euró/ha/év	
<i>Költségek</i>	29230
<i>Bevételek</i>	33495
<i>Bevételek - Költségek</i>	4265

Az összköltségek 25 évre 5 termelési ciklusra vonatkoznak (irányszámok).

4. Energetikai faültetvények felszámolása

Az energetikai ültetvények felszámolását FVM rendelet kötelezően előírja, mely során a telepítést megelőző állapotot kell visszaállítani. Az utolsó betakarítás után a töveket, gyökereket el kell távolí-
tani és a területen mélyszántást kell végrehajtani, amihez három-pont felfüggesztésű, TLT meghajtású,
központos elhelyezkedésű, megerősített speciális tuskómaró a legmegfelelőbb. Az eljárás célja, hogy a
tő és a gyökérrészek jelentős hányadát szétforgácsoljuk és így lehetővé váljon a mélyszántás, mellyel a
földterület mezőgazdasági hasznosíthatósága biztosított.

Következtetések

Természetes vagy antropogén hatások következtében kialakult mezőgazdaságilag nehezen, ill. nem
hasznosítható területek esetében megoldást jelenthet a fás szárú állományok létesítése. Speciális ese-
tekben – mint például az Ajka környékén bekövetkezett ipari katasztrófa – az energetikai ültetvények
előnyt élveznek a hagyományos erdőgazdálkodással szemben. Az ültetvényekből – a rövid vágásfor-
duló következtében – hamarabb származik bevétel. Az előállított termékek értékesítésekor – szemben
a mezőgazdasági terményekkel – nem jelentkezik problémaként az esetleges veszélyes, ill. káros a-
nyag tartalom, ugyanis a felhasználás döntő többségében fűtő-, ill. erőművekben valósul meg.

Irodalom

- [1] Benkő J. (2000): *Logisztikai tervezés*; Dinasztia Kiadó, Bp. 199 p
- [2] Barkóczy, Zs.: *A dendromassza alapú decentralizált energiatermelés alapanyagbázisának tervezése*, PhD értekezés Sopron, 2009
- [3] Kladiva T.: *Technológiai vizsgálatok energiaerdő telepítésénél az EGERERDŐ ZRt területén*, Diplomamunka NymE, Sopron, 2007
- [4] Liebhard, P.: *Energetikai faültetvények*, Cser Kiadó, Budapest, 2010
- [5] Marosvölgyi B., Horváth B.: *Biomassza-előállítás és – hasznosítás*, FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsdási Intézet, 2010
- [6] Riesing I.: *Tápanyag-utánpótlási kísérletek energetikai faültetvényeken*, Diplomamunka NymE, Sopron, 2007
- [7] Rumpf J., Szakálosné Mátyás K. (2004): *Logisztikai rendszerek alkalmazása az erdőgazdálkodásban*, Logisztika Évkönyv; MLE, Budapest 137-142.p

Szakálosné Mátyás Katalin, egyetemi adjunktus;

Vágvölgyi Andrea, tanársegéd;

Horváth Attila László, doktorandus

Munkahely: Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet

Cím: H-9400, Magyarország Sopron Bajcsy-Zsilinszky utca 4.

Telefon: +36-99/518-346 Fax: +36-99/518-111

E-mail: mkata@emk.nyme.hu, avagvolgyi@emk.nyme.hu, ahorvath@emk.nyme.hu