

## FAHASZNÁLATI MUNKARENDSZEREK A XXI. SZÁZADBAN

**Szakálosné Mátyás Katalin, Horváth Attila László és Major Tamás**

*Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet*

### Kivonat

A hazai fakitermelési eljárások rendszerekbe való tudatos besorolása az 1970-es években kezdődött, és a század végére négy alapvető munkarendszert (teljes fás, hosszúfás, rövidfás, aprítéktermelési munkarendszer) dolgoztak ki. Napjaink dinamikus technikai, technológiai fejlődése, piaci és társadalmi igényei azonban teljesen újszerű fakitermelési megoldások bevezetését tették lehetővé, melyek az osztályozási rendszer újragondolását is szükségessé teszik. Napjainkra a négy „alpmunkarendszer” mellett a követelményeknek megfelelő, további négy fakitermelési rendszert lehet meghatározni. Az osztályozás létrehozásának gondolati háttérét az adta, hogy ma már a korszerű gépesítettségnek köszönhetően beszélhetünk gallyazás nélküli (darabolt ágasfában, kötegben és aprítékban való termelés), illetve gallyazott részfás (szálfában, hosszúfában és rövidfában való termelés) munkarendszerekről. A munkarendszer altípusainak újrendszerezésén és jellemzésén túl szükségesnek láttuk az összehasonlító értékelésüket is - szubjektív módon pontozásos rendszerben -, ökológiai, ökonomiai és szociális szempontok alapján.

*Kulcsszavak:* fahasználat; munkarendszer, termelés

### TREE UTILIZATION SYSTEMS IN THE XXI. CENTURY

#### Abstract

The classification of domestic loggings into working systems was carried out first in the 1970s and four systems have been worked out by the end of the century (Fulltree System, Tree Length System, Shortwood System, chipping method). The dynamic technical and technological developments of the present days as well as changing demands of the market and of the society necessitate the re-thinking of the current classification system. By the present days besides the four traditional logging systems four new systems have been defined according to the latest requirements. The theoretical background of the establishment of this new categorisation was the fact that nowadays, due to the enhanced rate of mechanization, loggings can be categorized either into systems with debranching (tree-length system, long-length system, shortwood system) or into systems without debranching (production with cutting-up the whole branchy stem, bundling, chipping). Besides the re-categorisation and characterisation of logging subsystems we have also carried out their comparative evaluation using a subjective point system regarding ecological, economical and social aspects.

*Keywords:* tree utilization, tree harvesting working systems, production

## BEVEZETÉS

A többcélú erdőgazdálkodás a tartamosság célháromszögében dolgozik, amelyet az ökológia, ökonómia és a szociális biztonság egyenjogú sarokpontjai jellemeznek (Dummel 2001).

Az erdő sokoldalú hasznosítása a gazdasági elvárások és a társadalom szigorú ítélkezése közepette zajlik, ezért rendkívül fontos a fahasználati munkák rendszerszemléletű tervezése és végrehajtása, amely a munkarendszerek alkalmazásán keresztül valósulhat meg.

Hiller és Pankotai (1973) szerint a fakitermelési munkarendszer fogalma a következő:

„Fakitermelési műveletek és az anyagmozgatás sorrendjét, helyét ill. kapcsolódását meghatározó fogalom, tehát az egész fahasználatot átfogó keret, melyet az adottságok szerint kell megválasztani, de amely egyúttal megszabja a munkaerő, a technikai felszerelés minőségét és mennyiségét is. A munkarendszerekre legmeghatározóbb, hogy a fatörzs felkészítését, ill. a felkészítés egyes műveleteit hol végezzük el, mivel ez eldönti azt is, hogy a fa az anyagmozgatás egyes fázisaiban milyen állapotba kerül, így meghatározó az anyagmozgatással szemben támasztott igényekre. A technológiai műveletek (gallyazás, kérgezés, darabolás, hasítás) helyének megválasztása az ott koncentrálható anyag mennyiségére van kihatással, ami döntő a technológiai műveletek végzésére gazdaságosan alkalmazható gépek kiválasztására.”

A hazai fakitermelési eljárások rendszerekbe való tudatos besorolása az 1970-es években kezdődött, és az évtized végére négy alapvető munkarendszert (teljes fás, hosszúfás, rövidfás, aprítéktermelési munkarendszer) dolgoztak ki. Napjaink dinamikus technikai, technológiai fejlődése, piaci és társadalmi igényei azonban teljesen újszerű fakitermelési megoldások bevezetését tették lehetővé, melyek az osztályozási rendszer újragondolását is szükségessé teszik.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A magyarországi és nemzetközi szakirodalom áttanulmányozásával, elemzésével vizsgáltuk a fakitermelési munkarendszerek osztályozási lehetőségeit. A fakitermelések térbeli rendjének, technológiájának megfigyelése és a fejlődő gépesítési színvonalnak megfelelő munkaszervezési lehetőségek kutatása vezetett egy újszerű, szintetizáló osztályozási rendszer kialakításához.

## EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

A fahasználati munkarendszerek osztályozása külföldön az 1950-es években meginduló gépesítés nyomán, a jellemző gép szerinti osztályozással kezdődött el. Így motorfűrész, később csuklós traktoros és kötélदारus, majd a 60-as évektől processzoros és felkészítőtelepi módszereket különböztettek meg.

A munkarendszer konkrét géptípusokkal való megnevezése nem bizonyult hosszú távon elfogadhatónak, mert az egyes típusok viszonylag gyorsan elavultak. (Ellentétben a hazai szakmai köznyelv által használatos kifejezésekkel: „LKT-s technológia, forwarderes termelés”.)

Előfordultak a gépesítettség fokára utaló, különböző számú csoportokat képző osztályozások is, melyekből mára egy négyfokozatú osztályozás maradt meg. Az 1972. évi Buenos Airesben

megrendezett erdészeti világtalálkozáson az erdészetre nézve is elfogadták a termelési folyamatok King szerinti technikai osztályozását: kézi eszközös termelés, műveletgépesítés, folyamatgépesítés és automatizált termelés (Szász 1982).

Hasonló az ausztriai osztályozási szisztéma, csupán az eltérő élőmunka-felhasználás kimutatása céljából használják a „nem gépesített, részben gépesített, magasan gépesített és teljesen gépesített rendszerek” megnevezést.

Az Erdészeti Kutatóintézetek Nemzetközi Szervezete (IUFRO) a fa közelítés, ill. szállítás közbeni állapota (hossza és feldolgozottsága) alapján történő felosztást használja, amely szerint (Gólya 2003):

- rövidfás rendszer (Shortwood System; Kurzholzsystem): a fát a tő mellett rövid hosszakra vágják, majd ebben a formában közelítik és szállítják feldolgozásra;
- hosszúfás v. szálfás rendszer (Tree Length System; Rohschaftverfahren): az állományban a döntést követően csak a gallyazást és a csúcslevágást végzik el, a közelítés és a szállítás hosszú állapotban történik, a felkészítést vagy ideiglenes erdei felkészítő helyeken vagy a feldolgozó üzem fogadóterén végzik;
- teljesfás rendszer (Full-Tree System; Vollbaumsystem): döntés után a koronával együtt közelítik a teljes fát, a felkészítés az előbbihez hasonlóan történik;
- egészfás rendszer (Whole-Tree-System; Ganzbaumsystem): a tuskót és a gyökereket is hasznosító rendszer.

A Staaf és Wiksten (1984) által kialakított munkarendszer-felosztást Owende (2004) csak kisebb nevezéktani módosításokkal tárgyalja:

- Assortment method / Cut-to-length (CTL) (*tő melletti hosszravágásos vagy választéktermeléses módszer*)
- Tree length (trunk) method / Full-pole method (*szálfás módszer*)
- Tree method / Whole-tree method (*teljesfás módszer*)
- Tree-part method (*részfás módszer*)
- Chip method / Chipping method (*aprításos módszer*).

Jörn Erler (2000) a munkarendszerek osztályozását a munkaműveletek elvégzésének helyszíne és a közelített faanyagok hossza alapján végezte el (1. táblázat).

A Croatian Journal of Forest Engineeringben Heinimann (2007) – Hedbringre (1968) mint az első névadóra hivatkozva – három fakitermelési munkarendszert említ (cut to length, tree length, full tree).

1. táblázat: *Erler munkarendszer-megnevezései*  
Table 1: *Erler's harvesting working systems*

Ganzbaumverfahren (egészfás folyamat)	Langholzverfahren (hosszúfás folyamat)
Vollbaumverfahren (teljesfás folyamat)	
Rohschaftverfahren (szálfás folyamat)	
Sortimentverfahren (választékos folyamat):	
Langholzsorten (hosszú választék)	Kurzholzverfahren (rövidfás folyamat)
Kurzholzsorten (rövid választék)	
Hackschnitzelverfahren (aprítékos folyamat)	Schüttgutverfahren (ömlesztéses folyamat)



A hazai fakitermelési munkarendszerek megkülönböztetése (Hiller és Pankotai 1973, Káldy 1976, Bondor 1978a,b, Herpay és Rumpf 1978, Rumpf 1983, Gólya 2003) alapvetően a szerint történik, hogy a faanyag (az anyagmozgatás tárgya) a közelítés közben milyen állapotban van. Az alábbi munkarendszereket különítették el:

- teljesfás munkarendszer
- hosszúfás munkarendszer
- rövidfás munkarendszer
- aprítéktermelési munkarendszer.

A '80-as évektől említik a „kombinált munkarendszert”, amely az addigi munkarendszerek valamilyen együttesének (pl. rövidfás és aprítékos) alkalmazása.

A felkészítési munkák térbeli koncentrációjának helye alapján három rendszert alakítottak ki:

- tő melletti: a felkészítés a vágásterületen vagy a közelítőnyomokon történik;
- felkészítőhelyi: a felkészítés az erdei utakon vagy azok mellett, ideiglenesen kialakított helyeken történik;
- telepi: a felkészítés többé-kevésbé kiépített telepeken történik (felső és alsó telep).

(Megjegyezzük, hogy Magyarországon Herpay és Rumpf (1978) nyomán a munkarendszer-változatokat különítjük el a faanyag felkészítési helye szerint.)

Pankotai (1974) választékban való termelést, hosszúfás termelést, teljesfában való termelést és aprítékban való termelést különített el.

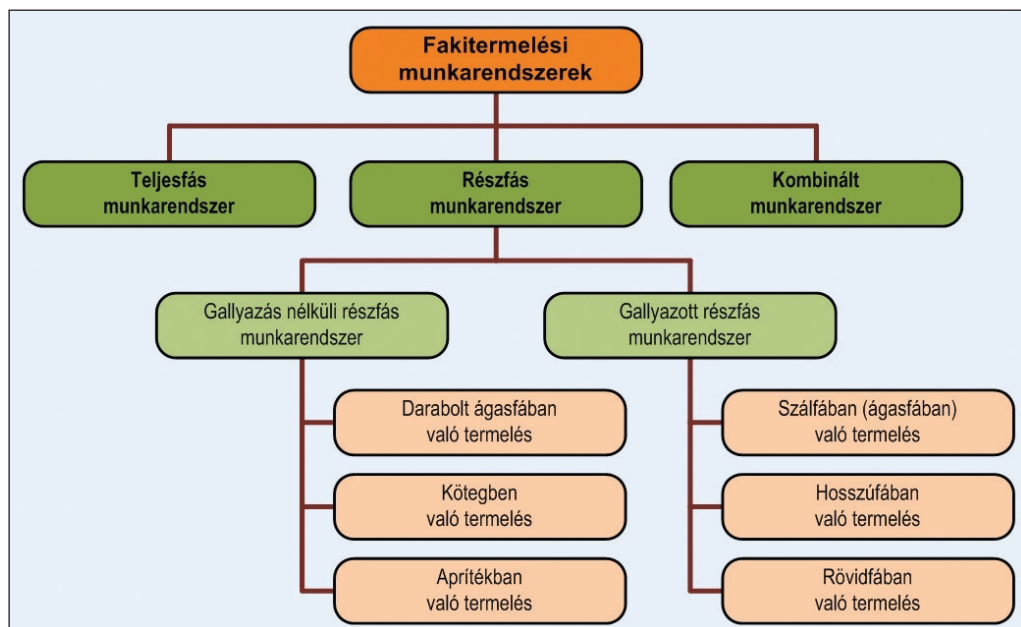
Temesi (1979) a faanyag felkészítési helye alapján négy munkarendszert nevezett meg:

- vágástéri felkészítéses munkarendszer
- felső vagy közbelső rakodói felkészítéses munkarendszer
- központi manipulációs telepi felkészítéses munkarendszer
- kombinált munkarendszer.

Szász Tibor az előzőektől eltérő személetű rendszert dolgozott ki. Az egyes munkarendszereket aszerint javasolja megnevezni, hogy a tőtől az alsó rakodóig milyen különböző formákban jelenik meg a faanyag az anyagmozgatás különböző szakaszaiban. A megnevezés nem utal konkrétan az anyagmozgatási műveletekre, csupán az egyre magasabb készütségi fokon továbbított választékok felsorolásával jellemzi a felkészítési helyeken végrehajtott műveleteket. Két fő csoportot alakított ki (Rumpf 1985):

1. Teljesfát hasznosító munkarendszerek, melyek a teljes vágáslap feletti dendromasszát dolgozzák fel. A csoportban 9 db munkarendszert különített el. Néhány példa a teljesség igénye nélkül:
  - aprítékot termelő munkarendszer
  - teljesfából aprítékot és hosszúfát termelő munkarendszer
  - teljesfából aprítékot és hosszúfát, a hosszúfából választékot termelő munkarendszer.
2. Vastagfát hasznosító munkarendszerek, melyek csak az 5 cm átmérő feletti farészeket dolgozzák fel. 11 db munkarendszert tárgyal a csoportban. Néhány példa:
  - választékot termelő munkarendszer
  - hosszúfából választékot termelő munkarendszer
  - ágasfából választékot és hosszúfát termelő munkarendszer
  - teljesfából választékot és hosszúfát, a hosszúfából választékot termelő munkarendszer.

Napjainkra a négy „alpmunkarendszer” mellett az új követelményeknek megfelelő, további fakitermelési rendszerek kialakítása lehetséges. Az újszerű osztályozás (1. ábra) létrehozásának alapját az adta, hogy ma már a korszerű technikai háttérnek köszönhetően létjogosultságuk van az ún. gallyazás nélküli részfás munkarendszereknek. Ebbe a kategóriába tartozik a darabolt ágasfában, a kötegben és az apríték formájában történő közelítés.



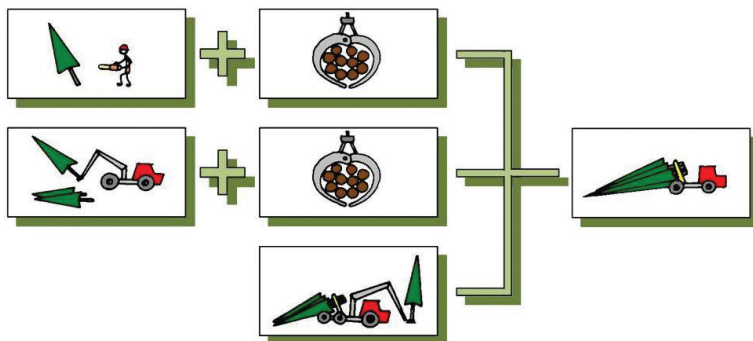
1. ábra: Fakitermelési munkarendszerek  
Figure 1: Tree harvesting working systems

A rendszer átláthatósága érdekében a továbbiakban a munkarendszerek leírására szorítokunk, és bemutatjuk azok műveleti sorrendjét, valamint az azokhoz rendelhető gépeket. Nem szabad megfeledkezni azonban arról, hogy természetesen az egyes munkarendszereknek különböző változatai különíthetők el a faanyag felkészítési helyének függvényében.

### Teljesfás munkarendszer

A teljesfás munkarendszer lényeges jellemzője, hogy a vágásterületről a közelítés teljesfában (koronával együtt) történik. Kis koronájú fák kitermelésénél, vagy fenyves és lombos állományok gyérítési munkáinál alkalmazhatjuk gazdaságosan. Nagyobb koronájú fák közelítése csak újulat nélküli tarvágásokban valósítható meg, bár ez esetben jelentős talajkárosítással és magasabb fajlagos közelítési költséggel kell számolnunk. A vékonyfa vágástéri apadékként történő hasznosítása esetén előnyös ez a munkarendszer. A teljesfák gallyazása, választékolása, darabolása felső felkészítőhelyen (felső rakodó), felső felkészítőtelepen (közbenső rakodó), ill. alsó felkészítőtelepen (alsó rakodó) történhet. A döntés motorfűrészrel vagy döntő-rakásoló géppel hajtható végre (2. ábra). A teljesfákat csőrلs, markolás vagy szorítózsámolyos vonszolók

közelítik a rakodóra, ahol motorfűrészszel vagy gallyazó-daraboló processzorral történik a fák felkészítése (Herpay és Rumpf 1978). A döntés, közelítés kombinált gépekkel is megoldható (pl.: szorítózsámolyos döntő-közelítő, döntőfejrel szerelt kihordó).



2. ábra: Teljesfás munkarendszer  
Figure 2: Full-tree working system

## Részfás munkarendszer

A részfás munkarendszerbe sorolás alapja, hogy a közelített faanyag milyen hasonlóságot mutat a faegyed földfeletti dendromasszájával. A vágáslap feletti faanyag részének tekintendő az elődarabolt gallyazatlan és gallyazott hengeresfa, választék, köteg és az apríték. A gallyazás munkaművelete alapján két nagy csoport, a gallyazás nélküli részfás munkarendszer és a gallyazott részfás munkarendszer különíthető el. A gallyazás nélküli csoportban a gallyazás munkaműveletének kihagyásával valósul meg a fa elődarabolása, darabolása; míg a gallyazott csoportban értelemszerűen az elődarabolást, darabolást megelőzően megtörténik a faanyag gallyazása.

### A gallyazás nélküli részfás munkarendszer változatai

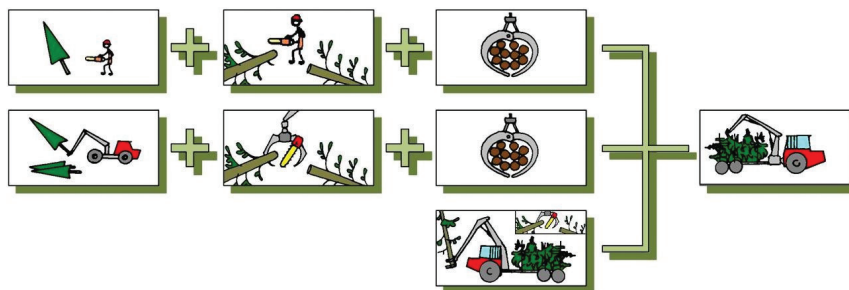
#### *Darabolt ágasfában való termelés*

Gallyazás nélküli elődarabolás, darabolás következtében a kidöntött fából darabolt ágasfa keletkezik. A külföldi szakirodalomban – nyomokban – fellelhető „tree-part method” elnevezéssel szereplő fakitermelési módszert az 1980-as évek környékén fenyvesállományok (Svédország) fahasználatához, a felvásárló piaci igényeknek (pl. papíripar, vegyipar) megfelelően alakították ki.

Fenyvesállományok gyérítése során az egyes fák döntését motorfűrészszel hajtották végre. Az előközelítést csörlős vagy nagy gémkinyúlású darus erőgéppel végezték el. A közelítőnyom szélén rakásolt teljesfákat 5,0–5,5 m hosszúságúra darabolták manipulátorkarra szerelt daraboló adapterrel. Az darabolt ágasfákat kihordóval közelítették a rakodóra (Staaf 1984).

Véghasználati fakitermelések alkalmával a faegyedek döntését nemcsak motorfűrészszel, hanem döntő-rakásoló gépekkel is végezték. A teljesfák gallyazás nélküli darabolását és közeli-

tését darabológéppel, kihordóval vagy darabolóegységgel felszerelt kihordóval valósították meg (Owende 2004).



3. ábra: Darabolt ágasfában való termelés  
Figure 3: Tree-part working system

A fent leírt fakitermelési munkarendszert csak különleges esetekben, lokális viszonyokhoz igazodva alkalmazták, ennek következtében világviszonylatban nem terjedt el. A vágástéri apadék (melléktermék), és az első gyérítésekbenől származó vékony faanyag energetikai célú hasznosításának fellángolása kapcsán ez az elfeledett munkarendszer ismét felelevenedett. A múltban már kifejlesztett és alkalmazott gépek, adapterek – a technika fejlődési spirálján – egy magasabb műszaki színvonalon ismét megjelentek. A döntő-gyűjtő fejek megjelenésével kialakult a döntő-rakásoló, döntő-kihordók új generációja. A döntő-gyűjtő fejek a hidraulikus ollós, ill. fűrészláncos vágószerkezet mellett egy-egy pár fogókarral és gyűjtőkarral is rendelkeznek. A fogókarok rögzítik a faanyaghoz a döntőfejet a vágás idejére, a fogókarok pedig stabilan tartják a már előzetesen leválasztott faanyagot. A szerkezeti kialakításból következően a döntő-gyűjtő fejjel felszerelt darus erőgépek alkalmasak az álló faegyedek felülről lefelé haladó ledarabolására is, majd a két–három darab ágas részének a közelítőnyom mellé, ill. a rakfelületre helyezésére. A faanyag közelítése darabolt ágasfában történik. A darabolt ágasfában való termelés lehetséges megoldásai a 3. ábrán láthatók. A munkarendszert hazai körülmények között elsősorban fenyvesekben vehetnénk be, de külföldi példákából kiindulva lombosállományok (nyárasok, akácok) törzskiválasztó gyérítéseiben, ill. energetikai faültetvények betakarítási munkálataiban is eredményesen lehetne alkalmazni.

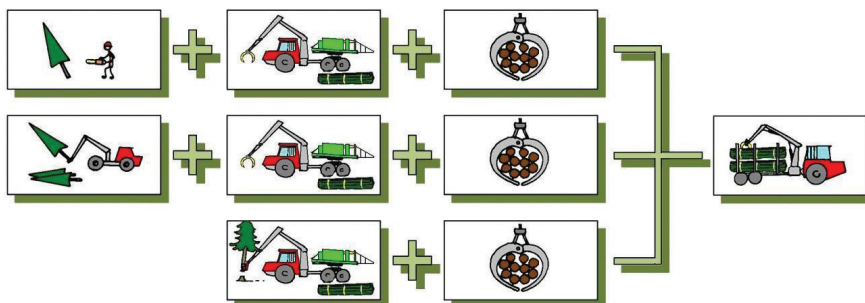
### Kötegeben való termelés

A kötegeben való termelés előzményének tekinthető a vágástéren visszamaradó vékonyfa kötegelése, mely megoldás kb. másfél évtizede terjed rohamosan.

A fakitermelés során keletkező vékonyfa energetikai célú hasznosítását teszi lehetővé, ha azt összepréselve kötegeljük. Erre alkalmas a vékonyfa-kötegelő gép, amely az angol nyelvterületen „slash bundler”, a németen „Restholz Bündler” néven vált ismertté. A vékonyfa-kötegelő gép az alacsony sűrűségű vékonyfát dolgozza fel tömör kötegekké, melyek már könnyen és gazdaságosan tárolhatók, szállíthatók. Tárolás közben a kötegek biztosítják a faanyag száradását, így javul a fűtőértékük is (Gólya és mtsai 2004).



A kötegben való termelés olyan fahasználati tevékenység, amelyben egyetlen választék keletkezik. Ez esetben az előállított választék a kötegelt faanyag (vékonyfa), azaz a köteg. A kötegeket a vágásterületen mozgó gép állítja elő (4. ábra).



4. ábra: Kötegben való termelés  
Figure 4: Baling of full trees working system

A kitermelendő faegyed döntése kézi (motorfűrész) ill. gépi (döntő-rakásoló, döntő-kötegelő) úton is történhet. A tőtől elválasztott fákból vékonyfa-kötegelő géppel tömör, több faegyed különböző részeit (csúcs, korona, törzs) eltérő hosszúságban tartalmazó, henger formájúra kötözött, adott méretre darabolt egységek, ún. kötegek kialakítására kerül sor. A kötegek átlagosan 70–80 cm átmérőjűek és 2,0–3,0 m hosszúságúak.

A gépesítettség legmagasabb fokát képviselő döntő-kötegelő (Valmet-Fixteri, Logman-Fixteri) egy olyan speciális erdészeti gép, amely a tőelválasztást és a kötegelést egyszerre képes elvégezni. A gépkezelő a manipulátorkarra szerelt döntőfej segítségével elvégzi a kiválasztott faegyedek tőtől való elválasztását. A kivágott fát – gallyazás és darabolás nélkül – a daru segítségével a kötegelő adapter behúzó hengerei közé helyezi. A behúzó hengerek továbbítják a faanyagot a kötegelő térbe, eközben a vágó egység többé-kevésbé azonos hosszúságú darabokat készít belőle. Miután megtelt a kötegelő tér, a kötegelő részleg tömöríti, és zsinegek segítségével rögzíti a köteg anyagát, adott átmérővel. A kötegelést követően a kész köteg a földre esik. Az adapter teljesen automatikusan működik, így a méretre rögzítés (a konkrét kötegelés) ideje alatt a gépkezelő már ismét elkezdi a kötegelő tér feltöltését. A gépkezelőnek csak a fa döntését és a behúzó hengerekhez történő előközelítést kell irányítania. A kötegek közelítése kihordóval, kihordó szerelvénytől történik.

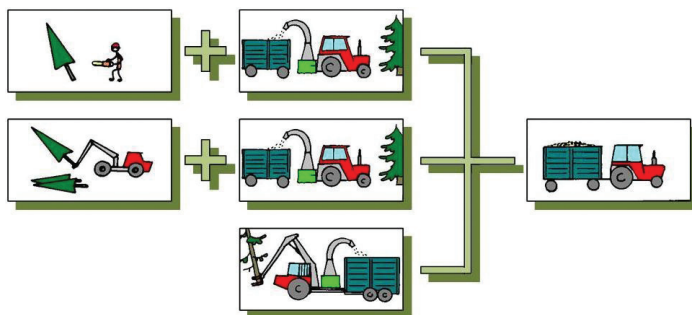
Magyarországon fenyvesek első törzskiválasztó gyérítése során, ill. energetikai ültetvények többtagú gépi betakarításánál hasznosítható ez a változat.

### Aprítékban való termelés

Aprítékban való termelésnek a szakirodalom azt a rendszert nevezi, amikor az egyetlen választéknak, az aprítéknak a termelése a vágásterületen mozgó gépcsopottal történik (tő mellett vagy előközelítés után, pl. közelítő nyomon) (Herpay és Rumpf 1978).



A fák döntése elvégezhető motorfűrészsel vagy döntőgéppel. Motorfűrészes döntés esetén a jobb aprítási teljesítmény elérése érdekében előnyös a fekvő teljesfák előközelítése a közelítőnyomokhoz. A vágásterületen mozgó mobil aprítógép végrehajtja az aprítást. Az előállított apríték egy másik erőgép által vagy saját maga által vontatott pótkocsira, ill. konténeres mobil aprítógép esetében annak saját konténerébe kerül. A kitermelt faanyag közelítése apríték formájában történik. Minden olyan további esetben, amikor a termelés folyamatába aprítás épül be, akkor már kombinált munkarendszerről beszélünk.

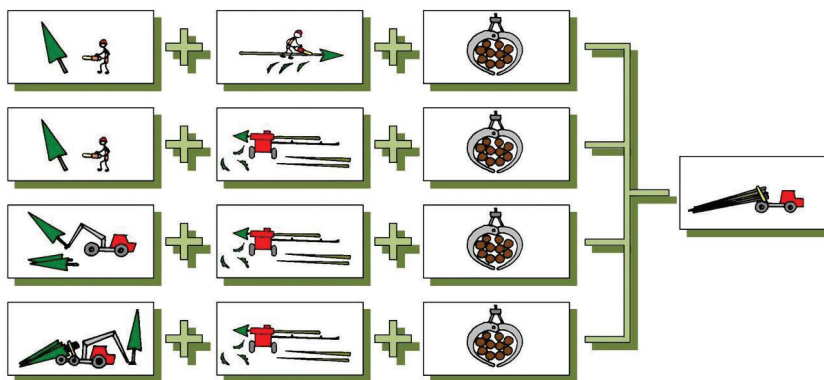


5. ábra: Aprítékban való termelés  
Figure 5: Chipping working system

## A gallyazott részfás munkarendszer változatai

### Szálfában (ágasfában) való termelés

A szálfában való termelés esetében a vágásterületen csak a döntés-gallyazás-közelítés műveleteit végzik, míg a darabolás-felkészítés stb. elvégzésére felső felkészítőhelyen, felső felkészítőtelepen, ill. alsó felkészítőtelepen kerül sor (Herpay és Rumpf 1978).



6. ábra: Szálfában (ágasfában) való termelés  
Figure 6: Timber-tree working system

A döntés végrehajtható – a gépesítettség mértékének függvényében – motorfűrészsel, döntő-rakásolóval vagy döntő-előkészítő géppel (6. ábra). Fenyőállományok esetében a földön fekvő fát teljes hosszában – kézi (motorfűrész) vagy gépi úton (gallyazógép) – megtisztítják az oldal-ágaktól és az elvékonyodott csúcsrésztől. Az így kapott részfa a szálfá, melyet vonszolóval (csőr-lős, markolós, szorítózsámolyos) közelítünk a rakodóra. Lombosállományok esetében a kidöntött teljesfáról motorfűrészsel az 5 cm-nél vékonyabb koronarészeket (gallyakat) leválasztva jutunk az ún. ágasfához, melynek közelítése szintén vonszolókkal oldható meg.

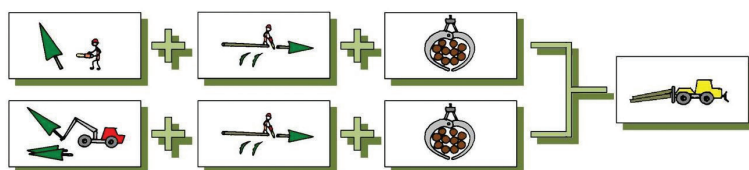
A rakodás és szállítás gépeinek korlátozott teherbírása, hosszirányú kötöttsége, ill. az útjellem-zők által behatárolt hossz méretek miatt korlátozott lehet a munkarendszer alkalmazása, az újulat megjelenése miatt pedig kizárható. Szálfás közelítés esetén gyérítésekben a közelítőnyomok mellett tömeges tősérülések megjelenése várható (Herpay és Rumpf 1978).

Leggazdaságosabban a 20–40 cm mellmagassági átmérőjű B, GY, CS, T és A állományok-ban, véghasználatokban és 30–50 m<sup>3</sup>/ha-nál erősebb gyérítésekben lehet alkalmazni (Herpay és Rumpf 1978).

### Hosszúfában való termelés

A szálfában való termelés tulajdonképpen egy tágabban értelmezett hosszúfás termelés. Szűkebb értelemben vett hosszúfás termelés esetében a közelítést megelőzi az elődarabolás is. Az elődarabolás viszonylag alacsony időigénye miatt a hagyományos kategorizálás a szálfás változatot is a hosszúfás munkarendszeren belül tárgyalja. Az elődarabolás következtében a munkarendszer könnyebben illeszthető a gépparkhoz, az állomány- és útviszonyokhoz. A 6–7 m-esre elődarabolt hengeresfa emelve történő közelítése (forwarder, kötélpálya) meggátolja a tősérüléseket, újulat- és talajkárokat. A terület intenzív feltárása esetén csőr-lős vonszolóval is elvégezhető a közelítés (7. ábra).

Ez a fakitermelési megoldás rendelkezett korábban a legnagyobb műszaki és ökonómiai lét-jogosultsággal hazai és világviszonylatban is (Herpay és Rumpf 1978).

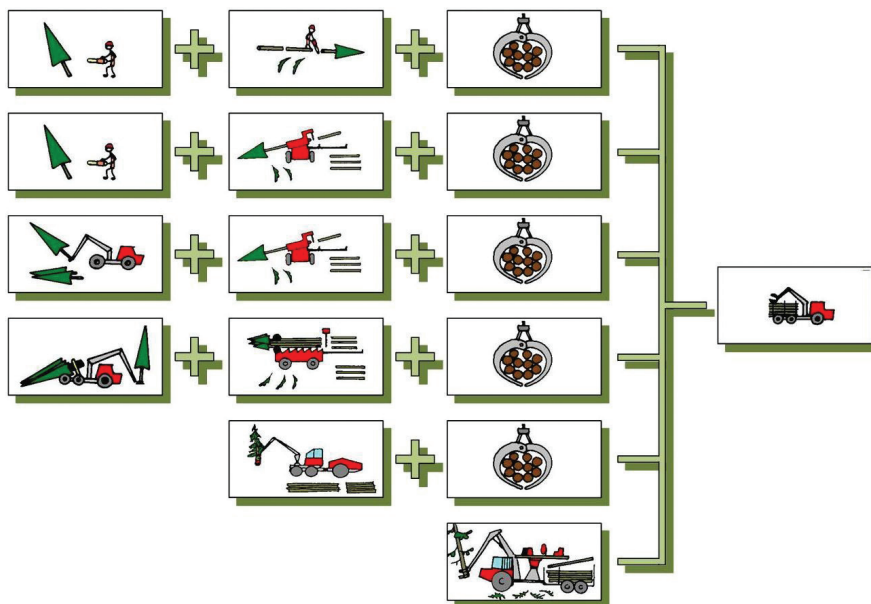


7. ábra: Hosszúfában való termelés  
Figure 7: Tree length working system

### Rövidfában való termelés

„A rövidfás munkarendszer vagy választékban való termelés munkarendszere a fakitermelés-nek évszázadok óta ismert szervezeti formája, melyet azonban mai is elterjedten alkalmaznak, és – megfelelően gépesítve – a jövőben is jelentős szerepe lesz” (Herpay és Rumpf 1978).

Elkülöníthetünk hagyományos és anyagmozgatással komplex változatot. Első esetben a fakitermelés élesen elválik az anyagmozgatástól, míg a másik változatnál szorosan összekapcsolódik (Herpay és Rumpf 1978).



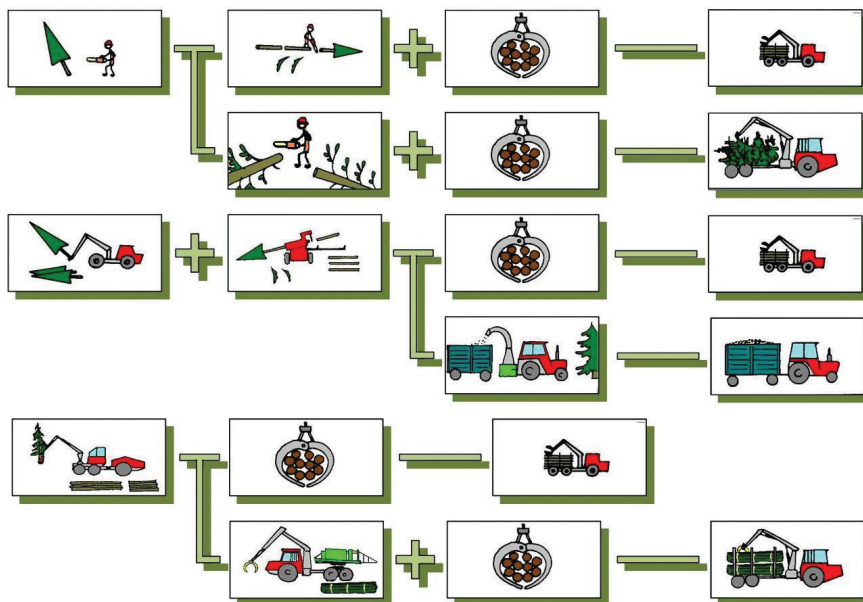
8. ábra: Rövidfában való termelés  
Figure 8: Shortwood working system

Alacsonyabb gépesítettségi szintű változatok esetében a döntés, gallyazás, darabolás alapgépei a különböző teljesítményű motorfűrészek. Közéltetéshez állati erőt, vontatott közelitő kerékpárokat, pótkocsis traktorokat, ill. kihordó szerelvényeket alkalmaznak. Magasabb szinten gépesített fakitermelések esetében döntő-rakásoló gépeket, processzorokat (gallyazó-daraboló gépek), harvesztereket (döntést is végző többműveletes fakitermelő gépek), forwardereket üzemeltetnek összehangolt gépláncban.

A harwardernek nevezett gépek a harveszterek továbbfejlesztett változatai, melyek a rakfelületükön gyűjtik a ledarabolt választékokat, és a közelitést is elvégzik (8. ábra).

### Kombinált munkarendszer

A kombinált munkarendszerbe olyan megoldások tartoznak, melyekben különböző munkarendszerek összehangolásával kapunk egy új, de az eredeti sajátosságokat részben megtartó, működőképes rendszert. Az aprítékban való termeléshez hasonlóan a kötegben és a darabolt ágafában való termelés is eredményesen kombinálható a szálzás, hosszúzás és a rövidfás termelésekkel. A 9. ábrán a rövidfában való termelés gallyazás nélküli részfás munkarendszerrel történő kombinálhatóságára látható egy-egy példa.



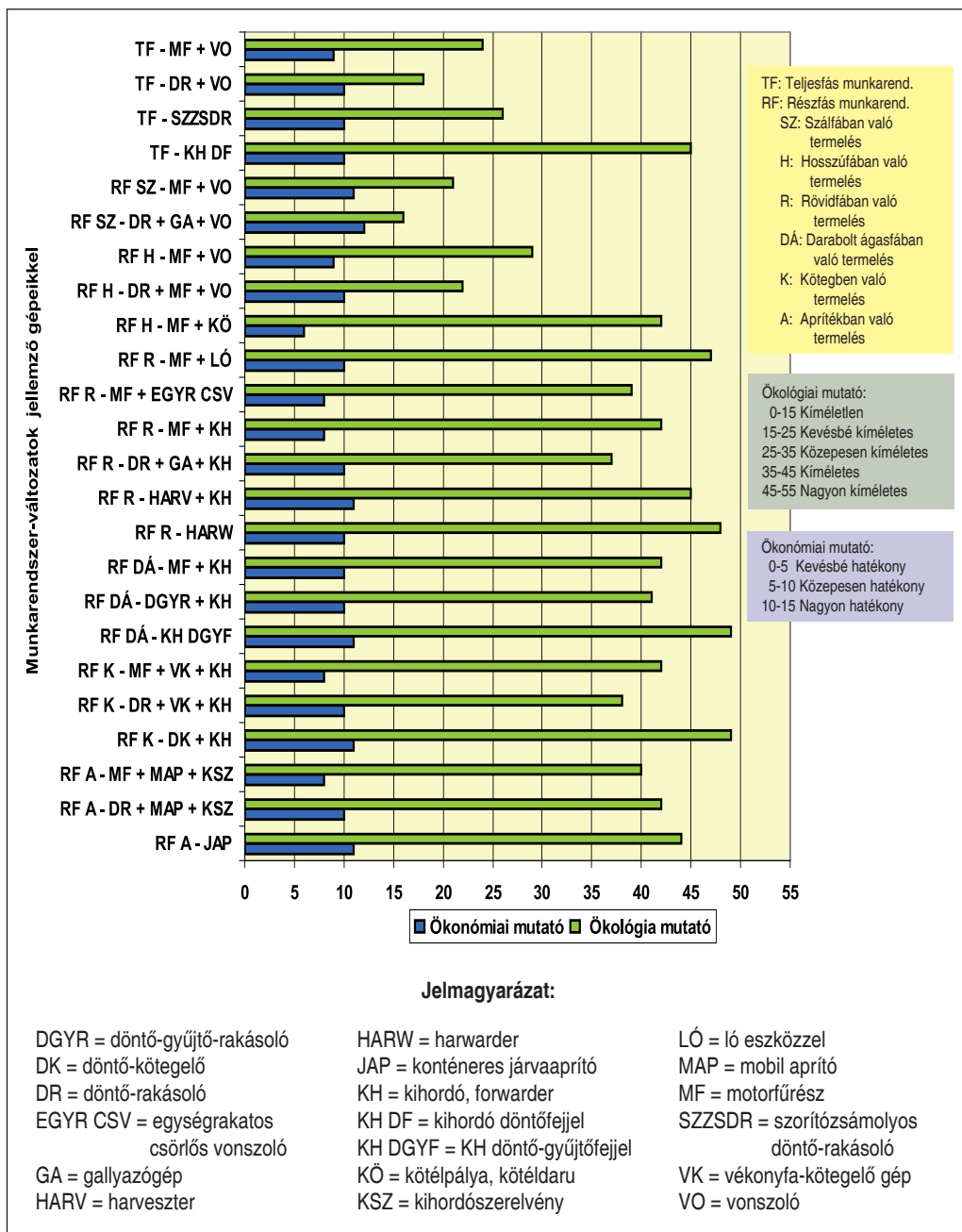
9. ábra: Váltakozó kombinált munkarendszere  
Figure 9: Combined working system

1. táblázat: A teljesítés munkarendszer értékelése  
Table 1: Full-tree working system rating

Értékelési szempontok Teljesítés munkarendszer:				MF + VO	DR + VO	SZSZ- DR	KH DF
Ökológia	A károkozás mértéke, helye (1=nagy)	A visszamaradó állományban okozott károk	Tő sérülés	1	1	1	4
			Gyökér sérülés	1	1	1	5
		Az újulatban okozott károk		2	1	1	5
		A talajban okozott károk		2	1	1	4
		A közelített faanyagban okozott min. kár		2	2	2	5
	Környezet-terhelés (1=nagy)	Balesetek előfordulása		2	3	5	5
		Zajterhelés		3	2	4	4
		Károsanyag-kibocsátás	Olaj	3	1	3	3
			Füstgáz	3	1	3	3
		Az állatok élőhelyének zavarása		3	3	3	3
Az infrastruktúra terhelése		2	2	2	4		
Ökónómia	A géplánc centrikus értékelés	Teljesítmény (1=kicsi)		3	5	4	4
		Élőmunka-szükséglet (5=alacsony)		3	4	5	5
		Üzemóraköltség (5=alacsony)		3	1	1	1
<b>Ökológia mutató</b>				<b>24</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	<b>45</b>
<b>Ökónómiai mutató</b>				<b>9</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

## A MUNKARENDSZEREK ÉRTÉKELÉSE

A munkarendszer-altípusok alábbiakban bemutatott vizsgálatát szubjektív módon végeztük.



10. ábra: Munkarendszer-változatok ökológia és ökonómiai mutatói  
 Figure 10: Ecology and economic indicators of work system variations



1-től 5-ig terjedő pontozási skálán értékeltünk (1. táblázat) ökológiai (visszamaradó állományban, újulatban, talajban okozott károk; valamint zajterhelés, károsanyag-kibocsátás, állatok élőhelyének zavarása), ökonómiai (teljesítmény, élőmunka-szükséglet és üzemóraköltség, a közelített anyag károsodása, az infrastruktúra terhelése) és szociális (balesetek előfordulása) szempontok alapján, amelynek eredménye a 10. ábrán látható.

A gazdasági rendeletetésű erdők fahasználatánál elsősorban az ökonómiai szempontok mérlegelésével választjuk ki a lehetőségeinkhez mérten legkedvezőbb munkarendszert, amely alapján vizsgálva leghatékonyabbak a magasan gépesített munkarendszerek, mint például a harveszterrel és forwarderrel végrehajtott rövidfában való termelés, ill. a döntő-rakásolót, gallyazógépet és vonszolót alkalmazó szálfában való termelés. Azon erdők esetében, amelyeknél a védelmi rendeltetés az elsődleges, de a fahasználat végzése szükséges, az ökológiai elvárásoknak kell elsődlegesen megfelelni. Ebből a szempontból vizsgálva a munkarendszereket megállapítható, hogy nagyon kíméletes munkavégzést nemcsak motorfűrésszel és lóval lehet végrehajtani, hanem akár nagyteljesítményű kombinált gépekkel is. Kíméletesnek mondható a harwarderrel végzett rövidfában való termeléses munkarendszer vagy a kötegben való termelés döntő-kötegelő géppel is. Természetesen sok esetben nem lehet csak gazdasági vagy csak természetvédelmi szempontból értékelni a munkarendszereket. A közös optimum megtalálása érdekében a két szempont együttesen is vizsgálható. A rövidfában való termelés korszerű gépekkel végrehajtva – ökológiai és ökonómiai szempontokból is kielégítőnek mondható. A teljesfában, szálfában, hosszúfában végzett közelítések általában kevésbé kímélik a visszamaradó állomány faegyedeit, az újulatot, illetve a talajt, de döntő-gyűjtőfejjel felszerelt kihordót alkalmazva a fiatal állományokban a kíméletesség növelhető.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A technikai fejlődés hatására – elsősorban külföldön – megjelenő új gépek, adapterek és az új vagy újraalkalmazott fakitermelési módszerek indokoltá tették a fakitermelési munkarendszerek elméleti struktúrájának újragondolását. Eredményképpen a hazai, nagy múlttal rendelkező rendszerezés alaplogikáját teljes mértékben hűen követő, a külföldi szakirodalommal és a gépfejlesztésekkel szintetizáló új csoportosítási rendszer jött létre –elméleti síkon.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP – 4.2.2. B – 10/1 – 2010 – 0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

**FELHASZNÁLT IRODALOM**

- Dummel, K. 2001: Erster Deutscher Waldgipfel: Nachhaltigkeit – Ein Generationsvertrag mit der Zukunft. Forsttechnische Informationen 11. 113-121 p. Groß-Umstadt
- Bondor A. 1978a: Az erdőgazdasági munkarendszerek fejlesztésének fő irányai. I. rész. Az Erdő, 27(3): 109-116.
- Bondor A. 1978b: Az erdőgazdasági munkarendszerek fejlesztésének fő irányai. II. rész. Az Erdő, 27(6): 243-247.
- Bondor A.; Radó G. és Temesi G. 1979: Az erdőnevelés gépesítése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 226 p.
- Gólya J. 2003: Fakitermelési munkarendszerek gyéritésekben. Doktori értekezés, 140 p.
- Gólya J.; Horváth B.; Ivelics R.; Markó A. és Tisza O. 2004: Kutatási jelentés a Timberjack-MAN típusú vékonyfa-kötegelőgép próbaüzemi vizsgálatáról. Sopron, 15-31. p.
- Heinimann, H.R. 2007: Forest operations engineering and management. Croatian Journal of Forest Engineering, 28(1): 107-121.
- Hedbring, O.; Nilsson, P.O.; Akesson, H. 1968: Analysis of some logging systems for thinning. Swedish Logging Research Foundation. Stockholm. Redogörelse, 4,51 p.
- Herpay I. és Rumpf J. 1978: A fahasználat termelési folyamata I. Egyetemi jegyzet, Sopron, 223 p.
- Hiller I. és Pankotai G. 1973: A fahasználat korszerű fogalmai. EMSZI EFE 156 p.
- Owende, P.M.O. 2004: Wood delivery. 269-279. In: Burley, J.; Evans, J. and Youngquist, J.A. (eds): Encyclopedia of Forest Sciences. Elsevier Academic Press, Amsterdam.
- Pankotai G. 1974: Erdészeti szállítástan 1. rész. Kézirat. EFE. Sopron, 211 p.
- Rumpf J. 1983: Munkaszervezést. Egyetemi jegyzet. Sopron, 207 p.
- Rumpf J. 1984: A fakitermelés műszaki fejlesztése. Kandidátusi értekezés, 170 p.
- Rumpf J. 1985: Erdőhasználat I. (I. rész) Kézirat. Sopron, 121 p.
- Staaf, K.A.G. and Wiksten, N.A. 1984: Tree Harvesting Techniques. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 371 p.
- Szász T. 1982: Fakitermelés. 154-169. In: Keresztesi B. (szerk.): Magyar erdőszet 1954 – 1979. Akadémia Kiadó, Budapest.

*Érkezett: 2012. március 31.*

*Közlésre elfogadva: 2012. szeptember 3.*