



NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM  
Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola  
Erdészeti Műszaki Ismeretek Program

DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS

**A LOGISZTIKA EREDMÉNYEINEK ALKALMAZÁSA A HAZAI  
FAHASZNÁLATOK HATÉKONYSÁGÁNAK FOKOZÁSÁRA**

Írta:

**SZAKÁLOSNÉ MÁTYÁS KATALIN**

Okleveles erdőmérnök

Tudományos témavezető:  
Prof. Dr. Rumpf János C.Sc.  
egyetemi tanár

Sopron

2012

# A LOGISZTIKA EREDMÉNYEINEK ALKALMAZÁSA A HAZAI FAHASZNÁLATOK HATÉKONYSÁGÁNAK FOKOZÁSÁRA

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében  
\*a Nyugat-Magyarországi Egyetem Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási  
Tudományok Doktori Iskolája  
Erdészeti Műszaki Ismeretek Program

Írta:  
Szakálosné Mátyás Katalin

\*\*Készült a Nyugat-Magyarországi Egyetem Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási  
Tudományok Doktori Iskola  
Erdészeti Műszaki Ismeretek Programja keretében

Témavezető: Dr. Rumpf János

Elfogadásra javaslom (igen/nem)

(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton .....-ot ért el,

Sopron,

.....  
A Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen/nem)

Első bíráló (.....) igen/nem

(aláírás)

Második bíráló (.....) igen/nem

(aláírás)

Esetleg harmadik bíráló (.....) igen/nem

(aláírás)

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

Sopron, 2012.

.....  
A Bírálóbizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése .....

.....  
Az EDT elnöke

„A világ egyetlen problémája sem oldható meg abban a szemléletben,  
amelyikben az létrejött.”

ALBERT EINSTEIN

„Nem a legerősebbek, vagy a legintelligensebbek,  
hanem a legjobban alkalmazkodók maradnak fenn.”

CHARLES DARVIN

„Amint sikerült a fő célt meghatározni,  
a legfontosabb dolog a logisztika.”

SCHWARZKOPF TÁBORNOK

„A pénz az úton, előttünk hever,  
csupán észre kell venni és le kell hajolni érte!”

HUBERT DÜRRSTEIN

# TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS.....	1
1.1 A TÉMA JELENTŐSÉGE.....	1
1.2 A KUTATÁS CÉLJA ÉS MÓDSZEREI.....	3
2. RENDSZERSZEMLELET AZ ANYAGMOZGATÁSBAN .....	5
2.1 A RENDSZERSZEMLELETŰ ANYAGMOZGATÁS ÁLTALÁNOS KÉRDÉSEI.....	5
2.2 RENDSZERSZEMLELETŰ ANYAGMOZGATÁS A FAHASZNÁLATOK SORÁN.....	6
2.21 A XIX. század anyagmozgatási „ésszerűsítései”.....	6
2.22 A XX. század rendszerszemléletű fejlesztései.....	7
2.23 A XXI. század logisztikai törekvései .....	9
3. AZ ANYAGMOZGATÁS ÉS A LOGISZTIKA .....	11
3.1 ANYAGMOZGATÁS LOGISZTIKAI SZEMLELETBEN .....	11
3.2 ANYAGMOZGATÁS A FAHASZNÁLATBAN.....	13
3.3 LOGISZTIKA TUDOMÁNYA .....	16
3.31 A logisztika értelmezése .....	16
3.32 A logisztika története .....	18
3.33 A logisztika területei .....	21
3.34 A logisztika rendszerei.....	26
3.34.1 Anyagmozgatási rendszerek .....	26
3.34.11 Rakodás és tárolás (raktározás) .....	27
3.34.12 Szállítás .....	29
3.34.2 Információs és irányítási rendszerek.....	39
3.34.21 Termék és rakomány-azonosító rendszerek .....	40
3.34.22 Elektronikus adatcsere (EDI) .....	41
3.34.3 A logisztikai rendszerek fejlesztése.....	42
3.35 A logisztikai tevékenységek mutatószám rendszere.....	42
3.4 LOGISZTIKAI SZEMLELETŰ FAANYAGÁRAMLÁS ELEMZÉSÉNEK EREDMÉNYEI....	44
3.41 Fahasználati anyagáramlási rendszerek .....	44
3.41.1 Faanyagszállítás .....	45
3.41.2 Rakodás, rakományképzés, tárolás .....	53
3.42 A faanyagmozgatás logisztikai infrastruktúrája.....	56
3.43 A fahasználati logisztika informatikai rendszere.....	57
3.44 Lehetséges logisztikai rendszerek általában .....	58

4. A FAHASZNÁLATI LOGISZTIKA KUTATÁSA SORÁN ELÉRT EREDMÉNYEK .....	60
4.1. KÜLFÖLDI KUTATÁSOK, FEJLESZTÉSEK VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI.....	60
4.11 Ausztriai logisztikai rendszerek .....	61
3.41.1 Karintiai logisztikai projekt .....	61
3.41.2 „Aprítéklogisztika” Burgenlandban.....	64
4.12 Németországi logisztikai rendszerek .....	71
4.13 Sajátságos skandináv megoldások .....	73
4.14 Egyéb logisztikai rendszer .....	75
4.2 NEMZETKÖZI KUTATÁSOK, FEJLESZTÉSEK EREDMÉNYEI .....	76
4.3 HAZAI KUTATÁSOK, FEJLESZTÉSEK EREDMÉNYEI.....	84
4.31 A NYÍRERDŐ Zrt. fejlesztései .....	84
4.32 A Szombathelyi Erdészeti Zrt. megoldásai.....	86
4.33 EGERERDŐ Zrt. próbálkozásai .....	86
5. A KUTATÁS EREDMÉNYEI A FAANYAGÁRAMLÁSOK LOGISZTIKAI ÉSSZERŰSÍTÉSI LEHETŐSÉGEIRE .....	88
5.1 GAZDASÁGOSSÁGI HATÁRTÁVOLSÁGOK SZERINTI ESZKÖZVÁLASZTÁS.....	88
5.2 A MUNKASZERVEZÉSBEN REJLŐ LEHETŐSÉGEK.....	90
5.3 ERDŐFELTÁRÁSI OPTIMALIZÁLÁSI LEHETŐSÉGEK .....	92
6. ÖSSZEGZÉS.....	103
6.1 TÉZISEK .....	104
6.2 JAVASLATOK.....	106
7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS .....	107
KIVONAT	
ABSTRACT	
IRODALOMJEGYZÉK	
MELLÉKLETEK	

## 1. BEVEZETÉS

### 1.1 A TÉMA JELENTŐSÉGE

Hangzatos, divatos elnevezés, avagy szükségszerűség a logisztika?

A versenyképes gazdálkodás minden ágazattal szemben komoly elvárásokat támaszt, ez alól az erdőgazdálkodás sem kivétel. Az ágazat jóval nehezebben reagál a megváltozott gazdálkodási körülményekre, mint pl. az ipar, vagy a kereskedelem; ami egyrészt a termelés sajátosságaiból fakad, másrészt abból, hogy a technikai, technológiai újítások, az újabb gazdálkodási módszerek nehezebben illeszthetők ebbe a meglehetősen konzervatív szektorba.

Többekben felmerülhet a kérdés, miért kell erőltetni a logisztikát az erdőgazdálkodásban, és fordítva: van-e létjogosultsága az erdészeti logisztikának? Ha felületesen vizsgálódunk, akkor látszólag egy erdészeti részvénytársaság nem sokban tér el az ipari szegmensben működő vállalatoktól. Az erdőgazdálkodáshoz is eszközre, anyagra (pl. szaporítóanyag) és információkra van szükség. A folyamatba érkező „alapanyagok” a tevékenység során átalakulnak, és a terméket az ún. disztribúciós folyamatok segítségével el kell juttatni a rendeltetési helyére. Az erdőgazdálkodásban is fellelhetők tehát az integrált logisztika elemei: a beszerzési, a termelési és az elosztási logisztika. A folyamatok mélyrehatóbb elemzése során nyilvánvalóvá válik, hogy a látszólagos hasonlóságok ellenére, különleges körülmények között, speciális termelési folyamatokon keresztül, egyedi termék képződik.

Az ökológiai és ökonómiai tényezők összessége sajátos feladatot ró a logisztikára. Ez abból adódik, hogy a termelési ciklusok időtartamát, ezek gyakoriságát, a végtermék minőségét és mennyiségét csak nagyon kis mértékben tudjuk befolyásolni. A folyamatok ráadásul szakaszosak és nagy periódus idővel ismétlődnek. A termelési ciklus különböző szakaszaiban elvégzendő műveleteket ezzel szemben az jellemzi, hogy azok végrehajtására nagyon rövid idő áll rendelkezésre, és nehezíti a munkát az is, hogy a műveletek időpontjai az időjárás alakulásának függvényei. A hosszú termelési ciklus és a rövid műveleti idő a logisztikai feladatokban is megmutatkozik. A fahasználati, vagy erdősítési időszakokban az egyes területeken koncentráltan megjelenő terheléseknek (csúcsterhelések) meg kell felelni. A gazdaságosság a rendelkezésre álló kapacitások jobb kihasználására, az átlagos kihasználás növelésére ösztönöz, a csúcsterhelések viszont az átlagosnál nagyobb gépi kapacitások lekötését igénylik. Ilyen ellentmondásokból fakadnak a logisztikai szakember megoldhatatlannak tűnő problémái, ami a fakitermelésben és a faanyagszállításban alkalmazott nagyarányú vállalkozói szféra megjelenéséhez vezetett. A fahasználat során termelt választékokat hosszabb-rövidebb ideig készletezni kell a faanyag minőségének romlása nélkül, ami szintén a logisztika problémakörébe tartozik. Készletezzünk a vágásterület szélén, az erdei rakodón, illetve felkészítőhelyen, esetleg közbenső rakodón, felső felkészítő telepen?

Az erdőgazdálkodás során fellépő logisztikai kérdések különlegessége, hogy a munka tárgya (faállományok faegyedei) helyhez kötött. Ezen okok miatt – az ipari logisztikától eltérően – a termelőeszközök kell, hogy mobilitással rendelkezzenek. A mezőgazdasági agrárlasztikához hasonlóan a termelőeszközöket a termelés helyszínére kell koncentrálni, ami – akár naponta – operatív feladatok formájában jelentkezik. Ezáltal nem csak a termék mozgatásáról, hanem a termelőeszközök biztosításáról is gondoskodni kell. Feladat tehát az is, hogy a szükséges eszközök, gépek és a munkaerő a megfelelő időben a megfelelő helyen rendelkezésre álljanak, de feladat a gépek kihasználásának javítása, a veszteségek csökkentése is.

A logisztika a komplexitás elvén működik, egységként kezeli a folyamatban résztvevőket és azok céljait, valamint a közös optimum elérésére törekszik.

A fogyasztó elégedettségének eléréséhez a logisztika jelentős mértékben hozzájárul, hiszen a jó logisztikai teljesítmény által valósul meg az, hogy abban az „üzletben” és akkor vásárolhatja meg az adott terméket, vagy szolgáltatást a fogyasztó, ahol és amikor azt akarja. Az értékteremtés folyamatában tehát a logisztika adja a használati értékhez a helyértéket és az időértéket. Az elvárások teljesüléséhez az egész anyag- és információ-áramlási folyamatnak, vagyis a beszerzésnek, a szállításnak, a készletgazdálkodásnak, a termelésnek, a raktárgazdálkodásnak, és a disztribúciónak; azaz a vállalati logisztikai tevékenységnek integráltan kell működnie.

Igaz, hogy a logisztikához kapcsolódó tevékenységek korábban is léteztek, de összehangolásuk nem megfelelő szinten történt meg. A tevékenységek közötti kapcsolat, illetve koordináció hiánya azt eredményezte, hogy a vásárlók alacsony kiszolgálási szinten juthattak hozzá a termékekhez, vagy szolgáltatáshoz (pl. sokat kellett várni a termékre, vagy nem a fogyasztói igényeknek megfelelő termék állt rendelkezésre stb.); illetve a vállalatok magas költségekkel működtek.

Mindez ahhoz a felismeréshez vezetett, hogy a logisztikai feladatokat integráltan kell kezelni, mert így a vállalatok magasabb szinten szolgálhatják ki vevőiket és alacsonyabb költségeket érhetnek el. A logisztikai költségek számottevő részt képviselnek a vállalati költségekből.

Természetes, hogy egy általánosan alkalmazható, az egész erdőgazdálkodást átölelő, egységes logisztikai rendszer bevezetése nem lehetséges az egyes vállalatoknál; de eredményeit a különböző alágazatok egy-egy részterületén felhasználva számos kimutatható, számszerűsíthető gazdasági előnyre lehet szert tenni.

Az erdőgazdálkodással foglalkozó szakemberek tudják, hogy az árbevételek és ugyanakkor a költségek is legnagyobb hányadban a fahasználat során képződnek (1. táblázat), tehát ebben az alágazati tevékenységben realizálható a legszámottevőbb eredmény is a logisztikai rendszerek kialakítása és működtetése által.

**1. táblázat: Ágazati tevékenységek gazdasági jellemzőinek aránya**

	BEVÉTEL	RÁFORDÍTÁS
<i>ERDŐMŰVELÉS</i>	1,7%	13,1%
<i>FAHASZNÁLAT</i>	53,4%	29,2%
<i>VADGAZDÁLKODÁS</i>	7,5%	6,5%
<i>FAFELDOLGOZÁS</i>	19,2%	20,7%
<i>EGYÉB (pl. szolgáltatások)</i>	18,2%	30,5%
$\Sigma$ :	100,0%	100,0%

*SAJÁT ÖSSZEÁLLÍTÁS; FORRÁS: SCHIBERNA, 2010.*

Ezen szempontok miatt vizsgáltam dolgozatomban a fahasználat során elérhető megtakarítási vagy többletárbevételi lehetőségeket, amelyek a logisztikának, a logisztikai szemléletben történő gazdálkodásnak köszönhetőek.



## 1.2 A KUTATÁS CÉLJA ÉS MÓDSZEREI

A logisztika többféle szempont szerint értelmezhető és közelíthető meg. Tekinthető funkciónak, amelynek feladata a gazdaság különböző szintjein az anyag- és információáramlás biztosítása; de vélekedhetünk nagyobb léptékben, és felruházható integrátori feladatokkal is. Úgy vélem, az erdőgazdálkodásban és elsősorban a fahasználatok terén a logisztikának egy szemléletváltó, módosító szerepe kell, hogy legyen. Munkám kezdetén három kulcsszó fogalmazódott meg bennem:

- A logisztika bevezetése a fahasználatban *küldetés*: konkretizált működési kör, milyen igényt és hogyan akar a vállalat kielégíteni.
- A logisztika alkalmazása tartós *versenyelőnyt* biztosíthat: nem csak azt vizsgálja, mit tud, mire képes és esetleg mit akar a vállalat (erdészeti zrt.), hanem hogy mit tud másoknál jobban.
- A logisztikai szemlélet *szinergia*: a rendszer több a részek egyszerű összegénél, egy összhang, ami a szervezet megfelelő kialakításában és az erőforrások megfelelő szintjében és elosztásában jelenik meg.

A faanyag mint megújuló energiaforrás „megtermelése” napjainkban egyre nehezebb gazdasági körülmények között zajlik, növekvő természetvédelmi és társadalmi elvárások mellett, gyorsan változó gazdálkodási feltételeknek megfelelően.

Kutatási és mérési munkáim, illetve a hazai és külföldi projektekben megfigyelőként való részvétel tapasztalatai, valamint széleskörű szakirodalmi áttekintés révén igyekeztem a hazai fahasználatok hatékonyságának fokozását elősegítő logisztikai feladatokat feltárni, elemezni és rendszerezni. Úgy vélem, hogy a logisztikai látásmód segítségével számos gazdasági, környezetvédelmi és társadalmi előnyre lehetne szert tenni.

*Gazdasági eredmények* érhetőek el költségcsökkentéssel, árbevétel növeléssel, vagy mindkettővel egyidejűleg:

- A faanyagtermelés és értékesítés, valamint a felhasználás összehangolásával, tervezésével csökkenthető a faanyag tárolási ideje, javul a vevőkiszolgálás.
- Gép- és eszközrendszer fejlesztésével gyorsabbá, hatékonyabbá, sok esetben olcsóbbá válik a munkafolyamat.
- Gazdasági határtávolság szerinti szállítóeszköz-választással jelentősen csökkenthető a fajlagos szállítási költség.
- Szállításszervezéssel is pozitív eredmények érhetőek el, mely során az állásidők rövidülnek, a rakodási idők csökkennek és a visszafuvarok is kihasználhatók.
- Munkaszervezéssel csökkenthető pl. a máglyák, sarangok felkeresési ideje.
- Növelhetők az előnyök logisztikai bázisok kialakításával, ahol tárolás, elosztás, felkészítés vagy tovább-feldolgozás, sőt akár aprítás valósítható meg.
- Az információs csatornák hálózatának kiépítésével, fejlesztésével, naprakész adatokkal rendelkezhet mind a tulajdonos, mind az erdő kezelője; valamint a vállalkozók (fakitermelési és szállítási), és a felhasználók (erőmű, fűrészüzem, forgácslapgyártás stb.) a vásárló.
- Szakszerű fakitermeléssel, választékolással, helyes munkarendszer-választással többletárbevétel érhető el.
- A fakereskedelem, faipar számára is hasznosítható, kompatibilis, friss adattár segítségével rugalmasabban tervezhető a faanyagszükséglet.
- Hosszú távú költség- és árbevétel-tervezés megvalósításával, folyamatos kontroll mellett növelhető az eredményesség.

- Áttekinthető, világos üzleti tervek készítésével, melyek rugalmasan módosíthatóak, jobban igazodhatunk a változó körülményekhez (pl. kalamitás esetén).

*Környezetvédelem érdekében:*

- CO<sub>2</sub> –kibocsátás csökkentése érhető el megfelelő eszközválasztással és összehangolással.
- Környezetszennyezés és zajkibocsátás mérséklése valósítható meg távolsági anyagmozgatás során a vasúti és vízi szállítás előtérbe helyezésével; az erdőterületeken pedig a faanyag megkeresését segítő GPS és térinformatikai szoftverek (pl. digitális térkép) felhasználásával.
- Az erdészeti utak gyors tönkremenetele elkerülhető a megfelelő rakománynagyság és szállítóeszköz megválasztással.
- Az erdő talajának, az újultnak, esetleg az erdei növény- és állatvilágnak a védelme biztosítható a korszerű fakitermelő és közelítő gépek választásával, nem megfelelően a praktikus kisgépekről, eszközökről és a lovas közelítés lehetőségéről.
- A kártevők (rovarok és gombák) megjelenése és elszaporodása, ezáltal a faanyag minőségi romlása megelőzhető a lehetőség szerinti minél rövidebb erdei tárolással.

*Szociális, társadalmi előnyök:*

- Az egységes, elektronikus faanyag-felvételezési és a vonalkódos „faanyag-követési” rendszerek segítségével megvalósítható a gyorsabb, pontosabb és a csupán egyszeri számbavételezés, melynek adatait minden résztvevő felhasználhatja.
- Növelhető az egymás iránti bizalom a faanyag-forgalomban résztvevők között, a közös cél szolgálatával.
- Szükségessé válik a folyamatos képzés, mert munkaerő-kereslet léphet fel a piacon a modern gépek és szervezési eljárások megjelenésével.
- Biztonságosabbá tehető a fakitermelés a szervezetlen kézi eszközös termeléshez képest.
- Követhető a faanyag útja, mennyiségi és minőségi paramétereivel, ezáltal csökkenthető a személyi felelősség, vagy gyorsabban megtalálható a problémáért felelős személy.
- Az erdőgazdasági szervezeti struktúrába jól illeszkedő logisztikai személyzet alkalmazásával a kereskedelmi, faanyag-mozgatási és nyilvántartási feladatok jól tervezhetővé, szervezhetővé és ellenőrizhetővé válnak.
- A jól szervezett és átlátható fahasználati munkafolyamat könnyebben kommunikálható, és megérthető, elfogadható a társadalom számára.

Be kellett látnom a külföldi kutatásokban való közreműködések, a számos szakirodalom és a hazai próbálkozások vizsgálata során, a logisztika előnyei valóban csak az egyes részterületeken történő alkalmazása esetén mutathatók ki. Közismert, hogy az erdőgazdálkodás és főként a fahasználati munkák sztochasztikus körülmények között zajlanak, egyedi és különleges a munka tárgya, az eszközök és gyakran a kitermelési vagy anyagmozgatási rendszer is. Egységes fahasználati logisztikai rendszer kialakítása tehát nem lehetséges és erre törekedni is naivítás, de az egyes részterületek racionalizálása szükséges.

## 2. RENDSZERSZEMLÉLET AZ ANYAGMOZGATÁSBAN

Már az erdőmérnöki, a mérnök-közgazdászti és később doktori tanulmányaim alatt is tapasztaltam, hogy a hazai és a külföldi szakirodalomban fellelhető korábbi és mai kutatások, mindenkor nagy szerepet tulajdonítottak az anyagmozgatási rendszerek vizsgálatának, a faanyag-szállítás gazdaságossági és szervezési kérdéseinek.

Kutatásaim során bizonyosságot nyert, mindez nem meglepő, hiszen pl. az Európai Logisztikai Szövetség (European Logistics Association, ELA) 30 eltérő gazdasági színvonalú országot vizsgálva állapított meg, hogy az anyagmozgatási költségek a teljes termelési költségnek 15–85%-át, átlagosan 25%-át teszik ki. A magasabb hányad az ömlesztett tömegáruk termelését és feldolgozását végző üzemekben volt tapasztalható.

Az anyagmozgatás korszerűsítését sürgető gazdasági tényezők közül nem hagyható ki a fizikai munkaerő hiánya, amely az egyes országok munkaerő helyzetétől függetlenül előbb vagy utóbb problémává válik. Az anyagmozgatással együtt járó nehéz fizikai munkától való vonakodás tényezője lehet a manuális munka balesetveszélyessége, valamint megerőltető voltából fakadó káros egészségügyi hatása is ([www.elalog.org](http://www.elalog.org)).

### 2.1 A RENDSZERSZEMLÉLETŰ ANYAGMOZGATÁS ÁLTALÁNOS KÉRDÉSEI

A hagyományos értelmezése szerint, az anyagmozgatás a társadalmi újratermelési folyamat minden fázisában előforduló, az anyagok, félkész- és késztermékek, illetve áruk nem nagy távolságú helyváltoztatását és rakodását célzó olyan tevékenység, amely nem jár együtt alak- vagy állapotváltozással, és amely kézi munkával, vagy sajátos eszközökkel, gépekkel, berendezésekkel adott – elsősorban területi – korlátokon belül megy végbe. Az anyagmozgatás hagyományos felfogásának jellemzője az az értelmezés, amely az üzemi belső anyagmozgatást a segédüzemi tevékenységek egyikének, vagy különálló segédfolyamatnak tekinti (ZEBISCH, 1975).

Az anyagmozgatás jelentőségének felismerése az elmúlt évtizedek eredménye. Természetesen már ezt jóval megelőzően is voltak olyan iparágak, amelyek nagyon komolyan foglalkoztak anyagmozgatási problémák megoldásával, de talán csak a '90-es évek hoztak forradalmi változásokat e téren is. A fejlett iparral rendelkező országokban egészen új szemlélet alakult ki az anyagmozgatások terén (FELFÖLDI SZERK, 1989).

Az anyagmozgatás racionalizálásának indokai közül mindenekelőtt az általános technikai fejlődést kell kiemelni. A gyártástechnika általános fejlődése láncreakcióként kiváltotta a gyártási módszerek, gyártásszervezés és az anyagmozgatás, valamint a költségalakulás közötti összefüggések vizsgálatát (GROßESCHALLAU, 1984).

A felismert racionalizálási lehetőségek realizálása azonban rendszerint nehézségekbe ütközik, a megvalósításhoz szükséges előkészítés és a végrehajtási idő hiánya, vagy egyszerűen az üzemen dolgozók ellenállása miatt. Az üzemen belüli és kívüli anyagmozgatás magas költséghányada, továbbá annak felismerése, hogy egyedül az e folyamatokkal kapcsolatos kiadások csökkentése jelenti nagyon sok esetben a még kiaknázható tartalékokat – ösztönözte az ezzel foglalkozó szakembereket az anyagmozgatások racionalizálására.

Az anyagmozgatás fogalmának korszerű értelmezése a rendszer-szemléletmódon alapszik. Ez a szemléletmód elemekből és alrendszeréből, optimumra törekedve építi fel az egyébként egymással szoros kapcsolatban álló folyamat- és berendezérendszeret. A rendszereknek, alrendszernek és elemeknek jól definiált funkciója, vagy célja van.

A folyamatrendszerek technológiai, anyagmozgatási, tárolási, csomagolási és információs részfolyamatokból állíthatók össze.

Napjainkban már nemcsak az anyagmozgatási szempontból különösen érintett olyan iparágak üzei, mint az autó-, vagy építőipar stb. törekszenek az anyagmozgatás fejlesztésére, hanem a legkülönbözőbb nagyságú és rendeltetésű, ipari vagy szolgáltató (pl. szerviz, étterem) vállalkozások, esetleg egyéb üzemek (pl. kórház, szálloda), de az állami- vagy magántulajdonú mező- és erdőgazdálkodással foglalkozó gazdasági társaságok is!

## 2.2 RENDSZERSZEMLELETŰ ANYAGMOZGATÁS A FAHASZNÁLATOK SORÁN

Közismert, hogy a bányászat és a mezőgazdaság mellett az erdőgazdálkodás az az ágazat, ahol nem túl értékes termékeket nagy mennyiségben kell évente jelentős távolságra szállítani. Az erdőgazdálkodásban például a szállítási költség teszi ki a teljes termelési költség 40-50%-át. Ha azonban a szállítási költség mellett a szállítást lehetővé tevő infrastruktúra, az erdészeti utak (üzemi utak) és rakodók – erdőgazdálkodást terhelő – kiépítésének és karbantartásának költségeit is számításba vesszük, akkor ez a részarány még tovább növekszik (PANKOTAI – HERPAY, 1965).

Az erdőgazdálkodást folytató szakemberek már évszázadokkal ezelőtt is tapasztalták, hogy a termelési költségük egy igen jelentős részét teszi ki a megtermelt fanyersanyagok a fogyasztóhoz, vevőkhöz történő eljuttatási költsége. Ahogy akkor mondták: „a fa árát megette a hosszú szállítás költsége”. 1776-ban például Veszprémben 1 öl fa 2 forint 40 krajcárba került, míg a fuvarosok Nagyvázsontól Veszprémig – 25 km-ért – 2 forintot kértek (VARGHA, 1970).

A faanyag mozgatása tehát igen jelentős energiaigényt, költséget jelentett mind évszázadokkal ezelőtt, mind napjainkban is. A különböző ésszerűsítési lehetőségek, a technika fejlődése, a gazdasági környezet változásai vezettek oda, hogy kezdetben a rendszerszemlélet, majd a logisztika elengedhetetlenül fontos a fahasználatok, de az egész erdőgazdálkodás terén.

### 2.21 A XIX. század anyagmozgatási „ésszerűsítései”

Mivel a „lábon álló” fát mégsem lehetett úgy kihajtani a nyugat-európai piacra, mint ahogyan a szürke marhával ezt évszázadokon át sikeresen megtették, az akkor még erdőben és fában gazdag ország a faégetéssel nyert hamuzsírt exportálta, gyakran évi 40.000 q mennyiségben. Ezt már szekérrel is gazdaságos volt nagy távolságra fuvarozni, hiszen az 1 q hamuzsírhoz 200 m<sup>3</sup> fát kellett elégetni. Hosszú távon azonban nem lehetett az ilyen mértékű erdőirtást folytatni, ezért a szakemberek és kutatók az anyagmozgatás költségeinek csökkentési lehetőségeire koncentráltak (VARGHA, 1970).

Legelőször az anyagmozgató pályák kiépítésével igyekeztek a szállítást korszerűsíteni, és olcsóbbá tenni. A XIX. század közepétől jelentős hosszban épültek hazánkban is keskeny nyomtávú erdei vasútvonalak.

Ezek kiépítése azonban csak hatalmas tömegű faanyag koncentrált termelésénél fizetődött ki (a volumen hozadéka törvény szerint). Az ilyen, óriási kiterjedésű tarvágások gyakran eróziós károkat, kopárosodást eredményeztek, tehát tönkretették az erdőgazdálkodás körülményeit (SZEPESI, 1985).

## 2.22 A XX. század rendszerszemléletű fejlesztései

A tehergépkocsi szállítás elterjedésével, az I. világháborút követően az erdők feltárására egyre inkább az egynyomú, ritkábban kétnyomú erdészeti utakat alkalmazták, amely már nem követelt nagy kiterjedésű véghasználatokat, és rugalmasabban igazodott a terephez. Sikeresen kapcsolták össze az út- és a vasúthálózatot is. A vágásterületen végzett anyagmozgatást azonban továbbra is főleg állati erővel, elavult eszközökkel végezték.

Az infrastruktúra kiépítése és a szállítási eszközök korszerűsítése mellett, a további költségcsökkentés céljából az anyagmozgatási szakaszok számának csökkentésére törekedtek, hiszen az anyagmozgatási szakaszok határán drága le- és felterhelésre volt szükség, az eszközváltás miatt. Jellemzővé vált a kétszakaszos anyagmozgatás (közelítés a vágásterületen, szállítás az erdészeti- majd a közúton) (RUMPF, 1986).

További tartalékok feltárását és a költségcsökkentés lehetőségeinek kihasználását eredményezték a rendszerszemléletű módszerekkel végzett elemzések. Számítható volt az erdőgazdálkodásban alkalmazott tehergépkocsi optimális teherbírása, a gépkocsi tengelyrendezése szerint (egyes és iker-tengelyek száma alapján); a fajlagos szállítási és a fajlagos útépitési költségek ( $Ft/m^3 \cdot km$ ) közös összegének minimumát keresve.

Az erdészeti szállításban optimálisan alkalmazható tehergépkocsi hasznos teherbírása ( $q_{h \text{ opt}}; t$ ) egyszerűen meghatározható, az átlagos szállítási távolság ( $s; km$ ) és az átlagos rakodási teljesítmény ( $A; t/h$ ) alapján (CSEH, 1971):

$$q_{h \text{ opt}} = \sqrt{s \cdot A}$$

Az így kapott értékek azonban gyakran, a körülbelül azonos nagyságú saját tömeggel megnövelve, az erdészeti utak pályaszerkezetének rohamos tönkremenetelét eredményezné. A terhelésből származó igénybevételt csak soktengelyes szállító-szerelvényekkel lehetne megakadályozni, pl. 5 tengelyes hosszúfás szerelvényel.

A sorbanállási elmélet segítségével a rakodógépek és a tehergépkocsi számának összehangolását lehetett tudományos alapokra helyezni, s ezáltal a várakozásokból származó veszteségeket a minimálisra csökkenteni.

Az operációkutatási módszerek közül sikeresen alkalmazták a lineáris programozás „szállítási feladatnak” nevezett modelljeit is, melyek segítségével a szállítások összes költségét lehetett látványosan csökkenteni.

A többszakaszos anyagmozgatás fajlagos műveleti költségeinek és a pálya-szakaszok kialakítása költségeinek összevont értékelése (közelítés, kiszállítás, szállítás – közelítőnyom, kiszállító út, erdészeti út) jelentette ennek a vizsgálat sorozatnak a lezárását (MISTÉTH – RUMPF, 1999).

A kombinált közúti – vasúti szállítás gazdaságossági határtávolságainak meghatározása is ilyen költségcsökkenést eredményező szervezési intézkedésekhez szolgáltatott alapot. A szállítási távolság, a raksúly és a rakodási teljesítmény szerint ugyancsak számítható volt egy gazdaságilag optimális teherbírás, melynek értékei összhangba hozhatók az erdei utak korábban meghatározott ideális teherbírásával. A mindenkori, időjárásbiztos és olcsó szállítást lehetővé tevő rendszeres útfenntartás optimális stratégiájának kidolgozásával ismét csak jelentős szállítási költségcsökkenést lehetett elérni, a kátyúsodó, gödrös, lecsökkent teherbírású utakon végzett szállításhoz képest (RUMPF, 1971, 1973, 1974; KOSZTKA, 1985).



Mindezen eredmények természetesen csak az üzemi körülményeket jelentősen befolyásoló véletlenszerűségek torzító hatásának kitéve és egyéb prioritások figyelembevételével voltak kihasználhatók. Alkalmazásukat megkönnyítette azonban, hogy a régi államerdészeti viszonyok között szinte teljesen egy kézben lehetett tartani a fakitermelés – anyagmozgatás – faipar/fakereskedelem irányítását és munkaszervezését, a közös cél érdekében hasznosítva a tudomány és a műszaki fejlesztés eredményeit. Napjainkra a helyzet alapvetően megváltozott, hiszen lassan már 100%-ban vállalkozók végzik a fakitermelést, 90%-ban a szállítást, és a faipar jelentős részét is privatizálták. Az ilyen sok közreműködő tevékenységének közös optimumát már csak magasabb szinten és új módszerekkel lehet biztosítani, például a logisztikai rendszerek kiépítésével.

A faanyag utakon, vasúton, nagyobb távolságra történő szállításának gépesített megoldásai után az ötvenes évektől kezdve egyre nagyobb lendületet vett az erdőterületen, vágásterületen végzett anyagmozgatási műveletek gépesítése is. Feltűnő volt ugyanis a nagyságrendi ugrásokban jelentkező fajlagos ( $\text{Ft/m}^3 \cdot \text{km}$ ) anyagmozgatási költségváltozás:

- 5-20 m-es kézi vagy fogatos előközelítés:  $5.000\text{-}10.000\text{- Ft/m}^3 \cdot \text{km}$ ;
- 200-500 m-es közelítés:  $500\text{-}1000\text{- Ft/m}^3 \cdot \text{km}$ ;
- 1-5 km-es kiszállítás (földutakon, nyiladékokon, csapákon):  $50\text{-}100\text{- Ft/m}^3 \cdot \text{km}$ ;
- 25-40 km-es szállítás:  $5\text{-}10\text{- Ft/m}^3 \cdot \text{km}$ ;
- távolsági, értékesítő szállítás (több-száz km, vízi vagy vasúti):  $1\text{-}2\text{- Ft/m}^3 \cdot \text{km}$ .

A költségek ilyen arányú különbsége, valamint a munkaerő és a fogatok számának csökkenése miatt vett egyre nagyobb lendületet a vágástéri anyagmozgatás gépesítése is, egyre korszerűbb technika bevetésével. Ezek a drága gépek (az ún. vezérgépek) lettek a fakitermelési munkarendszerek alapgépei, ezekhez igazították később a vágásterületek, a fakitermelések tér- és időbeli rendjét, technológiáját. A drága, de termelékeny gépek miatt ezen a területen is megkezdődött a tervezés, eszközválasztás és szervezés folyamatában az az ésszerűsítési hullám, amely az útépítés, szállítás esetében bekövetkezett fejlődést is jellemezte, 80-100 évvel azelőtt (RUMPF, 1986).

A hazai kutatás és a gyakorlati ésszerűsítések sorozata a hetvenes és nyolcvanas években nemzetközileg is elismert eredményeket produkált, ismét csak a költséges anyagmozgatási műveletek láncolatára fűzve a technológiai műveletek sorát. Ebben az időszakban a következő számok mutatták az anyagmozgatás jelentőségét a teljes fakitermelési-faanyagmozgatási folyamatban:

- az anyagmozgatás költségei a teljes folyamatból 75-85% -ot tettek ki –  $\text{Ft/m}^3$ -re vetítve;
- az üzemanyag-felhasználás költségei az anyagmozgatási műveletekben a teljes felhasználás 80-90% -át jelentették –  $\text{Ft/m}^3$ -ben;
- míg az anyagmozgatás energia-felhasználása a teljes termelési folyamat energiaigényének 90-95% -át tette ki –  $\text{kWh/m}^3$ -ben.

Különösen a hetvenes években bekövetkezett energia-válság irányította rá a figyelmet az erdészeti anyagmozgatásban meglévő kiaknázatlan lehetőségekre. A rendszerszemléletű módszerek alkalmazására a szűkebben értelmezett fakitermelés területén is sor került, és segítségükkel jelentős eredmények is születtek. A hálótervezés segítségével az erőforrás allokációt és a munkaszervezést lehetett tökéletesíteni (VIDOVSKY, 1983).

Kezdeti lépésként az anyagmozgatási és technológiai műveletek időfüggvényeit (az ún. időegyenleteket) készítették el, hogy a hagyományos normaidő-táblázatok helyett ezekkel működtessék a számítógép-támogatású termelésirányítási rendszereket, melyeket svéd példák alapján kívántak bevezetni. Már ezek a többszörös hatványkitevős függvények is lehetőséget teremtettek a műveletek optimális végrehajtási feltételeinek meghatározására. Később két-három kapcsolódó művelet közös optimumát is ezeknek a függvényeknek a segítségével számították, zömében főleg a fajlagos költségek együttes minimumát keresve.

A nyolcvanas években viszont már a teljes folyamatot értékelték, zömében sorozatelemzéssel, a fakitermelési és anyagmozgatási feladatokat végrehajtó munkarendszerek szintjén.

Eleinte csupán a műszaki és gazdasági jellemzők figyelembevételével végezték el a különböző munkarendszer-változatok komplex értékelését, később viszont már egyre nagyobb súllyal vették figyelembe a biológiai, ökológiai szempontokat. Az erdőfeltárás költségeivel együtt vizsgálva ezeket a megoldásokat – a teljes rendszerek komplex értékelése történt meg, de továbbra is a faipar és fakereskedelem igényeinek figyelembevétele nélkül (KERESZTES–ORMOS–RUMPF, 1990).

Az áruszállítás – a termelési és a hozzákapcsolódó ellátási–elosztási folyamatok korszerűsítésével összhangban, – egyre inkább az integrált anyagáramlás részévé kell hogy váljék, mind technikai, mind technológiai és szervezési szempontból. Számos hazai és külföldi publikáció (BAJUSZ–ERTL, 1972; DIMITROVA, 1977; LOTZ, 1976; SZALAY 1986; VÁNDORFFY, 1983) elemezte már a hetvenes években és a nyolcvanas évek elején is a térbeli elosztás, a fizikai disztribúció elemeinek, illetve rendszereinek gyakorlati és elméleti kérdéseit.

A kilencvenes évektől az áruszállítási igények hazánkban is fokozatosan megváltoztak, egyrészt a beszerzési és értékesítési piacok globalizálódása, a kisvállalatok és a termékkéleségek számának növekedése, másrészt a rendelésre történő gyártás miatt. Ezen változások hatására az ezredfordulóra csökkent a szállítási igényes tömegárak aránya. A küldemények nagysága is csökkent, ugyanakkor nőtt a szállítások gyakorisága. A nemzetközi szállítások arányának növekedése következtében nagyobb szállítási távolságokkal kell számolni. Az erősödő versenyhelyzet a szállítási szolgáltatások minőségének javulásához vezetett (gyorsaság, pontosság, megbízhatóság, rugalmasság, szállítási határidők betartása, szállítás közbeni áruvédelem biztosítása). Tapasztalható volt a szállításon kívüli egyéb szolgáltatások (rakodás, raktározás, csomagolás, vámkezelésben való közreműködés) iránti igény. Nőtt a külső szolgáltató vállalat alkalmazásának (outsourcing) részaránya, ugyanis piaci kompetíció élesedése egyre inkább arra kényszeríti a vállalatokat, hogy fő feladataikra, a termelésre koncentráljanak, és az egyéb tevékenységek végrehajtásával más, arra szakosodott vállalatokat, vállalkozókat bízzanak meg (RUPPERT, 1994).

### **2.23 A XXI. század logisztikai törekvések**

Erre az időszakra tehető, amikortól a fahasználati anyagmozgatási rendszerekhez – egyéb iparágakhoz hasonlóan – már információáramlási rendszerek is szorosan tartoznak, ezáltal segítve a logisztikai szemlélet bevezetését.

Az újszerű fahasználati feladatok (harveszteres fakitermelés, vékonyfakötegelés, aprítéktermelés) és a technikai, technológiai és informatikai környezet robbanásszerű fejlődése, valamint a szigorú gazdálkodási, természetvédelmi és társadalmi elvárások nélkülözhetetlenné tették és kikényszerítették a logisztikai alapelvek alkalmazását.

Alapvető feladat a logisztika fahasználati alkalmazása során a két, ún. gazdasági és műszaki irány által meghatározott alapelvek integrálása, hiszen a gazdasági rendszerek működtetéséért felelős logisztikai rendszer csak ezeknek az elveknek az együttes kezelésével, harmonizálásával képes optimális üzemet megvalósítani (KNOLL-BÓNA, 2003).

A logisztika értelmezését tekintve a *gazdasági területen* elsősorban a *management* felfogás a domináns. Ez a szemlélet a beszerzéssel, készletezéssel, az eszköz- és anyaggazdálkodással, valamint az egyéb logisztikai folyamatokkal kapcsolatos költségtényezőket vizsgálja. A logisztikai résztevékenységek és folyamatok együttesen járulnak hozzá a termékáramlás megvalósításához. Az egyik tevékenységi területen bekövetkező megtakarítás más területen ezt meghaladó költségnövekményt okozhat, ezért a részrendszerek együttes hatását vizsgálva, az összes logisztikai költség minimalizálására kell minden esetben törekedni.

A *műszaki területen* a logisztika értelmezésekor az előbb leírt résztevékenységek és folyamatok megvalósításával kapcsolatos kérdések kerülnek előtérbe, vagyis a *szervezéstechnikai* oldal a domináns. Az utóbbi időben a tér és idő dimenziók mellett megnőtt a jelentősége egy harmadik tényezőnek is, az állapotnak, amely a termék készülségi fokával van összefüggésben. Vagyis az anyag (a termék) térbeli helyzete, rendelkezésre állásának ideje, és feldolgozásának foka egymással szoros kapcsolatban lévő, hasznot jelentő rendszer-együttes, ezért szükség van a folyamatok integrált szemléletmódban való kezelésére.

Ennek az integrálási elvnek a megvalósításában segítenek azok a korszerű eljárások, amelyek a számítógépes nyilvántartási rendszerbe épülve, logisztikai szempontból célirányosan kifejlesztve, optimalizáló operációkutatási, készletezési stb. modellek segítségével, komplex logisztikai irányítási feladatok megoldására alkalmasak, akár operatív szinten is. Ezáltal biztosított a műszaki alapokon nyugvó rendszerek gazdaságos működtetése.

A modern (XXI. századi) fahasználati logisztikai szemlélet merőben más, mint az eddigi. A faanyaggal történő ellátási láncot egy hurokként értelmezi, mely a megrendelőnél kell hogy kezdődjön és nála is fejeződjön be, tehát ne a kínálat irányítsa a tevékenységet, hanem a kereslet. Így jelentős haszon realizálható, de csak jól szervezett és tervezett rendszerben valósítható meg.

A fahasználati feladatok és a logisztika együttes megismerése vezethet az összefüggések, kapcsolatok feltárásához, amelyek különben csak nagyon nehezen vagy egyáltalán nem lehetnének felismerhetőek.



### 3. AZ ANYAGMOZGATÁS ÉS A LOGISZTIKA

Bármely gazdasági tevékenységről legyen is szó, a folyamatok között anyagi természetűek is előfordulnak, melyek lehetnek a társaság küldetésének hordozói – mint a szállítmányozó vállalatok esetében, – vagy csak kiegészítő funkciói, ahol az anyagáramlás nem a tevékenység szerves része.

A vállalatok működéséhez nemcsak a belső, hanem a külső, egymás közötti anyagi jellegű kapcsolatok is hozzátartoznak, és mindezek segítségével kapcsolódnak be a gazdaság egészének vérkeringésébe. Az anyagi folyamatok a tér és idő szakaszosan folytonos függvényei. A szakadások alapvető oka a termelés szakosodása az adott régió gazdasági adottságainak megfelelően, ami helyben és időben különbséget eredményez a termelésben, ugyanakkor a kereslet nagyobb hányada sem ott jelentkezik, ahol az áru megtermelődik. Az anyagokat, félkész és késztermékeket az egyik helyről el kell juttatni a másikra. Ha azt akarjuk, hogy a szakadási pontokon a kapacitáskülönbségek miatt ne legyenek fennakadások, fel kell halmozni a termékek bizonyos készletét. Az elosztás, szállítás, anyagmozgatás, raktározás, készletgazdálkodás stb. a termelés szakosodása óta ismertek. Nehéz lenne olyan termelési tevékenységet találni, amely ne igényelne, vagy korábban ne igényelt volna anyagmozgatási támogatást.

Napjainkra nem a folyamatok és az anyagmozgatási rendszerek jelentik az újdonságot, hanem a rájuk épülő, támogató logisztika tudománya, filozófiája, ami rendszerszemléletű megközelítése az ellátás, termelés, elosztás irányításának.

#### 3.1 AZ ANYAGMOZGATÁS LOGISZTIKAI SZEMLÉLETBEN

Az anyagmozgatást különböző vetületekből vizsgáltam, és úgy vélem, egyrészt az egyes technológiai mozzanatok alárendelt kiszolgálója, másrészt saját, önálló technológiával is rendelkező folyamat.

Mindezekből az következik, hogy az anyagmozgatást minden esetben össze kell hangolni az egyes alaptermészeti, ellenőrzési folyamatokkal és az anyagmozgatáshoz kapcsolódó egyéb elemekkel (tárolás, számbavétel stb.) is. Az elmúlt évtizedekben gazdasági növekedése, az infrastruktúra és a gépesítés ugrásszerű fejlődése az anyagmozgatás reformját idézte elő.

Az anyagmozgató rendszerek nem létezhetnek önállóan, csakis a termelési folyamatokhoz kapcsoltnak. Mindig valamilyen termelési, ellátási, elosztási vagy áruszállítási rendszert szolgálnak ki (PREZENSZKI, 2000).

Főbb csoportjai:

- termelési (gyártási) rendszert kiszolgáló anyagmozgató rendszerek;
- raktári anyagmozgató rendszerek;
- rakodóhelyi anyagmozgató rendszerek;
- egyéb (pl. kórházi) anyagmozgató rendszerek.

A *termelési* (gyártási) rendszert kiszolgáló anyagmozgató rendszerek a termelőrészelek közötti és azon belüli anyagmozgatást, illetve munkahelyi anyagmozgatást, anyagkezelést valósítják meg. A hagyományos gyártás során az a cél, hogy a lehető legkisebb teljesítmény-ráfordítással és a szükséges gépesítési színvonalon történjen a termelés, míg

az integrált gyártórendszerek rugalmasan tudnak alkalmazkodni a megváltozott feltételekhez, követelményekhez, így az átállási idők jelentősen lerövidülnek.

A *raktári* anyagmozgatást megvalósító tárolótéri, vagy áru-előkészítőtéri rendszerek feladata a tárolási egységek be- és kitárolása (igény esetén komissiózással), valamint az áruk fogadásával és kiszállításával kapcsolatos anyagmozgatás.

A *rakodóhelyi* anyagmozgató rendszerek a logisztikai rendszerekben betöltött szerepüktől, működésük helyétől függően vállalati vagy közlekedési rakodóhelyi anyagmozgató rendszerek lehetnek. A vállalati (üzemi) rakodóhelyi anyagmozgató rendszerek az üzemi belső anyagmozgatás és a külső szállítás közötti kapcsolatot teremtik meg. Feladatuk a termeléshez szükséges alap-, segéd- és üzemanyagokat beszállító járművek kirakása és a késztermékeket, hulladékokat a vállalat területéről kiszállító járművek megrakása. A közlekedési rakodóhelyi anyagmozgató rendszerek alkalmasak az áruszállító járművek fel-, illetve leterhelési vagy az átrakási feladatának megoldására.

A speciális igényeket kielégítő (kórházi, könyvtári stb.) rendszerek tartoznak az *egyéb* anyagmozgatási rendszerek csoportjába.

A belső anyagmozgatás és a külső szállítás együttes szakmai kezelésére nézve napjainkban tapasztalható szakmai törekvés – ami az ún. anyagmozgatási láncok szervezésében valósul meg, – a mindkét oldali harmonikus fejlődés fontos tényezője. A termelési ill. az ahhoz csatlakozó tárolási, továbbá felhasználói rendszerek a saját belső anyagmozgatási részrendszereiket csak a közlekedési-szállítási üzemek folyamatrendszereivel összhangban alakíthatják ki.

Az anyagmozgató rendszerek kiválasztásához, tervezéséhez és később működésük elemzéséhez, optimalásához elengedhetetlenül szükséges az általuk megvalósított fizikai folyamatok, illetve a berendezések jellemzőinek (sebesség, gyorsulás, út idő, anyagmennyiség stb.) ismerete (FELFÖLDI, 1983):

Az anyagmozgató rendszerek teljesítőképessége az időegység alatt mozgatható maximális anyagmennyiséggel jellemezhető. A mozgatott anyagok jellegétől függően általában t/h, m<sup>3</sup>/h vagy db/h mértékegységben. A teljesítőképesség nagyságát lehetőség szerint oly módon kell megválasztani, hogy az anyagmozgató rendszer lehetővé tegye az anyagáramlás zökkenőmentes lebonyolítását, ami akkor következhet be, ha a rendszer teljesítőképessége 15 – 20%-kal meghaladja az anyagáram intenzitását.

Az anyagmozgató rendszerek, illetve elemeik, az anyagmozgató gépek megválasztásakor számos, egymással bonyolult kölcsönhatásban álló tényezőt kell figyelembe venni:

- anyagáramlás, a mozgásjellemzők és az anyagmozgató rendszerek (gépek) teljesítőképességét;
- az anyagmozgatási feladatok (mozgatandó anyagok, anyagmozgatási útvonalak, anyagáram intenzitás, időbeni megoszlás stb.) jellemzőit;
- a helyszíni, létesítmények adottságait;
- gazdaságossági (beruházási, üzemeltetési, költség; megtérülési stb.) szempontok;
- egyéb (pl. automatizáltság, bővítési lehetőségek, rugalmasság stb.) feltételek (GYÓRFI, 1971).

A termelést az anyagáramlás teszi dinamikus folyamattá, az anyagmozgatásnak átfogó, rendszeralkotó funkciója is van.

### 3.2 ANYAGMOZGATÁS A FAHASZNÁLATBAN

Az erdészeti anyagmozgatás kezdő műveleteit a koncentráció (a szétszórta elhelyezkedő faanyag összegyűjtése), záró műveleteit a disztribúció (eladásra szánt faanyag szétosztása az átvevők között) jellemzi. A középső szakaszban az összegyűjtött faanyag általában egy nyomon, egy irányban mozog. Napjainkban egyre gyakrabban találkozunk a fahasználat és faanyag-értékesítés során olyan esettel, amikor a koncentráció munkaművelete után nem következik disztribúció, mert a faanyag egy átvevőhöz kerül (pl. az erdei apríték erőművi felhasználásakor).

A faanyagmozgatás a különböző alrendszerek (ember; eszköz-gép; szállítópálya) és részrendszerek (információs és irányítási) összehangolt együttműködése során valósulhat meg. Az ember mint alrendszer a kézi- és gépi anyagmozgató rendszerek esetében jelen kell hogy legyen, míg az automatizált termelésben természetesen nem. A kézi anyagmozgatás a kézi előközelítés, közelítés során valósul meg, de szükség lehet az emberi fizikai erőre az esetleges fel- és leterhelések alkalmával is (pl. lovas, vagy kisépés közelítés). A gépi anyagmozgató rendszereknél már csak a tevékenység végrehajtásához szükséges irányítási és vezérlési feladatok ellátásában van az emberi erőforrásnak szerepe. Fontos említést tenni az állati, gravitációs erőről, valamint a vízi közelítésről, és szállításról melyek napjainkban ugyan nem jellemzőek, de a múltban fontos anyagmozgató rendszerei voltak a fahasználatoknak.

Az eszköz – gép alrendszer a faanyagáramlást megvalósító, illetve annak megvalósításában közreműködő kézi anyagmozgató eszközökből, anyagmozgató kisépekből, anyagmozgató gépekből (HORVÁTH SZERK., 2003), valamint az ezeket kiegészítő különböző segédeszközökből áll.

A kézi anyagmozgatás lehetséges változatai és eszközei:

- segédeszköz nélkül;
- egyszerűbb segédeszközökkel: pl. capin, kézi közelítő olló;
- kézi (állati, gravitációs) eszközök: pl. vasló, közelítő kerékpár, szánkók, szekerek, mini vonszolók, csúszdák.

Gépi anyagmozgatási rendszerek eszközei:

- mini kihordó szerelvények: pl. quad;
- univerzális traktorok: markolóval; csörlővel; utánfutóval;
- speciális vonszolók: markolós; csörlős; szorítózsámolyos;
- speciális kihordók: kihordó szerelvények, kihordó vontatók (forwarderek);
- kötélदारu, kötélpálya;
- helikopteres közelítés;
- többcélú fakitermelő gépek (pl. harveszterek) is végezhetnek részfeladatként anyagmozgatást;
- szállítógépek: a különböző közlekedési alágazatok szállító járművei.

A szállítópálya alrendszer az „ember alrendszer” és az eszköz-gép alrendszer aktív elemeinek, illetve maguknak az anyagoknak az anyagmozgatási útvonalon való helyváltoztatását lehetővé tevő, a mozgatási folyamat során általában helyben maradó passzív rendszerelemekből áll (FELFÖLDI, 1976).

A szállítópályák tulajdonképpen az anyagmozgatás céljaira kiépített létesítmények. Nem minden esetben lehet azonban egyértelműen különválasztani egymástól az eszköz-gép alrendszer és a szállítópálya alrendszer elemeit. A gravitációs szállítópályák (pl. csúszdák, surrantók) esetében pedig a szállítópálya alrendszer egyúttal betölti az eszköz-gép alrendszer funkcióját is. Optimális esetben az eszköz-gép alrendszer elemeinek igazodniuk kellene a már meglévő szállítópálya adottságokhoz, abban az esetben, ha az már rendelkezésre állt.

Az erdészeti anyagmozgatás szakaszosságát többnyire a pálya(út)viszonyok idézik elő, hiszen ezen viszonyoktól függ, hogy mekkora mennyiségű, milyen méretű, minőségű anyagot, mekkora sebességgel, milyen távolságba tudunk optimálisan mozgatni. Ezen paraméterek (és lehetőségeink) megszabják, hogy milyen típusú (teherbírású, vonoerejű, raksúlyú) eszközzel lehetséges az anyagmozgatás. A szállítás szakaszossága tehát attól függően, hogy mennyi átrakás történik, változik. Cél a szakaszok számának és ezzel együtt az átrakások számának csökkentése, természetesen a hatékonyság növelése, a költségek csökkentése érdekében. Az erdészeti anyagmozgatás többnyire egy-, két-, vagy háromszakaszos (HERPAI-RUMPF, 1980; RUMPF, 1986):

*Egyszakaszos:* amikor a kitermelt faanyag közvetlenül, átrakódás nélkül az átvétel helyére kerül.

*Kétszakaszos:* amikor a kitermelt faanyag az első fázisban ún. közelítéssel (faanyag-összehordással) a felkészítőhelyre kerül. Innen más szállítójárművel történik meg a szállítás a vevőig. Ritkábban előforduló esetben a tő mellől, erdei földúton a szilárd burkolatú útig (az ún. közbelső rakodóig) egy eszközzel történik a „kiszállítás”.

*Háromszakaszos:* általában a pálya minősége miatt (rossz minőségű földút) a közelítés után (szintén átterhelést végezve másik szállítójárműre) kiszállítjuk a faanyagot olyan útig, ahonnan már továbbszállítható egy optimálisabb szállítóeszközzel. „A közelítés – kiszállítás – szállítás” szakaszos anyagmozgatás a két átrakódás miatt mindig többletköltséggel jár.

A fahasználati anyagmozgatási folyamatok – ahogy azt már a fejezet elején ismerttettem – koncentrációval kezdődnek, hiszen az erdőterületen „elszórta” megtalálható, kitermelt faanyagot össze kell gyűjteni és a felső felkészítőhelyre vagy telepre, kell eljuttatni. A következő fázisban már a választékra darabolt, felkészített faanyag mozgatása történik. Az erdőhasználati anyagmozgatás általában szakaszosan történik, amely elsősorban az eltérő pályaviszonyok következménye (2. táblázat). Szakaszhatár ott jön létre, ahol a pályaviszonyok, vagy ökonómiai megfontolások, esetleg egyéb tényezők kikényszerítik az anyagmozgatási eszköz váltását. A választékolás helye, vagy valamilyen más munka elvégzésének igénye önmagában is szakaszhatárt hozhat létre, bár az ilyen műveleteket rendszerint összekapcsolják a pályaviszonyok miatti szakaszhatárokkal (HERPAY-RUMPF, 1980).

Az erdőhasználati munkák hatékonyságát a legnagyobb mértékben a jól szervezett, megfelelően tervezett anyagmozgatások segítségével lehet növelni. A kitermelt faanyag mozgatását általában szakaszosan kell megoldani, bár napjainkban a korszerű és magas szinten gépesített fahasználatok során ezek a szakaszok már gyakran összeolvadnak.

A szakaszhatárok elmosódása történik, amikor az erdőrészlet elhelyezkedésének köszönhetően közvetlenül tő mellől sikerül a faanyagot a felhasználóhoz szállítani (pl. lakossági tűzifaellátás). Minél rövidebb úton kell a faanyagot mozgatni, és minél kevesebbszer kell a fel- és leterheléseket az egyes szakaszhatárokon elvégezni, annál költségkímélőbb az anyagmozgatás, és annál olcsóbb lehet a faanyag.

**2. táblázat: A fahasználat anyagmozgatási műveletei**

A MOZGATÁS KEZDŐHELYE (HONNAN)	A MOZGATÁS CÉLJA (HOVÁ)	AZ ANYAG-MOZGATÁSI SZAKASZ MEGNEVEZÉSE	A MOZGATÁS HELYE (ÁLTALÁBAN)	A MOZGATÁS TÁVOLSÁGA
Tő	Erdei gyűjtőhely	előközelítés	vágásterület	20-50 m
Erdei gyűjtőhely	Felső felkészítőhely (felső rakodó)	közelítés	vágásterület	50-1000 m
Felső felkészítőhely (felső rakodó)	Felső felkészítő telep (közbenő rakodó)	kiszállítás	földút (erdészeti út)	1-5 km
Felső felkészítő telep (közbenő rakodó)	Alsó felkészítő telep (alsó rakodó)	szállítás	időjárásbiztos út (erdészeti út)	5-30 km
Alsó felkészítő telep (alsó rakodó)	Ipari feldolgozóhely (felhasználó)	távolsági, vagy értékesítő szállítás	közút, vasút	30-250 km

FORRÁS: RUMPF, 1986.

Az anyagmozgatási rendszereket csoportosíthatjuk az alapján, hogy a mozgatáshoz szükség van-e anyagmozgató berendezésre, vagy sem.

Külső berendezést nem igénylő rendszerek:

- Saját természetes energiát felhasználó (pl. ember, ló),
- Gravitációs energiát felhasználó (pl. meredek hegyoldalon rönk legörgetés),
- Más természeti energiát felhasználó (pl. vízi rönkúsztatás).

Anyagmozgató berendezést igénylő változatok:

- Külső energiát használó (pl. csúszdás közelítés),
- Saját energiát használó (pl. teherautós szállítás stb.)

### 3.3 LOGISZTIKA TUDOMÁNYA

#### 3.31 A logisztika értelmezése

A logisztika mint tudományterület összetettségét, bonyolultságát, valamint szerteágazóságát támasztja alá a szó eredetiségének sokfélesége is. A legtöbb szakirodalom szerint a görög eredetű a legmeggyőzőbb:

- ↳ LEGO (gondolkodni)
- ↳ LOGIZOMIA (számolni, meggondolni, tervezni)
- ↳ LOGISMOS (számolás, kiszámítás, meggondolás, terv)
- ↳ LOGISTIKOS (jól számoló, tehetséges kiszámító, logikusan gondolkodó)
- ↳ LOGISZTIKA (gyakorlati számtan)

RÉGER (1994) „a logisztika kialakulásának története” című cikkében a következőképpen magyarázza a logisztika elnevezés létrejöttét. „A logisztika szakkifejezés nyelvi eredete messzi történelmi időkre nyúlik vissza. Levezethető a „logo” és „logik” szótövekből, valamint a francia „loger” igéből.”

Egyes szerzők francia „logista” (szállásadó, ellátó), vagy latin eredetűvel magyarázzák a szó jelentését, mások pedig a matematikai logikával hozzák összefüggésbe.

Napjainkban a logisztika rendkívül összetett jelentéstartalommal bír. Integrálja az összes mozgatással és tárolással kapcsolatos tevékenységet, amelyek elősegítik a termékek áramlását a nyersanyagok keletkezési helyeitől a végső felhasználásig – az információáramlással, koordinálással –, amelyek biztosítják a szállítási és raktározási költségek minimalizálását. Több tényező figyelembevételével nem egyes gazdasági tényezők kizárólagos csökkentésére, hanem egységek, folyamatok optimális összehangolására helyez hangsúlyt. A logisztikai szemléletű optimalizáló gondolkodást fejezi ki az úgynevezett „7 M-elv” melyben a legfontosabb elvárások fogalmazódnak meg, vagyis hogy:

- a megfelelő vásárló, felhasználó számára
- a megfelelő anyag(ok), termék(ek), áru(k);
- a megfelelő időpontban;
- a megfelelő helyre;
- a megfelelő mennyiségben;
- a megfelelő minőségben;
- a megfelelő költséggel jussanak el.

A felsorolt kívánalmak jól kifejezik a logisztika gazdasági, piaci, termelési igényekhez igazodó célkitűzésrendszerét, de napjainkban egyre inkább jellemző a 9 elvet felsorakoztató struktúra:

- a megfelelő információ;
- a megfelelő anyag;
- a megfelelő energia;
- a megfelelő személyek jussanak el;
- a megfelelő mennyiségben;
- a megfelelő minőségben;



- a megfelelő időpontban;
- a megfelelő helyre;
- a megfelelő költséggel.

Az előzőekben bemutatott elvrendszerhez további elvárások illeszthetők:

- a megfelelő szállítási eszközökkel;
- a megfelelő módon;
- a megfelelő pályán.

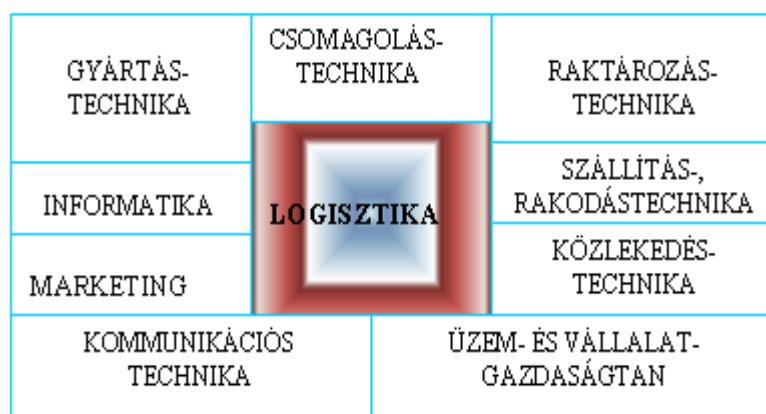
A felsorolt, további „3 M” implicit módon megtalálható ugyan az előzőekben, mégis úgy vélem, kihangsúlyozásuk érdekében fontos a kiegészítés.

Számos, a hatékonyságot és versenyképességet erősen befolyásoló tényező kiszűrésére van lehetőségünk a célrendszer számontartása során. Csökkenthetők akár a szállítási, a sorbaállási, vagy „holt” idők, ezáltal a szállítási, raktározási költségek, ráfordítások; mérsékelhetők a bárminemű pontatlanságok, hibaarányok; vagy növelhető az információáramlás gyorsasága, megbízhatósága. A problémák, hiányosságok feloldására, vagy a kiküszöbölésére is irányulhat a folyamatos ellenőrző, visszacsatoló funkciójának köszönhetően.

A logisztika bármely gazdasági szervezetnél, valamennyi folyamatnál jelen kell hogy legyen, akár a termeléshez szükséges anyagok, akár a késztermékek áramoltatásánál, de a különböző belső rendszerek működésénél is.

A logisztika mint tudomány, számos egyéb tudományterületre (1. ábra), azok kutatásaira, eredményeire támaszkodik. Fontossága és „ereje” pontosan ebben rejlik, hogy integrálja, egységként kezeli a diszciplínákat, s döntéseit is mindig tudományos, elfogadott és bizonyított alapokra helyezi, ugyanakkor ösztönzi is az egyes szakterületeket fejlődésük során. Szorosan kapcsolódik a műszaki, a természet, és a gazdasági tudományok számos ágához, melyek közül kiemelendő az operációkutatás; a statisztika; az informatika; a kommunikáció; rendszerelmélet; szabályozáselmélet; vállalati gazdaságtan; marketing; minőségbiztosítás stb. Az egyes szakterületekkel lévő kapcsolat segítségével teremődik meg a kapcsolat a gazdasági rendszerek és gazdálkodó szervezetek között, s ezáltal válhat gazdaságosabbá a rendszer működése. A logisztika tehát nem csak integráló, hanem összehangteremtő is egyben (CHIKÁN, 1998).

**1. ábra: A logisztika mint interdiszciplína**



SAJÁT ÖSSZEÁLLÍTÁS; FORRÁS: PREZENSZKI, 2000.

A logisztikával foglalkozó szakembereket még napjainkban is érik olyan vádak, hogy nem kutatnak, vizsgálnak eltérőt, mint azok, akik a fentiekben említett tudományterületek művelői. Ebben fellelhető némi igazság, de akik így vélekednek, nincsenek tisztában azzal, hogy a logisztika ereje átfogó, interdiszciplináris szemléletében rejlik, amelynek költségmegtakarító és profitnövelő hatása elvitathatatlan.

A logisztika feladata tehát, az anyagok és információk rendszereken belüli és rendszerek közötti áramlásának tervezése, szervezése, irányítása és ellenőrzése, valamint a vizsgált rendszerben adódó feladatok megoldásához és tartós végrehajtásához szükséges tárgyi feltételek megteremtése.

Az anyagok, a logisztika feladatrendszerének értelmezése esetében az anyagáramlás tárgyai (alapanyagok, nyersanyagok, alkatrészek, segédanyagok, félkész-termékek, késztermékek, fogyasztási cikkek). Az információk kapcsolódhatnak az anyagokhoz, vagy vonatkozhatnak az anyagáramlásra, illetve az áramlásban közreműködő elemekre. Az információáramlás gyakran az anyagáramláshoz illeszkedik, és eszerint megkülönböztethetünk:

- anyagáramlást megelőző információáramlást;
- anyagáramlással együtt haladó információáramlást;
- anyagáramlást követő információáramlást;

Az információk, informatikai rendszerekbe integrálódva lehetővé teszik az anyagáramlások tervezését, irányítását, optimalizálását, és folyamatos ellenőrzését. A logisztikai rendszerek részeit képezhetik anyagáramok nélküli információáramok is. (pl. szervezeti, személyügyi kérdések információi).

Rendszereknek, részrendszereknek ebben az értelmezésben az általános, relatív fogalmon túlmenően azokat tekintjük, melyek saját feladatuk megoldásához környezetükből erőforrásokat vesznek fel, sok más rendszerrel (szolgáltatók, beszállítók, versenytársak) állnak kapcsolatban, ugyanakkor erőforrás leadására is képesek, vagy hivatottak (PREZENSZKI, 2000).

### 3.32 A logisztika története

A logisztika fejlődésének, térhódításának két rendkívül fontos szakaszát, fázisát különíthetjük el. A logisztika is, mint korunk legtöbb, legfejlettebb tudományterülete a harcászatból, kezdetben a háborús tevékenységek speciális részfeladataiból fakad, de akadnak írásos emlékek más területekről is. A Római Birodalom területén élt pedagógus (Kr.e. I. század), *Marcus Terentius Varró* *Logisticon* c. művében a gyermekek igényeiről, a gondozásukról, teljes körű ellátásukról írt.

A logisztika kialakulása és fejlődésének mérföldkövei:

- Római Birodalomban a hadsereg ellátója, a szállásról, az étellemezésről gondoskodó a „logistas”.
- Bizanci Birodalom (Kr. u. 900): Leo császár *Harcászat* c. katonai tárgyú gyűjteményében a csapatok ellátását mint harmadik tudományterületet fogalmazta meg a harcászat, hadászat mellett. Logotétáknak nevezte a pénzügy, a kereskedelem és a katonaság magas rangú alkalmazottait.
- Franciaország (1830): Baron de Jomini tábornok, azokat a szervezési intézkedéseket, amelyekkel a vezérkar stratégiai, taktikai elgondolásait végrehajtották, logisztika elnevezéssel illette. Mindez a „marechal des logis” (szállásmester) tevékenységével való azonosítás következménye.



- Amerika (XIX. század vége): A tengeri flotta ellátási tevékenységeit logistics néven említik (Jomini írásainak angolra történő fordítása nyomán).
- II. Világháború időszaka: A „Jomini elvek” intenzív alkalmazása, továbbfejlesztése, kutatása. Cyrus Thorpe katonai szakíró Pure Logistics c. művében a logisztikát a stratégia és a taktika mellett a hadviselés 3. pilléréként mutatta be. 1918-tól az amerikai katonai szótárban elterjedt a logisztika szó; az utánpótlásért, a szállításért, az építkezésért, az orvosi ellátásért felelős (Ordnance Department and Quartermaster Corps) tevékenysége kapcsán meghatározóvá lett. A háború során minden 10 amerikai katonából 3 vett részt közvetlenül a harcban, s a többség logisztikai feladatokat látott el. Az amerikai hadseregben a logisztika mint "logisztikai biztosítás" jelent meg, azóta minden NATO-hadsereg gyakorlatában és fogalomtárában így található meg.

A hadtudományok területén elért eredmények indukálták a logisztika alkalmazási lehetőségeinek feltárását a gazdasági életben.

A gazdasági élet változásai:

- teljes folyamatrendszeri optimumra való törekvés;
- termelési rendszerekben végbemenő technikai, technológiai megújulások;
- új tudományos elméletek, kutatások, eljárások;
- informatika, számítástechnika robbanásszerű-gyors fejlődése

mind-mind ráirányították a figyelmet a logisztikára, és elindult egy napjainkig tartó intenzív kutatási-fejlesztési, megvalósítási folyamat a nemzetgazdaságok szinte minden területén.

Oscar Morgenstern-től (1955) ismert az első tanulmány, amelyben a logisztikát a gazdaságban való alkalmazásra ajánlja: „Note on the Formulation of the Theory of Logistics”

Az angol szakirodalom inkább mikrogazdasági rendszerek közötti anyagáramlásokra (marketing logistics; business logistics), ezek szervezésére (management logistics) helyezte a hangsúlyt, amely az Amerikai Logisztikai társaság által elfogadott definiálásból is nyilvánvaló.

- *Amerikai Logisztikai Társaság* (1989): „A logisztika nyersanyagok, félkésztermékek és késztermékek hatékony áramlásának tervezését, megvalósítását és ellenőrzését szolgáló tevékenységek integrációja.”
- *Ronald N. Ballon* meghatározásában a logisztika még tágabb és konkrétabb tartalommal bír: „a logisztika feladata az alapanyag-beszerezéstől a végső fogyasztóig terjedően, az anyagáramlásban előforduló összes szállítási, rakodási, tárolási tevékenységek tervezése, szervezése, irányítása és ellenőrzése, azzal a céllal, hogy az áramlásban lévő anyag időben és a legkisebb ráfordítással a megfelelő helyre jusson”.

A német nyelvterületen a logisztikának inkább üzemi szintre való koncentrálása és üzemgazdasági megközelítése és vizsgálata a jellemző. Általában a metodika; a funkcionális területek és a szervezés terén elemzik a problémákat. A gazdasági rendszereken belüli és azok közötti szinkronizált anyagáramlás a cél.

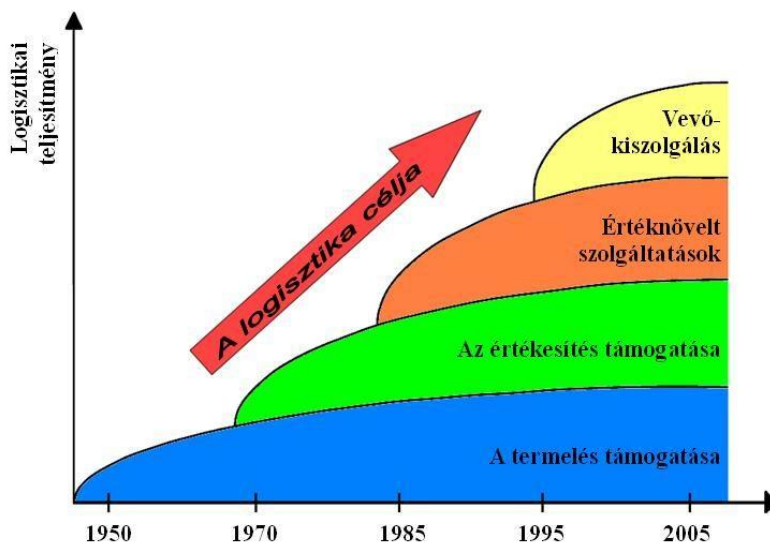
- Pfohl (1972): „a logisztika tartalmaz minden olyan tevékenységet, amellyel egy hálózatban mozgásokat és tárolásokat alakítanak ki, irányítanak és szabályoznak. Az együttes működés a hálózatban tárgyak és információk áramlását indítja meg úgy, hogy a teret és az időt minél eredményesebben hidalják át”. (Pfohl és Ballon meghatározásában nagy hasonlóság fedezhető fel, de az amerikai irányzatnak alapvetően a Társaság értelmezését tekintik a kutatók.)

- R. Gysi (1975) a logisztikát leegyszerűsített megfogalmazásban úgy értelmezi, mint a rendszerszemlélet alkalmazását az anyagáramlás területén.  
A '80-as évek végén számos tanulmány jelent meg a logisztikáról, amelyekben fogalomrendszerét tovább finomították.
- Jünemann (1989-ben) megjelent könyvében javaslatot tesz a logisztika mint tudomány definiálására: „a logisztika anyagok, személyek, energiák és információk rendszereken belüli áramlásának tervezésével, szervezésével, irányításával és ellenőrzésével foglalkozó tudomány”.

A logisztikai szemléletű gondolkodás több tényező figyelembevételével az egész folyamat optimalizálását tűzi ki célul. Nem elégszik meg azzal sem, hogy külön-külön foglalkozik az ellátás (beszerzés), a termelés és az elosztás (értékesítés) folyamataival, hanem egységes egészként vizsgálva őket, törekszik azok optimális összehangolására. Ennek szükségességét az váltotta ki, hogy a termelési folyamatok elképesztő fejlődésével diszharmonia alakult ki az ellátás-termelés-elosztás hármasságán belül, mivel a termelési idő ugrásszerűen lerövidült miközben a másik két tényező időszükséglete alig változott, így azok többszörösen tovább tartanak, mint maga a gyártás. A logisztika egyik kiemelt feladata éppen ennek az egyensúlytalanságnak a csökkentése. A korszerű logisztikai szemlélet szerint a vállalati folyamatoknak piaci irányból „húzott”-nak kell lenniük. Ez leegyszerűsítve annyit jelent, hogy a mindenkori piaci igények döntik el, hogy mi kerül gyártásba, és az ellátási részfolyamatnak mindig ehhez az igényhez kell biztosítani a szükséges anyagokat, alkatrészeket.

A logisztika egy olyan vállalati funkció, melynek végcélja a kifejezett, vagy látens vevői szükségletek kielégítése a legjobb gazdasági feltételek között és egy előre meghatározott szolgáltatási szinten (2. ábra).

2. ábra: A logisztika célrendszere



FORRÁS: FÖLDES SZERK., 2006.

Magyarországon hasonló ütemben fejlődött a logisztika tudománya mint Európában, természetesen évtizedes fáziskéséssel és bizalmatlanságtól övezve:

1970-es évek:	„A Logisztika mint kényszer-gyakorlat”
1980-as évek:	„A Logisztika mint a szállítások racionalizálója”
1990-es évek:	„A Logisztika mint egy gazdasági előny”
2000-es évek:	„A Logisztika mint a folyamatok átfogó eleme”

Mára már gyökeresen megváltozott az üzletpolitika, ezért úgy vélem, elfogadható az a megállapításom: hogy „nem a nagy hal eszi meg a kisebbet, hanem a gyorsabb és informáltabb a lassúbbat, tudatlanabbat!”

A logisztika fogalmának, funkciójának hazai meghatározásaira a német és angol elemek ötvözése a jellemző, mely KNOLL–BÓNA (2003) definiálásában is megfigyelhető:

„A logisztika összefüggő gazdasági és társadalmi folyamatok átfogó, egyben integrált kezelésének tudománya. Célja a mikro- és makro környezet vizsgálatára folyamatosan támaszkodva, a lehetséges maximális gazdasági és társadalmi eredmény elérése.”

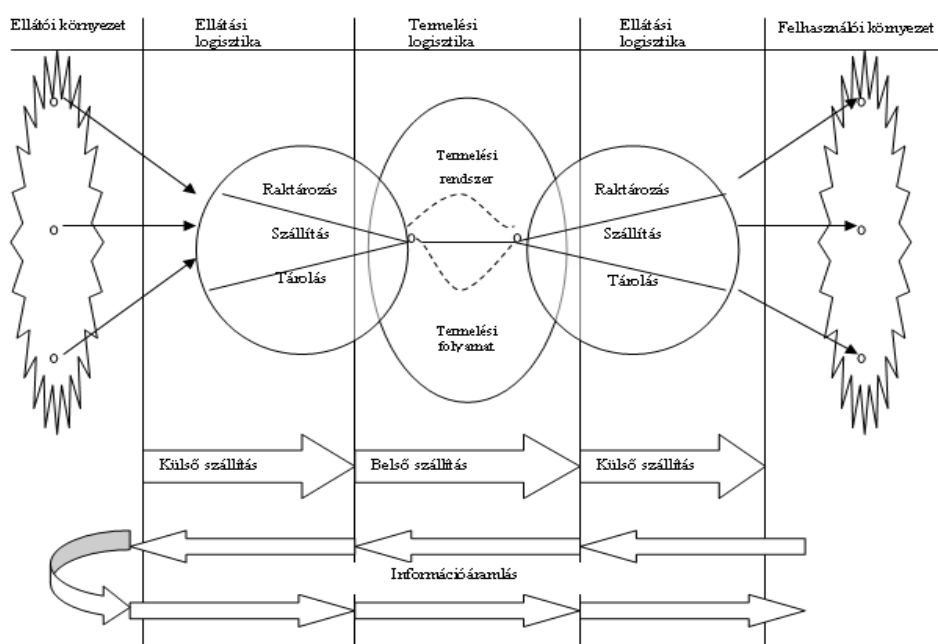
Hazánkban a logisztikai szemléletmód igazán csak a rendszerváltást követően kezdett valóban elfogadottá és alkalmazottá válni. A felgyorsult informatikai fejlődés és a határtalan információáramlás tette lehetővé, hogy a magyar vállalatoknak nem minden esetben kellett a logisztikai fejlődés minden lépcsőfokát végigjárni. Megállapítható, hogy az ellátási és a humán szféra terén vannak lemaradásaink, de az ország logisztikai színvonala egészen jól megközelíti a fejlett gazdaságú európai országokét.

### 3.33 A logisztika területei

„A logisztika fogalma és gondolatvilága napjainkra mind a tudományban, mind pedig a mindennapi vállalati gyakorlatban polgárjogot nyert hazánkban is, bár magát a fogalmat a különböző alkalmazási területeken egymástól eltérő jelentésben használják”. (HAJÓS–PAKURÁR–BERDE, 2007).

A logisztikai feladatok (3. ábra) mint az elosztás, szállítás, anyagmozgatás, raktározás, készletgazdálkodás, kommunikáció stb. a termelés szakosodása óta ismertek. Nehéz lenne olyan termelési vagy akár marketing tevékenységet találni, mely ne igényelne, vagy korábban ne igényelt volna logisztikai támogatást

3. ábra: A logisztika feladat- és területrendszer



FORRÁS: SZEGEDI-PREZENSZKI, 2005.

Napjainkban tehát nem a folyamatok jelentik az újdonságot, hanem a logisztika szó mögött rejlő filozófia, ami a logisztikai folyamatok irányításának integrált, rendszerszemléletű megközelítése. A logisztikát több évtizeden keresztül három nagy területre osztották fel: anyagellátási, termelési és elosztási logisztika, amelyekhez különböző anyagi és információs folyamatokat rendeltek (3. táblázat).

**3. táblázat: Logisztika területeinek anyagi és információs folyamatai**

	ELLÁTÁSI LOGISZTIKA	TERMELÉSI LOGISZTIKA	ELOSZTÁSI LOGISZTIKA
Feladat	Anyagellátás	Termelés	Disztribúció
ANYAGI FOLYAMATOK	-beszállítás -anyagmozgatás	-anyag-, félkész- és késztermék raktározás -anyagmozgatás	-csomagolás -anyagmozgatás -kiszállítás
INFORMÁCIÓS FOLYAMATOK	-tervezés, -beszerzés -rendelés -ellenőrzés -kínálatnyilvántartás	-készletgazdálkodás -termelésprogramozás -raktárnyilvántartás	-vevőszolgálat -vevő- és rendelésnyilvántartás

FORRÁS: BENKŐ, 2000.

Az *ellátási logisztika* azért felelős, hogy a szervezet főtevékenységéhez szükséges alap-, segéd-, és üzemanyagok, alkatrészek az M-elveknek megfelelően rendelkezésre álljanak. Feladatai közé tartozik még az alkalmas anyagellátási stratégiák megválasztása, a beszerzés helyétől a vállalatig terjedő anyagáramlás és az ehhez kapcsolódó információáramlás tervezése, szervezése, irányítása és ellenőrzése. Szervezetektől függően természetesen az anyagellátási folyamat elnevezése különböző lehet (BENKŐ, 2000). Az ellátási logisztika céljai tehát összefoglalva:

- a beszállítandó anyagok mennyiségének és időpontjának meghatározása;
- a szükséges szállító-, rakodó-, és tárolóberendezések megválasztása;
- a tárolóhelyeken való elhelyezés módjának megállapítása;
- alapanyag-megrendelések diszponálása.

A *termelési logisztika* az alapanyagraktártól a termelési folyamat különböző fázisain át a késztermékraktárig terjedő anyagáramlást, tárolást tervezi, szervezi és irányítja. Feladata a bemenő oldalon az anyagok, a kimenő oldalon a késztermékek készletezése, tárolása, megóvása, az üzemek és munkahelyek közötti anyagmozgatási, tárolási feladatok megoldása; a munkahelyek kiszolgálása; termelések közötti készletekkel való gazdálkodás. A termelési logisztika tehát az anyagok és késztermékek vállalaton belüli mozgatásáért, tárolásáért és készletezéséért felelős. A készletgazdálkodás egyrészt az anyagok és termékek üzemben belüli mozgását követi, adminisztrálja, másrészt a termelési vagy értékesítési program ismeretében gondoskodik a raktári készletek optimális szintjéről. A termelési logisztika speciális tulajdonsága, hogy míg az ellátási és elosztási logisztikának szembe kell néznie a piaci környezet bizonytalanságaival (vevői bizonytalanság, alapanyaghiány stb.), addig a belső áramlások teljesen vállalati kontroll alatt tarthatók. Igaz, a bizonytalansági tényezők sok esetben a termelési logisztika segítségével ki is küszöbölhetők (BENKŐ, 2000).

A termelési logisztika összegzett feladatai, céljai:

- a termelési folyamaton belüli anyagáramlás meghatározása, kiterjesztve a rész-folyamatokra és a kapcsolódó illeszkedési felületekre;
- anyagmozgatási rendszerek tervezése;
- megfelelő szállító-, rakodó-, anyagmozgató eszközök meghatározása;
- a betárolási, átrakási, leterhelési helyek; a szállítási útvonalak meghatározása;
- a várakozó szállító- és rakodóeszközök parkolóhelyének meghatározása ,
- információáramlás tervezése, szervezése;
- logisztikai rendszer irányítása és ellenőrzése.

Az *elosztási logisztika* (disztribúció) felelős azért, hogy a termelőhelyről a fogyasztóhoz kerüljön a késztermék. Feladata a késztermék raktártól a felhasználóig, fogyasztóig terjedő termék- és információáramlás tervezése, szervezése, irányítása és ellenőrzése. A vevő vagy fogyasztó a „csatorna” utolsó állomása. Ha a termék a már többször hangsúlyozott M-elveknek megfelelően nincs biztosítva, a termelés mellett ez veszélyeztetheti a teljes marketingtevékenységet is. Ez azt jelenti, hogy a disztribúciót mint a vevő helyben és időben való kiszolgálóját a marketing egyenrangú partnerének kell tekinteni. A híd, – mely összeköti a termelőt, a vevővel – az elosztási logisztika céljai:

- a piaci igények felmérése, értékelése;
- termékfajtánként a szállítóeszközök, raktárak, rakodóeszközök meghatározása;
- sorrendtervek elkészítése;
- „visszajaratok” tervezése, szervezése, irányítása ,
- szervizellátás.

Napjainkra a logisztika fejlődésével megjelent és fontos területet képvisel a *hulladékkezelési logisztika*. Kezdetben a környezetvédelmi előírások és követelmények szigorodása indukálta a hulladékok kezelésének körültekintőbb szervezettebb rendszerének kialakítását a termelésben, de később a gazdasági jelentőségét is felismerték s mára már ugyanolyan logisztikai terület lett mint az anyagellátási, termelési vagy az elosztási logisztika. Az anyagellátás, a termelés, de még az elosztás során is képződik hulladék, melyek gyűjtésével, kezelésével újrahasznosíthatóvá tételével, elszállításával foglalkozni kell. Így a hulladékgazdálkodás logisztikájának céljai:

- a logisztikai rendszer egyes elemeinél jelentkező hulladék anyagok tipizálása;
- egységirakomány képzés, szállítás, tárolás, rakodási optimalizálás;
- gyűjtési központok, szétszerelési és újrahasznosítási telephelyek elhelyezésének optimalizálása;
- újrahasznosított termékek elosztása.

A legújabb logisztikai ”trendek” szerint az újrahasznosítási vagy másként *reverse logisztika* önálló logisztikai területként kezelendő. A legújabb megközelítés hívei úgy vélik az átdolgozás és felújítás folyamata az, amiben eltér a revers és a recycling terület.

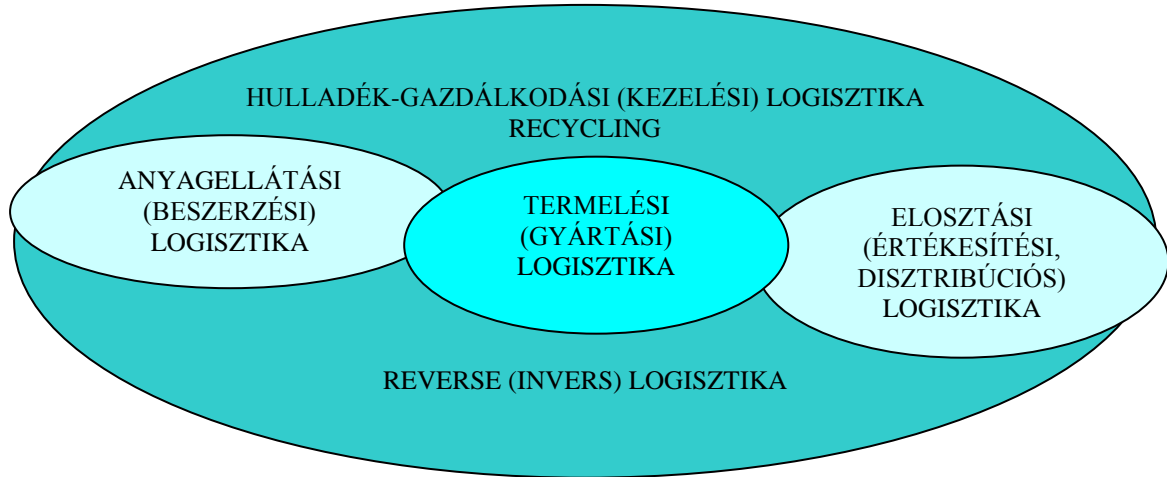
Reverse Logistics Executive Council definiálása szerint:

„A reverse logisztika nyers-anyagok, félkész és késztermékek, valamint kapcsolódó információk hatékony és költségkímélő áramlásának tervezési, végrehajtási és kontrolling folyamata a fogyasztótól a gyártóhoz, a termékben lévő értékek kinyerése, vagy a megfelelő feldolgozás, kezelés érdekében.”

Reverse logisztika tehát olyan folyamat, mely során termékek mozgatása történik azok jellemző végfelhasználójától értéknyerés vagy megfelelő (hulladék)kezelés érdekében és az átdolgozás, felújítás is részét képezheti a reverse logisztikai folyamatnak.

A hulladékgazdálkodással, valamint az újrahasznosítással foglalkozó területek mint logisztikai rendszerek valamennyi, az előzőekben ismertetett logisztikai területhez kapcsolódnak (4. ábra).

**4. ábra: A logisztika területei**

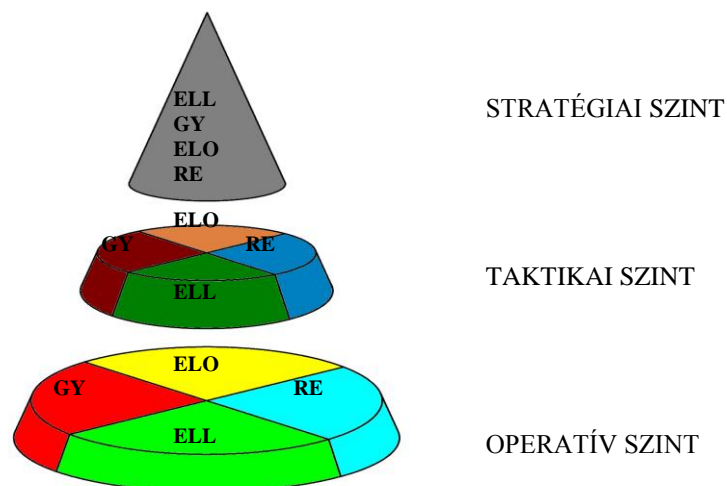


SAJÁT ÖSSZEÁLLÍTÁS, 2010.

A logisztika területeit a három irányítási szinten eltérő feladatrendszerrel jellemezhetjük. A legalsó az operatív szint, melynek feladata a logisztikai folyamatok végrehajtásának irányítása, ellenőrzése. A középső, taktikai szinten történik a – felső stratégiai szinten megfogalmazott és kitűzött – vállalati célok elérési módjának középtávú megtervezése és irányítása (PREZENSZKI, 2000).

Az irányítási szintek és tevékenységek (ELL: ellátás, GY: gyártás, ELO: elosztás, RE: recycling, és reverse) egymásra épülésének szemléltetésére alakítottam ki a következő ábrát:

**5. ábra: A logisztika irányítási szintjei és azok területei**



SAJÁT ÖSSZEÁLLÍTÁS, 2010.

Az egyes szintek feladatait a négy logisztikai területen a 4. számú táblázatban foglaltam össze.



## 4. táblázat: A logisztikai irányítási szintek feladatai területenként

	ELLÁTÁS	GYÁRTÁS	ELOSZTÁS ÉS RECYCLING
STRATÉGIAI SZINT	<ul style="list-style-type: none"> <li>vállalati logisztikai stratégia-megválasztás</li> <li>logisztikai rendszerek tervezés- és fejlesztés- irányítása</li> <li>vállalati logisztikai szervezet kialakítás</li> <li>üzemi telephely-megválasztással kapcsolatos döntések</li> </ul>		
TAKTIKAI SZINT	<ul style="list-style-type: none"> <li>alap-, segéd-, és üzemanyagok, alkatrészek beszerzésével kapcsolatos megrendelés tervezése és irányítása</li> <li>beszállítás szervezése</li> <li>alapanyagraktári készletgazdálkodás</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>termelés anyagellátásának tervezése, szervezése, irányítása</li> <li>anyagáramlás-tervezés, -szervezés, -irányítás</li> <li>termelőközi készletraktározás</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kiszállítási rendelés-teljesítés tervezése, szervezése, irányítása</li> <li>késztermék raktári készletgazdálkodása</li> <li>kiszállítások megszervezése, járattervezés</li> <li>hulladékgyűjtés és újrahasznosítás tervezése, szervezése, irányítása</li> </ul>
OPERATÍV SZINT	<ul style="list-style-type: none"> <li>árbeszállítás</li> <li>áruátvétel</li> <li>járműkirakás</li> <li>egységgrakomány-képzés, bontás</li> <li>anyag, alkatrész tárolása</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>üzemrészek és raktárak közötti anyagmozgatás</li> <li>munkahelyek közötti anyagmozgatás</li> <li>műveletközi tárolás</li> <li>munkahelyi anyagkezelés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>késztermék-tárolás</li> <li>kommissiózás</li> <li>csomagolás</li> <li>egységgrakomány-képzés</li> <li>járműmegrakása</li> <li>késztermék kiszállítása</li> <li>hulladékgyűjtési és újrahasznosítási szállítás, raktározás</li> </ul>

SAJÁT ÖSSZEÁLLÍTÁS, 2010.

A logisztikai stratégia koordinációs és integráló szerepet tölt be a logisztikai funkció és a vállalati stratégia, az üzletági stratégia, valamint a többi vállalati funkcionális területek között. A logisztikai stratégiák:

- beszerzési,
- készletezési,
- értékesítési és
- információ-áramlási feladatokhoz kapcsolódó tervek és döntések.

A *beszerzési stratégia* folyamatában megjelenő döntések lényegében a vevői szükségletek visszajelzésén alapuló anyagbeszerzésre vonatkoznak, elkerülve a többleteket és hiányokat. A legmegbízhatóbb és legolcsóbb beszerzési forrás felkutatása a cél, amelynek során dől el pl. a „Make or Buy” kérdése: vásárolni, vagy gyártani. Meg kell vizsgálni, hogy esetleg a másik cég által legyártott árut megvehetjük olyan áron, amire ha ráteszünk a saját árrendszerünk, még mindig el tudjuk adni, hiszen kialakíthatunk megfelelő árat, ami a vevőnek is jó, és a mi költségünket és hasznunkat is fedezi.

A *készletezési stratégia* megmutatja, hogy miből mennyit érdemes vagy kell raktáron tartani; vizsgálja a befektetett eszközök nagyságát, és ez függ a vállalat rugalmasságától, működésétől, forgótőkétől.

Az *értékesítési stratégia* figyelemmel kíséri a szükségletek rugalmasságát, a szállítás módját, hogy megrendelésre vagy általános készletezésre van szükség, valamint a szállítási technológiát. Figyelni kell, hogy mikor mit áruljunk.

Az *információs stratégia*, melynek fő mozgatórugója a kereslet- és kínálatmenedzsment, valamint a szállító- és vevőértékelés. Az információ stratégia a modern gazdaság találmánya. Nagy szerepe van a statisztikai felméréseknek, melyek megmutatják, hogy egyes termékekből adott idő alatt mennyi fogyott. A vevők részéről a visszajelzést még a piackutatás is segíti, ami az esetleges hibákra is felhívja a figyelmet, ezzel javítva a minőséget, a termék küllemét, mely mind-mind forgalomnövelő hatással rendelkezhet. Ide sorolhatjuk még a megfelelő reklámot is, hisz a vevőnek valahonnan értesülnie kell egy megjelenő új termékről, vagy egy akcióról.

A szállításnak pontosnak és precíznek kell lennie, nem megengedett a tévedés, késés, mert esetlegesen vevőt, illetve piacot veszíthetünk vele. Mindenek előtt azonban a fogyasztó szükségleteit és a beruházás anyagi vonzatát kell szem előtt tartani, azaz minél magasabb színvonalú fogyasztói kielégítés – minél alacsonyabb ráfordítás mellett. Hogy mindez gördülékenyen történjen, a különböző, vállalaton belüli területeknek nagyon szoros kapcsolatban kell együttműködniük. Az anyagbeszerzéstől a fogyasztói kiszolgálásig meg kell jelennie a munka- és áruelosztásnak, a raktározásnak az üzemen belüli anyagmozgatásnak, külső mozgatásnak és a területi raktározásnak, majd a végső elosztásnak. A végső elosztás nem csak az áru időbeni és területi megjelenését jelenti, hanem az üzleti kihelyezését is.

### 3.34 A logisztika rendszerei

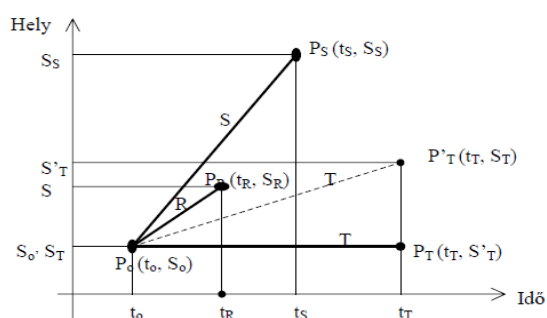
Minden logisztikai rendszer egymástól fogalmilag és tartalmilag jól elkülöníthető részrendszerekből épül fel:

- anyagmozgatási rendszerek,
- raktározási rendszerek,
- áruszállítási rendszerek,
- információs és irányítási rendszerek.

#### 3.34.1 Anyagmozgatási rendszerek

Az anyagmozgatás feladatköre a gazdaság minden szférájára, tehát a termék-előállítás mellett a kereskedelmi, a raktározási és a közlekedési jellegű tevékenységekre is kiterjed. Anyagmozgatás a különböző termelési és fogyasztási ütemekben, valamint a szállításokhoz szükséges időráfordításokban megnyilvánuló, időbeli különbségeket kiegyenlítő tároláskor (és esetleg közben) felmerülő rakodás is. A feladat nem csupán a tulajdonképpeni horizontális vagy vertikális helyváltoztatás tartozik, hanem az ehhez kapcsolódó rakodásoknak a végzése is (6. ábra).

6. ábra: A szállítás, rakodás és tárolás hely-idő diagram



Folyamat	Időbeli változás	Helyváltozás
Szállítás (S)	$\Delta t_S = t_S - t_0$	$\Delta S_S = S_S - S_0$
Rakodás (R)	$\Delta t_R = t_R - t_0 < \Delta t_S$	$\Delta S_R = S_R - S_0 \ll \Delta S_S$
Tárolás (T)	$\Delta t_T = t_T - t_0 \gg \Delta t_S$	$\Delta S_T = S_T - S_0 = 0$ $\Delta S'_T = S'_T - S_0 \ll \Delta S^*_S$

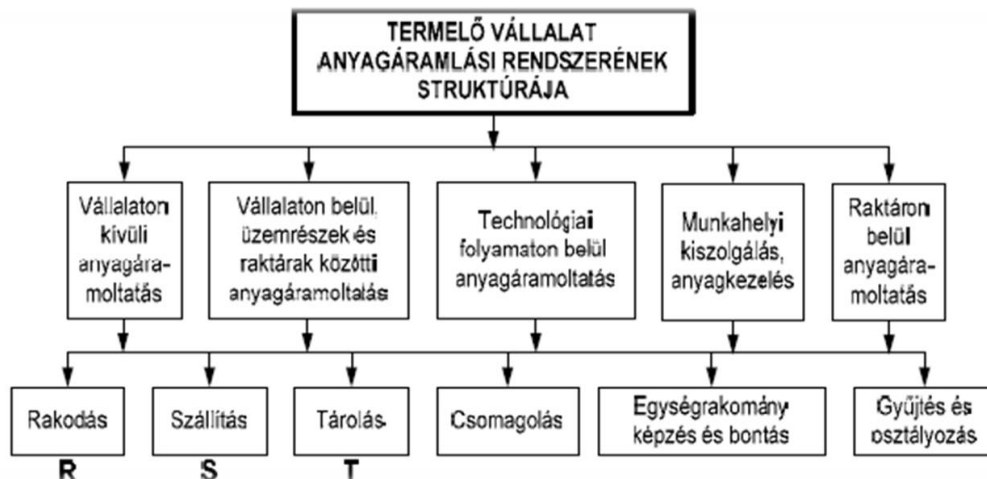
\* Mozdó tárolás (T) esetén

FORRÁS: PREZENSZKI, 2000.



Az anyagmozgatás során valósul meg az anyagok, termékek (árúk) helyváltoztató mozgása/mozgatása, térbeli áthelyezése, rendeltetési helyre juttatása. Az alapfolyamatok (rakodás-szállítás-tárolás: RST) kiegészítő folyamatai: a csomagolás, az egységtrakomány képzés, és a gyűjtés-osztályozás (7. ábra), melyek az áruszállítási rendszereket bemutató alfejezetben kerülnek részletes bemutatásra.

**7. ábra: A logisztika anyagmozgatási alrendszerei**



FORRÁS: BENKŐ, 1989.

### 3.34.11 Rakodás és tárolás (raktározás)

A rakodás és tárolás a kitermeléstől a felhasználásig terjedő komplex rendszer részfolyamatait összekötő elemek. A raktározás, a megelőző és a követő részfolyamatok anyagáramlási intenzitás változásának kiegyenlítése céljából készleteket gyűjt, majd tovább adja. A raktárak célja és feladata, hogy az áruk minőségét és mennyiségét veszteség nélkül megőrizzék, befogadóképességük és mozgatási rendszerük teljesítőképessége lehetővé tegye a szükség szerinti ki- és betárolást. A raktárak tehát komplex, rendszerbe ágyazott létesítmények, amelyeknek van saját kapcsolatrendszere és belső folyamata. Inputját a környezetből érkező különböző formában és intenzitással megjelenő anyagok, outputját pedig a környezet felé az igényeknek megfelelően kibocsátott termékek képezik (FELFÖLDI, 1983).

A raktározási rendszer kialakítását alapvetően a raktár befogadóképessége (a raktárban egy időpontban elhelyezhető anyagmennyiség), vagy az anyagmozgató rendszer átadás-képessége (a rendszer által adott időszakban mozgatható árumennyiség) határozza meg. A raktárakban az áruk bizonyos ideig nyugalmi helyzetben vannak, a raktárakra mégis az áruk folytonos mozgása, a készletek állandó változása jellemző.

A raktári alapfolyamat a mozgási (rakodási, belső szállítási) és a nyugalmi (tárolási) műveletek összessége, mely kiegészülhet további részfolyamatokkal (ellenőrzés, egységtrakomány képzés, információszerzés, szolgáltatás, stb.). A raktározási alapfolyamatok megvalósításához összehangoltan működő eszköz-, illetve berendezésrendszerre, valamint létesítményrendszerre van szükség, melyek az alábbiakból állnak (PREZENSZKI ET AL., 1985):

Eszköz-, illetve berendezésrendszer:

- Be-, kiszállító és rakodóeszközök, gépek
- Belső szállítóeszközök és gépek
- Tároló eszközök és berendezések
- Ellenőrző eszközök és berendezések

Létesítményrendszerek:

- Átvevő- és kiadóhelyiségek
- Rakodó- és tárolóhelyek
- Szállítópályák, anyagmozgatási utak, áruforgalmi központok

A technikai alrendszerek közül a tárolóeszközök és berendezések, az anyagmozgató eszközök és gépek, valamint a tárolótéri létesítmények szoros kapcsolatban állnak egymással, csak kölcsönös összefüggésben tervezhetők, illetve alakíthatók ki. Közülük az anyagmozgató eszközök és gépek a legdinamikusabbak, meghatározzák a tároló berendezések, a létesítmények és a raktározás műszaki színvonalát is.

A technikai alrendszerek egyes elemeinek megválasztását a raktározási feladat befolyásolja. A feladat elemzése során választ kell keresni a következő kérdésekre: mit, mennyit, meddig, hogyan és hol kell tárolni? A tárolási módok a tárolandó áruk mennyiségi és minőségi megóvását lehetővé tévő – raktározási célra kialakított – létesítmények szerint határozhatók meg (PREZENSZKI-KERESZTÚRI, 1983).

*A tárolási módok megválasztását a tárolandó áruk alábbi jellemzői befolyásolják:*

- fizikai állapot (ömlesztett, folyékony stb.),
- sajátosság (alak, méret, hőre, nedvességre való érzékenység stb.),
- mennyiség (készlet nagyság, áru fajták, árucikkek száma stb.)

*Az általános raktározási gyakorlatban a tárolás történhet:*

- Raktárépületben (hagyományos-, csarnok-, magas raktár, különleges) darab-, esetleg ömlesztett áru tárolására.
- Tárolókban (nyitott, tetővel ellátott, körülkerített - terepszinti, aknás, terepszint alatti stb.) időjárásra kevésbé érzékeny darabáru, ömlesztett anyagok tárolására.
- Hombárban (bunkerek, silók – helyhez kötöttek vagy áttelepíthetők) külső hatásokra érzékeny por vagy szemcsés ömlesztett áruk tárolására.
- Tartályban (helyhez kötött, áttelepíthető) elsősorban folyékony és légnemű anyagok tárolására.

A raktári folyamatok irányítása az áru be- és kiszállításával, a raktáron belüli mozgatásával, valamint készletezésével kapcsolatos alapfolyamatok optimális végzéséhez kialakított stratégia megvalósítását jelenti. Ehhez szükséges a tárolandó árukkal, kapcsolatos információk (minőség, tömeg, szavatosság, tárolási igények stb.) és az áruk mozgási vagy nyugvási állapotára vonatkozó információk (szállítási megrendelések, tárolóhely kijelölése, be- és kitárolási utasítás) ismerete, nyilvántartása. A raktári alapfolyamatok komplex irányítása megköveteli az egységes áru nyilvántartási és információs rendszer kialakítását, melynek alapfeltétele az egyértelmű árujelölés (kódolás), tárolóhely kijelölés, valamint a nyilvántartáshoz (rendeléshez, készlet-szabályozáshoz stb.) szükséges jellemzők megfelelő rendezése. A raktári folyamatok irányításának egyik legfontosabb eleme a készlet- és helynyilvántartás. A készletnyilvántartás minimálisan az alábbi információkat tartalmazza:

- Az árukra vonatkozó adatok – megnevezés, kódszám, ITJ / ETK / vámtarifa szám, mennyiségi egység, egységár, saját tömeg.
- A beérkezésre vonatkozó adatok – dátum, bevételi bizonylat szám, beérkezett mennyiség, aktuális készlet.
- A kiadásra vonatkozó adatok.
- A tárolóhelyre vonatkozó adatok – a tárolóhely megjelölése, kódszáma.
- A készletnyilvántartás adatainak megfelelő rendezésével készíthetők elő az utánrendelések, illetve a megrendelői visszaigazolások stb.

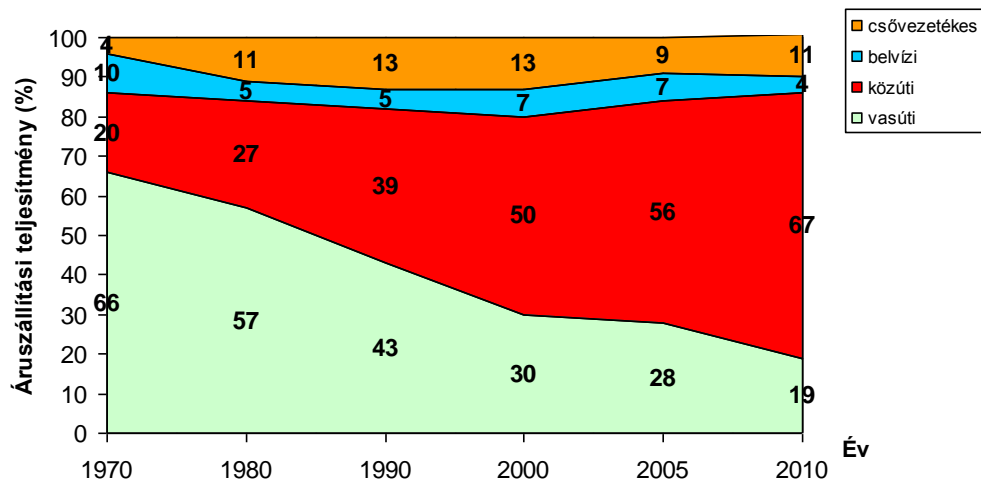
A komplex irányítás adatállomány- és információ igénye a következőkre terjed ki:

- készletállomány (árucikkek, árufajták azonosítási jellemzői, fizikai jellemzői, készlet és forgalom jellemzői, az alkalmazott készletszabályozási modell jellemzői),
- szállítók és megrendelők, valamint a be- és kiszállítási rendelések állománya (a szállítók, a megrendelők, valamint a kapcsolódó áruforgalom statisztikai adatai),
- bizonylatállomány – minden bizonylat adattartalmát tartósan rögzíti,
- határidő állomány – a szerződéses határidőket rendezi, továbbá a napi feladatok programozását segíti,
- tárolóhely állomány – tartalmazza az elemi tárolóhelyek jellemzőit, az azokon tárolható áruk jellemzőit, a foglaltságot, a tárolt árura vonatkozó információkat, az anyagmozgatási folyamat szervezéséhez szükséges információkat (távolság, elérési idő, az alkalmas anyagmozgató gép jellemzői, stb.),
- anyagmozgató gépekre vonatkozó információ állomány – teherbírás, működőképesség, üzemidő, mozgatott áru mennyisége, anyagmozgatási teljesítmény, stb.,
- járművekre vonatkozó információ állomány – a be- és kiszállítási folyamat, továbbá a rakodási folyamat szervezéséhez szükséges jellemzőket tartalmazza (PREZENSZKI, 1988).

### 3.34.12 Szállítás

Különböző országok áruszállításait a közlekedési alágazatok (közúti, vasúti, vízi, csővezetékes) bonyolítják. Az ezek között kialakult szállítási arányt (8. ábra) áruszállítási munka-megosztásnak (modal splitnek) nevezi a szakirodalom (FELFÖLDI, 1976).

8. ábra: A magyarországi áruszállítási „modal split”



SAJÁT ÖSSZEÁLLÍTÁS; FORRÁS: KÖZLEKEDÉSI VÍZÜGYI ÉS HÍRKÖZLÉSI MINISZTERIUM, 1994; VALAMINT GAZDASÁGI ÉS KÖZLEKEDÉSI, ILLETVE KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS VÍZÜGYI MINISZTERIUMOK 2010.

A szállítási teljesítmény az elszállított tömeg és a szállítási távolság ismeretében számítható. Az áruszállítási teljesítmény árutonna-kilométerben mérhető:

$$\text{áruszállítási teljesítmény (átkm)} = \text{elszállított tömeg (t)} * \text{szállítási távolság (km)}$$

Hazánkban a rendszerváltozás után vált érzékelhetővé a közúti áruszállítás részarányának növekedése, mely jól leolvasható 8. ábráról. Az áruszállítási munkamegosztás arányai az elmúlt évtizedekben jelentős változást mutatnak, elsősorban a közúti áruszállítás javára. Az Európai Unió országaiban már az 1990-es évek közepén 70%-os arányú a közúti áruszállítás, míg a vasúti csak 15%. A vízi szállítás közel 10 %-os (TARNAI, 1995). Az elmúlt években mind a vasúti, mind a vízi szállítás jelentős szállítási piacokat veszített el a közúttal szemben.

Magyarországon a '80-as években a szállítások több mint fele vasúton történt, (az egy főre jutó vasúti árutonnakilométer kétszerese volt az NSZK-ban számított értéknek), napjainkra viszont jelentős területet veszített a közúti áruszállítás növekedése miatt. Mára már felcserélődött a 40 évvel ezelőtti közúti és vasúti áruszállítási teljesítményarány. A nagyarányú változás és a közúti szállítás mértékének növekedése a szállítási igényekhez történő rugalmasabb alkalmazkodásával, és az ugrásszerűen megnövekedett logisztikai elosztó központok létevel is magyarázható.

A vízi áruszállítás arányának növelésére nagyarányú törekvések folynak, a Duna mint a VII. számú korridor, kiemelt jelentőségű a nemzeti és a transznacionális területfejlesztési programokban. Az elmúlt évtizedekben már több, a Dunával és a Duna-menti térséggel foglalkozó fejlesztési elképzelés született meg, a kapcsolódó projektek azonban csak elkülönülten jelentek meg a fejlesztési dokumentumokban, programokban, amelyek megvalósulása legnagyobb részt nem történt meg (SOMLÓVÁRI, 2006).

A vízi áruszállítás fejlesztési törekvéseinek indoklását az alábbi 5. összehasonlító táblázat is megerősíti, melyet az Európai Unió tagállamaiban mért értékek alapján állítottam össze:

**5. táblázat: A vízi, vasúti és közúti közlekedés mutatóinak összehasonlítása**

	Energiafogyasztás	Fuvar költség	Környezetterhelés
Vízi közlekedés	1	1	1
Vasúti közlekedés	1,1	3,7	3
Közúti közlekedés	3,1	7	15

SAJÁT ÖSSZEÁLLÍTÁS; FORRÁS: SZALMA, 2000.

A csővezetékes szállítás a 2000-es évektől csökkent, melynek részben politikai okai is vannak. A légi áruszállítás teljesítménye a többihez képest elenyésző.

A feladó- és leadóhelyek (feladók és címzettek vagy forrás és nyelő) közötti áruáramlás az áruszállítási rendszereken, szállítási láncokon keresztül valósul meg.

Az árutovábbítás megvalósítható közvetlen (egytagú), vagy közvetett (összetett, többtagú) szállítási kapcsolattal. Az egytagú szállítás során egyetlen közlekedési alágazat végzi az áruszállítást átrakodás nélkül, míg a többtagú szállítási lánc különböző szállítójárművekkel más típusú pályák (közút, vasút) igénybevételével történik. Az összetett szállítás hagyományos vagy kombinált szállítási rendszerben valósul meg. Míg a hagyományos többtagú áruszállításra az egyik járműből a másikba történő átrakodás a jellemző, addig a kombinált szállítást a szállítójárművek, eszközök másik szállítójárműbe történő átrakásával oldják meg (pl. közúti áruszállítás járműve gördül fel a vasúti áruszállítás járművére, vagy a vízi szállítás járművébe: „Roll on – Roll off”, röviden Ro-Ro rendszerben).

### ***Hagyományos áruszállítási rendszerek***

A hagyományos többtagú szállítási lánc esetében közvetlenül az árukat vagy az árukból képzett kisebb (pl. raklapos) rakományokat rakják át egyik szállítójárműből a másikba.

A hagyományos áruszállítási rendszerek:

- közúti áruszállítás;
- vasúti áruszállítás;
- vízi áruszállítás;
- légi áruszállítás;
- vezetékes áruszállítás;

valamint az előzőek egy szállítási feladaton belüli felváltva történő alkalmazása (pl. tehergépkocsi rakományát vasúti kocsikba átterhelve, majd újabb átterhelés után végül ismét tehergépkocsival a vevőhöz szállítva).

#### **Közúti áruszállítás**

FELFÖLDI (1975) szerint a közúti áruszállítás elsősorban a rövid távú, regionális forgalomban a leggazdaságosabb, kisebb mennyiségű áruk szállítása esetén. Napjainkra ez a szemlélet átalakult, hiszen a közúti fuvarozás számos olyan előnnyel rendelkezik (rugalmasság, gyorsaság, közvetlen kiszolgálás), ami miatt egyre inkább, egyre növekvő arányban alkalmazzák belföldi, nemzetközi vagy akár transzkontinentális forgalomban. Ez a megállapítás olvasható le az áruszállítási modal split grafikonjáról is.

A közúti áruszállítás rugalmassága nem csak előnyökkel jár, hanem kiemelkedő figyelmet kell fordítani az anyagmozgatás szervezésére, irányítására, s ez növekvő kiadással jár. A közúti áruszállítás szervezésének és irányításának célja, a minimális költségek (a teherbírás legteljesebb kihasználása, üresjáratok minimalizálása, visszafuvarok szervezése) mellett maximálisan kielégíteni a fuvaroztatók igényeit.

A közúti szállítás járművei a tehergépkocsik, a pótkocsik, illetve a félpótkocsik és vontatók. Az általános célú (többfajta áru szállítására alkalmas) *tehergépkocsik* zömében nyitott rakfelületűek, amelyeknél a lehajtható oldal- és hátfalú kocsiszekrény mereven van az alvázra szerelve, és egyes típusok ponyvatartó lécekkel, illetve oldalfal-magasítókkal egészíthetők ki. A zárt szekrényes tehergépkocsik hátsó, kétszárnyú nyitható vagy eltolható oldalajtókkal vannak ellátva. Ezeket általában városi áruszállításra használják. Teherbírás szerint a tehergépkocsik kis (0,75-2,50 t), közepes (2,5-6,0 t), és nagy (6 t feletti) teherbírásúak lehetnek.

Az *önürítő tehergépkocsik* (billenőszekrényes vagy kényszerürítéses) az ömlesztett anyagok, vagy az esés közben nem károsodó darabáruk lerakását könnyítik meg. Alkalmazásukkal csökken a lerakási idő, és ezzel együtt a jármű fordulóideje.

Az *önrakodós tehergépkocsik* nagy méretű és tömegű egyedi áruk, valamint egység rakományok fel- és lerakását, illetve szállítását teszik lehetővé. Alkalmazásuk rendkívül előnyös, mert a rakodás helyszínére nem kell rakodógép. A rakodó-berendezés általában forgódaru, emelőhátsófal vagy billenőkeret.

A *tehergépkocsi pótkocsik* rendszerint kéttengelyes kivitelűek, és vonórúddal kapcsolhatók a vontató tehergépkocsihoz. A közúti áruszállításban betöltött szerepük csökken, az ún. félpótkocsik folyamatosan kiszorítják a normál pótkocsikat.

A *nyerges vontatókkal vontatható félpótkocsik* felépítménye lehet általános vagy különleges (pl. üzemanyag-szállító).

A *nyerges szerelvény* különleges vontató és a félpótkocsi összekapcsolásával alakítható ki (HORVÁTH, 2007).



A közúti áruszállítás *előnyei*:

- a tehergépkocsik a fuvaroztatók telephelyét rendszerint közvetlenül ki tudják szolgálni, nincs átrakási igény, megvalósítható a „háztól-házig fuvarozás”;
- viszonylag rövid az áruk eljutási ideje;
- rugalmasan tud alkalmazkodni a fuvaroztatók igényeihez;
- szinte minden árufajta szállítását lehetővé teszi a járművek széles választéka;
- rugalmas szerződéskötés és tarifakialakítás.

A közúti áruszállítás *hátrányai*:

- nagymértékű függőség a környezeti hatásoktól (forgalom, időjárás);
- magasabb a fajlagos energia- és munkaerőigény pl. a vasúti szállításához képest;
- jelentős a környezetterhelő hatása (zaj, környezetszennyezés);
- a nemzetközi forgalomban való részvétel engedélykontingenshez kötött;
- korlátozások, tilalmak nehezíthetik a szállítást (pl. „kamion stop”).

A közúti áruszállító-járművekre vonatkozó előírásokat az Európai Unió Bizottsága által 1993-ban kibocsátott „Fehér Könyv” Közlekedés c. fejezete tartalmazza. Az 1996-ban elfogadott EU Irányelv követelményként fogalmazza meg a közúti közlekedésben a környezetvédelem, illetve ennek jegyében a levegőszennyezés és zajemisszió hatásainak korlátozását, valamint az Unió közlekedéspolitikáját 2010-ig, melyben a közúti közlekedés visszaszorítását is célul tűzték ki. Az EU területén az Irányelvek ajánlási jelleggel határozzák meg 40 tonnában az engedélyezett össztömeget (tagállamok közötti forgalom esetére). A kombinált szállítások közúti el- és felfuvarozások esetére 44 t össztömeg a megengedett. Az engedélyezett legnagyobb jármű-szélesség az EU tagországaiban 2,55 m, a legnagyobb magasság 4,00 m. A járműszerelvények hossza maximálisan 18,75 m lehet (HARTVÁNYI–NÉMETH–TÓTH, 2004).

### Vasúti áruszállítás

HAVAS (1994) a vasúti áruszállítást elsősorban nagy árumennyiségek, tömegárúk, nehézárúk viszonylag nagy távolságba történő szállítására tartja előnyösnek.

A vasúti teherkocsik lehetnek:

- általános célú (ömlesztett, kötegelt, darabárúk szállítása) vagy;
- speciális (pl. élőállat, romlandó áru szállítására alkalmas) vasúti kocsik.

A vasúti teherkocsik legfontosabb jellemzője a rajtuk feltüntetett ún. főszorozatjel. A betűjeleket (pl. AG: 20-40 t teherbírású 2 vagy 4 tengelyes) ma már nem kötelező feltüntetni, azokat többjegyű számcsoport helyettesítheti. Az általános célú vasúti teherkocsik kialakításáról, fő jellemzőiről a Nemzetközi Vasútegylet (UIC) dönt. Rakodási és szállítási szempontból a vasúti teherkocsik természetes (teherbírás, rakfelület mérete, raktérfogat) és alkalmassági jellemzői (fedett, nyitott, póre koci) mérvadóak.

A vasúti áruszállítás *előnyei*:

- egyszerre nagy árumennyiség továbbítható;
- független a külső, általános jellegű környezeti hatásoktól;
- a közúti szállításához képest kisebb a szállítás fajlagos energiaigénye és a környezetkárosító hatása;
- menetrend szerinti közlekedés, előre kalkulálható tarifák.

A vasúti áruszállítás *hátrányai*:

- iparvágány hiányában közúti fel- és elfuvarozásra, az áru átrakására, esetleg közbenső tárolásra van szükség;
- hagyományos vasútiüzemi technológiáknál hosszú az áruk eljutási ideje;
- kevésbé tud alkalmazkodni a fuvaroztatói igények változásaihoz.

### Vízi áruszállítás

A vízi áruszállítást elsősorban tömegárú nagy távolságra való továbbítására célszerű igénybe venni, ha az áruk eljuttatási ideje viszonylag hosszú lehet. A vízi áruszállítás lehet belvízi vagy tengeri. Hazánkban az áruszállítás szempontjából a folyami hajózásnak van szerepe, bár áruforgalmi részarányunk a tengeri szállítás terén CSABA (2006) szerint növekedni fog.

A legfontosabb, vízi utunk a 8 országot összekötő Duna, illetve a Duna-Rajna Majna csatorna megnyitásával északi-tengeri kijárára is lehetőség nyílt. A vízi áruforgalomban a folyami fuvarozásra feladott áruk darabárúként (5 t-nál kisebb), uszályrakományként (uszály hordképességének legalább 70%-át kihasználó küldemény), részrakományként (darabárúnál nagyobb de uszályrakománynál kisebb) továbbíthatók.

A tengeri áruforgalom szabad-, vonal- és bérleti hajózással valósíthatók meg.

A vízi áruszállítás járművei közül a motoros vontató- és tolóhajóknak nincs külön raktere, az áru uszályokban, bárkában van elhelyezve. Az önjáró uszályoknak viszont saját rakterük van, az önjáró áruszállító hajókat pedig géptérrel és raktérrel építik. A tengeri áruszállító hajókat a szállított áruk fajtája szerint csoportosítja HADHÁZI (1992):

- folyékonyáru szállítók,
- szárazáru szállítók,
- hűtőhajók,
- kombinált,
- speciális áruszállítók (pl. farakományt szállító).

A vízi áruszállítás *előnyei*:

- a többi közlekedési alágazathoz viszonyítva vízi anyagmozgatáskor a legkisebb a szállítás fajlagos energiaigénye;
- környezetkárosító hatása minimális;
- kevésbé függ az olajembargóktól,
- díjszabásai viszonylag rugalmasak.

A vízi áruszállítás *hátrányai*:

- hosszú az áruk eljutási ideje;
- közvetlen szállítási kapcsolat kialakítására nem alkalmas;
- a folyók vízállásának rendkívül kitett;
- jelentős a szállítás közbeni áru-igénybevétel (LESLEY, 2004).

### Légi áruszállítás

A légi áruszállítás jellemzően a kismennyiségű, nagy értékű áruk, nagy távolságban, rövid időn belüli továbbítására célszerű és alkalmas. A légi áruforgalom menetrend szerinti járatok, vagy áruszállító különjáratok (charter) segítségével bonyolítható le (TÍMÁR, 1994). A légi áruszállításban fontos szerep jut az egység- és rakomány-képzésnek. A légi konténerek segítségével lehetőség nyílik a gyors be- és kirakodásra, s alkalmazásuk a kedvező saját tömeg/térfogat viszonyszám miatt is jelentős.

Az OMF 1980-as tanulmányában a légi áruszállítás járműveit az alábbiak szerint csoportosították:

- Merevszárnyú repülőgépek:
  - Személyszállításból kivont és átalakított áruszállítók,
  - Személy és áruszállításra egyaránt alkalmas repülőgépek,
  - Áruszállítás céljára kifejlesztett repülőgépek,
- Forgószárnyú repülőgépek (helikopterek).

A légi áruszállítás *előnyei*:

- nagy szállítási távolságok esetén viszonylag rövid az áruk eljutási ideje. Az IATA (Nemzetközi Légitfuvarozási Közösség) megállapításai szerint a légi áruszállítás előnye a közúti és a vasúti áruszállítással szemben már 800 km-es távolság fölött érvényesül;
- a többi közlekedési alágazathoz képest viszonylag kicsi az árukat érő igénybevétel, ezért viszonylag kicsi a csomagolási költségigénye is;
- a szállítási határidők betartását egyedül a szélsőséges időjárási viszonyok zavarhatják.

A légi áruszállítás *hátrányai*:

- az áruk bizonyos köre esetén vehető számításba (kiesnek a szállítás köréből az ömlesztett és a nagytömegű, terjedelmes darabáruk, illetve a kizárt áruk);
- az áruk repülőtérré való fel- és elfuvarozására, és emiatt gyakran többszöri átrakására és átmeneti tárolására van szükség, ami lényegesen megnöveli az áruk eljutási idejét (SHULTE, 1991);
- a többi közlekedési alágazathoz képest a magasak a fuvardíjak;
- környezetvédelmi szempontból kedvezőtlen lehet a zajhatás, különösen lakott területhez közeli repülőtér esetén.

A magyar légi áruszállítás megreformálása érdekében 1998-ban a miskolci és a dortmundi egyetem szakemberei kutatást indítottak, Ferihegy gyűjtő-elosztó repülőtérre való fejlesztése érdekében. Ez annál is inkább indokolt volt, mert akkorra 10 év alatt szinte megkétszereződött a budapesti repülőtér áru- és postaforgalma (VOLKER–BÁNYAINÉ–MANG, 2004).

#### Vezetékes áruszállítás

A vezetékes (csővezetékes) áruszállítás esetében – a többi álagazattal ellentétben – egy egységet képez a szállítópálya és a szállítóeszköz. Olyan különleges szállítási mód tehát, ahol a pályát és a járművet közös műszaki elem, a cső egyesíti, és rövid szállítási távolságok esetében az áruk mozgása az enyhe lejtésű csővezetékben a gravitációs energia és vagy túlnyomás hatására jön létre. A szállítás lehet közvetlen (a csőben csak a továbbítandó anyag mozog), vagy közvetett (áramlásra kényszerítő közvetítő közeg viszi magával az anyagot). A csővezeték kis és nagy távolságokba történő szállításra egyaránt alkalmas.

A vezetékes áruszállítás *előnyei*:

- nagyfokú megbízhatóság;
- független a külső környezeti, időjárási hatásoktól;
- alacsony a fajlagos üzemeltetési költség;
- minimális a környezetszennyezés veszélye (hibamentes konstrukció, megfelelő üzemeltetés és biztonsági intézkedések mellett).

A vezetékes áruszállítás *hátrányai*:

- nagymértékben korlátozott a szállítandó áruk köre, csak azonos fajtájú áruk szállítására alkalmazható;
- viszonylag hosszú az eljutási idő, mert a szállítás sebessége kicsi;
- a szállítási igények változásaihoz kevésbé lehet alkalmazkodni;
- a vezetékrendszer kiépítése során felmerülő beruházási költségek magasak.



### **Kombinált áruszállítási rendszerek**

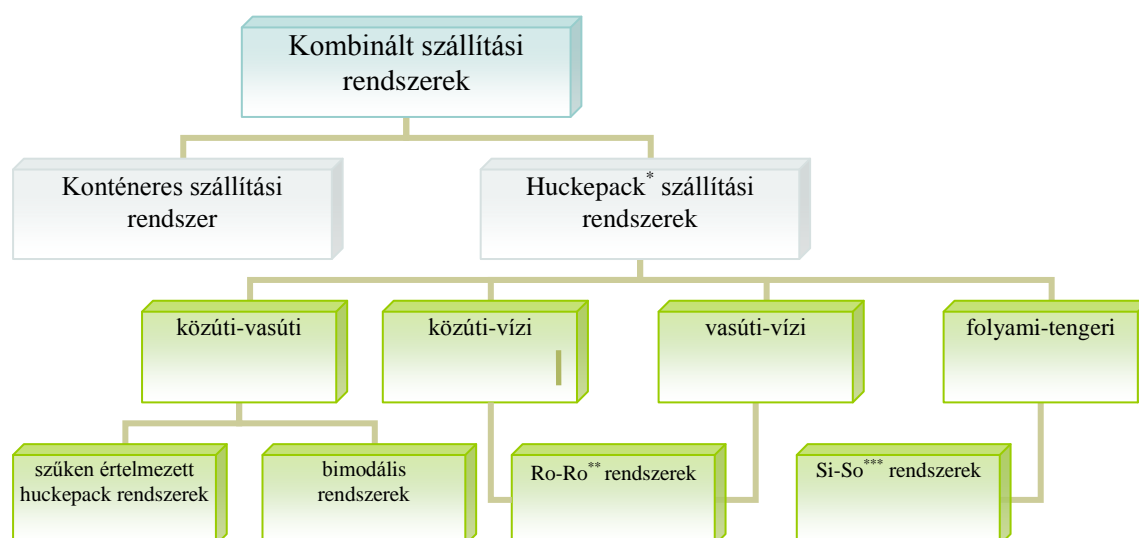
Kombinált szállítás (szállítási lánc) esetében az árut tartalmazó nagykonténereket vagy magát a szállítójárművet (szállítóeszközt) rakják át egyik szállítójárműről a másikra, vagy az egyik közlekedési alágazat szállítójárműve gördül fel és le a másik közlekedési alágazat szállítójárművére, -ről (9. ábra).

A kombinált áruszállítás a nyugat-erópai országokban már az 1960-as évek végén kialakult, és az elmúlt években újabb fellendülés volt tapasztalható, hiszen az EU közlekedéspolitikájában is előtérbe kerültek a környezetvédelmi szempontok, valamint a meglévő úthálózaton egyre nagyobb problémát jelent a növekvő forgalomsűrűség és tengelyterhelés. Ezen okok miatt különböző megszorításokkal (gépjárművek károsanyag-kibocsátásának maximalizálása) igyekeznek a közúti áruforgalom visszaszorítására (TOMCSÁNYI–FÁRI, 1994).

A kombinált áruszállítás fejlesztése az Európai Unión belül, így Magyarországon is az Európai Tanács és az Európa Parlament által megfogalmazott Irányelvek szerint történik. Ezen irányelvek között fogalmazódik meg, hogy előnyben kell részesíteni a környezetbarát közlekedési alágazatokat, hangsúlyt kell fektetni különösen a kombinált szállítás fejlesztésére és a közlekedési kapcsolódási helyek, csomópontok (terminálok) korszerű kialakítására (TOMCSÁNYI, 1999).

A kombinált áruszállítás fő előnye – az optimálisnak tekinthető közlekedési munkamegosztás megvalósításán túlmenően, – hogy egységes szállítóeszközök és rakodóberendezések, valamint átfogó információs és kommunikációs rendszerek alkalmazása révén integrált szállítási láncok kialakítását teszi lehetővé. Jelenleg a kombinált fuvarozás csak 600-700 km-nél nagyobb szállítási távolságok esetén tud versenyképes előnyt felmutatni. Remélhetőleg az uniós és hazai törekvések ezt a határtávolságot felére mérsékelik.

**9. ábra: A kombinált áruszállítási rendszerek**



SAJÁT ÖSSZEÁLLÍTÁS; FORRÁS: SZEGEDI–PREZENSZKI, 2005.

\* Huckepack: „Háton hordozás”; az áruszállítás során az egyik közlekedési alágazat szállítójárművein szállítja a másik közlekedési alágazat szállítójárműveit

\*\* Ro-Ro: „Roll on-Roll off”: felgurulás-legurulás

\*\*\* Si-So: „Swim in-Swim out”: beúszás-kiúszás

A kombinált áruszállítási teljesítmények és a kombinált szállítással fuvarozott áruvolumenek az EU tagállamaiban és hazánkban is növekvő tendenciát mutatnak, mert:

- alkalmazásával csökkenthető a zajártalom és a közutak zsúfoltsága;
- a közutak elhasználódásának mértéke csökken, a közlekedésbiztonság nő;
- kedvezőbb az energiafelhasználás;
- kedvezményekben részesül az áruszállításnak ezt a formáját alkalmazó;
- korlátozások nem akadályozzák a jármű, illetve az áru haladását;
- a kombinált forgalom termináljainak, csatlakozó helyeinek hálózata folyamatosan alakul, növekszik, sűrűsödik.

A magyar áruforgalmi központok és átrakóterminálok fejlesztésére, építésére, évről-évre különböző kedvezmények vehetők igénybe:

- adó- és engedélymentes közlekedés külföldieknek a határtól 70 km-ig terjedően – a legközelebbi terminálig számítva;
- adókedvezmény a magyar fuvarozóknak;
- felmentési lehetőség a 40 t össztömeg-korlátozás alól, a terminálig az oda- és elfuvarozásban;
- kivételes közlekedési lehetőség a hétfégi és az ünnepi tehergépkocsi-forgalom korlátozása idején.

#### Közúti-vasúti áruszállítás

A közúti-vasúti kombinált áruszállításnak két nagy alapváltozatát különbözteti meg, a szűken értelmezett huckepack, illetve a bimodális (vasúti teherkocsi nélküli) szállítási rendszereket, melyeket még további altípusokra lehet bontani.

A Ro-La, a csereszekrényes, és a félpótkocsi közúti-vasúti kombinált áruszállítási rendszerek legfontosabb jellemzőit a 6. táblázat foglalja össze. A szűken értelmezett huckepack szállítási rendszerek közül Európában leginkább a csereszekrényes terjedt el.

**6. táblázat: A szűken értelmezett huckepack közúti-vasúti szállítási rendszerek**

Forgalom jellege	A kombinált forgalom megnevezése	Szállítási egységek	Vasúti kocsik	Járműmenet rakodási mód	Előny	Hátrány	
Kísért	<b>Ro-La</b> (Rollende Landstrasse) gördülő országút	Tehergépkocsik (lehet pótkocsi is) Nyerges szerelvény	Kis átmérőjű kerék, alacsony rakfelület	<b>Roll on – Roll off</b> (vasúti kocsira /ról fel-lehajítás)	-normál közúti jármű -egyszerű, gyors fel-, lehajítás	-különleges vasúti kocsi -kedvezőtlen futástulajdonság -nagy holt-tömeg	
Kísért nélküli	Csereszekrényes	Csereszekrények	Normál póre vagy teherszállító kocsik	<b>Load on – Load off</b> (darus fel – leterhelés)	-kisebb saját tömeg	-sem szállítás, sem tárolás közben nem halmozhatók	
	Félpótkocsi	daruzható	Daruzható nyerges félpótkocsi	Zsebes vasúti kocsi	<b>Load on – Load off</b> (darus fel – leterhelés)	-csak a félpótkocsi a holtteher	-különleges vasúti kocsi -drágább félpótkocsi
		nem daruzható	Nem daruzható nyerges félpótkocsi	Lengőhidas vasúti kocsi	<b>Roll on – Roll off</b> (vasúti kocsira /ról fel-letolás)	-csak a félpótkocsi a holtteher	-különleges vasúti kocsi -drágább félpótkocsi

FORRÁS: MAGYAR, 2005.

A *bimodális* rendszerek a közúti félpótkocsik vasúti szállítását teszik lehetővé anélkül, hogy ehhez különleges vasúti kocsikat kellene alkalmazni. A Road-Rail rendszer Amerikában, a Kombirail-rendszer az Európában kifejlesztett változat. A hazánkban is alkalmazott európai rendszer félpótkocsijai valamennyi nemzetközi közúti közlekedés előírásainak megfelelnek, ugyanakkor a vasúti sínpályán is nagy biztonsággal tudnak közlekedni a vasúti teherkocsikat helyettesítő forgóvázak segítségével.

A bimodális rendszer főbb jellemzői a szűken értelmezett huckepack közúti-vasúti szállítási rendszerrel összehasonlítva:

- kedvezőbb az össztömeg-hasznostömeg arány;
- a termináli (átrakodóhelyi) infrastruktúra egyszerűbb, nincs szükség darus átrakásra;
- viszont a rendszerbe állított közúti félpótkocsik 10-20%-kal drágábbak az általános pótkocsiknál, ugyanakkor a vasúti oldalon jelentős költségmegtakarítások érhetők el a rendszer alkalmazásával.

#### Közúti-vízi áruszállítás

A közúti-vízi áruszállítás során a közúti járművek saját kerekein – speciális rakodókon és áthidaló szerkezeteken át – felgördülnek a vízi járművek rakfelületére, illetve a vízi szállítási út végpontján hasonló módon legördülnek azokról. Ez az úgynevezett Ro-Ro (Roll on – Roll off rendszer). A közúti tehergépkocsik szállítására a megfelelően kialakított Ro-Ro hajók alkalmasak. A közúti-vízi szállítás két típusa a közúti-folyami, illetve a közúti-tengeri áruszállítás.

A közúti-folyami kombinált szállítás eszköze a folyami Ro-Ro hajó vagy uszály. Európában a folyami Ro-Ro szállítás egyre nagyobb arányban alkalmazott, jelentősége egyrészt – a már említett – Duna-Rajna-Majna csatorna kiépítésével nőtt meg, másrészt a közutak tehermentesítésére és a környezeti károk mérséklésére irányuló törekvéseknek köszönhetően. Magyarországon a bajai és a gönyüi kikötő kapcsolódott be a folyami kombinált szállításba.

Összevetve a hagyományos vízi szállítással ezt az áruszállítási rendszert, megállapítható:

- a kikötői állásidő töredéke a hagyományos hajókénak;
- nincs szükség az áruk átrakására, költséges rakodóberendezésekre;
- a Ro-Ro hajók üzemanyag-felhasználása a fedélzetükre felvett áruszállító járművek együttes üzemanyag-felhasználásának csupán egyheted részére tehető;
- „kisvízi időszakban” sem kell az üzemelést korlátozni, mert merülésük 40-60%-a a hagyományos hajókénak;
- a kifejezetten Ro-Ro üzemre épített vízi járművek beszerzési költsége magasabb mint a hagyományos hajóké;
- a hordképességük tényleges kihasználása a hagyományos hajókénál kisebb, a szállított közúti járművek holttömege miatt (Szalma, 2000).

A közúti-tengeri kombinált szállítás az 1960-as években kezdett elterjedni. A Ro-Ro hajók elsősorban a rövid távú tengeri forgalomban közlekednek. Tipikus Ro-Ro forgalmi viszonylatokat a Földközi-, az Északi-, a Keleti- és az Ír-tenger partjai között alakítottak ki. Sajátos Ro-Ro hajóknak tekinthetők a vasúti szerelvényeket is szállító komphajók. (A „Mecklenburg-Vorpommern” komp vasúti fedélzetén 50 vasúti kocsit, teherkocsit fedélzetén 70 teherautót, személygépkocsit fedélzetén 84 személygépkocsit helyezhet el, valamint 150 kabinban 900 utas szállítására alkalmas.)

Konténeres, egységakományos áruszállítás

A konténeres áruszállítás esetén az árukat olyan szállítási segédeszközökben továbbítják, amelyek egyrészt nem járműjellegűek, másrészt olyan szerkezetekkel ellátottak, amelyek a kezelésüket, rakodásukat megkönnyítik (VETTER, 1977). Méret szerint:

- Nagykonténer (3 m<sup>3</sup>-nél nagyobb úrtartalom; legalább 20 láb hosszúságú),
- Közepes konténer (3 m<sup>3</sup>-nél nagyobb úrtartalom, kevesebb mint 20 láb hosszúak),
- Kiskonténer (0,5-3 m<sup>3</sup> úrtartalom);

A szállítható áruk jellemzői alapján beszélhetünk: *univerzális* (sokfajta áru szállítására alkalmas), vagy *speciális* (egyfajta áru, árucsoport szállítására kialakított) típusokról.

A kombinált áruszállítás változatai közül a nagykonténeres áruszállítás terjedt el elsőként világszerte, így hazánkban is. Az 1970-es évektől indult meg intenzíven a konténeres áruszállítás fejlesztése Magyarországon.

Az egységakomány-képzés jellemzőit, SOMOGYI (2003) foglalta össze:

- olyan ismételten használható szállítási segédeszközök, amelyek különböző áruk befogadására alkalmasak;
- védik az árukat a mennyiségi és minőségi változásokkal szemben, továbbá csökkentik a csomagolási igényeket;
- önálló járműként nem közlekedhetnek, mozgatásukhoz szállítójárművekre, illetve anyagmozgató gépekre van szükség;
- mozgatásukat megkönnyítő elemekkel ellátottak, de legfeljebb olyan görgők lehetnek, amelyek egyik szállítójárműről a másikra való átrakáshoz szükségesek.

Az egységakományos áruszállítás lehetővé teszi az árukezelési, rakodási munkák gépesítését, illetve automatizálását, valamint a műveletek számának csökkentését. Egységes szállítási láncok alakíthatók ki és az áruátvételi, árukezelési idők csökkenthetők, illetve megvalósítható a helytakarékos, gépesített vagy automatizált tárolási technológia. A szállított áruk fokozottabban védettek az RST folyamatok közbeni igénybevételekkel, sőt a dézsmálással szemben is és mérsékelhetők a csomagolási költségek.

Szállítási egységet lehet képezni rakodólapok segítségével, vagy segédeszköz nélkül is.

A *rakodólapos* áruszállítás alapelve, hogy bizonyos mennyiségű árut erre alkalmas segédeszközön (rakodólapon) egységakománnyá fognak össze és ennek segítségével, ezzel együtt szállítanak, rakodnak, tárolnak (SHULZ, 2002).

A *segédeszköz nélküli* rakományképzés (7. táblázat) akkor jöhet számításba, ha olyan árukat kell szállítani, rakodni, amelyek méretei vagy tulajdonságai (csövek, fűrészárúk) nem teszik lehetővé az előzőekben ismertetett két szállítási módot. Az ilyen áruból különleges átkötő, rögzítő, összefogó csomagolóeszközök felhasználásával olyan egységakomány képezhető, amely targoncával, daruval, markolóval mozgatható.

### 7. táblázat: Segédeszköz nélküli egységakomány-képzés módszerei

RÖGZÍTÉS MÓDJA	ÁRUK FORMÁJA	RAKODÁS ESZKÖZE
Nincs rögzítés (kötésbe rakás)	szabályos	targonca (szorítófogóval)
Átkötés	közel azonos méret	daru
Kötegelés, pántolás	egyforma alak és méret	daru, targonca
Háló	ömlesztett, szabálytalan	daru
Rakodószőnyeg	zsákolt áruk	daru

FORRÁS: MÁTYUS-SZABÓ, 2004.

A segédeszköz nélküli egységakomány-képzés nagyon előnyös, mert az egységbefogás eszközeinek beszerzési költsége és saját tömege, térfogata jóval kisebb, mint a konténereké vagy rakodólapoké, valamint nincs szükség a rögzítők visszaszállítására, javítására vagy karbantartására.

### 3.34.2 Információs és irányítási rendszerek

A vállalatoknak alapfeladatuk ellátásához nagyszámú külső kapcsolatot kell kialakítaniuk, melyek a fizikai anyagáramlási folyamatokon túlmenően a végrehajtásban részt vevők közötti információs kapcsolatot is jelentik. A feladatok logisztikai rendszerben való kezelése ugyanis azt jelenti, hogy a külső hatásokat, feltételeket figyelembe véve kell tervezni, szervezni, irányítani az alapfolyamatokat.

*Iparvállalatok* termelés-tervezési és –irányítási rendszere – logisztikai megközelítésben – mindazokat a műszaki-gazdasági folyamatokat foglalja magába, amelyek a rendelés fogadásától kezdve az alapanyag beérkezésén keresztül a késztermék kiszállításáig felmerülnek és a termelés folyamatát befolyásolják. Logisztikai rendszereik a szállítás, anyagmozgatás, a raktározás, a csomagolás, az elosztás folyamatainak összehangolását végzi a vállalaton belüli és az azon kívüli környezetből származó információk figyelembevételével, a vállalati termelés, gazdálkodás célkitűzéseinek szem előtt tartásával. Ezt csak úgy képesek hatékonyan ellátni, ha szorosan kapcsolódnak a vállalati alapfolyamat irányítási rendszeréhez.

A *közlekedési, fuvarozó* vállalatok logisztikai rendszere a termelő, a szolgáltató vállalatok ellátási, elosztási rendszereihez kapcsolódik, hiszen azok feladataiban működik közre. Feladata a fuvar-, a járat- és a szállítás térbeli és időbeli szervezése, irányítása. A fuvarozó vállalatok szállítási fő tevékenységük ellátása érdekében több mellék és kiegészítő tevékenységet is végezhetnek. Gondoskodnak például az üzemeltetéshez szükséges javítási, karbantartási, esetleg ipari feladatok ellátásáról is. Ezek végzése más jellegű logisztikai feladat megoldását jelenti, amely a vállalat információs rendszereibe épülő, saját célú ellátási logisztikai rendszer kialakítását és működtetését igényli.

*Kereskedelmi vállalatok* esetében az áruk más vállalatok elosztási logisztikai folyamatain keresztül jutnak el hozzájuk, majd azok a saját raktárbázison végzett rakodási, raktározási, csomagolási stb. tevékenységek után kerülnek a vállalat elosztási logisztikai rendszerébe. Ezen áttételen keresztül jut az áru a fogyasztóhoz, esetleg másik vállalat ellátási logisztikai rendszerébe.

Az *irányítás* feladata a termelést, a raktározást, a szállítást, a felhasználást magukba foglaló bonyolult rendszerekben a térben szétszórta, fizikailag elválasztott vállalatok közötti összehangolt együttműködés megteremtése, az alapfolyamati anyagáramlás célszerű megvalósítása. Feltétel, hogy az alapfolyamatok alakulásáról és a hozzákapcsolódó anyagáramlási folyamatok helyzetéről folyamatosan információk álljanak rendelkezésre. Célszerű tehát az anyagáramlás teljes folyamatában az információk begyűjtése, feldolgozása és a vállalati vezetési szintek igényeinek megfelelő döntés-előkészítési információk előállítását.

A rendszer összehangolt működéséhez a folyamatban résztvevő vállalatok vezetésének folyamatosan figyelemmel kell kísérnie a végbemenő változásokat, majd a tényleges és kívánatos helyzet összehasonlításával döntenie kell a szükség szerinti beavatkozásokról. Ezt a feladatot olyan információáramlási folyamatok segítségével tudják teljesíteni, amelyek követik, leképezik az alapfolyamati anyagáramlásokat. Az információk és az információ folyamatok elemei a vállalati rendszernek, így ezt az információt vetület *információs rendszernek* nevezzük. Az információs rendszerek tehát a vállalat környezeti adatainak figyelésével egyidejűleg kezelik a vállalaton belüli tevékenységek és a környezettel folytatott tranzakciók adatait, ezeket rendszerezik és információként a döntéshozók rendelkezésére bocsátják.



*Logisztikai információs rendszernek* tekintjük a logisztikai folyamatokhoz kapcsolódó célirányos információkat, az információáramlásokat lebonyolító technikai elemeket, az információk előállítását végző eszközöket, valamint a különböző felhasználói elemeket magába foglaló rendszert. A logisztikai alapfolyamatok irányítása a vállalatokon belüli, illetve azok közötti anyagáramlást követve, arra épülve oldja meg a feladatát, azaz az e folyamatokban érintett vállalatok információs rendszereire támaszkodva végezhető az összehangolt, teljes rendszert átfogó irányítás.

A logisztika célja olyan szemléletmód érvényre juttatása, amely sok tényező együttes figyelembevételével a teljes alapfolyamat optimalálására ösztönöz. A cél megvalósításához szükséges *irányítási feladatok* összetevői:

A logisztikai alapfolyamatok tevékenységei operatív irányítása:

- rakodásirányítás, belső anyagmozgatás irányítása,
- raktárirányítás,
- szállítási irányítás, szállításszervezés.
- A logisztikai alapfolyamatokhoz kapcsolódó vállalati jellegű irányítási feladatok:
  - vezetési, tervezési (management) feladatok,
  - gazdálkodási feladatok,
  - pénzügyi, elszámolási feladatok.

A logisztikai irányítási feladatok csak a résztvevő vállalatok összehangolt információs rendszereinek együttműködésével oldhatók meg. Ennek érdekében olyan informatikai bázist kell létrehozni, amelyhez a logisztikai láncban résztvevő ellátó, termelő, felhasználó, kereskedelmi, fuvarozó, szállítmányozó stb. vállalatok információs rendszerei is kapcsolódnak. Emellett esetenként más logisztikai szolgáltatások nyújtása céljából kapcsolatot kell kiépíteni más intézmények (pl. bank, vám stb.) információs rendszereivel is. Az ilyen jellegű kapcsolatot csak az összes résztvevő számára hozzáférhető *integrált információs és kommunikációs irányítási rendszer* teszi lehetővé.

### **3.34.21 Termék és rakomány-azonosító rendszerek**

A teljes logisztikai tevékenységsor arra irányul, hogy az anyagi folyamatok optimálisan menjenek végbe. Szükségképpen az integrált információs és irányítási rendszer csak akkor képes ellátni feladatát és a soktényezős optimum felé vezérelni, ha a folyamatban részt vevő áruk, rakományok jellegéről, állapotáról, térbeli és időbeli helyzetéről stb. rendszeres és megbízható (lehetőleg emberi tévedéseket kizáró) adatokhoz jut. Ezt a legegyszerűbben az áruk, egységcsomagokon, rakományokon stb. elhelyezett, egyezményes előírásokat teljesítő és a szükséges információkat hordozó jeleknek a megfelelő pontokon történő automatikus leolvasásával (azonosításával) lehet megvalósítani. Az így nyert adatok, információk közvetlenül a számítógépes integrált információs rendszerbe kerülnek további feldolgozásra.

Az automatikus azonosítási rendszerek közül leginkább az alábbiak terjedtek el:

- vonalkód technika,
- optikailag olvasható jelek eljárásai (OCR),
- mágnesesen olvasható jelek (MICR-technika),
- mágneskártyás technika,
- nagyfrekvenciás adó-vevőn alapuló azonosítás (MDS-technika),
- kamerás alakfelismerő rendszerek.



Mindezek közül az alkalmazás gyakoriságát tekintve kiemelkedő jelentőségű a vonalkódos automatikus azonosítás, amit általában a csomagolásra nyomtatnak, vagy ragasztják etikett címke formájában. A hordozott (alfa-numerikus) információt különböző vastagságú párhuzamos vonalak és üres helyek sorozata testesíti meg, melyeket vagy nyomdai úton állítanak elő, vagy speciális vonalkód nyomtató segítségével számítógép hoz létre. A többfajta kódolási eljárás közül a feladatnak leginkább megfelelőt és az adott földrajzi, illetve szakterületen elfogadottat célszerű kiválasztani. Az azonosítási jelsor első karaktere mindig meghatározza a vonalkód típusát, így a korszerű leolvasó berendezések átállítás nélkül azonnal le tudják bármelyiket olvasni. Az érzékelt vonalkód jelből a leolvasó a számítógép számára a billentyűzettel azonos jeleket állít elő. Mindebből az is következik, hogy a vonalkód technika (de általában minden automatikus azonosítási rendszer) csak hasznos segédeszköz, a felfogott jelek értelmezése a célszerűen kialakított számítógépes információs rendszer feladata. Külön említést érdemel a Magyarországon és általában Európában a fogyasztói csomagolásokon alkalmazott EAN (Europäische Artikelnummerierung) kódszámrendszer, amelynek első 2-3 karaktere az országot, a következő 5 a vállalatot, majd újabb 4-5 karakter a terméket azonosítja.

### 3.34.22 Elektronikus adatszere (EDI)

Az EDI (Electronic Data Interchange) az üzleti vagy közigazgatási műveleteknek számítógéptől számítógépig való olyan elektronikus továbbítása, ahol a műveletek és az üzenetek adatainak szerkesztésére egységes szabványt használnak. Az EDI elektronikus, papír nélküli külső adatátviteli rendszer, amely része az integrált logisztikai információs rendszereknek, tehát kapcsolódik a vállalati belső intézkedések, árumozgások és szolgáltatások szervezésére, irányítására valamint ellenőrzésére kialakított számítógépes rendszerhez. A nemzetközi kereskedelem és a hozzá kapcsolódó szállítási és egyéb kiegészítő folyamatok többnyire szabványosítható funkcionális intézkedések és dokumentumok sorából (ún. üzenetekből) állnak (pl. megrendelés, helyfoglalás, szerződés, számla stb.). Az ilyen üzenetek számítógépes kezelése az EDI funkciója.

Az ellátás, a szállításszervezés, az elosztás és a folyamatos árukövetés on-line elektronikus adatáramlással oldható meg komplexen a gyártótól a fogyasztóig, illetve a felhasználóig, ahol az EDI alkalmazásának fokozott szerepet kell kapnia (DRAP, 2000).

Az áruszállítási láncához közvetlenül tartozó szabványüzeneteken túlmenően az EDI a fő gazdasági folyamatokat is lefedi. A világon számos olyan EDI rendszer működik, amely a teljes pénzügyi (banki) folyamatot, a biztosítók ügyvitelét, a statisztikai és különféle hatósági tevékenységeket is integrálja. Az EDI csak a konkrét logisztikai struktúra, információs kapcsolatrendszer kidolgozása után vezethető be, az alábbi feltételekkel:

- Egyezményi feltételek:
  - a partner által is elfogadott szabványos üzenettípusok,
  - az együttműködő partnerek EDI kommunikációs felületei,
  - szabványos, EDI adatformátumot biztosító kommunikációs software,
  - jogegyezség a partnerek között az EDI üzenetek fogadására,
  - igazgatósági/hatósági előírások betarthatósága.
- Hardware feltételek:
  - EDI, kommunikációra alkalmas teljesítményű számítógép és csatoló egységek,
  - partnerekkel kapcsolat létesítésére alkalmas adatvonal, hálózati összeköttetés,
  - konténer, egység rakomány, gyűjtőcsomagolás automatikus azonosítására szolgáló (pl. vonalkód) technikai eszközök,
  - üzenetkezelő rendszer.
- Megfelelő adattitkosító és biztonsági rendszer kialakítása.

### 3.34.3 A logisztikai rendszerek fejlesztése

A piac, a műszaki fejlődés, a társadalmi környezeti feltételek állandó változásai folyamatosan új követelményeket támasztanak a vállalatokkal szemben, ezért versenyképességük hosszú távú megőrzése érdekében szinte folyamatos termék- és folyamat innovációra – és ezzel összhangban – a vállalati logisztikai rendszer folyamatos fejlesztésére kényszerülnek (BALLOU, 1987).

Ezek általában az alábbi területeken valósulnak meg:

- az anyagbeszállítást biztosító rendszer,
- a járművek kirakodását végző anyagmozgató rendszerek,
- az alap-, a segéd- és az üzemanyag raktári rendszerek,
- a termelő részlegek anyagmozgató és raktározási rendszerei,
- a munkahelyek kiszolgálási rendszerei,
- a termelő részlegek közötti, illetve a gyártó részlegek és a raktárak közötti anyagáramlást biztosító rendszerek,
- a késztermék raktározási rendszer,
- a késztermék kiszállító járművek megrakását végző anyagmozgató rendszerek,
- a késztermék kiszállítási rendszer,
- a hulladékkezelés (gyűjtő és újrahasznosítás) anyagmozgató rendszere.

A fejlesztés irányulhat a meglévő rendszer korszerűsítésére (pl. szűk keresztmetszetének feloldására, az átfutási idők csökkentésére, a szolgáltatási színvonal növelésére) és új rendszer létrehozására.

### 3.35 A logisztikai tevékenységek mutatószám rendszere

Logisztikai folyamatok mennyiségi és minőségi szempontú jellemzésére alkalmas információs rendszer kialakítása során lehetőség nyílik a rendszer szűk vagy bő keresztmetszetének feltárására, a folyamatok optimalására és az erőforrások optimális elosztására, valamint az ide vonatkozó tervek kidolgozásának támogatására (MOLNÁR, 2000).

A logisztikai teljesítmények költségeinek összetevői:

- a vállalat saját logisztikai rendszerén belül a teljesítmények létrehozásában közreműködő technikai eszközök üzemeltetési költségei, a munkabér és járulékai, valamint az irányítás költségei,
- a külső logisztikai szolgáltatóknak kifizetett költségek.

A teljesítményelemzés történhet:

- a mindenkori terv-, illetve tényszámok összehasonlításával, az eltérések okainak elemzésével,
- a feltárt költségadatokat feldolgozásával, mutatószámok képzésével elsősorban a vezetői döntések előkészítéséhez és a logisztikai költségvetés elkészítéséhez.

A logisztikai rendszerek összetettsége és a logisztikai teljesítményekkel szemben támasztott magas igények szükségessé teszik a célirányos tervezés, az irányítás, az ellenőrzés és a logisztikán belüli részterületek koordinációját. E tevékenységek célja, hogy a gazdaságosságot folyamatosan ellenőrizze a költségek és a teljesítmény előirányzott és teljesített eredményeinek összehasonlításán keresztül, valamint a döntésekhez szükséges információkat megszerezze, szelektálja és előkészítse (DEMETER, 2002; KNOLL, 2000;).

A költségek és a teljesítmények átfogó számítása és a logisztikai mutatószámok rendszere mind hozzásegít, hogy a logisztikai történésekről a lehető legfrissebb képet kapjuk. Vizsgálni kell még a költségek és teljesítmények közötti ok-okozati összefüggésekre. Ez utóbbi előfeltétele, hogy pontosan meghatározzuk a teljesítmény vonatkoztatott nagyságát és az alapul szolgáló input/output kapcsolatokat.

A logisztikai költségek és teljesítmények adataiból képzett mutatószámok értékeinek értelmezése és elemzése csak a logisztika szerkezetének ismeretében lehetséges, amelyek:

- a teljesítendő feladatok nagyságára (a teljesítmény nagyságára és szerkezetére),
- a feladatot ellátók számára és kapacitására (különös tekintettel a munkatársak számára és a tárgyi eszközök kapacitására),
- a vizsgált időszakra eső költségekre vonatkoznak.

A rendelkezésre álló adatokból, segítségül a logisztika irányításához különböző mutatószámokat lehet levezetni:

- a produktivitás mutatószámai, melyek a munkatársak és az üzem műszaki berendezéseinek termelékenységét mutatják,
- a gazdaságosság mutatószámai, amelyek az egyes meghatározott logisztikai költségek bizonyos teljesítményegységekhez fűződő viszonyát vizsgálják,
- a minőség mutatószámai, a célok teljesítésének a mértékét segítenek megítélni.

A logisztikai mutatószámok rendszere nagyon összetett és sokrétű, cél:

- a logisztika fő céljai közötti konfliktusok optimális rendezése,
- a logisztika céljainak és felelősségi köreinek egyértelmű leírása,
- az eltérések, lehetőségek és kockázatok korai felismerése,
- a gyenge pontoknak és azok okainak szisztematikus felkutatása,
- következtetés a racionalizálás lehetőségeire,
- a logisztika és egyes területei eredményeinek egyértelmű mérése,
- a logisztika munkatársainak teljesítmény szerinti értékelése,
- folyamatos segítség a logisztika rutinfeladatainak végzésében.

A logisztika 4 különböző területének termelékenységi, gazdaságossági, és minőségi mutatószámait a 3. mellékletben foglaltam össze.

Az ügyfelek logisztikai teljesítményeket igényelnek, ami pénzbe kerül és forrásokat köt le. A logisztikus feladata tehát, hogy alacsony költség szint mellett optimális, az ügyfelek igényeit kielégítő logisztikai teljesítményt állítsanak elő. Az alkalmazott logisztikai eljárások szintjét mutatószámokkal mérjük, melyeket egyrészt egy korábbi időszakban mért hasonló mutatókkal, másrészt a tervszámokból képzett mutatókkal hasonlítunk össze. Megfelelő költség számítások alapján a logisztikai költségeket is kellő pontossággal meg lehet határozni. Azt a kérdést azonban, hogy mennyire bizonyul jónak a logisztika, a megelőző időszakhoz, illetve a tervhez való hasonlításon túl akkor tisztázhatjuk, ha más vállalatok ugyanilyen mutatóival is összevetjük. Ha a saját logisztikai teljesítmény magasabb költségek mellett rosszabb, sürgős segítségre van szükség. Ha a saját logisztikai teljesítményünk jobb, mint egy hasonló más cégé és még a költségek is alacsonyabbak, akkor meg kell határozni azokat a területeket, ahol még vannak javítási lehetőségek.

Két fontos dolgot kell szem előtt tartani:

- a logisztikai teljesítmény sok tényezőtől függ, ezért egyetlen mutatóval nem lehet kellően jellemezni. Szükség van egy viszonylag kevés, maximum 7–9 mutatóból álló rendszerre, amelyet táblázatban összefoglalva vezetői információs táblának is szoktak nevezni;
- szükség van egy (vagy több) olyan másik vállalatra, akinek a logisztikai teljesítményével valóban össze lehet vetni a mutatókat.

### 3.4 LOGISZTIKAI SZEMLELETŰ FAANYAGÁRAMLÁS ELEMZÉSÉNEK EREDMÉNYEI

A fahasználati munkák – a tervezéstől a végrehajtáson keresztül az ellenőrzéseken át – valamennyi elemét a rendszerszemléletben történő gazdálkodás jellemezte és jellemzi, de csak fejlett információáramlási rendszerekkel kiegészülve maradhat versenyképes ágazati tevékenység.

Logisztikai szemléletben a fahasználat egészének optimumára törekedve kell kezelni az egyes al- és részrendszereket: folyamat-, berendezés- és információs-rendszereket.

Napjainkban a munka tárgyának a helyváltoztatását eredményező műveletek összességét, a félkész- vagy késztermék értékesítő szállításával együtt, és a hozzájuk szorosan kapcsolódó információáramlással közös komplex rendszert nevezünk anyagmozgatásnak. Nem úgy, mint e szemléletváltást megelőző időkben, mikor két külön kategóriaként a közlekedés, illetve a szállítás erősen elvált az üzemi ún. belső anyagmozgatástól.

RUMPF (2001) ezen megállapításokat az alábbiak szerint fogalmazta meg:

„Az anyagmozgatás a termelési és a forgalmi folyamatok szerves részeként magában foglalja

- az anyagok üzemen belüli, üzemek közötti, üzemek és fogyasztók közötti áramlását, az integrált szállítási láncok kialakítását;
- a tárolási és rakodási feladatok ellátását, valamint
- a raktározást, a csomagolást, amelyek az anyagok mozgatásának racionális megoldását elősegítik;
- és mindezek technikáját, technológiáját, szervezését, valamint információs rendszerét.

Az anyagmozgatás tartalmazza a rakodási munkát, amely a korszerű szállítási megoldások (pl. egységakománnyok, konténerizáció) alkalmazásával része a szállításnak, és eszköze az integrált szállítási láncok elterjesztésének.”

#### 3.4.1 Fahasználati anyagáramlási rendszerek

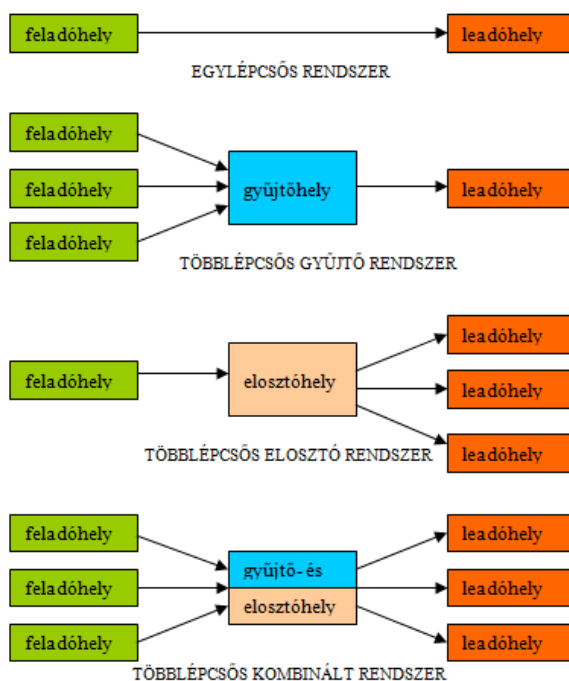
A fahasználat során – általános értelemben véve – anyagok áramlanak meghatározott pontok (fel- és leadóhelyek, azaz források és nyelők) között. Térbeli struktúrájuk csomópontokból (kitermelő helyek, tárolóelemek, gyűjtő, elosztó, csomagoló központok) és a csomópontokat összekötő élek halmazából álló gráfokkal ábrázolható. Az élek a csomópontok közötti kapcsolatokat jellemzik.

Az anyagmozgatási rendszerek a feladóhelyek és fogadóhelyek számának aránya szerint tehát lehetnek:

- Gyűjtő rendszer: több feladóhelyről beérkező anyagáramot gyűjt és egy leadóhelyre továbbít; mint pl. egy erőművet kiszolgáló, faaprítékot előállító telephely.
- Elosztó rendszer: egy helyről érkező anyagáramot több leadóhely irányába szétosztva továbbít. Az erdei felső felkészítő-helyek többsége ilyen
- Osztályozó rendszer: az előző két rendszer kombinációjaként gyűjtő és elosztó feladatokat is ellát. Az erdőgazdaságoknál kialakítandó logisztikai bázisok, centrumok ezt a funkciót töltik be.

A faanyagmozgatás struktúrái (10. ábra) komplexen szemléltetik, hogy a fahasználatok során az anyag-, termék-továbbítás milyen rendszerben történhet.

10. ábra: A faanyagmozgatás lehetséges struktúrái



SAJÁT ÖSSZEÁLLÍTÁS; FORRÁS: PREZENSZKI, 2000.

Egyes szerzők (KRAMPE 1991; PFOHL 1990) – kicsit más rendszerezői szemléletben – azokat a rendszereket tekintik kombinálnak, ahol egyaránt lehetőség nyílik egylépcsős vagy töblépcsős anyagáramlás biztosítására.

Az egylépcsős (közvetlen kapcsolatú) rendszerek nagy előnye, hogy nem szakad meg az anyagáram, ezért nem kell egyéb folyamatokat (átrakás, tárolás, csomagolás) beiktatni. Az ilyen formában történő faanyagmozgatás csak az esetek nagyon kevés százalékában valósul meg. Esetleg a lakossági vágástéri hulladékhasznosítás sorolható ide, ami tudjuk, napjainkban már egyre kevésbé fordul elő.

A töblépcsős (közvetett kapcsolatú) rendszerek esetében az anyagáram egy vagy több helyen megszakad, ezek a helyek gyűjtési vagy elosztási funkciót töltenek be. A szakadási pontokon további feladatok (tárolás, rakodás, osztályozás, rendelés-összeállítás) megoldása válhat szükségessé. A fahasználati munkák általában ilyen anyagmozgatási rendszerben zajlanak. A szakadási helyek a rakodók, felkészítőhelyek, fűrésztelepek, -üzemek, melyek gyűjtő, elosztó, vagy osztályozó funkciót látnak el.

### 3.41.1 A faanyagszállítás

Az erdészeti faanyagmozgatásban kiemelkedő jelentőségű, és a termelési folyamat költségeit alapvetően meghatározó szállítási feladatok és azok megoldásai, az erdőgazdálkodás mindenkori aktuális kérdései között – hangsúlyosan – szerepeltek.

A magyar nemzetgazdaság, de a nemzetközi kereskedelem is az áruszállítási feladatok sikeresebb megoldásainak özönével kísérte meg a munkamegosztásból származó előnyök érvényesítését, a szállítási többletköltségek csökkentése révén.



A fahasználat során végzett szállítási feladatokat rendkívül jól jellemzik az egyes áruszállítási struktúrák, azonban fontos megemlíteni, hogy ezeknek a rendszereknek a felvázolásában a fahasználati anyagmozgatás egyes műveletei: az előközelítési, közelítési, illetve kiszállítási és szállítási feladatok (3.2 fejezet, 2. táblázata) nem minden esetben választhatók szét.

A szállítás megvalósulhat *saját célra, saját járművel*, de ez csak akkor gazdaságos, ha:

- a szállítások szorosan kapcsolódnak a technológiai folyamatokhoz;
- a szállított áruk különleges sajátosságai miatt speciális járművek alkalmazására van szükség;
- az azonos jellegű szállítási feladatok rendszeresen, nagy gyakorisággal ismétlődnek;
- a saját járműpark gazdaságosan üzemeltethető (KRAMPE-LUCKE, 1993);
- a szállítási feladatok megoldása stratégiai jelentőségű.

A leírt feltételek is vezethettek ahhoz, hogy napjaink faanyagszállításaira már nem jellemző a leírt szállítási forma, hiszen a szállítás a fahasználatok során a már leírt magas arányú vállalkozói bevonással történik. Nagy szerepe van az *áru fuvarozásnak*, mely díjazás ellenében mások részére végzett áruszállítás. E tevékenységet végző vállalat, társaság, vállalkozás vagy magánszemély a fuvarozó. A megbízót fuvaroztatónak nevezzük, a fuvarozott árut pedig küldeménynek (SZEGEDI-PREZENSZKI, 2005).

Használatos a *közhasználatú fuvarozó* megnevezés is, amely társaság iparszerűen folytat fuvarozási tevékenységet, és szolgáltatásait bárki, meghatározott díjszabás ellenében igénybe veheti (PREZENSZKI, 1999); ahogyan pl. a GYSEV vagonjai, vagy a MAHART uszályai igénybe vehetőek faanyagszállítás céljából.

Az áruszállítások gyakori esete, amikor a fuvarozó és fuvaroztató közötti kapcsolatot a *szállítmányozó* (speditőr) teremti meg. A szállítmányozó feladata, hogy más árujának fogadóhoz történő eljuttatását, általában más szállítóeszközének igénybevételével, térítés ellenében megszervezze (TÍMÁR, 1994).

Az erdőgazdaságok többsége – amelyek éves viszonylatban akár százezer m<sup>3</sup> faanyagot is vasúton továbbítanak – szállítási feladataikat speditőr vállalatok bevonásával oldják meg. A szállítmányozó vállalat, mint közvetítő bevonása egyrészt kényszer, másrészt egy nagyon jó lehetőség. Előfordul, hogy a faanyag megrendelője, vevője olyan speciális kialakítású (rakoncájú) kocsikba kéri a faanyagot (1. kép), amellyel a Real Cargo Hungaria (a MÁV Cargo utódja) nem, viszont a speditőr vállalat (MavSped, RabelSped) rendelkezik, és ilyenkor a vevői igények kielégítése miatt szükséges a szállítmányozó megbízása.

### 1. kép: Különleges kialakítású vasúti kocsik



FORRÁS: LIPÁK, 2009.



Abban az esetben, ha az erdőgazdaság likviditási gondokkal küzd, és folyószámla-hitelből nem tudja finanszírozni a szállítás ellenértékét, egy jó lehetőség a speditőr által biztosított 30–45 napi fizetési haladék. A taktikai szempontok mellett kényelmi megfontolás is lehet a speditőr megbízása, hiszen ő áll üzleti kapcsolatban a szállítóval és a felmerülő problémák, esetleg peres ügyek megoldása nem az erdőgazdaságot terheli. A szállítványozó cég bevonása – annak ellenére, hogy speditóri járulék merül fel (közel 3000,- Ft/vagon) – költségmegtakarítás szempontjából is előnyös lehet, mert az erdőgazdaság nem kell, hogy a szállítás-szervezői feladatok ellátására humán erőforrást biztosítson, másrészt a speditőr vállalatok – kedvező alkupozíciójukból adódóan (akár tízszerese is lehet az éves szállítási forgalmuk, mint egy erdőgazdaságnak) – alacsonyabb fuvardíjakat és kedvezményeket tudnak kialakítani.

Az, hogy a faanyag szállítása – az előzőekben részletezett lehetőségek közül – milyen formában valósul meg, azt az alábbi tényezők is befolyásolják:

- a szállítási idő, amely több részidőből tevődhet össze (pl. rendelés-feldolgozás, kommissiózás, előkészítés, rakodás és a tényleges szállítási idő);
- a szolgáltatás megbízhatósága, amely annak a valószínűségét fejezi ki, hogy a szállítási szolgáltatás milyen mértékben tartja be a szerződés szerinti megállapodásokat;
- a szolgáltatás rugalmassága, amely egyben a vevői igényekhez való alkalmazkodás mértéke;
- a szolgáltatás minősége, a megrendelői igények kielégítésének pontossága.

A *faanyagszállítás* legfontosabb jellemzői (PANKOTAI–HERPAY, 1965):

- viszonylag kis értékű terméket kell (10–15.000,- Ft/m<sup>3</sup>);
- nagy tömegben;
- viszonylag nagy távolságra mozgatni (30–100 km);
- ingajárat-szerűen;
- a visszafelé megtett úton rendszerint hasznos teher nélkül;
- a kezdő szakaszon gyakran kedvezőtlen útviszonyok között;
- s mindezek miatt drágán.

A faanyagszállítás a teljes termelési költség 50 – 60%-át teszi ki.

Az áruszállítási rendszereket vizsgálva, az erdészeti, fahasználati szállítási feladatok és megoldások esetén az alábbi jellemző változatokat különíthetjük el.

### **Közúti áruszállítás**

A hazai faanyagmozgatásban a közúti áruszállítás a legjelentősebb, a szállítójárművek jellemzője pedig, hogy rakoncás felépítménnyel szerelt raktérrel rendelkeznek.

A faanyagmozgatás közúti áruszállító járművei lehetnek:

- *Közúti tehergépkocsik*: tengelyelrendezésüket tekintve általában két- vagy háromtengelyesek. Pótkocsit a háromtengelyes (két hajtott tengely) változat mögé szokás kapcsolni.
- A részben terepi és részben a közúti viszonyokhoz kialakított *erdészeti terepjáró tehergépkocsik* leginkább igazodnak az erdészeti utakhoz és munkákhoz. Közel 10-12 t teherbírással, háromtengelyes összkerék meghajtással, megerősített alvázzal, rakoncás felépítménnyel rendelkeznek. Gyakran hidraulikus daruval felszerelték a fülke mögött, ha nem pótkocsival üzemelnek. A pótkocsis változatok esetében a rakfelület végén található a daru (HORVÁTH–JUHÁSZ, 1999).

- A *speciális hosszúfás szerelvény* gépes kocsija két- vagy háromtengelyes nyerges vontató, amelynek zsámolya fölött rönkök rögzítésére alkalmas rakoncák helyezkednek el. Kialakításukat tekintve lehetnek egyszerű (gerendely nélküli) és fejlettebb (hidraulikusan állítható gerendely-hossz) változatai is. A vontatott elem üresmenetben a nyeregre terhelhető fel egyes megoldásoknál.
- *Tehergépkocsi kormányzott utánfutóval*.
- *Traktor-pótkocsi szállítószerelvények*, amelyek univerzális traktorból és a faanyag szállítására átalakított pótkocsiból állnak. A szállítószerelvényeket gyakran hidraulikus daruval is felszerelik, így műszaki kivitelüket tekintve teljesen megegyeznek a közelítésre ill. kiszállításra használt kihordó szerelvényekkel.

A valamikor általánosan jellemző, saját tehergépkocsikkal végzett faanyagszállítás mellett a VOLÁN Trösztől megrendelt szállítókapacitás jelentett kiegészítő megoldást. Napjainkban szinte általánossá vált a fuvarozó vállalkozókkal történő szállítás, de több erdészeti zrt. megtartott egy-néhány tehergépkocsit – mint stratégiai gépparkot – hogy az igényesebb megrendelőknek a szállítási fegyelem biztosítható legyen. Különösen a saját szállítójárművek esetében fontos az optimális teherbírású gépkocsik beszerzése, melyek segítségével biztosítható a jellemző szállítási feladatok legkisebb költséggel történő megoldása.

Ezért – megfelelő összefüggések alapján – meg kell határozni az olyan tengely-elrendezést, amely az adott nagyobb teherbírású gépkocsik alkalmazása esetén sem eredményezi a pályaszerkezet tervezett élettartamánál korábbi tönkremenetelét.

Ha a szállítási távolság, a raksúly, a rakodási teljesítmény és az útépítés költsége optimális összhangban van, akkor a gazdaságos szállítás érdekében még három szempontot figyelembe kell venni:

- az időkihasználás fokozása (több műszak, nyújtott műszak stb);
- a veszteségidők csökkentése;
- a megfelelő pályaviszonyok biztosítása, jól ütemezett karbantartási és felújítási stratégiák kidolgozásával (KOSZTKA, 1985)

Jelenlegi körülményeink között, az erdészeti szállításban alkalmazott, jellemzően 8 – 12 t körüli teherbírású gépkocsik fajlagos szállítási költsége ( $K$ ; Ft/m<sup>3</sup>) jó közelítéssel a következő képlet szerint határozható meg (JUNG, 2008), ingajarat esetében:

$$K = 50 \cdot s + 700$$

Ahol  $s$  (km) a szállítási távolság a termelő/eladó rakodója és az átvevő telephelye között; 50 a fajlagos szállítási költség (Ft/m<sup>3</sup>km) a 700 pedig az egy fel- és egy leterhelés együttes költsége (Ft/m<sup>3</sup>). Egyszerű számítás eredményeként is megállapítható, hogy már például 50 km-es távolság is kb. 3.200 Ft-tal növeli meg a fakitermelés járulékokkal növelt, körülbelül 3.000 – 5.000 Ft/m<sup>3</sup>-es termelési költségét. Egy távolság felett tehát az alacsonyabb áron értékesíthető választékok már veszteséget termelnének. Ezért kaptak korábban is szerepet a vasúti vagy vízi szállítással kombinált megoldások.

Ennek ellenére, a további felkészítés eredményeként termelőddé értékesebb választékok gyakran kamionokkal kerülnek ki Nyugat-Európába is. Ennek oka az, hogy a nagyobb tengelysúlyú (11,5 t) gépjárműszerelvényekkel történő szállítás kisebb fajlagos költséget biztosít, valamint a kis tételként kommissiózott anyag szétterítése is rugalmasabban oldható meg, mint a vasúti szállítás esetében (LUTZE – SCHÄFER, 2003).

A fentiekben láthattuk a rakodások jelentős költségnövelő hatását. Ezért világszerte sok újszerű megoldással kísérelték meg – többnyire sikerrel – a rakodások számának csökkentését, és a rakodás teljesítményének növelését. Ezáltal a szállítás produktív időaránya és teljesítménye is fokozható volt.

Egyszerű szervezési intézkedések is segíthetnek a rakodási költségek csökkentésében:

- a többszakaszos, több járművet igénylő anyagmozgatás összevonása egy jármű feladatának;
- a sorbanállás, várakozások idejének csökkentése, a sorbanállási elmélet segítségével összehangolt rakodógép – tehergépkocsi darabszám értékekkel;
- a gépkocsik egyenletesen eltolt ütemű kezdeti beérkeztetése a rakodóra;
- fel- és leterhelés helyett átterhelés alkalmazása egyik járműről a másikra, a járművek egyeztetett, egyidejű beérkeztetésével.

Fenti esetekben hazánkban is nagy szerepe lehetne a digitális térképekre és a GPS – GIS térinformatikai lehetőségekre épülő helymeghatározásnak. Az informatika fejlődésével lehetőség nyílik a számítógépes hálózat, az e-mail vagy a mobil telefonos kapcsolat megteremtésére az egyes anyagmozgató részlegek között (WALTER – CARSSON, 1998).

Látványosabb eredményekre vezetnek azonban azok a műszaki eszközök és megoldások, amelyek – a szervezési intézkedések mellett – alapvetően a konténerizáció mint kombinált áruszállítási lehetőség és az egység rakomány-képzés előnyeit aknázzák ki, különböző színvonalon és hatékonysággal (DÜRRSTEIN, 2001):

- egység rakatok kialakítása és továbbmozgatása a szállítás végéig;
- „vékonyfá”-ból képzett kötegek és azok szállítása (2. a. kép);
- a termékek raklapokra helyezése és így történő mozgatása;
- MULTILIFT-rendszerű konténerek alkalmazása (2. b. kép);
- Big-Bag-rendszerű, „zsákolt” megoldás alkalmazása aprítékszállításra (2. c. kép);
- általános konténerek alkalmazása;
- cserélhető tehergépkocsi-plató, rakoncákkal (2. d. kép);
- többlet pótkocsi helyszínen tartása, felterhelése a tehergépkocsi távollétében.

## 2. képek: Különleges közúti faanyag szállítási megoldások

a)



b)



c)



d)



FORRÁS: KRETZER, 2009.

## Vasúti áruszállítás

Az erdészeti faanyagszállítás első, korszerűen gépesített megoldásai a keskeny-nyomtávú erdei vasutak voltak. Napjainkban ezek szállításban betöltött szerepe csökkent, az erdőterületek utakkal történő feltárásának eredményeként. A mai, közel 100 km összhosszúságú hálózat zömében közforgalmú, normál nyomtávú vasútvonalhoz csatlakozik, és itt történik a távolsági szállításra kerülő faanyag átrakása. A vasúti szállítás a vasúttársaságok gépparkjára és infrastruktúrájára építve valósítható meg (GYÖRFI, 1971; HORVÁTH, 2003; PALLOS, 1975).

A faanyag vasúton történő szállítása – természetes okokból – napjainkban már nagyrészt csak tehergépkocsi szállítással kombinálva történhet. A jelentősen kisebb fajlagos szállítási költség miatt a vasút versenyképesebb a tehergépkocsi szállításhoz, viszont a rakodások számának növekedését eredményezi. Egy fel- és leterhelés (vagy jobb esetben egy átterhelés) növeli meg a költségeket, ha a fogadó vagy feladó fél iparvágánnyal rendelkezik. Ellenkező esetben, ha rá- és elszállítás is szükséges, kétszeres rakodási többletköltséggel számolhatunk. A rakodási többletköltségeket kell fedezni az olcsóbb szállításhoz vezető megtakarításnak (HERPAY–RUMPF, 1980; LAYKAUF, 1956).

Az aktuális vasúti fajlagos szállítási költségeket (Ft/tkm) egybevetve a tehergépkocsi szállítás fajlagos költségével, és a rakodások összes költségét is figyelembe véve, egyszerűen számítható egy gazdaságossági határtávolság, minden szállítási kombinációra, mely alatt a közvetlen tehergépkocsi szállítás, felette pedig a vasúti szállítással kombinált megoldások a kedvezőbbek. Korábbi számítások a rá- és elszállítást igénylő kombinációra 60 – 80 km-nél adták ezt a határtávolságot; s a csupán rászállítást igénylő változatnál pedig 40 – 50 km között alakult; különböző típusú és teherbírású gépkocsikkal és vasúti járművekkel modellezve a költségeket (HERPAY –RUMPF, 1980; WILLMANN, 2005).

Napjainkban – az erdőművek tűzifával, nagyobb távolságról is történő ellátási kényszere miatt – a PANNONPOVER esetében a gyakorlati szakemberek Baranya és Somogy térségében kb. 60 km felett oldják meg a feladatot kombinált áruszállítási rendszerrel; a Kazincbarcikai Erőmű ellátásánál viszont közel 80 km jelenti a gazdaságossági határtávolságot. Az eltérő értékek a különböző térségi tarifákkal, valamint a hosszabb időre és nagy mennyiségek leszállítására szerződő felek sikeres vagy kevésbé sikeres alkupoziójával magyarázhatók (JUNG, 2008).

## Vízi áruszállítás

Hazánkban a vízi áruszállítás nagyobb folyóinkon, főként a Dunán a MAHART eszközparkjával valósulhat meg. Erdemben csak a nagyobb folyókhoz területileg kapcsolódó erdőgazdaságok tudják igénybe venni (HORVÁTH, 2003). A hazai faanyagszállításban az elmúlt évtizedekben csak a Szigetköz és Gemenc térsége könyvelhetett el eredményeket, elsősorban tömegtermékek nagy távolságba történő szállítása terén. Egyszerű vízparti uszályrakodók és a magas szinten gépesített folyami rakodótelep (Baján) szolgálták a faanyag berakodását. Így például nagy mennyiségű papírfát vízi úton szállítottak exportra az egykori Jugoszlávia cellulózzáráiba. Ennek az utóbbi feladatnak a megszűntével és a Szigetközben történt folyami változásokkal kapcsolatban azonban ezeken a területeken is – az 1990-es évektől – jelentősen visszaesett a faanyag vízi szállítási feladata. A magyarországi folyami hajózás nehézségei és korlátai, valamint az exportra kerülő faanyag célállomásainak földrajzi elhelyezkedése miatt sem fog a vízi faanyagszállítás aránya a jövőben ugrásszerűen növekedni.



## Légi áruszállítás

Repülőgéppel történő faanyagszállításról külföldön sem beszélhetünk, de a „ballonos” kiszállítás, és főleg a napjainkban egyre elterjedtebben alkalmazott helikopteres rövidtávú (1 – 4 km-es anyagmozgatás (közelítés, kiszállítás) említést érdemel.

Svájcban napjainkban már 10% feletti a helikopteres közelítés részaránya.

Hazánkban Kántor János vállalkozó készített elő egy helikopteres közelítést a Sas-hegy meredek lejtőin pusztuló feketefenyves állomány környezetkímélő letermelésére. Az Erdőhasználati Tanszék szakirodalmi segítségnyújtása biztató eredményeket vetített előre, de végül a kísérlet meghiúsult (LUKÁČ, 1996).

## Vezetékes áruszállítás

Örményországban a hetvenes évek elején – egy nagyteljesítményű forgácslapgyár alapanyag-ellátására – a feltáratlan hegyvidék fakitermeléseiben termelt erdei aprítékot (a hegyi patakok vizével kevert zagyként) 20-60 km-es távolságból, csővezetéseken keresztül, gravitációs úton juttatták az üzembe (KÁRPÁTI, 1978).

A szombathelyi forgácslapgyár alapanyag-ellátásának előkészítése során, a MORBARK típusú aprítógépek üzembe helyezésekor is felmerült egy ilyen, túlnyomásos rendszer kiépítése, de gazdaságossági okokból nem került rá sor (RUMPF, 1975).

Lényegében vezetékes anyagmozgatás – egyébként a fahasználatok során – a meredek területeken kitermelt faanyag közelítése, különböző típusú csúszdás berendezések alkalmazásával, de ezeket csak a teljesség kedvéért említem, hiszen szállítási feladatok megoldására nem alkalmasak.

### A faanyag-szállítási lehetőségek rendszerezése

A 4. melléklet táblázataiban mutatom be a különböző szállítási módokra jellemző járműveket, eszközöket, berendezéseket. Összefoglalásra kerültek a műszaki paraméterek, változatok és az alkalmazásuk lehetőségei (STAMPFER, 2007). A fahasználat terén szállítással foglalkozó szakemberek gép- és eszközberuházásai során úgy vélem a gyűjtemény hathatós segítséget nyújthat.

A különböző áruszállítási módokat rendszereztem, jellemeztem a 8.; 9.; 10. táblázatokban, kiemelve azok fahasználati jelentőségét:

**8. táblázat: Hagyományos áruszállítás a fahasználatban**

		EGYTAGÚ	TÖBBTAGÚ
<b>J</b>	<b>F</b>		
<b>E</b>	<b>A</b>	-Kizárólag közúti áruszállítók alkalmazásával	-Közúti oda- és elszállítással további szállítási rendszerek is bevonhatók
<b>L</b>	<b>H</b>		
<b>E</b>	<b>A</b>	-Rövidebb távolság (~60-80 km) esetén gazdaságos	-Az előnyös vasúti áruszállítás iparvágányok nélkül is alkalmazható
<b>N</b>	<b>S</b>		
<b>T</b>	<b>Z</b>		
<b>Ő</b>	<b>N</b>	-Pl. a lakossági tűzifa ellátásban jelentős	-A le- és felrakodás helyett átterhelések alkalmazásával
<b>S</b>	<b>Á</b>		
<b>É</b>	<b>L</b>	-Jelenleg a legelterjedtebb faanyag-szállítási mód	-Nagyobb távolságra olcsóbb megoldás
<b>G</b>	<b>A</b>		
<b>E</b>	<b>T</b>		
	<b>B</b>	-Célszerű intézkedésekkel gazdaságosabbá tehető	
<b>A</b>	<b>A</b>		
	<b>N</b>		

SAJÁT ÖSSZEÁLLÍTÁS, 2010.

9. táblázat: Hagyományos áruszállítás változatai a fahasználásban

	KÖZÚTI	VASÚTI	VÍZI	LÉGI	VEZETÉKES
J E L E N T Ö N S Á É L G A E T B A A N	-Optimális teherbírású járművekkel	-A vasúttársaságok és spedítőrök infrastruktúrájával	-Nagyobb folyók mentén	-Áruszállításra <b>nem</b> alkalmazható	-Áruszállításra <b>nem</b> alkalmazható
	-Megfelelő útviszonyok esetén	-Iparvágány, rakodó hiányában közúti szállítással	-Főként a Dunán, a MAHART eszközeivel	-Közelítés, kiszállítás során	(csúszdás közelítés)
	-Praktikus megoldásokkal (pl. csereplató)	-Átterhelések alkalmazásával	-Uszályrakodó alkalmazásával	elképzhető (helikopteres, hőlégballonos) változatok	
	<b>-Leggyakoribb megoldás</b>	- Közel 60-80 km gazdaságossági határtávolság felett, <b>jelentős</b>	-Tömegtermékek (pl. rakalap) távoli szállítása		
		-Erőművi, tűzifa ill. apríték ellátásban	-Csekély a fahasználati jelentősége		

SAJÁT ÖSSZEÁLLÍTÁS, 2010.

10. táblázat: Kombinált áruszállítás a faanyagszállításban

	KÖZÚTI-VASÚTI		KÖZÚTI-VÍZI VASÚTI-VÍZI	KONTÉNERES
	SZŰKEN ÉRTELMEZETT HUCKEPACK	BIMODÁLIS		
J E L E N T Ö N S Á É L G A E T B A A N	-A nagy holtteher, és a pálya tengelyterhelhetősége kisebb árutömeget enged	-A különleges jároszerkezet miatt jelenleg nagytömegű áruk szállítására <b>nem alkalmas</b>	-Jelenleg <b>nincs</b>	-A faapríték termelés és szállítás során jelentős
	-Nagy beruházási költségű		-Továbbfeldolgozásból származó termékek szállítására elképzhető	-MULTILIFT rendszer alkalmazásával hatékonyabbá tehető
	- <b>Nincs</b> számottevő jelentősége			
	-Apríték-szállításban elképzhető			

SAJÁT ÖSSZEÁLLÍTÁS, 2010.

Szakterületünkön – az általános megállapításoknak megfelelően – elsősorban a közvetlen, tehergépkocsival történő faanyagszállításnak, valamint a vasúti szállítással kombinált szállításnak van szerepe; utóbbinak egy bizonyos, jól meghatározható szállítási távolság felett. Az anyagmozgatási szakaszok számának csökkentése, a rakodások-átrakások kiküszöbölése, a konténerizáció szakmai megoldásainak szélesebb körű alkalmazása segíthet a szállítások gazdaságosságának növelésében is. A kombinált megoldások (pl. a szűken értelmezett „hucke-pack”, bimodális, „Big Bag”) alkalmazását, jelen fejlettségi szinten, egyelőre esetleg a faapríték-szállításban tudom elképzelni.



### 3.41.2 Rakodás, rakományképzés, tárolás

A fahasználati anyagmozgatási feladatok jelentős részét képezik a rakodási, rakományképzési, tárolási munkaműveletek.

*Faanyag-rakodási feladatok:*

- Felterhelés (kézi; állati; vagy gépi pl. csörlős, markolós daru)
- Leterhelés (u.a. eszközök, mint a felterhelések alkalmával, vagy különleges megoldások, pl. letolás (3. kép))
- Átterhelés (többnyire daruval)
- Felkészítőhelyi anyagrendezés (többnyire kézi; de lehet gépi is pl. traktorra szerelt KCR daruval: „csipkedő”)

#### 3. kép: Faanyag „leterhelés” (letolás)



FORRÁS: GÓLYA J., 2009.

#### 4. kép: Faanyag átterhelés



FORRÁS: HORVÁTH A. FOTÓ, 2010. (ZIRC)

*Rakodóeszközök szerint megkülönböztetünk (GÓLYA, 2009):*

- Kézi rakodást (energiaigényes és rámpák szükségesek);
- Csörlős rakodást (min. 3 fő munkás szükséges, felcsörlőzés és lecsúsztatás történik lehajtott rakoncákon);
- Darus rakodást:
  - Saját daruval:
    - Sarangolt választékokat (igazgatás szükséges);
    - Hosszú választékokat (hosszúfa markoló kell),
  - Önálló rakodógéppel:
    - Járműdaruval (traktorra v. használt tehergépkocsira szerelve);
    - Önjáró rakodógéppel (osztályozó rakodás lehetősége);
    - Homlokmarkolóval (osztályozó rakodás lehetősége);
    - Targoncával:
      - ◆ Homlokvillás (alsó kettős villa + felső félmarkoló);
      - ◆ Oldalvillás (fűrészáru rakodásához);
    - Portáldaruval (bakdaruval) (feldolgozó üzemekben v. alsó felkészítő telepeken történő rakodáshoz.).

*Rakományképzés:*

Közelítés során tehermenetben a rakodóra vitt faanyagot „csomagot”; vagy a szállítási egységet nevezzük rakománynak. A rakományképzés jelentősége a fahasználatban, hogy az anyagmozgatás során érvényesül a tömeg-darab (darab-tömeg) törvény. A rakodási, mozgatási vagy akár a tárolási feladatok egyszerűsítése céljából a faanyagból képezhető bizonyos szempont(ok) szerint, egységes rakomány:

- Egységgrakat: rövid választékból a vágásterületen képzett rakomány (5. a. kép)
- Egységgrakomány: pl. vékonyfa kötegek (5. b. kép); rakodólapos, kalodázott (5. c. kép) vagy zsákolt áruk (5. d. kép)

### 5. kép: Faanyag-rakományképzés



SAJÁT FOTÓK, 2008. (ÓFEHÉRTŐ)

#### Tárolás:

A 4.11 fejezetben, az ausztriai kutatás ismertetése során részletesen kitérek a faanyagtárolás funkciójára, annak módjaira, lehetőségeire. A disszertáció összeállításakor úgy véltem, tematikailag a faanyag nedvességtartalmával nagyon szorosan összefügg a tárolás, ezért ott ismertetem.

#### A rakodási és tárolási költségek terén elérhető megtakarítások

A fahasználati logisztikai rendszerek „végállomásai” általában a nagy faanyag-igényű faipari vagy energia-termelő egységek.

Az ésszerűsítésekkel itt elérhető megtakarítások, amelyek a rendszer egészére, vagy a fogadóhely gazdaságosságára gyakorolnak pozitív hatást, a következők:

- a gépkocsik várakozásának, valamint a faanyag leterhelési-átvételi idejének csökkentése;
- a készletezett (pl. rönktéri) faanyag mennyiségének csökkentése.

#### Az átfutási idő csökkentésének lehetőségei:

A *sorbanállási idő csökkentése*, a korszerű informatikai eszközök alkalmazásával érhető el – ahogy már bemutattam a korábbiakban.

Főleg a szállítások esetében gyakran jelentkező „vis major” események (forgalmi akadályok, időjárás anomáliák stb.) nem teszik lehetővé a „just in time” tökéletes megvalósítását. A nagy forgalmú telephelyeken a várakozási idő teljesen nem küszöbölhető ki, azonban csökkenthető: a sorbanállási modellekkel számítható átlagos beérkezést (tehergépkocsi/óra) biztosító szerződések megkötésével, a többé-kevésbé egyenletes, ütemes beérkezést garantáló, operatív egyeztetésekkel (RUMPF, 2009).

A leterhelés időszükséglete műszaki megoldásokkal csökkenthető, pl. portáldaru (bakdaru) beállításával, a tehergépkocsi saját darujával történő leterhelés helyett.

A hosszadalmas *hagyományos faanyag-átvétel korszerűsítésével* viszont jelentősen csökkenthető a tehergépkocsik várakozási ideje. Szélső esetben ez az idő gyakorlatilag a zérushoz közelíthet, ha például az információ-hordozó lapkákkal (chipekkel) ellátott rönkök beérkeztetése egy elektronikus érzékelő-kerettel ellátott kapun át történik. Itt, az áthaladás ideje alatt automatikusan megtörténik a faanyag számbavétele, és ez alapján a gépkocsi is a megfelelő leterhelési helyre irányítható.

Az így elérhető éves megtakarítás ( $H_{\delta}$ ; Ft/év) az előző esetekre egyszerűen és együtt számítható:

$$H_{\delta} = V_i * \dot{A}_i * N$$

$V_i$ : egy tehergépkocsi várakozási idejének átlagos csökkenése (óra/db)

$\dot{A}_i$ : a tehergépkocsi állásidejének óraköltsége

(amortizáció + bér és járulékai + elmaradó haszon) (Ft/óra)

$N$ : a tehergépkocsik éves beérkezésének száma (db/év)

Egy pl, évi 30.000 m<sup>3</sup>-t feldolgozó faipari üzembe 10 m<sup>3</sup> hasznos teherbírású gépkocsikkal történik a faanyag beszállítása. Évi 240 munkanappal számolva ez naponta átlagosan 125 m<sup>3</sup> faanyag, vagyis 12 – 13 gépkocsi beérkezését jelenti. Óránként tehát 1 – 2 gépkocsi beérkezése várható, de esetenként, véletlenszerűen 3 – 4 gépkocsi is befuthat.

Az átlagos leterhelési-átvételi idő – hagyományos módon – ma kb. 30 perc/tgk. Ez az idő – a fentebb javasolt korszerűsítésekkel – legalább 20 perccel csökkenthető lenne.

Az éves megtakarítási lehetőség – közelítően – tehát:

$$H_{\delta} = 0,333 * 8.000 * 3.000 = 8.000.000,- \text{ Ft/év lenne, vagyis:}$$

$$8.000.000,- \text{ Ft/ } 30.000 \text{ m}^3 = \mathbf{267,- \text{ Ft/m}^3 \text{ megtakarítás m}^3\text{-enként.}}$$

Hasonló kérdést vizsgáló osztrák tanulmány 0,75 Euro (kb. 210,- Ft) megtakarítási lehetőséget mutatott ki, 28 tonna teherbírású gépkocsik esetére. (STAMPFER ET AL., 2004)

#### A készletezett faanyag mennyiségének csökkentési lehetőségei:

A folyamatos üzemű termelőegységek a termelés alapanyag-ellátásának biztonsága miatt, valamint a váratlanul jelentkező vevői igények gyors kiszolgálásának biztosítására jelentős, néha túlzott mennyiségű anyagot tárolnak a telephelyükön. Ez a tény a forgóeszközök felesleges mértékű lekötését, s az ezzel kapcsolatos plusz költségek kialakulását eredményezi; de a faanyag minőségi romlása is értékcsökkentő hatású lehet a hosszas tárolás esetében.

Az ezen a területen is elérhető megtakarításokat ismét egy egyszerű, de gyakorlatias példával kívánom érzékeltetni az 5. melléklet 1. táblázatában összefoglalt értékekkel.

A táblázatban egy, évi 30.000 m<sup>3</sup> kapacitású fűrészüzem rönktéri készletének alakulása függvényében mutatom be a forgóeszköz-lekötés költségeit, valamint a rendszeres beszállítás esetén elégséges, kisebb készletek mellett elérhető megtakarításokat; eltérő kamat %-ok esetében. A fűrészrönkök átlagára a napjainkra jellemző 20.000,- Ft/m<sup>3</sup> értékkel szerepel a számításokban.

Az 5. melléklet 1. táblázatából látható, a készletcsökkentéssel elérhető megtakarítás is jelentős lehet tehát, (40,- illetve 120,- Ft/m<sup>3</sup>-enként); amit még növelhet, ha figyelembe vesszük a kisebb készlet kisebb terület-igényét, s a készlet kezelésének (manipulálásának) kisebb költségeit a rönktéren, valamint a – rövidebb átfutási idő miatt – csökkenő minőségromlást. A már előbb idézett ausztriai kutatások átlagosan 0,22 – 0,33 Euro/m<sup>3</sup> megtakarítást mutattak ki ezen a területen; (azaz kb. 60,- – 90,- Ft/m<sup>3</sup>-t); 77,60 Euro/m<sup>3</sup> ausztriai átlagos rönkár mellett. (STAMPFER ET AL., 2004)

Habár a felépített számításmenetből kikövetkeztethető, hogy a fajlagos (a köbméterenkénti) megtakarítás független a fűrészüzem éves kapacitásától, azért – ellenőrzésként – elvégeztem a 10.000 m<sup>3</sup>/év kapacitású fűrészüzem esetére is a hasonló számítást, és – a kerekítésekéből származó kisebb eltérésektől eltekintve – természetesen hasonló értékeket kaptam, (38,- – 115,- Ft/m<sup>3</sup> szélső értékekkel). A rövidebb tárolási idő miatt a várható minőségromlás, és az ebből származó veszteség is csökken. Ennek jelentős hatását csupán egy ausztriai példán keresztül tudom érzékeltetni (5. melléklet 2. táblázatából), de figyelembevétele Hazánkban is javasolható.

Amennyiben az „átfutási idő” alatt a fa döntésétől az üzemekben történő felvágásig, az aprítás kezdetéig terjedő időszakot értjük; valamint az 5% feletti károsodásból eredő veszteségeket számítjuk; akkor, ha az átfutási időt 7 hétről 4 hétre sikerül csökkenteni, a minőségromlásból eredő veszteség 1,14 Euróval lesz kisebb m<sup>3</sup>-enként – fűrészrönk esetében. (Ez 320,- Ft/m<sup>3</sup>-t jelent, lucfenyő kékülését elemezve. Hasonló feltételek mellett a papírfánál ez a csökkenés csupán 0,35 Euro/ m<sup>3</sup> volt.) Hazánkban inkább a bükk fülledésének veszélye serkenthet rövidebb átfutási idő biztosítására – a logisztikai rendszerek segítségével.

**Amennyiben csupán a fogadóhelyeken, a jól működő logisztikai rendszereknek köszönhetően elérhető átlagos megtakarításokat összegezzük, akkor is tekintélyes összeghez juthatunk m<sup>3</sup>-enként: 350 – 800 Ft/m<sup>3</sup> megtakarítással.** Már ez az összeg bőven fedezné a teljes logisztikai rendszer átfogó elektronikus adatáramlását biztosító beruházásokat az összes partnernél; melynek fajlagos költségét közép-európai feltételek mellett 1 Euro/m<sup>3</sup>-re becsülhető. (BODELSCHWINGH-BAUER, 2003).

### 3.42 A faanyagmozgatás logisztikai infrastruktúrája

A *pálya*, amely lehet út, vasút, víz, amelyen; vagy levegő, csővezeték, amelyben az áru továbbítása történik. Egyes esetekben a természet adta lehetőségeket használjuk ki (pl. vízi rönkúsztatás, csúszdás közelítés), más esetben nagy ráfordításokkal történik a pálya megépítése (vasút, közút).

Az erdészeti utak teherbírásának figyelembevétele mellett nem szabad megfeledkezni a közutak terhelhetőségéről, mely körülményt ugyanúgy vizsgálni kellene a szállító járművek megválasztása és a pálya kialakítás során.

A *járművek* a szállítás tárgyát foglalják magukban a helyváltoztatás időtartama alatt. Egyes járművekbe a vonóerőt kifejtő egység is beépített (tehergépkocsik, hajók), más esetekben (uszályok, vasúti szerelvények) külön vontató egység (vontató hajó, mozdony) fejt ki a vonóerőt.

Az *állomások, terminálok, feladóhelyek* teszik lehetővé, hogy az áru a járműbe vagy onnan ki, vagy egyikből át a másikba kerüljön.

A *raktárak* az elosztási folyamatot megvalósító szállítási rendszerekben töltenek be gyűjtő, készletező, rendszerező stb. funkciókat. A fahasználati munka egyediségéből, az áruk méretéből és tulajdonságaiból adódóan faanyag raktározásról nem beszélhetünk, hanem tárolásról, melyet az előző, illetve a 4.12 alfejezetekben részletesen kifejtek.

Raktározási folyamatok, a szó általános értelmében véve, esetleg az apríték-hasznosítás során fordulhatnak elő; ha a megfelelő nedvességtartalmat elért faanyag minőségi romlása következne be, vagy visszanedvesedne – szabadlevegőn történő tárolás esetén.

Tipikus zárt raktárrendszerek kialakítására az elsődleges és másodlagos faipari termékek esetén lehet szükség, a bútorgyártás és értékesítés során pedig elengedhetetlen.

Az *irányítási rendszerek* a járművek, járműszerelvények mozgásának tervezett megvalósítását segítik elő. Meghatározó szerepük van a gyorsaság, a megbízhatóság, a pontosság szempontjából.



### 3.43 A fahasználati logisztika informatikai rendszere

A hazai erdőgazdasági gépesítés a nyolcvanas évektől a kilencvenes évekig válságon ment át. A gépberuházások leálltak, a gépfejlesztés, gépgyártás működésképtelenné vált, a gépüzemfenntartási háttér pedig nagyjából felszámolódott. A fahasználat feladatai is a már meglévő gépekre épülve oldották meg, hozzájárulva azok elhasználódásához (HORVÁTH, 1999). Kettős helyzetet teremtett a – rendszerváltás időszakára tehető – vállalkozói szféra megjelenése a fakitermelés, és főként a faanyagszállítás terén. Egyrészt a kiöregedett és sok esetben nem megfelelő műszaki színvonalú, „levetett” erdőgazdasági és mezőgazdasági gépek használata lett a jellemző; másrészt viszont egyes tehetősebb vállalkozók olyan korszerű, fejlett gépparkkal rendelkeztek (rendelkeznek), ami erdőgazdasági oldalról is irigylésre méltó.

A fahasználati technikák, technológiák mellett Európában az informatika is robbanásszerűen fejlődött. A merőben új gépkonstrukciók szinte kikényszerítették a munkák fejlett hardver és szoftver támogatottságát, amelyek jó alapot szolgáltathatnak az egyes területek logisztikai fejlesztéséhez.

Napjainkban már a fahasználati folyamatok optimalizálására is fejlett hardver és szoftver háttér áll rendelkezésre, ilyenek:

- az elektronikus mérőeszközök (pl. CODIMEX-E digitális bluetooth faátlaló, álló ill. fekvőfa felvételező programmal: 6. a. kép);
- az erdészeti PDA (Personal Digital Assistant) és Rfid (Radio-Frequency identification) íróval és olvasóval, a rádiófrekvenciás rönkazonosításhoz (6. b. kép);
- nagyfelbontású kamerák használata az intelligens képfeldolgozáson alapuló sarangfelmérésre (6. d. kép);
- a SONIM erdészeti mobiltelefonok (6. c. kép) és rajtuk futtatható alkalmazások: rönkköböző, rönkátvevő, becselő és fűrészüzemi készletkezelő;
- az erdészeti tábla PC-k (pl. Algiz mérőcsalád);
- a digitalizált térképrendszer, pl. DigiTerra, kiegészítve akár az integrált erdészeti termelésirányítási rendszerekkel (DigiTerra EIR);
- a fahasználati tervező, optimalizáló és ellenőrző programok (pl. DASA4 bucking and control system: 6. e. kép);
- GPS/GIS helymeghatározó -, mobil térképező rendszerek stb.

#### 6. képek: Korszerű fahasználati logisztikai eszközök



FORRÁS: PÁSZTORI, 2010. ÉS [WWW.ATLALO.HU](http://WWW.ATLALO.HU)

### 3.44 Lehetséges logisztikai rendszerek általában

A 4.1 fejezetben ismertetésre kerülő külföldi példák jó segítséget jelentenek, útmutatóak lehetnek számunkra is, de rendkívül fontos, hogy a hazai viszonyok (erdőállomány, termőhely, feltártság stb.), a gazdasági, technikai, technológiai paraméterek egészen mások, ezért nem lehet teljes mértékben rájuk hagyatkozni és hivatkozni, de a logisztika bevezetésének jelentőségét igazolják.

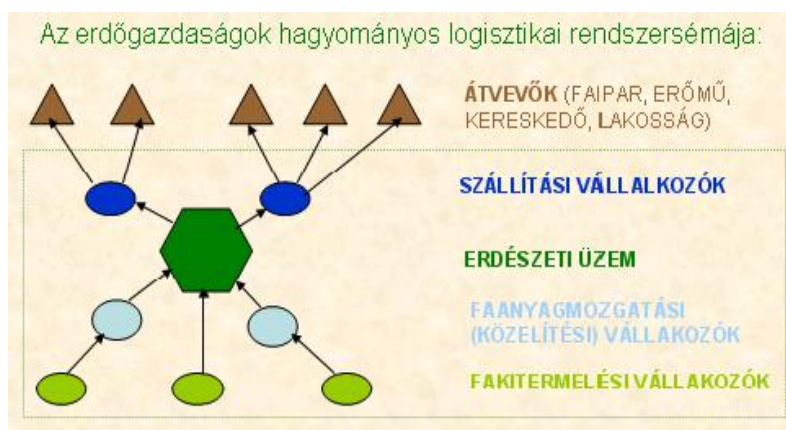
Ahogy arra a disszertáció már eddigi fejezeteiben is többször utaltam:

*Egységes, általános logisztikai megoldás ugyanis nincs és nem is alakítható ki, csak elemeiben!*

Úgy vélem, rendszersémák kialakítása viszont szükséges, hogy az egyes részterületek anyag- és információáramlási tervezési folyamataihoz, jól alkalmazható hasznos alapot adjanak.

A hagyományos értelemben vett erdőgazdálkodási logisztika alapszemszerét szemlélteti a 11. ábra, ahol az „erdészeti üzem” elnevezésű piktogram az igazgatási és információáramlási központot is jelöli.

**11. ábra: Fahasználati logisztikai rendszerséma I.**



SAJÁT ÖSSZEÁLLÍTÁS, 2006.

Az erdőgazdálkodásban megjelenő és napjainkra már a 40%-os részarányt is meghaladó magánerdő-tulajdonosok bevonását lehetővé tevő rendszert (12. ábra) szintén igyekeztem kialakítani.

**12. ábra: Fahasználati logisztikai rendszerséma II.**



SAJÁT ÖSSZEÁLLÍTÁS, 2006.



A Nyugat- és Észak-Európában jól bevált rendszerek (JACKE – WILWERDING 2003) hazai bevezetése is megfontolandó, különösen a nagy tömegű faanyagot felhasználó erőművek és faipari nagyüzemek (farost- és forgácslap-gyárak) alapanyag ellátásának ésszerűsítése céljából (13. ábra).

### 13. ábra: Fahasználati logisztikai rendszerséma III.



SAJÁT ÖSSZEÁLLÍTÁS, 2006.

A fentiekben bemutatott rendszerek kialakításához számos feltételre lenne szükség:

- Fakereskedelmi és faipari logisztikai rendszerekhez történő kompatibilitás.
- Együttműködő hálózat megszervezése.
- Tartós, működőképes, fejleszhető információs rendszer kialakítása.
- Fizikai anyagáramlás rendszerének megszervezése.
- Szükséges infrastruktúra (utak, feltáróhálózatok) és eszközrendszer megteremtése (digitalizált térképek, műholdas navigációs -, mobil térképező rendszer).
- A műveletek koncentrációja (átrakodások csökkentése).
- Konténerizáció bevezetése (egységgratok).
- Egységes számbavételezés.
- Korrekt, egységes szerződések kialakítása.
- Logisztikai szakember alkalmazása az erőgazdaságokban.
- A magánerdő-tulajdonosokat segítő szakszemélyzet logisztikai képzése.

A logisztikai rendszersémák mellett igyekeztem egy általános fahasználati anyag- és információáramlásokat felvázoló (6. melléklet) táblázatot is készíteni. A logisztikai váz kialakítását próbáltam úgy megoldani, hogy az anyag- és információáramlásokat időben egymást követve, illetve egymással párhuzamosan tüntessem fel, ahogyan azok a gyakorlatban megvalósulhatnak, valamint ehhez kapcsolódóan megfogalmaztam néhány racionalizálási lehetőséget (7. melléklet). A bemutatott rendszer hiányossága, – amit ábrázolás technikailag sem lehetett volna látványosan kivitelezni – hogy nem mutatja, nem építi be a fafeldolgozó üzemek vélt igényeit, illetve a csatlakozó üzemágak, ágazatok beépülési helyeit; habár az értelmezés során s a váz egyes pontjain a háttérben világosan feltételezzük meglétüket. A logisztikai lánc, a kis fűrészüzemek, tűzifa-feldolgozók és vásárlók viszonylatában kibővítésre szorul a gyakorlatban történő adaptálás során, mivel ezek beépítése erősen igényli a helyi adottságok ismeretét. Egyelőre tehát, csupán egy kiindulási alapot jelenthet a rendszerséma, melyet továbbdolgozva, kibővítve elérhető a kifogásolhatatlan változat. Konkrét gyakorlati megvalósítások során egyébként is a helyi adottságoknak megfelelően kell alakítani, változtatni; speciális (egyedi) eseteket, eseményeket beépíteni.

## 4. A FAHASZNÁLATI LOGISZTIKA KUTATÁSA SORÁN ELÉRT EREDMÉNYEK

Dolgozatomban már többször, több fejezetben megemlítettem, de itt kell a leginkább kihangsúlyoznom, hogy a fahasználat területén sem hazánkban, sem pedig külföldön nem történt meg egy komplex, egységes, hosszabb távon sikeresen működő logisztikai rendszer kialakítása; de az egyes részterületeken jelentős racionalizálások történtek, ezáltal költségcsökkentések, vagy árbevétel növelések voltak realizálhatóak.

### 4.1 KÜLFÖLDI KUTATÁSOK, FEJLESZTÉSEK VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI

Napjaink nyugat- és észak-európai erdészeti szakirodalma a folyamatoptimalizálásokra, logisztika fejlesztésekre és magas értékkihozatal elérésére fektet nagy hangsúlyt.

Céljaik elérésére három nagy területre koncentrálnak kutatásaikban:

- Szervezési, rendszerszemléleti kérdések;
- Műszaki-technikai fejlesztési lehetőségek;
- Egyéb, ökonómiai kérdések.

Dolgozatom témája szempontjából a szervezési, rendszerszemléleti kérdések kutatásai terén elért eredményekre koncentrálnak vizsgálom az európai eredményeket, projekteket.

Általánosságban megállapítható, hogy valamennyi termelési folyamatban – melyek többnyire a legújabb technikával, technológiával ellátottak – alapvetően a tervezési, szervezési feladatok megoldásaira összpontosítanak. A különböző eljárások súlyponti kérdései mindig a szervezési elméletekhez kapcsolódnak.

A bemutatásra kerülő Nyugat-, illetve Észak-Európában működő erdőgazdasági logisztikai rendszerek közül néhány még az ún. bevezetési stádiumban van, tehát a működésével kapcsolatos hibák, hiányosságok még nem minden esetben feltártak és megoldottak. Skandináviában viszont, a rendszer már a „funkcionális” stádiumba ért, tehát többszöri visszacsatolással ellenőrzött és kipróbált.

Természetesen az alábbiakban ismertetett nyugat- és észak-európai példák nem adaptálhatóak „egy az egyben”, hiszen mind a műszaki, gépesítési, infrastrukturális hátterük, mind az erdőállományaik, állományviszonyaik sok esetben jelentősen eltérnek a magyarországitól.

Arról nem is beszélve, hogy a nemzeti attitűdök között is jelentős különbségeket tapasztalhatunk. Hazánkban sajnos hiányzik az emberekből a feltétel nélküli bizalom, az üzleti életben a korrekt viselkedés, a szavahihetőség.

Ezen megfontolások következtében tehát a felvázolt logisztikai rendszerek jó kiindulási alapot jelenthetnek, de csak ötleteket adhatnak a hazai rendszerek kialakításához.

#### 4.1.1 Ausztriai logisztikai rendszerek

Disszertációm elkészítése során, már a kezdetektől fogva sok segítséget kaptam a bécsi társintézetben dolgozó kollégáktól. Első megbeszélésünkre 2005-ben került sor, ahol az ausztriai erdészeti logisztikai rendszerek addigi eredményeiről számoltak be az elméleti és gyakorlati szakemberek. Akkor kaptam biztatást Anton Trzesniowski és Hubert Dürrstein professzoroktól, hogy megkezdett munkámhoz mindig megadják a szükséges támogatást. Az azt követő években, a Sopronban tartott vendégelőadásai során, amikor a logisztikával kapcsolatos legújabb eredményeiket ismertették, a megfelelő szakirodalommal és tanácsaikkal segítették munkámat.

Dürrstein professzor úr egyébként – szervezésünkben – a Veszprémi Akadémiai Bizottság erdészeti szakemberei részére is tartott a fenti témakörben előadást Sárváron.

#### 4.11.1 Karintiai logisztikai projekt

Két és fél évvel ezelőtt mentorommal, dr. Rumpf Jánossal már részleteiben is tanulmányozhattam egy logisztikai projekt terepi munkáit Dél-Ausztria Karintia tartományában. Az Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) terepi munkája során számos alkalommal betekintést nyerhettem a vizsgálatok elméleti és gyakorlati hátterébe. Később Bécsben, az egyetemen a kiértékelések elvégzésének figyelemmel kísérése nyújtott sokrétű szakmai tapasztaltszerzésre lehetőséget.

Doktori munkám során jelentős mértékben vettem figyelembe az ausztriai tapasztalatokat, ezért a következőkben röviden bemutatom az ottani viszonyokat és a logisztikai lehetőségeket a fahasználatban, valamint az említett projekt eredményeit.

Az osztrák kollégák kutatása a 2000-ben indult pályázat „Fenntartható fejlődés” című programsor „Jövő üzemei alprogram” keretében zajlott. A jövőorientált projekt vizsgálta az innovatív technológiai, technikai fejlesztési lehetőségek mellett a logisztika rendszerteremtő funkcióját is, számos elismert kutatóegység bevonásával. A résztvevők törekedtek arra, hogy munkájuk és eredményeik, amennyiben az lehetséges, nemzetközi együttműködések kialakítására is szolgáljanak. A fenntartható fejlődés egyik alappillére a megújuló energiaforrásokkal történő szakszerű gazdálkodás, ezáltal kaphatott helyet a programban a „Faanyagellátás – Logisztika – Fűrészüzemek” elnevezésű, az alábbiakban röviden bemutatott kutatás.

Közel 30 héten keresztül vizsgálták a termelési lánc résztvevőit (erdőgazdaság, fakitermelési vállalkozók, szállítási vállalatok, fűrészüzemek) és a folyamatokat (fakitermelési, anyagmozgatási, informatikai), feltárva a logisztikával elérhető racionalizálási, illetve megtakarítási lehetőségeket. További lehetőségként foglalkoztak a környezetszennyezés mérséklésével és a munkahelyteremtés kérdésével.

Ausztria a legtöbb erdővel borított közép-európai országok egyike, erdősültsége meghaladja a 47%-ot, és ez folyamatosan növekszik. Az éves növedéknek pedig csak a 60%-át termelik ki és hasznosítják. A szomszéd országban gazdálkodó kollégáink úgy vélik, ennek ökonómiai és ökológiai káros hatásai is érezhetőek. Nem sikerül a faanyagban rejlő gazdasági potenciált maximálisan kihasználniuk, és az elöregedő faállományok teret adnak a különböző gombák, kártevő rovarok elszaporodásának. A *magánerdő-tulajdonosok* (alpesi kisbirtokosok) aránya magas, erdőterületeik nagysága többnyire 200 ha alatti, gazdálkodásuk pedig főleg csak a saját szükségleteik kielégítésére terjed ki; egyszerű eszközökkel, gépekkel dolgoznak. Hiányzik az integrált irányítás, szervezés és a tevékenységük ellenőrzése. Az állami erdők részaránya alacsony (14%) és a legkedvezőtlenebb adottságú (pl. nagyon meredek) területeken található. Az *áruszállítást végzők* általában mikro- és kisvállalkozók, akiknek munkája nem egy kézben összpontosul; adathálózatba integrálásuk nehézkes, és gyakran az ehhez szükséges informatikai felszereltségük is hiányos. Magasak a szállítási költségek, amely a szállítójárművek alacsony terhelhetőségével, a nehéz terepviszonyokkal és a sok „bolyongási idővel” magyarázható. A *fűrészüzemek*, fűrésztelepek kiemelkedő funkciót töltenek be, akár a munkahelyteremtés, akár a faanyag-hasznosítás szempontjából. Magas beruházási és működési költségük teljes kihasználást követel, fejlesztésük – nemzeti vagy nemzetközi – támogatással elengedhetetlen.

Összehasonlítva a németországi, skandináv, vagy észak-amerikai versenytársakkal, hátrányként említendő, hogy alacsony szinten van az infrastruktúrájuk és kapacitásuk, nehezen megvalósítható a mobilizáció, fejletlen az információáramlás.

A kutatást végző szakemberek úgy vélték, megfelelő intézkedések nélkül az osztrák faipar az elkövetkező néhány évben elveszítheti piaci részesedését az európai versenyben. A következmények: üzemek bezárása, kapacitáscsökkentés, munkahelymegszűnések, különösen az elmaradottabb területeken. A faállományok környezetvédelmi és „kulturális” szerepe is veszélybe kerülhet. Az előregedő, beteg erdők nemcsak bevételkiesést jelenthetnek, hanem védelmi (talaj, víz, éghajlat) és közjóléti feladatok betöltésére is képtelenek.

A projekt résztvevői több munkacsoportban dolgozva alakították ki a koncepcióikat, melyet az előkészítő „meetingek” alkalmával megbeszéltek, egyeztettek és így született meg az újszerű szemléletet hordozó rendszer az un. SCNEU (Supply Chain NEU).

A „SCNEU” alapvető céljai:

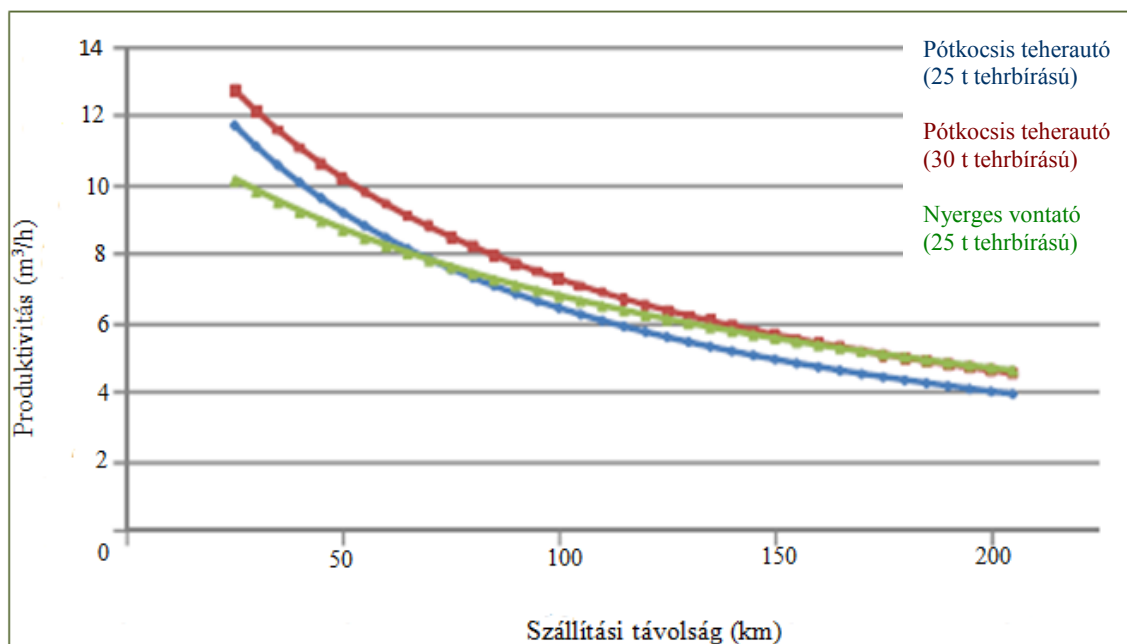
- Meg kell fogalmazni a régi és a tervezett ellátási lánc különbségeit!
- Vizsgálni kell, milyen lehetőség van a folyamatoptimalizálás kialakítására a projekt időtartama alatt?
- Ha nincs a rendszer szereplőinek megfelelő képzése, továbbképzéseket kell szervezni!
- Meg kell határozni a rendszer infrastrukturális és informatikai szükségletét!
- Fel kell tárni, hogyan és mivel lehet mérni a megtakarítási lehetőségeket és a pozitív hatásokat!
- Kutatni kell, valóban létezik-e CO<sub>2</sub> csökkentő eredménye a rendszernek!
- Ki kell alakítani egy, a fűrészüzemekre alapozott logisztikai rendszermodellt!

A kutatásról készült jelentés (KRETZER ET AL., 2009) részletesen ismerteti az egyes alprogramokat, az adatgyűjtési és adatfeldolgozási módszereket. A meglévő régi (SCALT) termelési lánc optimalizálási lehetőségei; vagy a megvalósítandó új (SCNEU) kidolgozásának leírása és az eredmények, végkövetkeztetések is részletesen olvashatóak a leírásban.

A dolgozatom terjedelmének meghatározottsága miatt csak néhány, logisztikai szempontból lényeges eredményt szeretnék kiemelni.

*Javult a szállítójárművek és a fűrészüzem hatékonysága:*

- A fűrészüzemekbe szállított faanyag érkezési ideje tervezhetővé vált azáltal, hogy egy központi adattárban a fakitermelési és szállítási paraméterek rendelkezésre álltak.
- A szállítógépek kihasználtsága növekedett, mert a területen könnyen közlekedő kisebb teherbírású járművel közbelső rakodóra szállították ki a faanyagot.
- A rakatok felkeresési ideje csökkent a térinformatikai rendszereknek köszönhetően; sőt, a szállítási körzetek tervezése is lehetővé vált, ami tovább mérsékelte az üzemanyag-fogyasztást és az üresjáratot.
- A szállítójárművek fűrészüzemi várakozási idejét 5,5%-kal csökkentették, annak köszönhetően, hogy a szállítójárműről és a rakomány nagyságáról naprakész adatokkal rendelkeztek.
- Megfelelő és optimálisan terhelhető szállítójármű megválasztásával növelhető volt a szállítási teljesítmény, a távolságok függvényében (14. ábra).

**14. ábra: Szállítójárművek szállítási teljesítményének aránya**

FORRÁS: HIRSCH, 2002.

*Ökológiai eredmények:*

- A termelés és szállítás racionalizálásával lerövidült az erdei tárolás időszaka, aminek köszönhetően a faanyag minőségi romlása (pl. bükk esetében fülledés, lucfenyőnél a kékülés); a kórokozók, gombák és rovarok megjelenése nem, vagy jóval kisebb mértékben következett be.
- A szállítójárművek fedélzeti számítógépe segítségével nyomon követhető az üzemanyag-fogyasztás, amitől egyenes arányban függ a CO<sub>2</sub> kibocsátás (2,650 kg/l dízelolaj). Az értéket a szállított volumenek ismeretében fatérfogatra is vonatkoztathatjuk. A kutatás mérései alapján, közbelső rakodóra történő anyagmozgatás csak 2,80 kg/m<sup>3</sup>, míg a közvetlen szállítás 5,55 kg/m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> kibocsátást jelentett az eltérő távolság és útviszonyok miatt.

*Szociális eredmények:*

- A logisztikai rendszer kialakítása során a környezetvédelem mellett fontos szempont volt, hogy valamennyi résztvevő számára elfogadható, optimális változtatások történjenek. Ennek érdekében a projekt céljai közt szerepelt a munkahelyteremtés, az alkalmazottak folyamatos továbbképzése és a bizalomépítő intézkedések meghozatala. Mindezeket megalapozta a részletes munkaköri előírások elkészítése és az abban foglaltak betartatása.

Az előrelátó, körültekintő tervezéshez elengedhetetlen volt, hogy felmérjék egy projekt reális lehetőségeit, a számítható többletkiadások és -bevételek mellett az imponderábilákat is elemzésbe vonva. Több elemzési módszer is létezik, amely ezt a célt szolgálja. Karintiában a SWOT-analízist (strengths, weakness, oportunities, threats) készítették el (8. táblázat). Az elemzés magyarosított elnevezése a GYELV-elemzés (gyengeségek, erősségek, lehetőségek, veszélyek), mely eredményeként egy olyan táblázat készül, ami segíthet a vállalat helyzetének kritikus értékelésében.



## 11. táblázat: A logisztikai fejlesztések SWOT analízise

	ERŐSSÉGEK (Strengths)	GYENGESÉGEK (Weakness)
Belső tényezők	-Hatékony fűrészipari kapacitás -Hatékony termékorientált értékesítési hálózat -Nagy a megújuló energiaforrások iránti kereslet -Jó a partnerek közti kapcsolat -Jól szervezett az átvétel	-Kedvezőtlen földrajzi adottságok -Hiányzik a központi irányítás -Nincs logisztikai rendszer -Alacsony fokon gépesített a fahasználat -A fakitermelések ütemezése nem függ a vásárlói igényektől -Társadalmi, érzelmi fenntartások vannak az új rendszerrel szemben
Külső tényezők		
Lehetőségek (Opportunities)	SO-stratégia	WO-stratégia
-Nagy faanyag kínálat -A faanyag kedvelt alapanyag -Munkaerő rendelkezésre áll -A CO <sub>2</sub> -csökkentés politikai és környezetvédelmi elsőbbséget élvez -Együttműködési készség a rendszerben résztvevők között	-Logisztikai vezetők alkalmazása a szervezetbe -Erdőgazdák alkalmazása -Megfelelő tengelyrendezésű járművek alkalmazása jól kihasznált terhelhetőséggel -Vasúti áruszállítási arány növelése -Egységes faanyag számbavételezés -Új értékesítési lehetőségek kutatása	-Megfelelően informáltság az üzleti partnerek között -Faanyag-átvételi feltételek javítása -Franchise modellek logisztikai partnerekkel -Franchise partner modellek fakitermelőkkel -Stratégiai erdészeti logisztika létrehozása
Veszélyek (Threats)	ST-stratégia	WT-stratégia
-Fakitermelési vállalkozók arányának növekedése -Ávlasztékárak csökkenhetnek, miközben a nyersanyagárak növekedhetnek (politika) -Vasúti szállítás feltételeinek romlása -Elavult kapcsolatok	-Csökkenthetők a szállítási költségeket központi szabályozással -A kormány befolyása erősödhet -Az ausztriai vasúttársaság vizsgálata -Új üzleti modelleket kell alkalmazni	-Nagy hangsúly a jó szervezésen -Értéktérmetés az energetikai célú fa-hasznosítás által -Megújuló energia fellendítése -Magán vasúttársaságok bevonása -Marketing az új üzleti modellekhez

FORRÁS: KRETZER, 2009.

## 4.11.2 „Aprítéklogisztika” Burgenlandban

Ausztriában 2010-re a villamosenergia-termelésben a megújuló energiaforrások aránya el kell, hogy érje a 10%-ot. Úgy vélik, hogy a víz- és szélenergia mellett nagy lehetőségek rejlenek a faapríték ilyen célú hasznosításában. 2007-ben ezt a témát feltáró kutatási munkájukat ismerhettem meg, részletesen.

A kutatás célja volt többek között, a faanyag értékének növelése révén az erdei munka elismertetése (anyagilag és morálisan), valamint a fenntartható és folyamatos nyersanyagellátás biztosítása a biomasszát hasznosító fűtőművek számára.

A cél, elsősorban javítani az erőművi faanyagellátás logisztikai rendszerét:

- Fel kell mérni és kalkulálni a fűtőművek faapríték-vásárlási kapacitását!
- Meg kell teremteni az egyensúlyt a kereslet és kínálat között!
- Vizsgálni kell az apríték minőségével kapcsolatos követelményeket!
- Optimalizálni kell a szállítási rendszereket!
- Kalkulálni kell a tárolási költségeket!
- Számítani kell a különböző szállítási rendszerek költség- és teljesítményviszonyait!
- Meg kell határozni az energetikai faanyag tárolási körülményeinek feltételeit és költségeit!
- Létre kell hozni egy konkrét szállítási ütemtervet a faanyag erőműbe történő érkeztetésére!
- Értékelni kell a szóba jöhető logisztikai megoldásokat!



A kutatás az alábbi részterületekre terjedt ki és összpontosult:

- A faapríték minőségi jellemzői;
- A szállítás;
- A tárolás;
- A fakitermelési munkarendszerek és változatok;
- A rendelkezésre álló informatikai rendszerek;
- Az erőművi faanyagellátás rendszerének optimalizálása.

A vizsgálatok eredményeit röviden foglaltam össze az alábbiakban.

### Minőségi elvárások

A faapríték erőművi használatával szemben támasztott követelményrendszer széleskörű és sokrétű. Az átvételi árat és a kazán működésének hatásfokát is befolyásolhatja a nem megfelelő nedvességtartalom, összetétel, frakciónagyság, vagy az idegenanyag előfordulása. A számos vizsgálat közül csak a legfontosabbak eredményeit mutatom be:

#### *Nedvességtartalom:*

A 12. táblázatban összefoglalva látható, hogy az ausztriai minőségi elvárásoknak megfelelően (M 7133) víztartalom szerint hogyan sorolják osztályokba a faaprítékot.

**12. táblázat: Apríték-osztályok nedvességtartalom szerint**

Osztály	víztartalom (w)	Minősítés
W 20-as apríték	$w \leq 20\%$	légszáraz faapríték
W 30-as apríték	$20\% < w \leq 30\%$	tárolható faapríték
W 35-ös apríték	$30\% < w \leq 35\%$	szárítandó faapríték
W 40-es apríték	$35\% < w \leq 40\%$	nedves apríték
W 50-es apríték	$40\% < w \leq 50\%$	döntés utáni lédús apríték

FORRÁS: STAMPFER, 2007.

A vizsgált területeken átlagosan 30% és 45% között mozgott a faapríték nedvességtartalma. A nagy fűtőművek kazánjai a 40%-os víztartalmú faapríték esetén még optimálisan üzemeltethetőek, tehát nem feltétlenül van szükség a légszáraz állapot elérésére.

Természetesen, mivel a kazánok működésének hatásfoka a víztartalommal fordított arányban van, előnyösebb a szárazabb apríték értékesítése, ami könnyebb ugyan, de magasabb árat fizetnek érte (13. táblázat), ahogy a Bécsi fűtőmű adataiból is látható.

**13. táblázat: Nedvességtartalom szerinti apríték-árkülönbségek**

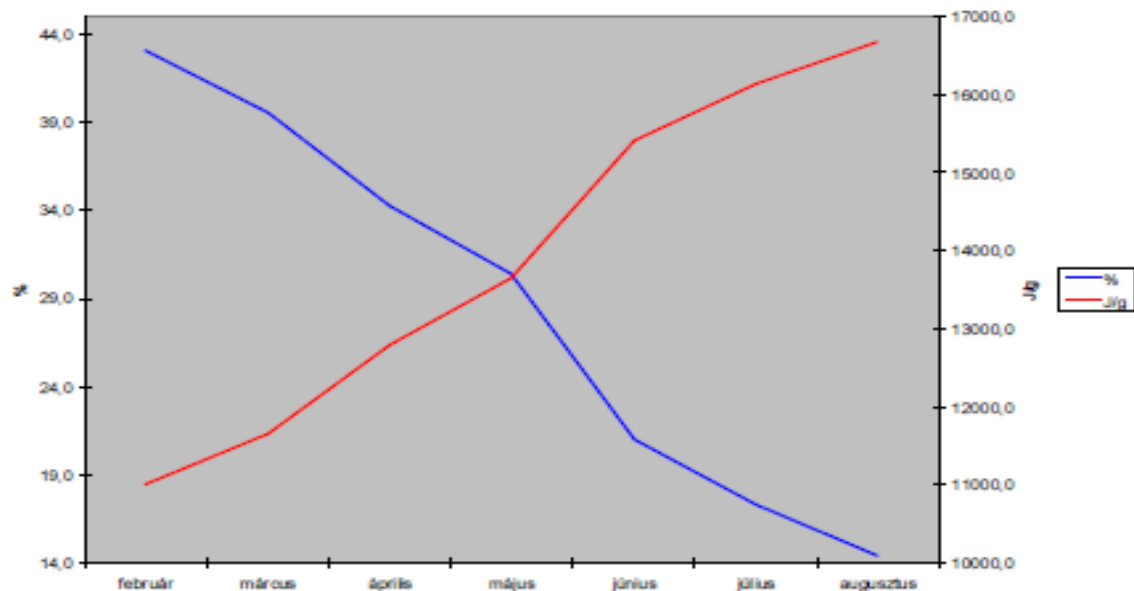
Fafaj	w (%)	Ár (Euro/SRM*)
Lucfenyő	20	12,19
Lucfenyő	50	10,91
Bükk	20	18,03
Bükk	50	15,96

(\*SRM: Schüttraummeter: Aprítás utáni „laza” m<sup>3</sup>)

SAJÁT TÁBLÁZAT; FORRÁS: STEINDL -KÖCK, 2006.

Az ausztriai mérésekkel megegyező évben zajlott magyarországi – hét hónapon keresztül vett mintasorozat alapján végzett – hőtechnikai elemzések eredménye is egyértelműen bizonyítja a fenti állítást, miszerint a tárolt fa nedvességtartalmának csökkenése és hőleadó képessége fordított arányban van (15. ábra).

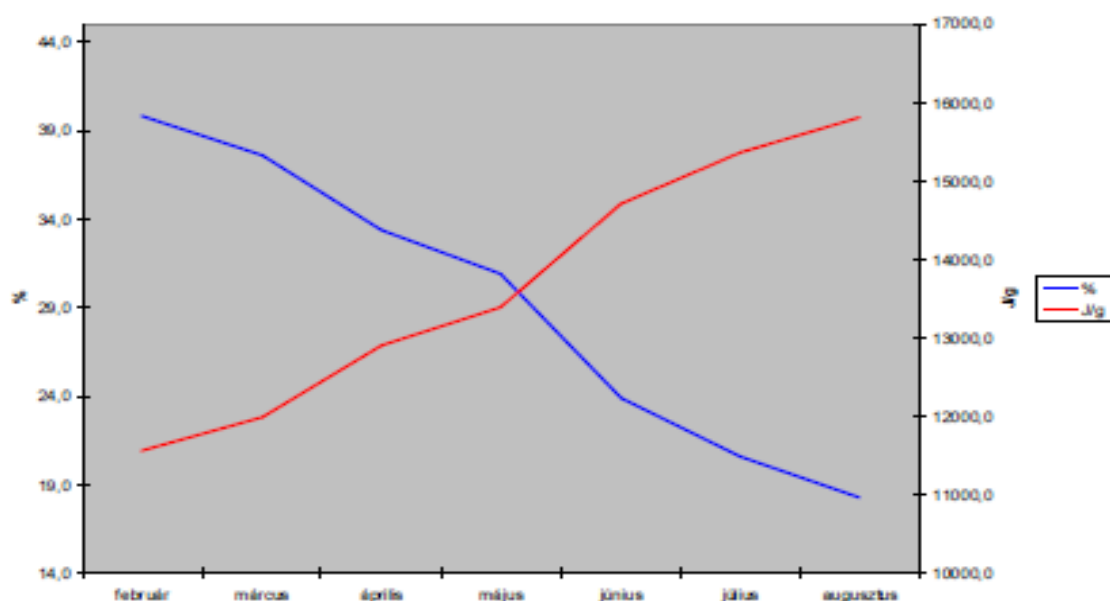
**15. ábra: Bükk apríték nedvességtartalmának és hőértékének aránya**



FORRÁS: JUNG, 2008.

A vizsgált időszakban a bükk fafajon kívül kitermelésre és készletezésre került kocsánytalan tölgy, cser és gyertyán tűzifa. A keményfára vonatkozó átlagszámítással mutatható ki az egyes nedvesség %-hoz rendelhető fűtőérték, amely – a rendelkezésre álló mintasorozat eredményeit felhasználó – egy, a térségre jellemző ábrában (16. ábra) foglalható össze.

**16. ábra: Keményfa apríték nedvességtartalom és fűtőérték aránya**



FORRÁS: JUNG, 2008.

Tekintettel arra, hogy a nagyüzemi (hőerőműi) felhasználás esetében a faanyag beszállítása primer formában történik, majd a helyszínen zajlik az aprítás és a közvetlen beadagolás, csak természetes úton történő nedvességtartalom csökkenéssel számolhatunk. Magyarországi kutatás további eredményeivel (JUNG, 2008) összevetve a bécsi méréseket megállapítható, hogy a nedvességtartalom szerinti fűtőérték-változás arányai szinte megegyeznek.

Az EGERERDŐ területén a térségre jellemző mérései eredményeit felhasználva, keményfára (KTT, Cs, B, Gy) mutatta ki JUNG (2008) az egyes nedvesség %-hoz rendelhető fűtőértékeket, s az összefüggést képlettel is kifejezte.

A laboratóriumi mért adatok átlagértékeiből számított alapfüggvény helyett ( $y_1$ ) a lineáris egyenlet ( $y_2$ ) használatát javasolja a számított hibaszázalékok alapján,

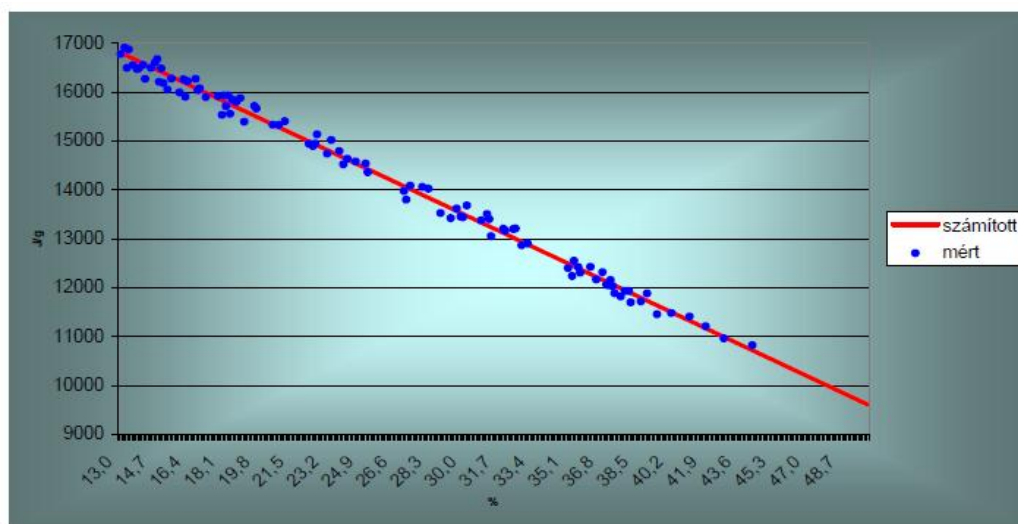
$$\text{vagyis az } y_1 = 0,0015x^2 - 195,187x + 19364,050 \text{ helyett}$$

$$\text{az } y_2 = 19363,056 - 195,106x \text{ egyenletet;}$$

ahol  $x$  = fanedvesség %-ban, az  $y$  = fűtőérték J/g-ban.

A fenti módszerrel elvégezhető a fafajonkénti függvény-meghatározás is, melynek segítségével könnyen számítható a fűtőérték (17. ábra).

**17. ábra: Apríték fűtőértékének változása a faanyag nedvességtartalmának (%) függvényében**



FORRÁS: JUNG, 2008.

*Szemcseméret:*

Az apríték szemcsék mérete (átmérő, felület, homogenitás) alapján három osztályba sorolható a faanyag (14. táblázat).

**14. táblázat: Apríték osztályok szemcseméret alapján**

	Szemcse- átmérő (mm)	Felület (cm <sup>2</sup> )	Homogenitás
Finom (G 30)	30	3	85 mm vagy annál nagyobb több mint 4%-ban
Közepes (G 50)	50	5	120 mm vagy annál nagyobb több mint 4%-ban
Durva (G 100)	100	10	250 mm vagy annál nagyobb több mint 4%-ban

SAJÁT TÁBLÁZAT, FORRÁS: STEINDL - KÖCK, 2006.

A Bécsben vizsgált tizenkét legnagyobb hőtermelő létesítmény esetében mindhárom faapríték frakció előfordult. A vizsgálatok kimutatták, az apríték összetételétől nem függ jelentősebben az energetikai hatékonyság. Egyedül a kiskapacitású kazánok esetében volt némi kimutatható összefüggés: a finom apríték alkalmazása előnyösebbnek volt mondható.

#### *Sűrűség:*

Biomasszát hasznosító fűtőművek alapanyag-ellátása többnyire fafajtól független. Mivel a fafajok hőenergia leadása-eltérő, ezért az átvételi ár kalkulálásánál játszhat szerepet a sűrűségük (15. táblázat).

**15. táblázat: Apríték-osztályok a sűrűség függvényében**

	Sűrűség ( $\rho$ ; kg/ü <sup>m</sup> ³)	Fafajok
Kis sűrűségű (S 160)	$\rho \leq 160$	Nyár, Lucfenyő
Közepes sűrűségű (S 200)	160-200	Éger, Eredi fenyő, Vörös fenyő, Fűz, Mogyoró
Nagy sűrűségű (S 250)	$200 \leq \rho$	Juhar, Bükk, Kőris, Nyír, Tölgy, Cser, Akác Gyertyán

SAJÁT TÁBLÁZAT, FORRÁS: STEINDL - KÖCK, 2006.

A sűrűség érték-meghatározó szerepét mutatja egy Bécs-közeli példa, ahol a W 40-es nedvességtartalmú, alacsony sűrűségű (nyárfa) apríték átvételi ára 10,51 €/SRM míg a nagy sűrűségű (gyertyán) aprítéké 17,98 €/SRM volt, 4 évvel ezelőtt. (STEINDL – KÖCK, 2006).

#### *Hamutartalom:*

Alacsony kéregtartalmú faapríték (A 0,5) hamutartalma kevesebb mint 0,5%, míg magasabb arány esetén (A 2,0) ez az érték  $0,5 < A \leq 2\%$ . A hamutartalom tehát a kéregtartalommal egyenes arányban növekszik, ami az erőmű működési költségét (salaktalanítás, hulladéktárolás, recycling) és hatásfokát csökkenti.

#### *Idegen anyagok aránya:*

A ausztriai ÖNORM M 7133 szerint az energetikai hasznosítású faaprítékban a durva szennyeződések: mint kövek, fém alkatrészek és egyéb idegen testek, vagy a hozzákeveredett éghetetlen szennyező anyagok, például a por, megengedhetetlen. Faanyagvédő, felületkezelő kemikáliák, de még a fagyás elleni védelmet biztosító só vagy olaj bevitel is tilos.

#### Szállítás

A távolsági faanyagmozgatás közúti, vasúti, vagy vízi szállítási rendszerben történik. Közúti faanyagszállításban használnak mezőgazdasági vontatót (daruval, vagy anélkül); tehergépkocsit többnyire pótkocsival és daruval kombinálva; nyerges vontatót daruval felszerelve vagy anélkül. Aprítékot konténerben, azok különböző változataiban is szállítanak.

Vasúton forgóváz, vagy kéttengelyes kocsikban, különböző kialakítású rakoncákkal hengeresfát szállítanak, nyitott vagy zárt konténerekben pedig aprítékot.

A faanyagszállítás során alkalmazandó járműtípusok közül a szállítási mód megválasztása után a szállítandó áru fajtája a mérvadó, ami szerint a hengeresfa darabáru, az apríték pedig ömlesztett.

Az aprítékban történő szállítás költségét erősen befolyásolja a faanyag nedvességtartalma (16. táblázat).

**16. táblázat: Az apríték szállítási költségének és nedvességtartalmának összefüggése**

nedvesség tartalom	beszállítás fajlagos költsége	%	beszállított fajlagos bevétele	%	erdei ár fajlagos költsége	%	eredmény az átadási ponton	%
	Ft/GJ-t		Ft/GJ-t		Ft/GJ-t		Ft/GJ-t	
15,00	127,27	100,00%	675,48	100,00%	372,43	100,00%	175,79	100,00%
20,00	135,30	106,31%	675,87	100,06%	372,64	100,06%	167,93	95,53%
25,00	144,41	113,47%	676,30	100,12%	372,88	100,06%	159,01	90,46%
30,00	154,84	121,66%	676,80	100,19%	373,15	100,07%	148,80	84,65%
32,40	159,55	125,37%	677,06	100,23%	373,30	100,04%	144,21	82,04%
35,00	166,89	131,13%	677,36	100,28%	373,46	100,04%	137,00	77,94%
40,00	180,97	142,20%	678,02	100,37%	373,83	100,10%	123,22	70,09%
45,00	197,65	155,30%	678,79	100,49%	374,25	100,11%	106,89	60,80%
50,00	217,71	171,06%	679,71	100,63%	374,76	100,14%	87,24	49,63%

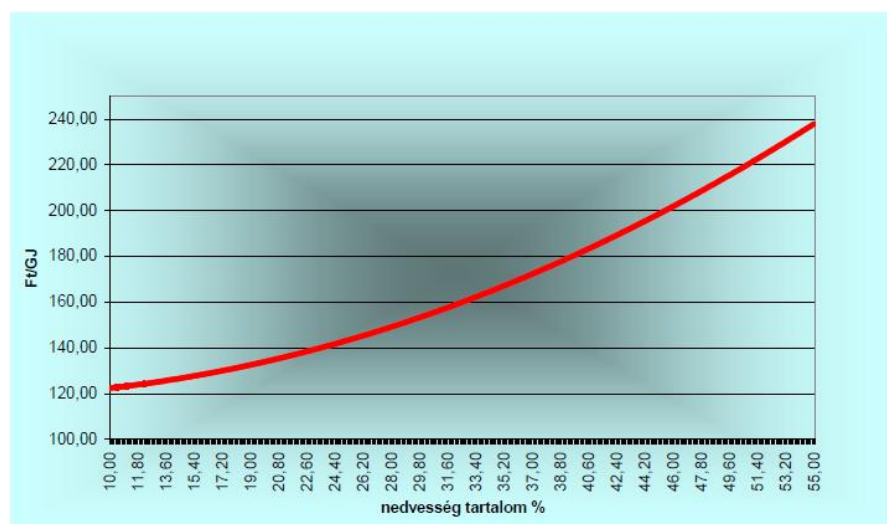
FORRÁS: JUNG, 2008.

„A táblázatból kitűnik, hogy a szállítási költség változása az, ami egyértelműen befolyásolja az eredmény értékét, így a nedvességtartalom és a beszállítás fajlagos költsége értékeiből célszerű függvényt képezni a parabolikus approximáció segítségével:

$$y = 0,04x^2 - 0,03x + 118,76$$

ahol  $x$  = fanedvesség %-ban, az  $y$  = fajlagos szállítási költség Ft/GJ-ban.” (JUNG, 2008).

**18. ábra: Aprítékszállítás fajlagos költsége a nedvességtartalom függvényében**



FORRÁS: JUNG, 2008.

Az üzemszerű összefüggést bemutató 18. ábra elemzése során mindannyiunkban felmerülhet a kérdés: Vízet szállítunk „kemény” forintokért, vagy előtérbe helyezük a minőségi, szárított anyagot adó erdei faaprítéktermelést?



## Tárolás

Megfelelő tárolási körülmények között elérhető, hogy akár az aprítandó, vagy a már felaprított faanyag száradjon. Nem kell mesterséges szárítóberendezéseket alkalmazni, és nedves faanyagot szállítani, ezáltal jelentős költségmegtakarítás érhető el.

A faanyag tárolási lehetőségei (GOLSER ET AL., 2005) elsősorban a fafajtól, a faanyag méretétől, minőségétől, a kitermelés körülményeitől és a környezeti adottságoktól függenek. A faanyagot tárolhatjuk teljes fában (7. a. kép), választékban (7. b. kép) vagy aprítékban (7. c. és d. kép).

**17. táblázat: Faanyagok természetes száradási lehetőségei**

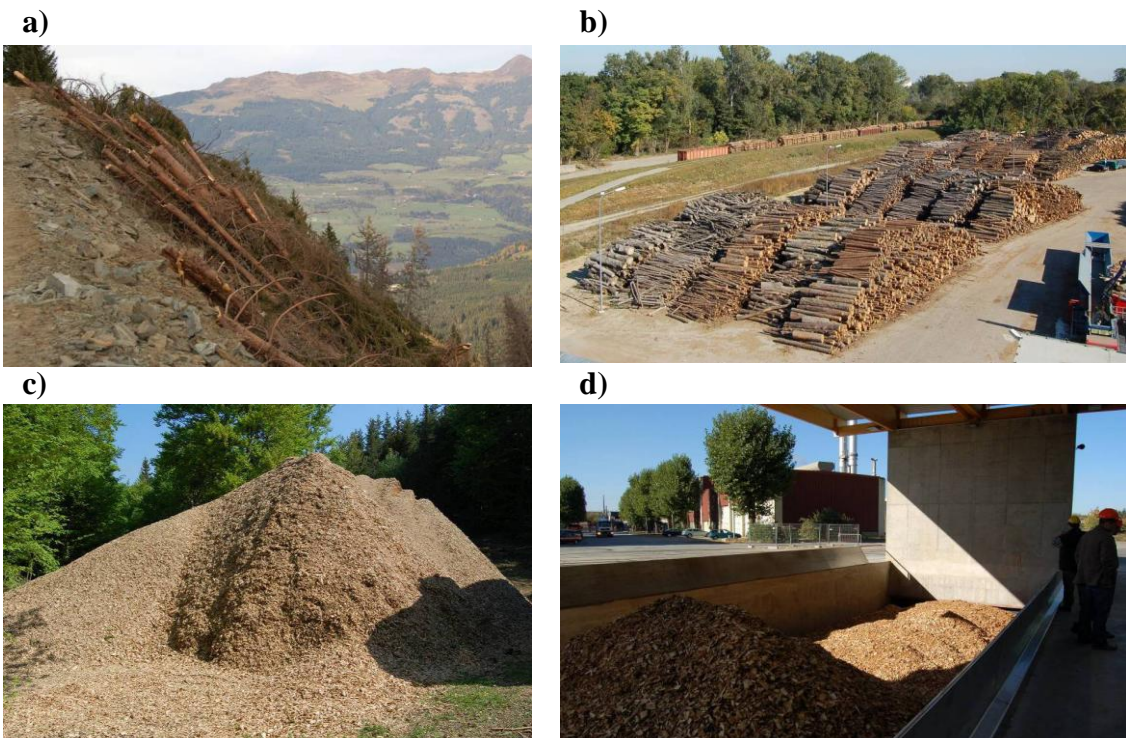
Tárolt anyag jellemzői	Száradás (nedvesség-vesztés) %
Finomapríték (friss, fedetlen)	20-30
Finomapríték (friss, fedett)	2-4
Durva (6-15 cm átmérőjű) (friss, fedett)	4
Fakéreg (friss, fedetlen)	15-22
Fenyő oszlopfa (friss, fedetlen)	1-3
Lágylombos fafajok (NY, Fűz) (friss, fedetlen)	6-15

SAJÁT TÁBLÁZAT; FORRÁS: GOLSER ET AL., 2005.

A faanyagok víztelítettségi aránya tehát a levegőn csökken (17. táblázat), aminek aránya erősen függ a fafajtól, a faanyag jellemzőitől, de az évszaktól, a tengerszint feletti magasságtól, a levegő páratartalmától és még további sok-sok környezeti tényezőtől.

A faanyag tárolása történhet a fakitermelés közvetlen közelében (7. a. és c. képek), felkészítő helyen (7. b. kép), felkészítő telepen, vagy a felhasználó telephelyén (7. d. kép), de akár a szállítójárműn(ben) is.

**7. képek: Faanyagtárolási lehetőségek**



FORRÁS: <http://www.interforst.at>



*Szabadtéri tárolás:*

A szabadtéri tárolás előnye, hogy optimális helyen és körülmények között kedvezően veszít a faanyag a nedvességtartalmából. Nyáron, széljárta, napsütötte rakodón akár 25%-os víztartalomig is száradhat a faanyag. Hátrányként kell megemlíteni, hogy többek között szennyeződhet a faanyag, ami a kazánokban salakképződést eredményez, vagy a nagy páratartalmú időben az apríték depóban megindulhatnak a vegyi bomlási folyamatok.

*Beltéri tárolás:*

Megfelelően kialakított tároló helyen a faapríték minőségi romlás nélkül akár több hónapon keresztül is tárolható. A magas beruházási költségek miatt az ilyen raktárak kialakítása az erőművek részéről képzelhető csak el.

Informatikai háttér

A fűtőművek folyamatos alapanyag-ellátása a logisztika alkalmazásával valósítható meg a leghatékonyabb módon. Ehhez a kialakított rendszerek folyamatos ellenőrzésére és az adatok naprakész ismeretére van szükség, a megfelelő infrastruktúra és informatikai háttér kiépítésével.

**4.12 Németországi logisztikai rendszerek**„Zárt láncolatú” fakitermelés-faanyagmozgatás

Egy Alsó-Szászországbeli (Niedersachsen) tartományi erdőgazdaságnál bevezetett logisztikai rendszer kialakítása során első lépésként az alapvető célkitűzéseiket fogalmazták meg. Valamennyi megközelíthető területen, valamennyi vágásérett állományt (fenyő 100 éves korig; lombos 80 éves korig) gépesítve és vevőorientáltan termelnek ki. Fontosnak tartják a vevői igényeknek megfelelő fakitermelést, faanyagellátást, melynek érdekében:

- vásárlóval kötött megegyezés szerinti folyamatos, ütemezett szállítást folytatnak;
- értékoptimumra törekvő faanyagfelkészítést (az aktuális árakra és szerződésekre alapozva) végeznek;
- törekednek gyors információáramlást biztosítani (termelt faanyag minőségi, mennyiségi paraméterei) a fakitermelő gép fedélzeti számítógépéről;
- a harveszter méréseit minél szélesebb körben használják, akár ellenőrzésekre is;
- cél a faanyag szállítási körülményeinek leegyszerűsítése az ún. egyéni, illetve általános kezességvállalások útján; (nem szükséges az erdész felügyelete, mert anélkül is csak az a faanyag kerül elszállításra, ami a szerződésben szerepel);
- az iparifa rakodása közvetlenül a vásárló által biztosított szállítójárműre történik.

A projekt célja, hogy zárt láncolatban történjen a fakitermelés, faanyagmozgatás. Ennek érdekében a már említett többcélú fakitermelő gép (harveszter) fedélzeti számítógépe az erdészeti (üzemi) térképet is tartalmazza.

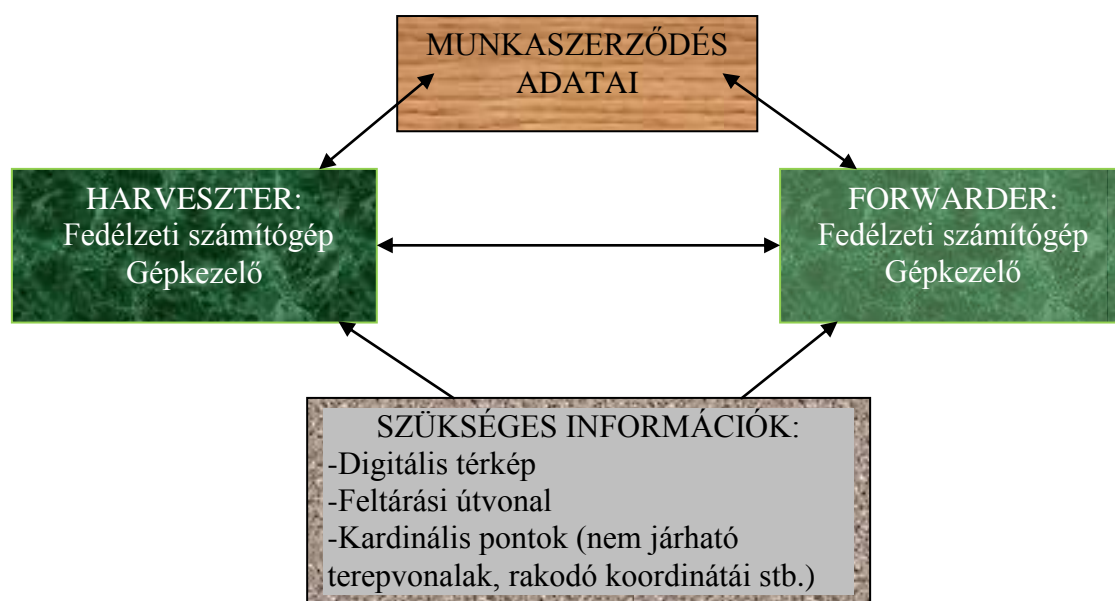
Az erdészeti térképe így szükség esetén bármikor rendelkezésre áll, s különböző méretarányban előhívható. A közelítőnyomok (a vágásterületen található nyomvonal, melyen a közelítőgépek mozoghatnak) térképre történő felhordása folyamatban van, de a geodéziai műholdas helymeghatározó rendszer (GPS), valamint a geodéziai információs rendszer (GIS) segítségével lehetőség nyílt arra, hogy pontosan meghatározható legyen a kiszállítás útvonala, valamint a közelítőnyomok elhelyezkedése.

A „Niedersachsen”-i erdőgazdaság számos logisztikai területen tudja a GPS/GIS rendszerek előnyeit hasznosítani:

- a logisztikai lánc optimalizálásában;
- információ, adatszolgáltatás nyújtása a munkaszerződésekbe;
- fakitermelési adatok ábrázolása;
- helymeghatározó adatok rendszerezése, összekapcsolása;
- adatok rendelkezésre bocsátása (vevő, fakeskedő részére);
- szállítási útvonalak meghatározása;
- munkaszervezés javítása.

A logisztikai fejlesztés kétlépcsős lefutású, első fázis a fakitermelésre vonatkozik, a második pedig a kitermelt faanyag elszállítására.

**19. ábra: A fakitermelés információáramlási sémája**



FORRÁS: GESKE, 2000.

A felkészítés vonatkozásában a harvester kezelője a faanyag jellemzőit (fatérfogat, választék), illetve a mozgatás útvonalát átadja a forwarder gépkezelőjének, a már ismerttetett informatikai berendezések segítségével. Ezen adatokhoz, információkhoz egyidejűleg a géptulajdonos vállalkozó, tehát a gépkezelők főnöke is hozzáférhet, valamint a rendszerben érintett valamennyi résztvevő. Az információk birtokában születik meg a közelítési munkára vonatkozó szerződés. A rendszer által a kitermelt faanyag helyzete, mennyisége, minősége a szállítás idejére teljes mértékben meghatározottá válik. A faanyag valamennyi paraméterét megkapja (pl. e-mail segítségével) a vásárló, valamint az erdőszet. Mire a közelítés befejeződik a szállítási szerződés pontosításához – projekt második fázisa – valamennyi információ a rendelkezésre áll. A végleges elszámolás viszont csak a faipari üzemben történő beszállítás során mért adatok alapján történik.

A projekt hiányossága, hogy a GPS által támogatott faanyagszállítás rendszerbe történő beépítése még nem tökéletes. A GPS/GIS alkalmazásával a faanyagszállítás költségeit csökkenteni lehetne azáltal, hogy a tehergépkocsi kezelője a digitális térkép segítségével azonnal megtalálhatja a felkészített faanyagot. A szállítás pillanatnyilag úgynevezett „csereszabatos” pótkocsikkal történik, melyeket a közelítőgép közvetlen átrakodással tölt meg, majd a nyergesvonat szállítás el.

### Internetes fuvarbörze

„Fuvarbörze az Interneten” fantázia elnevezést kapta egy németországi fuvarozó vállalat megbízásából, a logisztikai információáramlási rendszer kiépítésével és működtetésével kapcsolatban végzett kutatás.

A vizsgált program három fő szempontot tekintett alapvető fontosságúnak (SOPPA, 1998):

- 24 órán belül lehetőség nyíljon, az ún. „visszfuvarok” lehetőségeinek áttekintésére;
- a rakodóhelyek felkeresése műholdas navigációs rendszer által vezérelt legyen;
- a munkaadó, illetve szállítási vállalkozó részére folyamatos minőségi ellenőrzés álljon rendelkezésre.

Az Internetes fuvarbörze jellemzője – ami nevéből is kiolvasható, – hogy áttekinthető képet ad az informatika támogatásával a rendelkezésre álló szállítási kínálatokról. A szállítványozó vállalkozó nem csak felkeresheti a ’net-en a rakomány helyét, de a számára kívánatos fuvarok lekötésére is lehetősége nyílik, hiszen a szerződéshez szükséges információk (rakomány helye, fuvar célállomása, fuvardíj, határidők stb.) is rendelkezésre állnak.

A szállítványozó vállalkozó az információk alapján ajánlást küld (e-mail-ben, fax-on) a megbízónak, mire a cég válaszként megküldi navigációs rendszerét.

A navigációs rendszer segítségével a fuvarozó akár ismeretlen helyeken is tud tájékozódni, személyi segítséget, útbaigazítást a cég részéről nem igényel. A rendszer feltételei csupán egy GPS navigációval felszerelt PDA-k és a szükséges software-ek. Mindkét fél számára előnyökkel jár a fentiekben felvázolt rendszer.

A fuvar megrendelőjének:

- csökken a szállítási költsége;
- csökken a koordinációs és diszpozíciós munka,
- leegyszerűsödik az elszámolási, ellenőrzési rendszer;
- a szállítási kapacitások gyorsabban rendelkezésre állnak.

A szállítási vállalkozónak:

- növekednek napi bevételei,
- egész Németország területére átlátja a visszfuvar-lehetőségeket,
- gyorsan, bürokráciától mentesen zajlik a könyvelés,
- nem igényeli a szállítás az erdész útbaigazítását, terepen való tartózkodását.

## **4.13 Sajátságos skandináv megoldások**

### Svédország

A svédországi Erdészeti Kutatóintézet a *SkogForsk* a „Vevőorientált fanyersanyag-ellátás” című projekt keretében számos lehetőséget dolgozott ki különböző vállalkozói szervezetek, információs rendszerek, valamint döntésirányító, -segítő rendszerek fejlesztésére, javítására.

Javaslataik a célkitűzések elérésére az alábbiak:

- A szállításért felelős szakemberek számára hozzáférhetővé kell tenni a szükséges valamennyi információt a létező összes szállítási feladatról, rendszerről.
- Az intézet által kidolgozott optimalizáló tervezői program segítségével meg kell keresni az összes szállítási rendszer legmegfelelőbb útvonalát.

- A felelős szakember – a pillanatok alatt megkapott optimumból – megállapítja a szállítási rendszerhez szükséges személyi és eszköz feltételeket, valamint a részfeladatok felelőseit.
- A program alkalmazásával több szállítási körzet lehetséges útvonala egységként kezelhető.
- Az optimalizálás eredményeit a szállításokért felelős szakember táblázatos formában össze tudja foglalni, megjelenítheti, illetve térképen ábrázolhatja.
- A javaslatok birtokában a koordináló szakemberek együtt eldönthetik, mely útvonalak a legmegfelelőbbek.

A SkogForsk által kidolgozott program még „prototipusként” tekinthető, de további fejlesztésekkel szállítási útvonalak tervezésénél kitűnő, segítségként, mivel:

- a szállítási körzetek között is – az útvonalvezetés előnyeit kihasználva – lehetőség nyílt a koordinálásra;
- a műveleti tervezés hatékonysága nőtt, azáltal, hogy a szállítási útvonalak meghatározása nem szükséges a tervezés elején;
- adott egy egységes, könnyen adaptálható bázis a döntésekhez;
- fenáll a lehetősége annak, hogy a szállításokért felelős koordináló szakember a döntéseinél a helyi adottságokat figyelembe vegye és beépítse a rendszerbe (MAJOR, 2001).

### Finnország

A nemzetközi fapiacra összpontosító papírgyárak hatalmas nyersanyagszükséglettel dolgoznak. Működésük alapja, hogy a nagy mennyiségű faanyag, a megfelelő időben, a megfelelő helyre szállítva álljon rendelkezésre, feldolgozásra várva.

A világ legnagyobb cellulóz- és papírgyártó finn-svéd vállalata a *Stora Enso* kidolgozott egy műholdas navigációs (helyszínelő-tájékoztató) rendszert a papírgyárak részére, mely megmutatja a szállítási útvonalat az erdőben található faanyaghoz.

A rendszer jellemzői:

- A tehergépkocsik tartozékként tekintendő a fedélzeti számítógép és a mobiltelefon, melyek segítségével – a kézi modemen keresztül – adatokat, információkat tudnak küldeni. A kapott információk, illetve a GPS/GIS rendszerek segítségével létrehozható egy digitalizált térkép a területről.
- Egy önálló szállítási alvállalkozó Dél-Finnországban felszerelte 240 tehergépjárművét és 100 harveszterét az említett digitalizáló rendszerrel.
- A fahasználati folyamatban a harveszter gépkezelője jelenti a kitermelt mennyiségeket a forwarder kezelőjének, aki a kiközelített faanyagról GPS számította pozícionáló (helymeghatározó) paramétereket közöl a rendszerbe.
- A rendszerbe tartozó valamennyi erdészkerületben egy optimalizáló programmal végzik a faanyagszállítás tervezését.
- A szállítási szakaszok és rakományok adatait, internetes segítségével közlik.
- Az üzembe vezető úton a tehergépkocsi pozícióját a sofőr bármikor leolvashatja és továbbíthatja a szállítmány valamennyi adatával együtt.
- Az alapvető információkon kívül megadják az esetleges új útszakaszokat, útzárlatokat, kocsifordulóhelyeket stb., melyek szimbólumai a digitalizált térképre kerülnek.
- Az üzembe történő érkezésre a gyár rendelkezésére áll valamennyi ismérv a rakományról, s az információkat már csak a tömegmérés eredményeivel egészítik ki (JÖHNSSON, 1999).

#### 4.14 Egyéb logisztikai rendszer

##### Írország

A szigetországban került kifejlesztésre egy logisztikai optimalizáló modell, amely segítségével a szitka fenyő fakitermelési és értékesítési rendszereinek hatékony fejlesztése a cél. A kifejlesztett program képes összehangolni a vevői igényeket és a várható hozamokat. Modellezi a fahasználat termelékenységét és a várható költségeket (20. ábra).

20. ábra: Fahasználati költség és termelékenységi modell

FORRÁS: MURPHY ET AL., 2010.

Az írországi kutatás, – melynek eredménye az optimalizáló logisztikai program lett – 16 kitermelési területen (nem erdőrezsletszintű fakitermelést folytattak), 12 vevői kört vizsgálva (fafeldolgozó üzemek, erőművek) történt. Vizsgálataikhoz közel 4000 faegyed méretét, minőségét, kitermelési paramétereit mérték; vizsgálták a kitermelés, a szállítás és gépek munkaidejét; valamint a választékokat, azok felhasználási lehetőségeit, területeit, körülményeit.

A MURPHY ET AL. (2010) megállapításai szerint, a logisztikai rendszer működőképességének feltétele (mely hatékony alkalmazásával akár 5%-os nyereség is realizálható):

- részletes erdőleltári nyilvántartás faegyedenként;
- terepi lézeres és elektronikus adatrögzítés;
- megfelelő feltártság
- folyamatgépesített fakitermelés és feldolgozás (esetleg automatizált);
- megfelelően képzett hatékony munkavégzést folytató személyzet.



## 4.2 NEMZETKÖZI KUTATÁSOK, FEJLESZTÉSEK EREDMÉNYEI

A logisztikai rendszerek vizsgálatával kapcsolatos kutatásaim egy részét képezte az *"Ökológiailag összeegyeztethető, nagy termelékenységű fakitermelési módszerek fejlesztése a közép-európai erdőgazdálkodás számára"* című nemzetközi projektben végzett munkám; (forstINNO; COOP-CT-2005502681). Az 1,6 millió Euroval támogatott kutatásban való részvételre Hazánkban az Erdőhasználati Tanszék kollektíváját kérték fel, és az egész projekt helyettes vezetőjének dr. Rumpf Jánost választották meg. A konzorcium ipari partnereinek koordinátora a HSM Hohenloher Spezialmaschinenbau GmbH et Co KG volt – kilenc másik ipari partner mellett; míg a tudományos partnerek koordinálásával a TU Dresden, Professur für Forsttechnik bízta meg – további négy egyetemmel, illetve kutatóintézettel együttműködve. A három évig tartó nemzetközi projekt vezetője Jörn Erler drezdai professzor volt.

A fejlesztések fő célja a projekt címében megfogalmazott céloknak megfelelő *daruharvester, forwarder* és *csörlős-markoló* *vonszoló* kifejlesztése; azok kísérleti termelésekben történő kipróbálása kilenc, szélesebb értelemben vett közép-európai országban (Angliától – Litvániáig terjedően); és a termelés műszaki, gazdasági és ökológiai hatékonyságának értékelése. A projekt eredményeként kifejlesztett géptípusokat ma már a piacon forgalmazzák, nagy sikerrel. A konkrét típusjelek sorrendben a következők: *CTL 40 HW*; *HSM 904-6WD* és *HSM-208*.

Az egy évig tartó, több „meeting” témáját képező előzetes egyeztetések után kidolgoztuk a kísérleti termelések egységesen betartott térbeli rendjét, technológiáját stb., egészen a törzsek megjelölésének formájáig és színéig. Drezdai javaslatra fogadtuk el a munkavégzés műveletszakaszait és azok kezdetét-végét jelentő mozzanatokot; míg a mért idő- és teljesítmény-adatok, valamint a befolyásoló tényezők (távolságok, fatérfogat, választékok száma, rakománynagyság stb.) összefüggéseinek számszerűsítésére a soproniak javaslatát fogadták el, vagyis a *többszörös hatványkitevős függvényekre* alapozott matematikai kiértékelési módszert. Így végül az öt ország kilenc fakitermelési helyszínén felvett több tízezernyi idő- és teljesítmény-adat feldolgozása hárult a Tanszékünkre. Javaslatunkat – a módszer előnyeinek ismertetése után – a Sopronban tartott megbeszélésen (8. képek) fogadták el a projekt vezetői.

### 8. képek: Sopronban megrendezett "forstINNO meeting" (2006. február 21-24.; Prof. Erler tájékoztatója)



SAJÁT ÉS RUMPF FOTÓK, 2006.



Vállalásaink szerint mindhárom kísérleti gép hazai vizsgálatára is sor került volna; a próbatermeléseket – az erdőgazdaságok segítségével – megfelelően elő is készítettük; de a kimerült pénzforrások és a rendkívüli időjárás miatt csupán a harveszter Iván melletti és Sopronban a Dudleszbeni próbatermelésére került sor.

Egyéni feladatomat képezte végül a termelések előkészítésében való részvétel, a daruharveszterrel végzett termelések összes terepi adatának rendezése, átszámítása, és – Rumpf János irányításával – több tucatnyi hatványkitevős időegyenlet paramétereinek számítása, korreláció- és regresszió-analízis segítségével. Teljesen önállóan dolgoztam fel és elemeztem a forwarderes közelítés idő- és teljesítmény-adatait, és készítettem azok alapján időfüggvényt. Ezáltal az egész közép-európai régióban jól felhasználható, a folyamatgépesítés szintjén gépesített műveletekre érvényes időnorma-függvényeket és táblázatokat adtunk a kollégák számára; amely a logisztikai rendszerek kezdetét jelentő fakitermelési és anyagmozgatási szakasz korszerű szervezéséhez és értékeléséhez szolgált megbízható módszereket. A projekt brüsszeli záró-bírálatá külön kiemelte a magas szintű matematikai értékeléseket, s azok eredményeinek gyakorlatias alkalmazását. Itt kell megemlítenem, hogy dr. Gólya János vonszolóra vonatkozó értékelő elemzése is ezt az elismerést kapta. Megtiszteltetés volt számomra, hogy az Erdőhasználati Tanszék történetének eddigi legnagyobb nemzetközi munkájában, a terepi adatfelvételi és az irodai adatfeldolgozási munkákban, Dr. Rumpf János egyetemi tanár, projektkoordinátor vezetésével; Dr. Gólya János és Dr. Gál János egyetemi docensekkel, Tisza Ottó tanszéki munkatárssal, Németh János és Herk Tamás erdőmérnök hallgatókkal együtt részt vehettem, sőt – önálló feladatokat oldhattam meg.

Saját eredményeim közül először a forwarderre vonatkozó elemzésem lépéseit ismertetem a következőkben.

#### A forwarder időegyenletének meghatározása

Első lépésben az idő- és teljesítmény-meghatározás részleteiről döntöttek a témakör felelősei, Iris Götting (Tharandt) és Rumpf János előkészítése alapján. A 8.1 mellékletben látható a német nyelvű leírás.

Négy ország 28 kísérleti termeléséből kaptam a számításokhoz felhasználható jegyzőkönyvi adatokat. Az egységes formátumú jegyzőkönyvek közül a kitöltött német változatot mutatom be a 8.2 mellékletben.

Amint az a melléklet fejlécből is kiderül, ciklusonként mérték:

- az üresmenet idejét;
- az erdei úton megtett üresmeneti távolságot;
- a közelítőnyomon megtett üresmeneti távolságot;
- a felterhelés időtartamát, beleértve az átállásokat is;
- a tehermenet idejét;
- a közelítőnyomon megtett tehermenet távolságát;
- az erdei úton megtett tehermenet távolságát;
- a leterhelés időtartamát;
- a felterhelt választékok darabszámát – hossz szerint;
- az egyéb időráfordításokat és
- megjegyzéseket tettek, melyek az egyéb idők okát is megvilágítják.

Külön felvételi jegyzőkönyv tartalmazta a sok ezer, darabonként megmért választék adatait – közelítő-nyomonként, de nem rakományonként csoportosítva. Ezért a rakománynagyságot az érintett közelítőnyomon mért darabok átlagos térfogatából és a felterhelt darabok számából képeztem. A nagy számok törvénye alapján így nem térhettem el jelentősen a tényleges tehertől. A 18. táblázat egy kis részletét mutatja be egy ilyen jegyzőkönyvnek.

**18. táblázat: Választékadatok felvételi jegyzőkönyve**

Nr.	Gasse 1			Gasse 2			Gasse 3		
	Länge [m]	d <sub>1,3</sub> [cm]	V [m <sup>3</sup> ]	Länge [m]	d <sub>1,3</sub> [cm]	V [m <sup>3</sup> ]	Länge [m]	d <sub>1,3</sub> [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
1.	3	23	0,12	3	13	0,04	3	10	0,02
2.	3	11	0,03	3	18	0,08	3	10	0,02
3.	3	12	0,03	3	16	0,06	3	7	0,01
4.	3	19	0,09	3	9	0,02	3	9	0,02
5.	3	17	0,07	3	12	0,03	3	11	0,03
6.	3	13	0,04	3	11	0,03	3	13	0,04
7.	3	11	0,03	3	13	0,04	3	14	0,05
8.	3	19	0,09	3	12	0,03	3	13	0,04
9.	3	11	0,03	3	12	0,03	3	8	0,02
10.	3	9	0,02	3	25	0,15	3	11	0,03
11.	3	14	0,05	3	20	0,09	3	12	0,03
12.	3	12	0,03	3	23	0,12	3	21	0,10
13.	3	9	0,02	3	16	0,06	3	19	0,09
14.	3	15	0,05	3	15	0,05	3	23	0,12
15.	3	10	0,02	3	19	0,09	3	13	0,04
16.	3	17	0,07	3	16	0,06	3	16	0,06
17.	3	13	0,04	3	15	0,05	3	9	0,02
18.	3	14	0,05	3	12	0,03	3	14	0,05
19.	3	12	0,03	3	9	0,02	3	16	0,06
20.	3	13	0,04	3	15	0,05	3	18	0,08

SAJÁT ÖSSZEÁLLÍTÁS; FORRÁS: FORSTINNO 2007.

A ciklusidőt a részidők összegzésével számítottam, az üres- és tehermenet átlagos távolságát pedig a résztávolságok alapján.

Egy-egy vágásterületről, de még az országoktól sem kaptam olyan elemszámú mintát, hogy azokból korrekt regresszió-számítást végezhettem volna, ezért a célnak megfelelően átszámított adatokat összesítve dolgoztam fel; melyre az adott lehetőséget, hogy a közelítés munkakörülményei az egyes országokban közel azonosak voltak. (Ezt is részletes munkahelyi leírások mutatták számomra.)

Az összesített adatokat mutatom be a 8.3 melléklet táblázatában, amelyek alapján a regressziós számításokat elvégeztem.

A 28 elemű minta már megbízható összefüggések kimutatására nyújtott lehetőséget, melyet a 8.4 mellékletben bemutatott számítási táblázat is igazol, ahol a legszigorúbb matematikai próbáknak is megfelel a paraméteres függvény, és szakmailag is jól értelmezhető összefüggéseket mutat.

A számítógépes program alapját az IBM 5110-es számítógépéhez tartozó MATSTAT programcsomagnak a többszörös lineáris függvény paramétereinek meghatározására kidolgozott számításmenete képezte. Ezt dolgozta át dr. Gál János és Pukánszky Tamás a hatványkitevős függvények meghatározására is alkalmas változatra, majd időnorma-táblázat készítését is lehetővé téve; később pedig Facskó Ferenc dolgozta át PC-vel is futtatható változatra.

A számítások végeredményeként is felfogható két legfontosabb függvényt és a hozzájuk tartozó matematikai megbízhatósági mérőszámokat közlöm az alábbiakban.

A ciklusidő,  $t_c$  (prod.perc/ciklus) alakulása az anyagmozgatási távolság ( $s_2$ ) a felterhelt választékok darabszáma (N) és a rakomány nagyság függvényében (Q) az alábbi:

$$t_c = 1,142 * s_2^{0,256} * N^{0,253} * Q^{0,382}$$

A matematikai megbízhatóságot jellemző értékek:

- R (totális korrelációs koefficiens) = 0,96; tehát igen szoros kapcsolatról van szó;
- $R^2$  (determinációs koefficiens) = 0,92; tehát 92%-ban a három független változó magyarázza a ciklusidő alakulását;
- F (F-próba értéke) = 94,3 > 3,01 (nagyobb, mint a táblabeli érték 5%-os megbízhatósági szinten), tehát az egész függvény megbízhatóan alkalmazható;
- $t_1; t_2; t_3 = 5,08; 3,47; 3,22 > 2,06$  (nagyobb, mint a táblabeli érték 5%-os megbízhatósági szinten), tehát az egyes hatványkitevők önállóan is megbízható értékek;
- $H_r; H_r'$  (relatív hibaszázalékok) = 16,8% és 15,1% (egy-egy ciklus időtartamánál  $\pm$  ekkora hibával számolhatunk, fordulónként; ami egy műszak során természetesen közelít a zéró hibához)

Az üzempercre,  $t'_c$  (üzemperc/ciklus) vonatkozó időegyenletet a „P” gépkihasználati % korrekciójával kapjuk meg:

$$t'_c = 1,142 * s_2^{0,256} * N^{0,253} * Q^{0,382} * \frac{100}{P}$$

A függvény pontosságának néhány százalékos javítására ad lehetőséget a mért átlagos befolyásolási tényezőkkel számított átlagos ciklusidő, egybevetése a mért ciklusidők átlagával (8.3 melléklet táblázatának adatai).

A többszörös lineáris regresszió átalakítása során ugyanis a mért értékek logaritmusával történt a számítás, amely a legkisebb négyzetek elvén alapuló számítást kissé torzítja, mégpedig a mért értékek nagyságának növekedésével együtt. Több hazai és külföldi szerző egyszerű módszerét átvéve, elvégeztem a kapott együttható értékének javítását is. (ANCSISKIN, 1977; ERLER, 2006; HÄBERLE, 1992; KÁDAS 1972; RUMPF 1984)

A számítás lépései a következők voltak:

A függvénnyel számított átlagos ciklusidő nagysága, a befolyásoló tényezők átlagos értéke esetén:

$$t_{C\text{átlag}} = 1,142 * 316,09^{0,256} * 166,79^{0,253} * 6,62^{0,382} = \mathbf{37,379}$$

a táblázatban szereplő átlagos ciklusidő viszont csak **34,89** értékű volt.

Az átlagok teljes egyezését elérendő, az együtthatót a  $34,89 / 37,397 = 0,933$  szorzóval módosítani kellett.

Így a végső, az üzemi gyakorlatban is alkalmazásra javasolható időegyenlet a ciklusidőre vonatkozóan az alábbi alakú:

$$t'_c \left( \text{üzemperc} / \text{forduló} \right) = 1,065 * s_2^{0,256} * N^{0,253} * Q^{0,382} * \frac{100}{P}$$

Hazánkban, de külföldön is gyakorlatiasabb a fajlagos idősükségletekkel ( $\text{perc}/\text{m}^3$ ) történő számítás. Ez egyszerűen biztosítható, ha a fenti egyenletek mindkét oldalát elosztjuk  $Q$ -val. Az egyszerű matematikai szabályokat alkalmazva csupán  $Q$  kitevőjét kell megváltoztatni:

$$\frac{Q^{0,382}}{Q} = Q^{-0,618}$$

Természetesen ezt az eredményt kaptam, amikor elvégeztem a fajlagos idősükségletekkel végzett regresszió-analízist is, (a 8. 3 melléklet táblázatának utolsó oszlopában lévő adatokat figyelembe véve) a ciklusidők helyett.

A *fajlagos idősükségletre* vonatkozó új függvény és amelynek megbízhatósági mérőszámai, valamint az átalakításai következnek az alábbiakban, most már részletes magyarázat nélkül:

$$t_{SP}(\text{prodperc}/\text{m}^3) = 1,065 * s_2^{0,256} * N^{0,253} * Q^{-0,618}$$

A matematikai megbízhatóságot jellemző értékek:

- $R$  (totális korrelációs koefficiens) = 0,897 ; tehát szoros kapcsolatról van szó;
- $R^2$  (determinációs koefficiens) = 0,80; tehát 80%-ban a három független változó magyarázza a fajlagos idősükséglet alakulását;
- $F$  (F-próba értéke) = 32,9 > 3,01 (nagyobb, mint a táblabeli érték 5%-os megbízhatósági szinten), tehát az egész függvény megbízhatóan alkalmazható;
- $t_1; t_2; t_3 = 5,08; 3,46; -5,21 > 2,06$  (nagyobb, mint a táblabeli érték 5%-os megbízhatósági szinten), tehát az egyes hatványkitevők önállóan is megbízható értékek;
- $H_r; H_r'$  (relatív hibaszázalékok) = 16,8% és 15,1% (egy-egy ciklus időtartamánál  $\pm$  ekkora hibával számolhatunk, fordulónként; ami egy műszak során természetesen közelít a zéró hibához)

Az üzemperecre vonatkozó időegyenletet a „P” gépkihhasználási % korrekciójával kapjuk:

$$t_{SP}(\text{üzempere}/\text{m}^3) = 1,065 * s_2^{0,256} * N^{0,253} * Q^{-0,618} * \frac{100}{P}$$

A függvénnyel számított átlagos ciklusidő nagysága, a befolyásoló tényezők átlagos értéke esetén:

$$t_{SP\text{átl.}}(\text{prodperc}/\text{m}^3) = 1,142 * 316,09^{0,256} * 166,79^{0,253} * 6,62^{-0,618} = \mathbf{5,649}$$

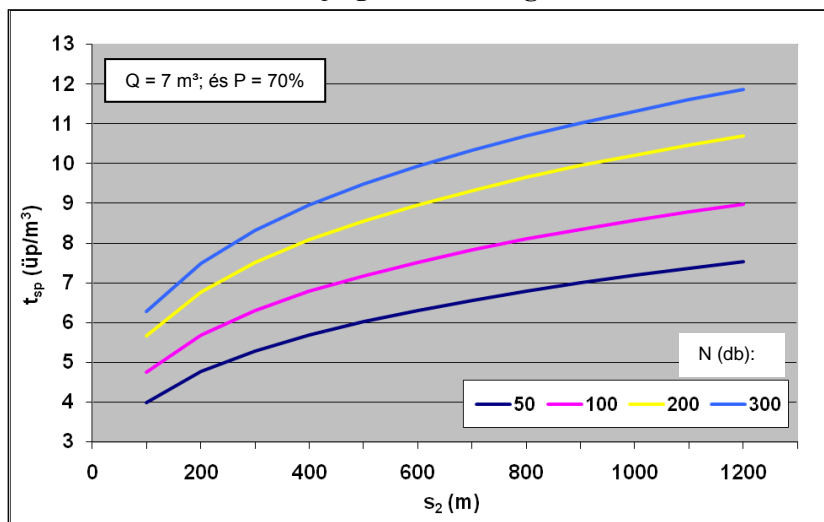
a táblázatban szereplő átlagos fajlagos idő viszont csak **5,26** értékű volt.

Az átlagok teljes egyezését ismét csak elérendő, az együtthatót az  $5,26/5,649 = 0,931$  szorzóval módosítani kellett. Így a végső, az üzemi gyakorlatban is alkalmazásra javasolható időegyenlet ez esetben az alábbi alakú:

$$t_{SP}(\text{üzempere}/\text{m}^3) = 1,063 * s_2^{0,256} * N^{0,253} * Q^{-0,618} * \frac{100}{P}$$

A függő és független változók közötti összefüggések könnyebb érzékeltetésére közlöm a 21. ábrát. Az ábrán a távolság( $s_2$ ) és a felterhelt választékok darabszáma ( $N$ )függvényében változó, fajlagos idősükséglet alakulása figyelhető meg. Ez a két változó mutatott szorosabb kapcsolatot a független változóval, míg a rakomány nagyság csupán harmadik helyre került, hiszen azt általában a teherbírásig igyekeztek kihasználni. ( $Q = 7 \text{ m}^3$ ; és  $P = 70\%$  állandó értékekkel számítva a legutolsó képlettel az ábrázolt összefüggéseket.)

21. ábra: A fajlagos időszükséglet alakulása



SAJÁT ÁBRA, 2007.

### A harveszter időegyenletének meghatározása

A közepes méretű lombos állományokban alkalmazható újszerű daruharveszter (CTL 40 HW) a fiatal lombos- vagy elegyes állományok gyérítéseiben, erősen ágas és görbeséggel terhelt fák esetében, sarjerdőkben; 25 cm mellmagassági átmérőig biztosít jó minőségű gallyazást - magas teljesítménnyel és gazdaságosan.

Az egységesen alkalmazott terepi felvételi jegyzőkönyvekben rögzítették/tük az egyes ciklusok részműveleteinek időszükségletét (a fa felkeresése; a felkészítés időráfordítása; egyéb idők); az egyes fák alaki jellemzőit mint imponderabiliákat (törzsalak; ágasság; villásodás – 1-3, illetve 1-4 pontokkal minősítve a nehézség fokozódását); a termelt választékok darabszámát és a fafajt; – megjegyzéseket téve például az egyéb időráfordítás okaira (láncsere, tízórai szünet stb.). Külön jegyzőkönyvbe került felvételre, a harveszter munkájának befejezése után az összes megtermelt választék (esetenként több ezer "fadarab") hossza és középátmérője (19. táblázat).

19. táblázat: Harveszter időelemzésének felvételi lapja I.







Time study "harvesting"		Location: Iván/Hungary						Data sheet no. 1								
1	2	3	4		5		6			7	8	9	10			
opec	positioning	speaks	conformations		branches		forks			assortment			cross cutting and delimiting	other	comment	
	[min]									1	2	3	[min]	[min]		
1	0:02	R	X							X			0:27			
2	0:33	R	X							X			1:00			
3	1:04	R		X						X			1:25			
4	1:34	R	X			X				X			2:22			
5	2:27	R	X			X				X			5:04			
6	5:19	R	X			X				X			5:53			
7	6:01	R	X			X				X			7:08			
8	7:11	R		X						X			7:55			
9	8:45	R	X			X				X			9:28			
10	9:39	R	X			X				X			11:05			
11	11:07	R		X		X				X			13:05			
										3	1	1		13:05-14:40	Chain change	
12	15:06	R			X	X				X			15:15			
13	15:18	R		X			X			X			15:34			
14	15:37	R		X		X				X			16:13			
15	16:15	R	X			X				X			16:52			
16	16:58	R	X			X				X			17:38			
17	17:42	R	X			X				X			17:54			

FORRÁS: FORSTINNO 2007.

Az irodai munka során különböző átszámításokkal készítettük elő a felvett terepi adatokat a regresszió-analízissel történő függvény-meghatározások számára (ciklusidők számítása – perc/fa; összes választék – darab/fa; fatérfogát – m<sup>3</sup>/fa; összesített nehézségi fok – összes pont; fajlagos időszükséglet – perc/fa).

A számítások részére előkészített adatokkal kiegészített táblázat részletét mutatom be a 20. táblázatban.

20. táblázat: Harveszter időelemzésének felvételi lapja II.

Time study "harvesting"			Location: Iván/Hungary							Data sheet no. 1												
1	2	3	4		5		6		7			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
			comform.	branches	foks	assortment			cross cutting and delimiting	Other	comments											
cycle	Positioning	Species							1	2	3	[min]	[min]		(min)	(piece)	(net m3)	(point)	(min/m3)			
1	0:02	R	1		1		1		4			0:27			0,45	4	0,052	3	8,65			
2	0:33	R	1		1		1		3			1:00			0,55	3	0,039	3	14,10			
3	1:04	R	2		2		1		3			1:25			0,42	3	0,039	5	10,68			
4	1:34	R	1		1		2		3	2		2:22			0,95	5	0,131	4	7,25			
5	2:27	R	1		1		2		3	2	2	5:04			2,70	7	0,397	4	6,80			
6	5:19	R	1		1		2		1	1	1	5:53			0,82	3	0,192	4	4,25			
7	6:01	R	1		1		2		4	1	1	7:08			1,25	6	0,231	4	5,41			
8	7:11	R	2		2		1		1	2	1	7:55			0,78	4	0,238	5	3,29			
9	8:46	R	1		2		1		2	2		9:28			1,55	4	0,118	4	13,14			
10	9:39	R	1		1		1		5	2		11:05			1,62	7	0,157	3	10,30			
11	11:07	R	2		1		2		3	1	1	13:05			2,00	5	0,218	5	9,17			
												13:05-14:40	Chain change		1,58	0	0	0	XXX			
12	15:06	R		3	1		1		3	1		15:15			0,58	4	0,085	5	6,86			
13	15:18	R	2		2		1		3			15:34			0,32	3	0,039	5	8,12			

FORRÁS: FORSTINNO 2007.

A származtatott adatokból – regresszió-analízis segítségével – időegyenleteket számítottunk (négyváltozós hatványkitevős függvényeket) a következő formában:

$$t_C = c * N^\alpha * V^\beta * P^\gamma;$$

ahol:  $t_C$  = ciklusidő;  $N$  = darab választék/fa;  $V$  = m<sup>3</sup>/fa;  $P$  = nehézségi fok (összes pont/fa).

Itt mutatunk be egy konkrét példát az iváni akácosban végzett tarvágásban mért adatok alapján, ahol az átlagos mellmagassági átmérő,  $d_{1,3} = 18$  cm volt:

$$t_C = 0,843 * N^{0,294} * V^{0,466} * P^{0,553}$$

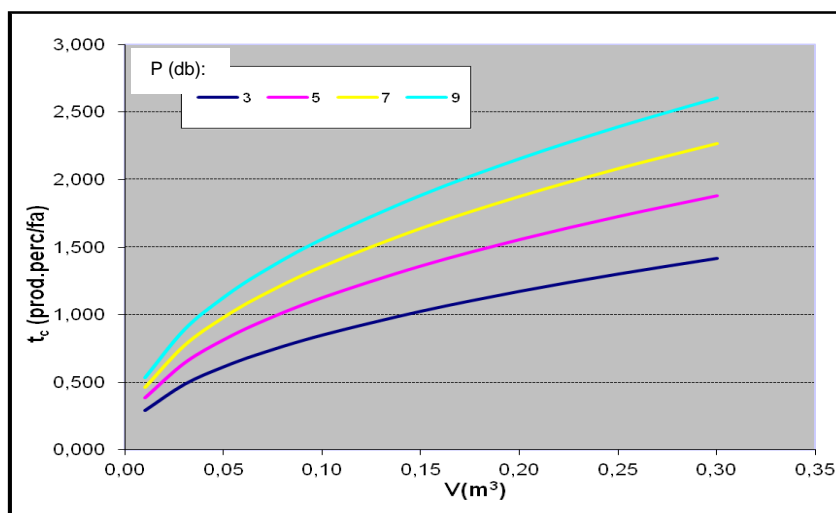
A regresszió-analízissel meghatározott összes függvény paramétereit és megbízhatósági mérőszámait összefoglalva mutatjuk be a 8.5 melléklet táblázatában. Az ott közölt paraméterek segítségével bármelyik paraméteres függvény felírható, és velük a szükséges számítások elvégezhetők.

A függvények számításánál felhasznált fontosabb alapadatokat és a mért vagy számított átlagos időszükségleti- és teljesítmény-adatot összefoglalva mutatják be a 8.6 melléklet táblázatai.

A ciklusidő és a fajlagos időszükséglet alakulására – a különböző befolyásoló tényezők függvényében – számtalan grafikont szerkesztettünk. Itt most csupán egy példán mutatom be a legfontosabb összefüggések ábráját, ahol a ciklusidő ( $t_C$ ; prod.perc/fa) alakulása a teljesfa térfogata ( $V$ ; m<sup>3</sup>) és a fák nehézségi foka ( $P$ ; összes pont) szerinti alakulása figyelhető meg; (a termelt választékok száma:  $N = 5$  db/fa = konstans).



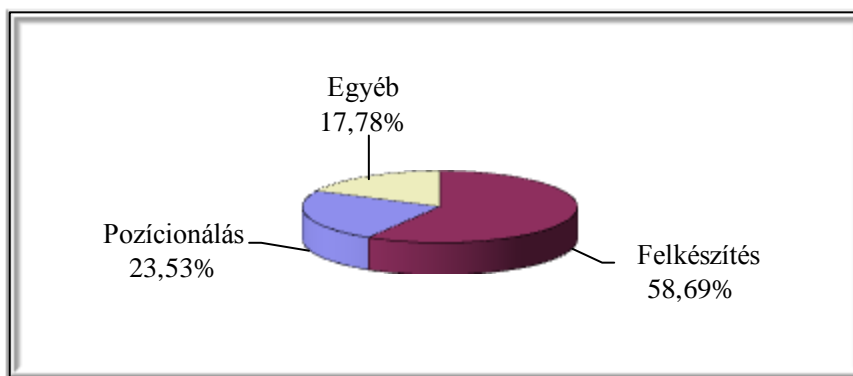
## 22. ábra: A harveszteres fakitermelés ciklusidejének alakulása a teljesfa térfogata és nehézségi foka szerint



SAJÁT ÁBRA, 2007.

A munkaidő átlagos szerkezetét kördiagramon ábrázoltam (23. ábra). Az összes kísérleti termelés adatai szerint közel 24% a fa felkeresésére és megragadására fordított idő (pozicionálás) aránya az összes időből; majdnem 59% a felkészítési idő aránya; míg az egyéb idő csupán 17%. Tehát 83% a produktív idő aránya az üzemidőn belül, ami kimagaslóan jó értéket jelent, még nyugat-európai szinten is.

## 23. ábra: A harveszter munkaidejének átlagos szerkezete



SAJÁT ÁBRA, 2007.

### Összefoglaló értékelés

Az öt országban mért és általunk feldolgozott adatok alapján a daruharveszter esetében tehát azt tapasztaltuk, hogy a 0,07–0,41 m<sup>3</sup>/fa átlagtérfogat esetén a produktív órára jutó teljesítmény 4,9–16,4 m<sup>3</sup>/óra között változik; az eltérő nehézségi fokok és választék darabszám hatására is.

A daruharveszter beszerzési ára kb. 350.000,- Euro, azaz kb. 100 millió Ft. Közelítő számítással ez kb. 20.000,- Ft/üzemóra költséget jelent. Az iváni termelésben mért átlagos teljesítmény (6 m<sup>3</sup>/üzemóra) esetében tehát kb. 3.300 Ft/m<sup>3</sup> lenne a harveszterrel végzett döntés – előközelítés – gallyazás – választékolás – darabolás – rakásolás önköltsége. Ezt a munkát napjainkban a fakitermelési kisvállalkozók sem végzik jelentősen kisebb vállalkozói díjért – motormanuális szinten.

### 4.3 HAZAI KUTATÁSOK, FEJLESZTÉSEK EREDMÉNYEI

Magyarországon a fahasználati logisztika, napjainkban még, gyerekcipőben jár. A rendszerszemléletű anyagmozgatás azonban ma már csak a logisztika eredményeinek felhasználásával érhet el kiemelkedő eredményeket. A NYÍRERDŐ Zrt. ún. logisztikai központjai jelentik az első sikeres lépéseket az újszerű rendszer erdőgazdasági – fahasználati gyakorlati alkalmazásában.

#### 4.31 A NYÍRERDŐ Zrt. fejlesztései

Közel 20 évvel ezelőtt indult el az erdőgazdaság életében az akkor már logisztikai szemléletű korszerűsítési és fejlesztési hullám, amit tanulmányozhattam 2004-ben egy négynapos tanulmányút keretében; 2008-ban pedig diplomatervezőm munkáját segítve, irányítva. Beruházásaik önerőből, pályázati és állami pénzekből történtek. Elsőként a Nyírbátori Fafeldolgozó üzem anyagmozgatási problémáit oldották meg, majd évről évre alakították, építették ki és a mai napig fejlesztik az ún. logisztikai centrumokat. A logisztikai bázisok kialakításánál alapoztak a már kialakított felkészítő helyekre, fűrészüzemi telepekre vagy a vasúti rakodói infrastruktúrára.

Elsődleges szempont volt, hogy a fakitermelési és szállítási feladatok súlypontjában, főútvonal és vasútvonalhoz közeli helyeket válasszanak.

A NYÍRERDŐ logisztikai fejlesztései az anyagmozgatások infrastrukturális háttérének korszerűsítésére, a nyilvántartási, adatfeldolgozási rendszer fejlesztésére összpontosultak.

Infrastrukturális beruházások:

- Megfelelő belső úthálózat és infrastrukturális rendszer megtervezése;
- Időjárásbiztos burkolt úthálózat létesítése kamionfordulókkal;
- Vasúti rakodó építése;
- Csapadékelvezető árokrendszer kialakítása;
- Anyagmozgató, rakodó és aprító gépek beszerzése;
- Rendezetten kialakított rönktér (betonlábazatú ászokfás megoldásokkal);
- Fedett faanyagtároló szín(ek) építése;
- Hitelesített kamion-mérlegelő rendszer kialakítása.

#### 9. képek: Logisztikai központ: Ófehértó



SAJÁT FOTÓK, 2004.

Informatikai és információáramlási rendszerek kiépítése:

- A nyilvántartási rendszer fejlesztése;
- Vonalkódos rönkkövetés;
- Korszerű tervező- és elemző-programok kifejlesztése;
- Adatáramlási csatornák kiépítése.

Az erdőgazdálkodásban – a logisztika szemléletéből következő – újszerű megközelítés, hogy a primer (erdei) választékok termelésének gazdaságossági értékelése mellett számszerűsítjük az üzemen belül előállítható, magasabb készülségi fokon értékesíthető termékekből eredő hasznot is. Számítjuk tehát, hogy a piacra kerüléskor mennyivel nagyobb az  $1\text{m}^3$  kitermelt faanyagegységre jutó többletnyereség.

Az Ófehértói Logisztikai Központ üzemi adatai alapján végeztünk a tanszéken elemzéseket. Egy konkrét példa alapján szeretném bemutatni, hogyan történhet, megalapozott számítások segítségével a többletnyereség kimutatása (21. táblázat).

Válogatott minőségű akác állványfából marófejes és csiszolóvászras megmunkálással szíjácsmart oszlopot állítanak elő. A terméket kalodába rakva, minőségben és méretben a vevői igényekhez igazítva értékesítik. A számottevően az építészetben használt különleges, dekoratív anyag iránt nagy a kereslet. Az állványfát nehezen lehetne értékesíteni nyomott áron, a minőségbeli fahibája (térgörbeség) miatt pedig sok esetben csak tűzifaként.

A továbbfeldolgozás eredményeként közel 26.000,- Ft plusznyereséget produkál az erdészet  $\text{m}^3$ -enként, amit a megmunkálási hulladék hasznosítása (az aprítéktermelésben), valamint a keletkezett fűrészpor értékesítése tovább növel.

**21. táblázat: A szíjácsmart oszlop előállítási költsége és értékesítési ára**

	$\text{Ft/m}^3$	Kihozatali tény.	$\text{Ft/m}^3$
<i>Akác állványfa ára, tő mellett</i>	26.000	0,74	35.100
<i>Szállítás</i>	1.700	0,74	2.295
<i>Belső anyagmozgatás munkapadig</i>	492	0,74	664
<i>Megmunkálás</i>	10.500	0,74	14.175
<i>Belső mozgatás készletező helyre</i>	225	1,00	225
<i>Kamionba terhelés</i>	225	1,00	225
<i>Rezsi</i>	1.050	0,74	1.418
<b>Összköltség</b>			<b>54.102</b>
<b>Késztermék értékesítési ára</b>			<b>79.800</b>

FORRÁS: SEREG, 2008.

Abban az esetben, ha az alapanyag a logisztikai központba csak a beszállítása és vagonba terhelése történik az összköltség  $28.200,- \text{Ft/m}^3$  körül alakul, míg az értékesítési ár  $30.000,- \text{Ft/m}^3$ . Nyilvánvaló, ez  $1.800,- \text{Ft/m}^3$ , vagyis 6%-os többletnyereséget jelent, míg a szíjácsmart oszlop értékesítése 32% (akár 35%) többletnyereséget eredményez.

#### 4.32 A Szombathelyi Erdészeti Zrt. megoldásai

A szombathelyi logisztikai törekvések a '90-es évek végén, – ellentétben az egri és a nyírségi operatív fejlesztésekkel, ahol az infrastruktúra megteremtése volt az elsődleges – startégiai szinten kezdődtek. Első lépésként megreformálták az erdőgazdálkodási egységeket, és ún. pagonyerdészetekeket hoztak létre. Második lépésként átalakították a szervezet felépítését, és az alapvető (akkor még) részvénytársasági gazdasági társasági struktúrát hozták létre, logisztikai igazgatót neveztek ki, és logisztikai vezetőket (9. melléklet).

Sajnos a törekvések a tervezés és részeredmények szintjén meg is rekedtek (valószínűleg gazdasági és politikai okok miatt).

A gyakorlat szintjén megvalósult „logisztikai” fejlesztés – amit tanulmányúton a hallgatókkal is megfigyelhettünk – a sárvári központi rakodóhoz hasonló „logisztikai bázisok” létrehozása. A közutak mentén található centrumok inkább csak az áruforgalmi átrakóhelyek szerepét töltik be, ahova a faanyagot koncentrálják, vagy érkeztetik.

A Sárvári Erdészeti Igazgatóság területén jellemzően előforduló erdei- és feketefenyő állományokból (területének aránya: 23%) nagy mennyiségben termelnek 2 m-es papírfát és értékesítnek külföldre, pl. az ausztriai papírgyár (Papierholz Austria) részére.

Az akár 40-50 m<sup>3</sup> -t is szállító kamionok kiszolgálása a központi rakodók létesítésével vált gyorsabbá és megoldhatóvá. A faanyagot az erdőterületről kisebb teherbírású (5-10 t) teherautókkal, helyi vállalkozókat alkalmazva szállítják ki a logisztikai bázisra. Ha igazán jól működik az információáramlás és a „Just in Time”, a rakodón nem leterhelik a faanyagot, hanem költséget és időt megtakarítva, saját daruval átterhelik a kamionba.

Ennek a megoldásnak előnye – a költségmegtakarításon túlmenően – hogy a környezetterhelés (zaj, levegőszennyezés, utak elhasználódása) is csökkenthető, mert a kamion nem megy be az erdőterületre, nem teszi tönkre többek között az erdészeti utakat, a fajlagosan nagyobb CO<sub>2</sub> kibocsátásával nem szennyezi a környezetet és a máglyafelkeresési feladatból következő erdőterületi többlet „bolyongás” (ami költségnövelő és környezetszennyező) sincs.

#### 4.33 EGERERDŐ Zrt. próbálkozásai

Az erdőgazdaság faanyagexportja az elmúlt években a felére esett vissza, ami az energetikai kereslet megteremtődésének volt köszönhető. A fakitermelés volumennövelése nélkül az értékesítési irányok átcsoportosításra volt szükség.

A gazdálkodó prioritást biztosított a hazai rostfa-piac igényeknek, valamint a vásárlói magatartás hektikusága ellenére, a lakossági tűzifa-ellátásnak is (JUNG, 2008).

Az 1990-es évek elejétől tartó tűzifa recesszió a 90-es évek végére a kezelhető mélypont alá süllyedt, és a tűzifát csak a kitermelés önköltsége alatti áron lehetett értékesíteni. A helyzetet rontotta, hogy az egyik felvevőpiac a szenítés volt, ami a nagy átfutási idő miatt (boksaberakás, szenítés, értékesítés) jelentős bizonytalansági tényezőket hordozott magában (fizetéképtelenség).

A faanyag erőműbe történő szállítása, a hosszú-távú szerződések megkötésével egy biztos tervezhetőséget jelentett. Korszerű fahasználati prognózisrendszert alakítottak ki, a várható választékszerkezet tükrében, mely számba vehető hibahatáron belüli csökkenő fakitermelési lehetőséget mutat, így erdőterület változása nélkül pontosan tervezhető a rendelkezésre álló alapanyag.

A nagyobb teherbírású gépjárművek megjelenésével a fordulók száma ugyan csökkent közel 12%-kal, viszont a forgalomterhelés 20%-kal növekedett.

Az infrastruktúrális fejlesztések nem követték a változásokat. Az optimális tengelyterhelésű szállítójármű-megválasztás, az útkarbantartási munkák elmaradtak, és a kimutatható forgalomterhelés-változás következményeként a 20 évre tervezett pályaszerkezetek élettartalma akár 3-6 évvel is csökkent (JUNG, 2008).

Az Egererdő Zrt. területén, a logisztikai átszervezéseknek és rendszerszemléletnek köszönhetően, a megnövekedett faenergetikai hasznosítás ellenére sem növekedett a fakitermelés. Javult a megtermesztett faanyag hazai hasznosításának aránya, azaz csökkent a nyersanyag export, ami a jelentős eredménynövekedésben is mérhető.

A faanyag energetikai célú értékesítése egyre kedvezőbb, és többlet árbevételi lehetőségeket teremt. Ilyen megfontolásból tett logisztikai beruházást és vásárolt az erőgazdaság a 2010. év őszén egy Jenz HEM 582 R típusú, MAN tehergépkocsira szerelt mobil aprítógépet, amivel – jelen tervek szerint – fenyő vágástéri hulladékot vagy vastag tűzifát fognak aprítani, terveik szerint évente több tízezer atrotonna mennyiségben. (URBÁN, 2010).

Az aprítógép hatékony működése céljából logisztikai központokat kívánnak kialakítani, a felvásárlói és kitermelési viszonyok ismeretében.

Jelenleg az aprítógép időszakosan, csak próbaüzemben dolgozik, de amint megkezdődik a termelés, diplomatervezőmmel vizsgálni fogjuk a gép alkalmazásának gazdaságosságát.



## 5. A KUTATÁS EREDMÉNYEI A FAANYAGÁRAMLÁSOK LOGISZTIKAI ÉSSZERŰSÍTÉSI LEHETŐSÉGEIRE

Doktori munkám során igyekeztem a fahasználat valamennyi részterületére kiterjedő, logisztikai szempontú vizsgálatot és kutatásokat végezni.

A fahasználat költségeit és eredményeit a leginkább meghatározó alábbi négy területen sikerült eredményeket elérnem:

- Technológiai fejlesztések (4.2 fejezet);
- Szállítások racionalizálása (5.1 fejezet);
- Munkaszervezés (5.2 fejezet);
- Fahasználati infrastruktúra fejlesztése (5.3 fejezet).

### 5.1 GAZDASÁGOSSÁGI HATÁRTÁVOLSÁGOK SZERINTI ESZKÖZVÁLASZTÁS

A valamikor általánosan jellemző, saját tehergépkocsikkal végzett faanyagszállítás helyett napjainkban szinte általánossá vált a fuvarozó vállalkozókkal, szállítmányozó társaságokkal történő szállítás. Néhány erdészeti zrt. tartott csak meg stratégiai gépparkot.

A szállítójármű kiválasztása során figyelembe kell venni, hogy a tehergépkocsi a fuvaroztatók telephelyét rendszerint közvetlenül ki tudják szolgálni, nincs átrakási igény, megvalósítható a „háztól-házig fuvarozás”; viszonylag rövid az áruk eljutási ideje; viszont magasabb a fajlagos energia- és munkaerőigény, és jelentős a környezetterhelő hatása, pl. a vasúti szállításéhoz képest. A közúti áruszállítás nagy előnye, hogy rugalmasan tud alkalmazkodni a vevői igényekhez, vagy a megváltozott feltételekhez; de a külső körülmények, hirtelen fellépő hatások (forgalmi dugó, kedvezőtlen időjárás) és korlátozások, tilalmak (pl. „kamion stop”) sokszor nehezíthetik az áruk eljutását.

A vasúti áruszállítás költségtényezőire kihat, hogy az elmúlt időszakban nagy átalakítás zajlott a MÁV-nál. Megtörtént a vasúttársaság számviteli és szervezeti szétválasztása. Öt üzletág alakult: személyszállítási, áru fuvarozási, gépészeti, pályavasúti és ingatlan gazdálkodási. Az Európai Unió irányelvei alapján, a szabad pályahasználat révén fokozottan érvényesülhet a pályavasúti és a vonatközlekedtetési tevékenység szétválása, a magán vasúttársaságok (pl. GYSEV) esetében is; ugyanakkor megjelent a több országon át történő vonattovábbítás igénye. Ezek a MÁV-nál korábban megszokott sémák újratervezését igénylik.

Mindezen tényezők ismeretében – ha objektívek akarunk lenni – a javasolható szállítási mód meghatározásánál, konkrét számítások segítségével elsősorban azt kell vizsgálni, hogy milyen körülmények között gazdaságos a faanyag szállítása tehergépkocsival, illetve mikor gazdaságos vasút igénybevételel történő többtagú szállítást tervezni.

Az áruszállítási rendszer és a szállítójármű kiválasztása során abból kell kiindulni, hogy a közúti szállítás magasabb fajlagos költségét – egy bizonyos szállítási távolsáig – ellensúlyozza az az előny, hogy kisebb a rakodás összköltsége, és többnyire rövidebb a szállítás útvonala, mint a vasúté. Hosszabb távolságra történő szállítás esetén azonban ezeket az előnyöket felülmúlja a vasúti szállítás jelentősen kisebb fajlagos (Ft/tkm) költsége. Meg kell határozni tehát azt a határtávolságot, ameddig gazdaságosabb közvetlenül a közúton szállítani, és amelyetől érdemesebb a vasúton is történő árutovábbítást alkalmazni.

A közúton vagy vasúton történő szállítás fajlagos költségét ( $K$ ; Ft/t), a szállítási távolság ( $s$ ; km) függvényében, az áruszállítás során fellépő konstans költség ( $\alpha$ ; Ft/t), illetve a fuvar költség ( $\beta$ ; Ft/tkm) figyelembevételével az alábbi lineáris összefüggéssel lehet leírni.

$$K = \alpha + \beta * s$$

A vasúton történő faanyagszállítás fajlagos költsége ( $K_V$ ) – átlagos hazai viszonyok között – a 2010. január 1-én érvénybe lépett vasúti díjtéltáblák adataiból levezetve, az alábbiak szerint alakul:

$K_V = 1870 + 18,8 * (s_V - 60)$ , mely képlet a többletrakodások ( $r_V$ ) 350,- Ft állandó költségének figyelembevételével a végső  $K_V = 1870 + 350 * r_V + 18,8 * (s_V - 60)$  költségegyenletté alakítható.

A közúton történő faanyagszállítás költségegyenlete ( $K_k$ ) a faanyagszállításban foglalkoztatott fuvarozók vállalkozói díjának alapján határozható meg (8 erdészeti zrt. adatszolgáltatásából átlagolva):

$K_k = 350 * r_k + 50 * s_k$ , amelyben a rakodások ( $r_k$ ), vagyis egy fel- és egy leterhelés 700,- Ft-os összköltsége jelenti az állandó költséget, így  $K_k = 700 + 50 * s_k$ .

A gazdaságossági határtávolság ( $s_h$ ) meghatározása során feltételezhető, hogy a közúti és vasúti szállítások távolsága eltérő. A reláció leggyakrabban  $s_V > s_k$ , de különleges helyzetekben előfordulhat  $s_V < s_k$ , netalántán az  $s_V = s_k$  is.

A számítás során figyelembe kell venni, hogy a vasúti szállítás a legösszetettebb esetben egy közúti odaszállítást ( $K_{kz1}$ ) és egy közúti elszállítást ( $K_{kz2}$ ) feltételez.

Az egyenlő költséget eredményező határtávolság ezért:

$$K_k = K_V + K_{kz1} + K_{kz2}, \text{ vagyis}$$

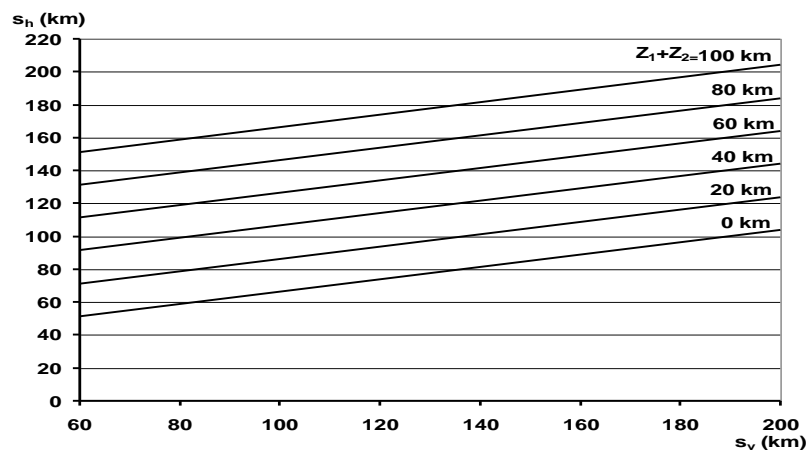
$$700 + 50 * s_k = 1870 + 350 * r_V + 18,8 * (s_V - 60) + 350 * r_{kz} + 50 * (z_1 + z_2)$$

Az előző egyenletből a közúti szállítási távolságot kifejezve egyben megkapjuk a faanyagszállítás gazdaságossági határtávolságának ( $s_h$ ; km) összefüggését, összes oda- és elszállítási távolsággal ( $z_1 + z_2$ ):

$$s_h = s_k = 0,376 * (s_V - 60) + 7 * (r_V + r_{kz}) + (z_1 + z_2) + 23,4$$

A szállítási határtávolság meghatározásához kalkulált függvény grafikus ábrázolása (24. ábra) világít rá arra, hogy milyen távolságig gazdaságosabb a gépkocsival történő közvetlen szállítás (2 rakodással), és milyen távolság felett érdemes a vasúti szállítás is alkalmazni (a példában 4 rakodással és eltérő  $z_1 + z_2$  -vel kalkuláltam, ahol  $z_2 = 0$  is lehet).

**24. ábra: A szállítás gazdaságossági határtávolságának nomogramja**  
(15t-ás tehergépkocsi és 20t-ás, kéttengelyes nyitott vasúti kocsik esetében)



SAJÁT ÁBRA, 2010.

A számításoknak, így a grafikonnak is 50-60 km feletti vasúti szállítási távolságok esetén van értelme, mert vasút esetén többetrakodással és magas állandó költséggel (pályafenntartás; kocsi és mozdony „kiállítás” stb.) kell számolni.

Az ábrán a leginkább előforduló 4 rakodással ( $2r_v + 2r_{kz}$ ) történő szállítás eseteire számított összefüggések láthatóak. A lineáris függvények megmutatják, hogy milyen távolság felett érdemes vasúti szállítással kombinálni a közúti szállítást.

A grafikon módosulhat, a határtávolság csökkenthető akár kedvezményes vasúti szerződésekkel, vagy a fel- és lerakodások helyett az átterhelések alkalmazásával. Esetünkben, ha az általános 4 rakodás helyett eggyel kevesebbel kell kalkulálni, az 7 km-rel csökkenti a határtávolságot. A rakodások száma és a gazdaságossági határtávolság változása egyenes arányban állnak egymással.

A költségek, és ezáltal a határtávolságok természetesen akkor is módosulnak, ha számításba vesszük például a speditóri jutalékot, melyet akkor kell az erdőgazdaságoknak fizetniük, ha szállításaikat egy fuvarozási cégen keresztül szervezik.

A bemutatott nomogramnak csupán magyarázó ereje, szerepe van. Az összefüggések stratégiai számítások sorozatának eredményei, – melyek nem „egy-az-egyben” átvehető matematikai képletnek tekintendők, – de „megváltoztatva a megváltoztatandót”, a módszer könnyen adaptálható az eltérő körülmények esetében. A közúti odaszállítás távolságát,  $z_1$ -et akár erdőrészlet szintjén is meghatározhatjuk, és a helyi viszonyoknak megfelelően kialakított képlet, valamint számítógépes program segítségével  $s_h$  gyorsan és pontosan kalkulálható.

## 5.2 A MUNKASZERVEZÉSBN REJLŐ LEHETŐSÉGEK

Úgy vélem, a munkaszervezés racionalizálásának többek között egy olyan rendszerben van rendkívül fontos szerepe, ahol a működéshez szükséges alapanyag beérkeztetése épp a megfelelő időben (Just in Time) kell hogy történjen. A fahasznalatok során az erőművi faanyagellátás kifejezetten ilyen szervezést igénylő terület.

Az energetikai célú faültetvények anyagát a betakarítást követően, lehetőség szerint minél rövidebb időn belül el kell szállítani, hogy a következő állomány fejlődését ne akadályozza. Az anyagmozgatás során, akár az erőművekbe történő aprítékszállításra, akár a háztartási tűzifaellátásra gondolunk, nagy mennyiségű biomasszát kell megmozgatni, hosszabb-rövidebb távolságokra. A logisztikának rendkívül nagy szerepe van abban, hogy a meg- és kitermelt faanyag a megfelelő időben a megfelelő helyre kerüljön.

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.

A betakarítási és szállítási feladatokat sokféle tényező befolyásolja. Önmagában is bonyolult tervező munkát igényel a betakarítás technológiájának (10.1 melléklet) kiválasztása, melyet a különböző szállítási lehetőségek (10.2 melléklet) meghatározása tovább nehezít. A folyamatosan változó és hirtelen fellépő befolyásoló tényezők, mint pl. az időjárás, bármikor felboríthatják a tervezést és gyors újratervezési feladatokat indukálnak.

A megfogalmazott feladatok optimális megoldásához korszerű eszközökre és informatikai háttérre van szükség. Nyugat-európai erdő- és mezőgazdasági logisztikai fejlesztések tapasztalatai alapján hazánkban is lehetőség lenne hasonló rendszerek kiépítésére. Példaként az energetikai ültetvényekből kikerülő faanyag, apríték formában erőművi felhasználásra történő elszállítására kidolgozott sémámat ismertetem.

A rendszer rövidített elnevezése IMA, mely utal az integrált (a gazdálkodó szerv, a betakarító vállalkozók és a szállító társaságok együttműködése), és modulált (a hardver és szoftver elemek összekapcsolása) aprítékhasznosításra.

Az IMA működésének alappillérei:

- a betakarítandó energetikai célú faültetvény, vagy a faapríték-depó helyének koordinátái;
- az erőműbe történő szállítás számítógépes tervezése;
- a rendszer résztvevői között fenntartott folyamatos, naprakész adatforgalom (10.3 melléklet);
- a betakarítás (aprítás, szárítás), rakodás és szállítás számítógépes irányítása.

A rendszer jellemzői:

- 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 digitális 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 betakarítás és a szállítás tervezése.
- A szállítási szakaszok és rakományok adatai, paraméterei internetes hálózat segítségével közölhetők.
- Az alapvető információkon kívül megadhatóak az esetleges új útszakaszok, útzáratok, kocsifordulók stb., melyek szimbólumai a digitalizált térképre kerülnek.
- Az üzembe vezető úton a járművek pozícióját a sofőr bármikor leolvashatja és továbbíthatja a szállítmány valamennyi adatával együtt.
- Az üzembe történő érkezésre a felhasználó rendelkezésére áll valamennyi ismerv a rakományról, s az információkat már csak a szükséges szárítás, tömegmérés és laborvizsgálatok eredményeivel egészítik ki.

Az aprítéktermelésre alapozott fűtőművek, erőművek, illetve „nagyfogyasztók” működésének gazdaságossága nagyban függ a faanyag kitermelésének és szállításának logisztikájától, amelynek köszönhetően:

- a faanyag (apríték) szállítása, ezáltal üzembe érkezése megbízhatóbb, kiszámíthatóbb;
- a szállítójárművek hatékonysága javul, mert a rakomány helyzetéről pontos, naprakész információk állnak rendelkezésre;
- a faanyag átvételi és beérkezési ideje is csökkenthető azáltal, hogy a rendszer pontosabban tervezhető, kivitelezhető és a szállítmány paraméterei is ismertek.

### 5.3 ERDŐFELTÁRÁSI OPTIMALIZÁLÁSI LEHETŐSÉGEK

Az erdőfeltárás klasszikus elméletének alapösszefüggéseit alkalmazva igyekeztem olyan optimalizáló módszert felhasználni, amely – kiegészítve a szállítási költségek elemzésbevonásával – a meglévő úthálózat bővítésének mértékére és elrendezésére szolgálhat stratégiai alapelveket.

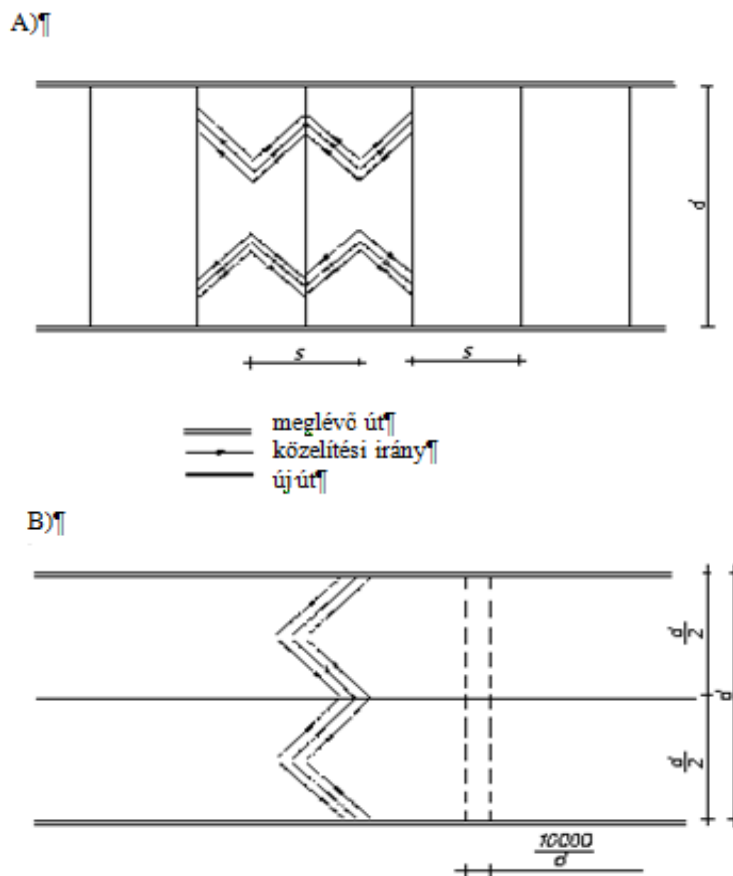
A fejezetben egy újszerű erdőfeltárási rendszermodellt szeretnék bemutatni, amely lehetővé teszi, hogy általánosságban vizsgáljuk a felmerülő összes anyagmozgatási és pályaépítési költségek alakulását. Alkalmazása a meglévő úthálózatok optimális bővítésére is konkrét adatokat szolgáltat, és segítségével a közelítőgépeknek a tömegdarab törvényre való érzékenysége is vizsgálható (MISTÉTH-RUMPF, 1999).

Minden elméleti kutatás csak elvonatkoztatásokkal tud megoldani egy problémát, ezért a számításokhoz rögzítettem az idealizált peremfeltételeket melyek szerint:

- közel sík terepről,
- meglévő párhuzamos, időjárásbiztos utakról,
- az utak között zárt, vágásérett állományokról legyen szó.

A feltételeket az alapján határoztam meg, hogy megállapítható: Magyarország erdőterületeinek több mint fele fekszik  $7^\circ$ -nál kisebb keresztdőlésű területen (CZIMBER, 2010); a feltáró-utak kiosztásának szempontjából közömbös, ha a meglévő utak szöveget zárnak be egymással; egyidejű útépítés és véghasználat történik.

**25. ábra: A peremfeltételeknek megfelelő terület sematikus rajza**



Az A eset költségeinek összegzése:

$$K = h \cdot \frac{s \cdot d}{V \cdot s \cdot d} + f \cdot \frac{d}{V \cdot s \cdot d} + k(v, s) + m \cdot \frac{d}{4} \quad (1.)$$

A képletben szereplő kifejezések jelentése:

- $K$  ( $Ft/m^3$ ) - az összes fajlagos költség  
 $s$  ( $m$ ) - a meglévő utakra merőleges új utak kiosztásának távolsága  
 $d$  ( $m$ ) - a meglévő utak távolsága  
 $V$  ( $m^3/m^2$ ) - a területen lévő állomány fatömege  
 $h$  ( $Ft/m^2$ ) - a közelítő nyomok járhatóvá tételének többletköltsége  
 $f$  ( $Ft/m$ ) - az új út építési költsége  
 $v$  ( $m^3/db$ ) - az állományviszonyoktól függő átlagfa térfogata  
 $k$  ( $v,s$ ) - a közelítés költsége az új utak távolsága és az állományviszonyok függvényében

$$m \left( \frac{Ft}{m^3 \cdot m} \right) - \text{fajlagos szállítási költség}$$

A  $k(v,s)$  belső függvény, mely csak adott közelítőgépre és adott terepviszonyokra érvényes. Ezen adatok birtokában a költségfüggvényből  $s$  szerint differenciálva és megoldva kapjuk az optimális útkiosztási távolságot.

Elsőként a belső függvényként szereplő fajlagos közelítési költséget kell megállapítani.

$$k = \ddot{U} \cdot t \quad (2.)$$

ahol  $\ddot{U}$  ( $Ft/üzemóra$ ) üzemóraköltség  
 $t$  ( $óra/m^3$ ) a közelítés fajlagos időszükséglete

A következőkben közelítő-eszközönként vizsgáljuk a függvényeket.

#### Valmet 870-CN Forwarder

$\ddot{U} = 16000$   $Ft/üzemóra$  (GOCKLER, 2010)

$$t = \left( \frac{0,5}{v} + 0,0018s_2 + 1 \right) \frac{1}{66,4} \cdot \frac{100}{P\%}$$

ahol  $s_2$  ( $m$ ) az átlagos közelítési távolság (GÓLYA, 1998).

Az optimális közelítés az útra  $45^\circ$ -os szögben történik:

$$\text{ezért } s_2 = \frac{\sqrt{2}}{4} s$$

$P = 50\%$  kihasználtságot feltételezve:

$$k = 481,92 \left( \frac{0,5}{v} + 1 \right) + 0,3066s \quad (3.)$$

Ez adott terep és állományviszonyok mellett lineáris egyenlet:

$$k = a + b \cdot s \quad (4.)$$

Visszahelyettesítve a költségegyenletbe (1.):

$$K = \frac{h}{V} + \frac{f}{V \cdot s} + a + b \cdot s + m \cdot \frac{d}{4} \quad (5.)$$

A függvény minimumát differenciálással határozzuk meg:

$$\frac{dK}{ds} \equiv -\frac{f}{V \cdot s^2} + b = 0 \quad (6.)$$

A függvénynek minimuma van, mert a

$$\frac{d^2K}{ds^2} \equiv 2 \cdot \frac{f}{V \cdot s^3} > 0 \text{ képletben szereplő számok mindig pozitívak.}$$

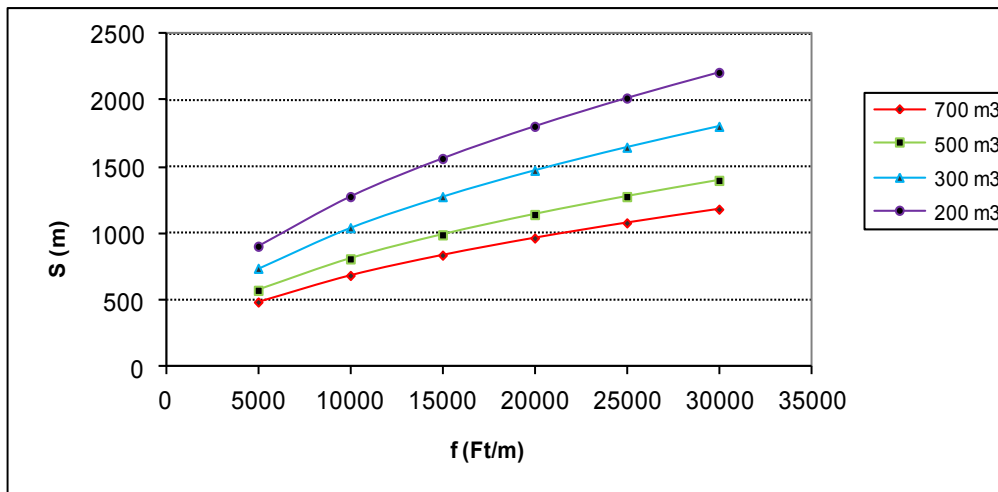


A (6.) egyenlet  $s$ -re megoldva adja az optimális útkiosztási távolságot:

$$s = \sqrt{\frac{f}{V \cdot b}} \quad (7.)$$

Az általános megoldás alapján a fontosabb állományjellemzők szerint történhet az útkiosztás optimum-vonalainak meghatározása az útépitési költség szerint (26. ábra).

**26. ábra: Az erdőfeltárási költségek alakulása Valmet közelítőgép esetén**  
(új útkiosztás ( $s$ ) és a területen lévő állomány fatömege ( $V$ ) függvényében)



Az (1.) kifejezésből nem derül ki, de például határesetben ( $d < s$  esetén) nem alkalmazható ez a megoldás, hiszen a közelítést rövidebb úton is végre lehet hajtani a már meglévő utakra, új út építése nélkül. Keresni kell tehát azt a  $d_{min}$ , meglévő utak közti határtávolságot, amelynél már a rendszer szempontjából olcsóbb a meglévő utakkal párhuzamosan építeni egyetlen újat. Ezt mutatja az 25. ábra B esete, amelynél a költségfüggvény a következő:

$$K = \frac{h}{V} + f \cdot \frac{10000}{d} \cdot \frac{1}{V \cdot 10000} + k(v, d) \quad (8.)$$

Ebben az egyenletben nem szerepel a szállítási költség, hiszen a hosszirányú szállítást az A esetre sem vettem figyelembe. A továbbiakban a  $h$  tényezővel nem kell számolni, mert nagysága elenyésző a többihez képest.

A két költségfüggvény, (1.) és (8.) egyenlővé tételével,  $d$ -re megoldva kapjuk  $d_{min}$  határtávolságot:

$$\frac{f}{V \cdot s} + k(v, s) + m \cdot \frac{d}{4} = \frac{f}{V \cdot d} + k(v, d)$$

a  $k(v, s)$  belső függvény a (3.) kifejezésből:

$$k = a + b \cdot s \quad B \text{ esetben nem } s, \text{ hanem } \frac{d}{2} \text{ a változó.}$$

Behelyettesítve:

$$\frac{f}{V \cdot s} + b \cdot s + m \cdot \frac{d}{4} = \frac{f}{V \cdot d} + b \cdot \frac{d}{2} \quad (9.)$$

Explicit alakban kifejezve:

$$\left(\frac{b}{2} - \frac{m}{4}\right) d^2 - \left(\frac{f}{V \cdot s} + b \cdot s\right) \cdot d + \frac{f}{V} = 0 \quad (10.)$$

és  $d$ -re megoldva:

$$d = \frac{\left(\frac{f}{V \cdot s} + b \cdot s\right) \pm \sqrt{\left(\frac{f}{V \cdot s} + b \cdot s\right)^2 - 4\left(\frac{b}{2} - \frac{m}{4}\right) \cdot \frac{f}{V}}}{2 \cdot \left(\frac{b}{2} - \frac{m}{4}\right)} \quad (11.)$$

de mivel

$$\frac{f}{V \cdot s} = \frac{f}{V \cdot \sqrt{\frac{f}{V \cdot b}}} = \sqrt{\frac{f \cdot b^2}{V \cdot b}} = b \cdot \sqrt{\frac{f}{V \cdot b}} = b \cdot s \quad (12.)$$

és

$$\frac{f}{V} = \frac{f \cdot b}{V \cdot b} = b \cdot s^2 \quad (13.)$$

így az általános megoldás:

$$d = \frac{2 \cdot b \cdot s \pm \sqrt{(2 \cdot b \cdot s)^2 - (2b - m) \cdot s^2 \cdot b}}{b - \frac{m}{2}} \quad (14.)$$

A negatív jel elhagyható, mert a figyelembevételével kapott gyök irreális.

A (14.) kifejezésben csak a fajlagos szállítási költség ( $m$ ) ismeretlen.

A (3.) kifejezésben szereplő  $b$  értéke:  $b=0,3066$  m, értéke ZIL 130G tehergépkocsi és aszfalt-beton pályaszerkezet esetén  $m=0,07$  Ft/m<sup>3</sup> · m (oda-vissza útra vetítve).

A (14.) kifejezésbe behelyettesítve:

$$d_{\min} = \frac{0,6132 \cdot s + \sqrt{(0,6132 \cdot s)^2 - 0,166 \cdot s^2}}{0,2716}$$

$$d_{\min} = 3,944 \cdot s \approx 4 \cdot s$$

Tehát a meglévő utak minimális távolságának a 25. ábra A esetben a (7.) kifejezéssel meghatározott  $s$  útkiosztási távolság négyszeresének kell lennie; A eset csak ekkor alkalmazható. Ha  $d < 4 \cdot s$  akkor a 25. ábra B elrendezése a gazdaságosabb.

A következő vizsgálat  $d$  határértékére: a minden építést nélkülöző közelítés mekkora  $d_{\min}$  távolság esetén gazdaságos. Útépítés nélkül a költségek:

$$K = k(v \cdot d), \text{ és ez a (4.) kifejezés értelmében}$$

$$K \equiv k = a + b \cdot d \quad (15.)$$

A (8.) kifejezést egyenlővé téve (15.) kifejezéssel kapjuk  $d'_{\min}$  értékét.

$$\frac{f}{d \cdot V} + a + b \cdot \frac{d}{2} = a + b \cdot d$$

Az egyenlet  $d$ -re megoldva:  $d = \sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{f}{V \cdot b}}$ .

de ha a (7.) kifejezést behelyettesítjük:

$$d'_{\min} = \sqrt{2} \cdot s \quad (16.)$$

Tehát ha a meglévő utak távolsága kisebb az A elrendezés esetében számított  $s$  útkiosztási távolság  $\sqrt{2}$  szeresénél, akkor minden további útépítési munka nélkül csak a meglévő utakra közelítsünk.

MTZ-50 csörlős univerzális traktor

A közelítés időegyenlete (GÓLYA-RUMPF, 1984):

$$t = 0,0144 \cdot s_2^{0,418} \cdot v^{-0,608} \cdot \frac{100}{P\%} \quad (17.)$$

$$s_2 = \frac{\sqrt{2}}{4} \cdot s \quad \text{és } P\% = 50\%$$

Az üzemóraköltség:  $\dot{U} = 5000 \text{ Ft/óra}$  (GOCKLER, 2010)

A közelítés költségegyenlete:

$$k = 5000 \cdot 0,0144 \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{4}\right)^{0,418} \cdot s^{0,418} \cdot v^{-0,608} \cdot 2$$

A műveleteket elvégezve:

$$k = 93,25 \cdot v^{-0,608} \cdot s^{0,418} \quad (18.)$$

Általános alakban:

$$k = x \cdot s^y \quad (19.)$$

(Az előző közelítőeszköz költségegyenletétől eltérő karakterű.)

Az (1.) kifejezésbe visszahelyettesítve a közelítési költségegyenletet:

$$K = \frac{f}{V \cdot s} + x \cdot s^y + m \cdot \frac{d}{4} \quad (20.)$$

Differenciálva:

$$\frac{dK}{ds} \equiv -\frac{f}{V \cdot s^2} + y \cdot x \cdot s^{y-1} = 0 \quad (21.)$$

A függvénynek minimuma van, mert

$$\frac{d^2K}{ds^2} \equiv 2 \frac{f}{V \cdot s^3} + y \cdot (y-1) \cdot x \cdot s^{y-2} > 0 \text{ képletben szereplő számok mind pozitívak.}$$

A (21.) kifejezés  $s$ -re megoldva adja az optimális útkiosztási távolságot

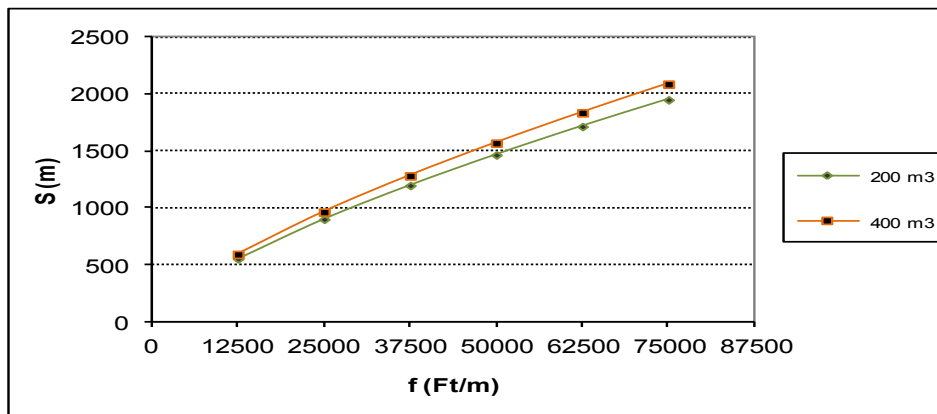
$$s = \sqrt[y+1]{\frac{f}{y \cdot x \cdot V}} \quad (22.)$$

A (22.) kifejezés számszerűsítve (27. ábra):

$$s = 1,418 \sqrt[1,418]{\frac{f}{38,98 \cdot v^{-0,608} \cdot V}} \quad (23.)$$

**27. ábra: Az erdőfeltárási költségek alakulása****MTZ-50 csörlős univerzális traktor esetén I.**

(új útkiosztás ( $s$ ) és a területen lévő állomány fatömege ( $V$ ) függvényében)



A (23.) kifejezésből látható, hogy az  $s$  útkiosztási távolság nemcsak a hektáronkénti fatömegtől, hanem az átlagfa köbtartalmától is függ. A 27. ábráról leolvasható, minél kisebb az egy hektárra vetített fatömeg, annál sűrűbb úthálózatot igényel a terület; és minél vékonyabb állomány kerül kitermelésre, annál nagyobb feltártság adja a legkisebb fajlagos összköltséget. Tehát erősebben érvényesül a tömeg-darab törvény költségnövelő hatása a közelítésnél az átlagfa köbtartalmának csökkenése miatt, mint a fajlagos útépités költség növekedése a kevesebb letermelhető fatömeg miatt. Az eddigiektől eltérő karakterű eredmény a közelítő eszköz tömeg-darab törvényre való túlzott érzékenysége vezethető vissza, amely a kis kapacitású gépekre általában jellemző. A közelítő számítások szerint, ha (17.) kifejezésben lévő  $-0,608$  -as hatványkitevő  $-0,455$  érték fölé emelkedik, akkor az útkiosztási távolságok állományminőségek szerinti sorrendje megegyezik a Valmet gépekével.

Ezeket a megállapításokat csak első közelítésként fogalmazom itt meg, a probléma összetettsége miatt ez további vizsgálatra szorul (mint pl. az időegyenletek alaki felépítésének kérdése).

Hasonlóan az eddigi vizsgálatokhoz ez esetben is fontos a meglévő utak távolságának minimális értékeit ( $d_{min}$  és  $d'_{min}$ ) ismerni.

Ha az 25. ábra  $B$  elrendezésének költségeit vizsgáljuk, akkor a (8.) kifejezés szerint:

$$K = \frac{f}{d \cdot V} + x \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^y \quad (24.)$$

A  $d_{min}$  értékét megkapjuk, ha (20.) és (24.) kifejezéseket egyenlővé téve,  $d$ -re megoldjuk az új egyenletet:

$$\frac{f}{d \cdot V} + x \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^y = \frac{f}{s \cdot V} + x \cdot s^y + m \cdot \frac{d}{4}$$

Explicit alakra hozva:

$$\frac{m}{4} \cdot d^2 + \left(\frac{f}{V \cdot s} + x \cdot s^y\right) \cdot d - x \cdot 0,5^y \cdot d^{y+1} - \frac{f}{V} = 0 \quad (25.)$$

Ez az egyenlet nem oldható meg, ezért közelítő számításokat kell végezni  $d_{min}$  értékének meghatározásához.

A közelítő számítások elvégzése után  $d_{min}$  és a következőkben levezetett  $d'_{min}$  között lineáris kapcsolatot találtam, adott állományviszonyok között.

A számítások a (20.) és (24.) kifejezések segítségével történnek, felvett  $d$  értékre.

A költségegyenlőségig végzett sorozatszámítás  $\pm 1\%$  -os hibával megadta  $d_{min}$  értékeit, melyek 800-3000 m -ig terjednek az útépitési költség /ezzel együtt a fajlagos szállítási költség/ és az állományviszonyok függvényében.

A  $d'_{min}$  értékének meghatározása az alábbi lépésekben történt:

Útépités nélküli költségek:

$$K \equiv k = x \cdot d^y \quad (26.)$$

A (26.) és (24.) kifejezéseket egyenlővé téve:

$$x \cdot d^y = \frac{f}{d \cdot V} + x \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^y$$

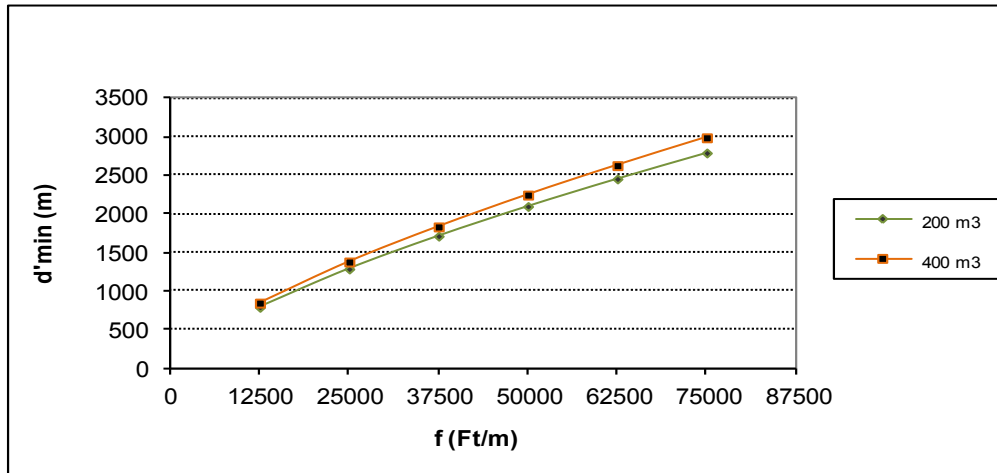
$d$  -re megoldva:

$$d'_{min} = \sqrt[y+1]{\frac{f}{V \cdot x \cdot (1 - 0,5^y)}} \quad (27.)$$

A számértéket (18.) kifejezésből behelyettesítve (28. ábra):

$$d'_{\min} = 1,418 \sqrt{\frac{f}{V \cdot 23,31 \cdot v^{-0,608}}} \quad (28.)$$

**28. ábra: Az erdőfeltárási költségek alakulása MTZ-50 csörlős univerzális traktor esetén II.**  
(a meglévő utak minimális határtávolsága ( $d'_{\min}$ ) és a területen lévő állomány fatömege ( $V$ ) függvényében)



A  $d_{\min}$  értéke már egyetlen szorzótényezővel megállapítható:

$$d_{\min} = 2,95 \cdot d'_{\min} \sim 3 \cdot d'_{\min}$$

Ez természetesen nem olyan pontos, mint a Valmet forwarder esetében megadott  $d_{\min}$  értékek, hiszen itt nem függvénnyel, hanem közelítő számításokkal dolgoztam. A gyakorlatban azonban még ez a pontosság is jóval belül van az egyéb tényezők peremfeltételektől való eltérések miatti pontossági határon.

### LKT- 81 csörlős vonszoló

A közelítés időegyenlete (GÓLYA-RUMPF, 1984):

$$t = 1,485 \cdot s_2^{0,229} \cdot n^{-0,446} \cdot v^{-0,834} \cdot \frac{100}{P\%} \quad (\text{min/m}^3) \quad (29.)$$

$$s_2 = \frac{\sqrt{2}}{4} \cdot s; \quad n = \text{db/rakomány, itt } n = 2,414 \text{ (átlagos érték); és } P\% = 50\%;$$

Az üzemóraköltség:  $\ddot{U} = 10.500 \text{ Ft/üóra}$ , illetve  $174,99 \text{ Ft/min}$  (GOCKLER, 2010)

A műveletet elvégezve:

$$k = 174,99 \cdot 1,485 \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{4}\right)^{0,229} \cdot s^{0,229} \cdot 0,675 \cdot v^{-0,834} \cdot 2 \quad (\text{Ft / m}^3)$$

A közelítés költségegyenlete:

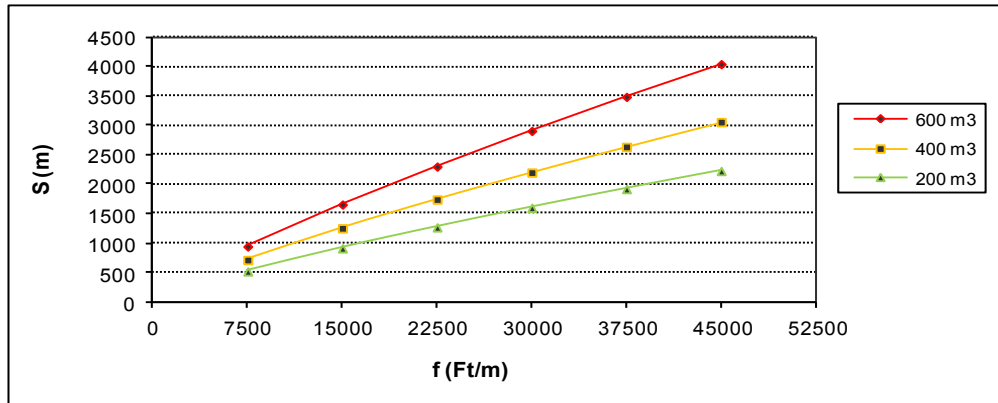
$$k = 276,51 \cdot v^{-0,834} \cdot s^{0,229} \quad (\text{Ft / m}^3) \quad (30.)$$

Számszerűsítve sorban a 19) – 22) kifejezéseket, kapjuk az útkiosztás egyenletét (29. ábra):

$$s = 1,229 \sqrt{\frac{f}{60,31 \cdot v^{-0,834} \cdot V}} \quad (31.)$$

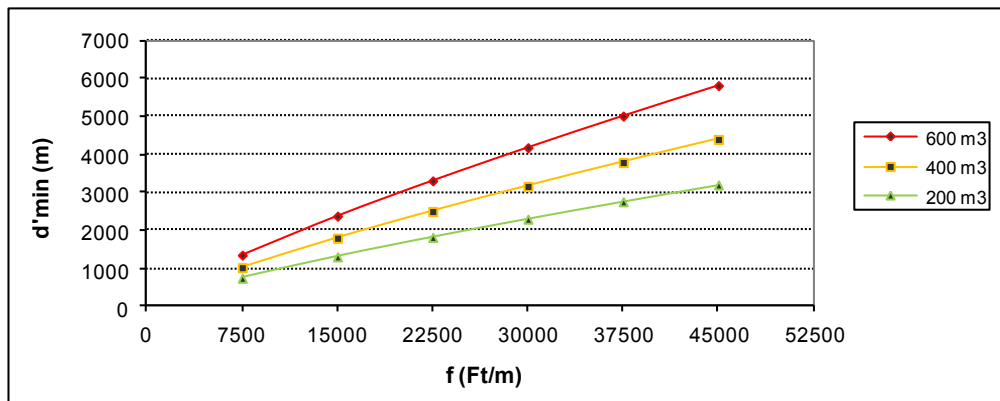
**29. ábra: Az erdőfeltárási költségek alakulása LKT-81 csörlős vonszoló esetén I.**

(új útkiosztás (s) és a területen lévő állomány fatömege (V) függvényében)

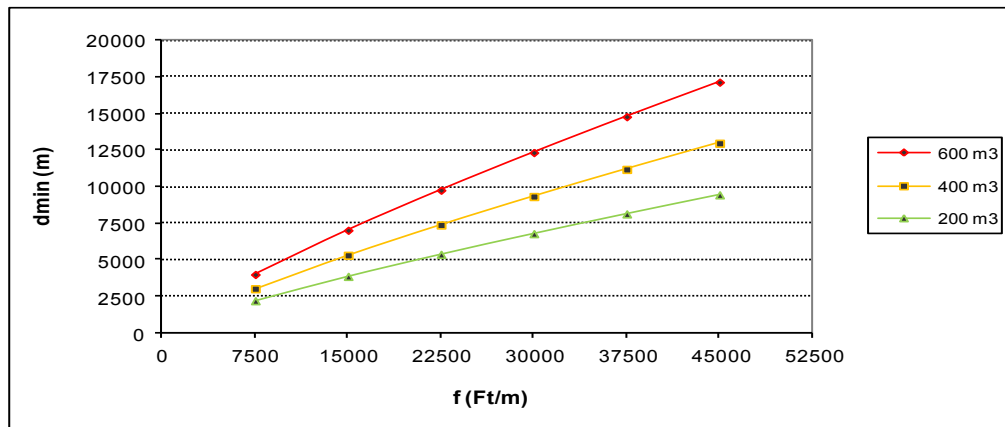


A (24.) – (27.) kifejezésekbe behelyettesítve (30. ábra):

$$d'_{\min} = 1,229 \sqrt{\frac{f}{V \cdot 40,58 \cdot v^{-0,834}}} \quad (32.)$$

**30. ábra: Az erdőfeltárási költségek alakulása LKT-81 csörlős vonszoló esetén II.**(a meglévő utak minimális határtávolsága ( $d'_{\min}$ ) és a területen lévő állomány fatömege (V) függvényében)A  $d_{\min}$  értékének meghatározása és ábrázolása az eddigiekhez hasonlóan (31. ábra):

$$d_{\min} = 2,95 \cdot d'_{\min} \sim 3 \cdot d'_{\min}$$

**31. ábra: Az erdőfeltárási költségek alakulása LKT-81 csörlős vonszoló esetén III.**(a meglévő utak minimális határtávolsága ( $d_{\min}$ ) és a területen lévő állomány fatömege (V) függvényében)



LKT- 81 csörlős vonszoló egységgrakatos technológiával

Ezt a közelítési módszert azért vizsgáltam kiemelten, mert jellemző racionalizálási logisztikai megoldás a Pilisi Parkerdő Zrt. területén.

A közelítés időegyenlete (RUMPF, 1984):

$$t = 1,485 \cdot s_2^{0,2497} \cdot v^{-0,055} \cdot q^{-1,008} \cdot \frac{100}{P\%} \quad (\text{min/m}^3) \quad (33.)$$

$$s_2 = \frac{\sqrt{2}}{4} \cdot s; q=0,8 \text{ m}^3; \text{ és } P\% = 50\%;$$

Az üzemóráköltség:  $\ddot{U} = 10.500 \text{ Ft/óra}$ , illetve  $174,99 \text{ Ft/min}$  (GOCKLER, 2010)

A közelítés költségegyenlete:

$$k_{köz} = 254,70 \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{4}\right)^{0,2497} \cdot s_2^{0,2497} \cdot v^{-0,055} \cdot 2 \quad (\text{Ft/m}^3)$$

A viszonylag nagy termelékenyséű közelítés előfeltétele azonban az egységgrakát-képzés, mely szintén jelentős költségekkel jár.

Ennek alakulása  $d_{1,3}$  és  $q$  függvényében az alábbi:

$$k_{rak} = 8649 \cdot q^{-0,36} \cdot d_{1,3}^{-1,205} \cdot \frac{100}{P} \quad (\text{Ft/m}^3)$$

Az összes költség a műveletek elvégzése és a két tevékenység költségének összegzése után:

$$k_{\ddot{o}} = k_{köz} + k_{rak} = 909,72 \cdot v^{-0,1208} \cdot s^{0,167} \quad (\text{Ft/m}^3) \quad (34.)$$

Általános alakban:

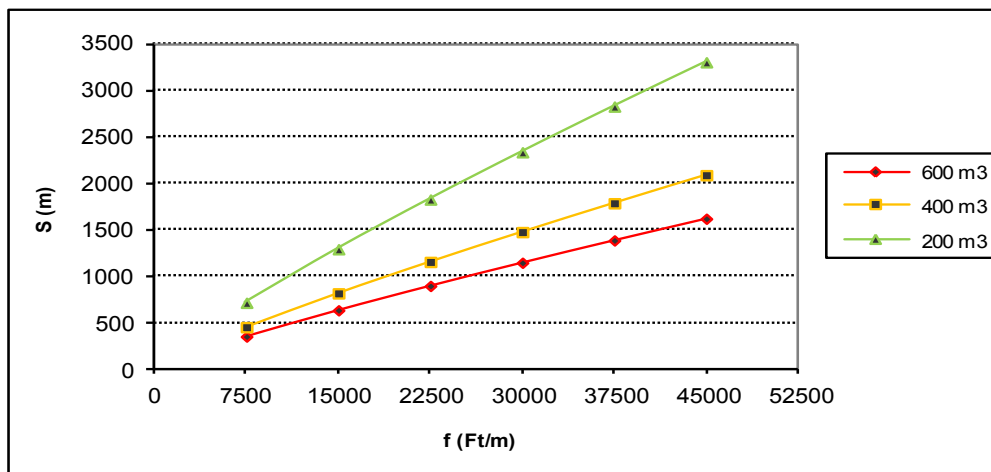
$$k = x \cdot s^y$$

Számszerűsítve sorban a (19.) – (22.) kifejezéseket, kapjuk az optimális útkiosztás egyenletét (32. ábra):

$$s = 1,167 \sqrt[3]{\frac{f}{151,92 \cdot v^{-0,1208} \cdot V}} \quad (35.)$$

**32. ábra: Az erdőfeltárási költségek alakulása LKT-81 csörlős vonszolóval végzett egységgrakatos közelítés esetén I.**

(új útkiosztás (s) és a területen lévő állomány fatömege (V) függvényében)

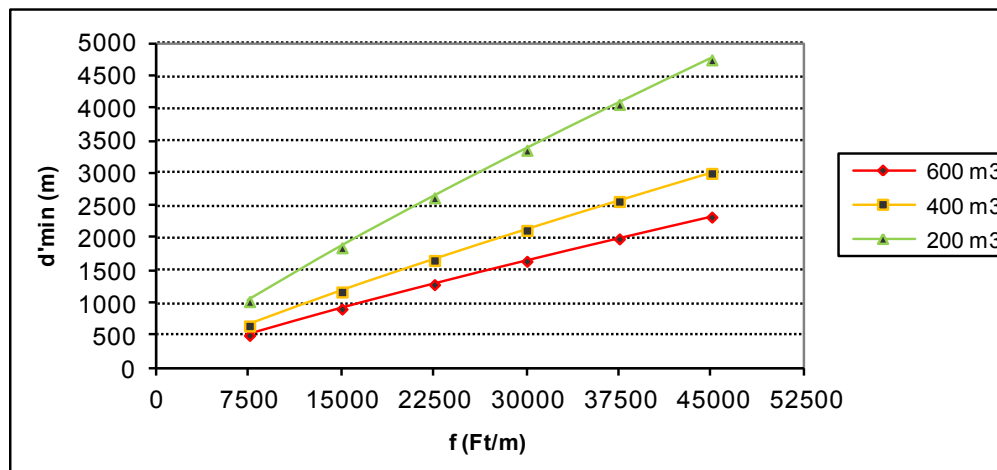


A (24.) – (27.) kifejezésekbe behelyettesítve az aktuális adatokat, kapjuk a meglévő utak minimális értékeit (33. ábra):

$$d'_{\min} = 1,167 \sqrt{\frac{f}{V \cdot 99,45 \cdot v^{-0,1208}}} \quad (36.)$$

**33. ábra: Az erdőfeltárási költségek alakulása LKT-81 csörlős vonszolóval végzett egységgrakatos közelítés esetén II.**

(a meglévő utak minimális határtávolsága ( $d'_{\min}$ ) és a területen lévő állomány fatömege ( $V$ ) függvényében)

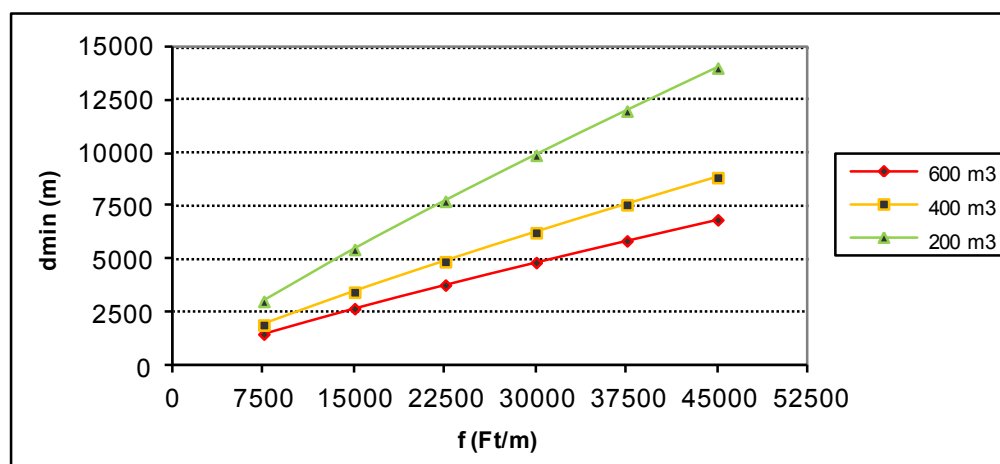


Végül  $d_{\min}$  értékének a meghatározása (34. ábra):

$$d_{\min} = 2,95 \cdot d'_{\min} \sim 3 \cdot d'_{\min}$$

**34. ábra: Az erdőfeltárási költségek alakulása LKT-81 csörlős vonszolóval végzett egységgrakatos közelítés esetén III.**

(a meglévő utak minimális határtávolsága ( $d_{\min}$ ) és a területen lévő állomány fatömege ( $V$ ) függvényében)



### Az optimális útkiosztás megválasztásának lehetőségei egy erdőgazdaság pl. a Pilisi Parkerdő Zrt. erdőszeteinél

A számítások a Parkerdő erdőszeteinél is – a különböző átlagos fatérfogatok, eltérő közelítőgépek és technológiák esetén – az alábbi három jellemző eset fordulhat elő:

- nem érdemes új utat építeni, a *meglévő utakra alapolunk*
- a meglévő utakkal „*párhuzamosan*” érdemes új utat építeni
- a meglévő utakra „*merőlegesen*” érdemes *besűríteni* a hálózatot

*Az optimális útkiosztás megválasztása:*

Pl. LKT-81 csörlős vonszoló; egységgrakatos technológia; 600 m<sup>3</sup>/ha állomány fatömeg (V) és 2,7 m<sup>3</sup>/fa átlagfatérfogat (v) esetén.

- Meglévő utakra alapolhatunk, nem érdemes új utat építeni, 16,46 ha-on 100 fm út (6,1 fm/ha feltártság) van.
- A meglévő utakkal párhuzamosan érdemes építeni egyet, 24,28 ha-on 100 fm út (4,1 fm/ha feltártság) lesz.
- A meglévő utakra merőlegesen érdemes az úthálózatot besűríteni  
eredeti feltártság: 50 ha-on 100 fm (2 fm/ha)  
további feltártság (átfedést nem nézve): 11,45 ha-on 100 fm (8,7 fm/ha)  
(tehát az új feltártság: 10,7 fm/ha)

A konkrét javaslatokat területegységenként részletezve is megtehető (MÁTYÁS, 1999).

*Az optimális útkiosztás megválasztása konkrét erdőszeteknél:*

Az előző alfejezet alapján, az egyes erdőszetek feltártsága ( $l = \frac{10000}{d}$  fm/ha) az állományjellemzők és a fakitermelés térbeli rendjének ismeretében, a különböző közelítő gépekhez, technológiákhoz megállapítható optimális útkiosztás kalkulálása a 11. melléklet táblázataiban látható.

### Következtetések

Az erdőfeltárás újszerű követelményei (a környezetvédelem, jóléti funkció, esztétikai igények stb.) sem teszik elhanyagolhatóvá az erdőszeti logisztika és infrastruktúra rendszerének gazdaságossági vizsgálatát. Optimálásra is alkalmas matematikai modellek segítségével - a sokoldalú elvárásoknak is megfelelő - úthálózatok közül a leggazdaságosabb választható ki, s ezáltal jelentős költségmegtakarítás érhető el az erdőgazdálkodó számára. A modellezett állományok adatai (V,v) természetesen ezt követően is csak egy átlagos adottságokat jellemeznek – az új utak által feltárt erdőterületen a következő 15-20 évben sorra kerülő elő- és véghasználatok m<sup>3</sup>-rel súlyozott átlagaiként. Az időszak alatt az új utakra jutó forgalmi terhelés nagysága (m<sup>3</sup>/élettartam) mellett a szállítójárművek tengelyterheléseit is figyelembe kell venni az utak méretezése során.

Ahogy a Pilisi Parkerdő Zrt. területére vonatkozó konkrét elemzéseim is, úgy akár más erdőgazdaságokra aktualizált módszer természetesen csupán a feltártság célszerű bővítésének nagyságrendjére és térbeli elrendezésére vonatkozóan ad útmutatást. A feltáróhálózat konkrét bővítése előtt, az új útszakasz környékén várható fakitermelések adataival, a pályaszerkezet-méretezés alapján adódó útépitési költségekkel a számítások pontosíthatók.

## 6. ÖSSZEGZÉS

Disszertációm elkészítésére elsősorban az inspirált, hogy felkeltsem az erdőgazdálkodásban, a fahasználat területén dolgozó szakemberek figyelmét az üzleti életben már régóta felismert versenyelőnyt biztosító tudományterületre. A logisztikai tevékenységek alatt ma már nem egyszerűen az áruforgalmat irányító rendszereket értjük, hanem a termelt áruk és létrehozott szolgáltatások értékének növelését. Munkám során számtalan példát láttam arra vonatkozóan, hogy a fogyasztási cikkek piacán már nem a termékek, hanem az ellátási láncok versenyeznek egymással, ami annak is köszönhető, hogy a fogyasztó számára a termékben már nemcsak a használati, hanem a hely és idő értékek is megtestesülnek.

Az erdőgazdálkodás eredményessége legmeghatározóbb mértékben a fahasználati tevékenységek hatékonyságán múlik, amelyre jelentős hatással lehet a logisztikai szemléletben történő tervezés, szervezés, végrehajtás, irányítás és mindezek ellenőrzése.

Dolgozatom megírását a rendszerszemléletű anyagmozgatás általános, majd a faanyagmozgatásra vonatkozó kérdéseinek vizsgálatával kezdtem, mert úgy véltem, a logisztika alapját ezen területek jelentették. Az anyagmozgató pályák kiépítése, később a szállítójárművek teherbírásának optimalizálása, majd az operációkutatási módszerek és sorbanállási elméletek alkalmazása, fontos mérföldkövei voltak az újszerű látásmód megteremtésének.

A logisztika ismertetésének tükrében részletesen mutattam be a fahasználat feladatrendszerét, ami egyértelműen vezetett a fahasználati logisztikában rejlő lehetőségek felismeréséhez. A két szakterület közötti párhuzam vonásával megerősíteni kívántam feltevésemet, miszerint létjogosultsága van a logisztikai szemléletben történő fahasználatnak. Az alfejezetek nem csupán leírásokat, szakirodalmi áttekintéseket tartalmaznak, hanem a kutatási tématerület szempontjából fontos – rész-, vagy teljes eredménnyel igazolt – megállapításokat is.

A külföldi kutatási és vizsgálati eredmények nyújtottak segítséget a hazai elemzési területek meghatározásában, és a logisztikai rendszersémák megalkotásában. A logisztikai rendszerek bevezetésében élenjáró (pl. nyugat-európai) országokban tapasztaltak azonban felhívták a figyelmet egy érdekes ellentmondásra. Ugyanis, amíg a vizsgálatba vont egységek szervezeti felépítése és működése inkább „első generációs” volt, vagyis elavultnak tekinthető; addig a felhasznált, vagy javasolt információs rendszer már inkább az ötödik generációhoz tartozott. A logisztikai rendszerek bevezetésén fáradozó hazai szakembereknek már csupán ezért sem szabad túl bonyolult és precíz információkat megkövetelni a közreműködőktől. Inkább a 90%-os megbízhatóságú adatokra építkezzünk a rendszer működtetésekor, de azok frissek és aktuálisak legyenek; minthogy „110%-os” adatokat követeljünk, amelyek azonban túl későn születnének meg a helyes döntések meghozatalához.

A magyarországi erdőgazdaságok közül három esetében tapasztaltam olyan fejlesztéseket, első sikeres lépéseket, amelyek a logisztika szemléletében történtek. Ezek tanulmányozása során megállapítást nyert, hogy operatív infrastrukturális és informatikai beruházások történtek, vagy stratégiai szervezeti átalakítások. Komplex logisztikai anyag és információáramlási rendszer kidolgozására még törekvések sem fogalmazódtak meg.

Munkám során igyekeztem többféle részterületet érintő, fahasználati logisztikai fejlesztési lehetőséget feltárni. A szállítási feladatok optimalizálásának; a hatékony munkaszervezésnek; a gépesítési, technikai vagy technológiai fejlesztéseknek; valamint az infrastrukturális háttér megteremtésének vizsgálata adott erre lehetőséget.

A logisztikai szemléletű racionalizálások bevezetésének első fázisában különösen fontos, gyakran a rendszer sorsát eldöntő feladat az elért megtakarításnak, haszonnak az igazságos szétosztása a résztvevők között – az előzetes megállapodás szerint –, a tagok többlet-beruházási igényét és többletköltségeit is figyelembe véve. Előzetesen rögzíteni kell továbbá azokat a hosszú távú megállapodásokat, amelyek lehetetlenné teszik az eladó és a vevő részére a reális piaci ártól való eltérést, egy lemerített logisztikai rendszer rugalmatlanságát kihasználva. (Például: egy jól kiépített, bevált rendszer esetében a vevő egyre alacsonyabb árakon hajlandó csak megvenni a fanyersanyagot, bízván abban, hogy a logisztikai rendszer előnyei miatt az eladó sokáig nem lép ki a rendszerből, az alacsonyabb vételi árak ellenére sem...)

A XXI. század piacgazdaságában minden termelő szektornak ki kell használnia a fejlődés, a technika, a technológia vívmányai adta lehetőségeket a piaci versenyben maradáshoz. Olyan ágazat esetében, mint az erdőgazdálkodás, ahol a termelés körülményei változnak, és a munkavégzés a természetben történik, kiszolgáltatva az időjárás viszonyosságainak, a lehetőségek ésszerű, tervszerű, rendszerszemléletű kihasználására nagy hangsúly tevődik, melyhez segítséget a logisztika adhat.

## 6.1 TÉZISEK

- I. Összefoglaltam és jellemeztem a különböző áruszállítási módokat, lehetőségeket, csoportosítva aszerint, hogy hagyományos, vagy kombinált rendszerről van szó. Vizsgáltam jelentőségüket a faanyagmozgatás szempontjából, mely alapján megállapítható, elsősorban a közvetlen, tehergépkocsival történő faanyagszállításnak, valamint a többtagú közúti és vasúti szállításnak van szerepe; utóbbinak egy bizonyos, jól meghatározható szállítási távolság felett. Az anyagmozgatási szakaszok számának csökkentése, a rakodások-átrakások kiküszöbölése, vagy a konténerizáció szakmai megoldásainak szélesebb körű alkalmazása segíthet a szállítások gazdaságosságának növelésében is. A kombinált megoldások, mint pl. a szűken értelmezett „hucke-pack”, a bimodális, vagy a „Big Bag” zsákok alkalmazását, jelen technikai kivitelezések szintjén, napjainkban még csak a faapríték-szállításban tartom elképzelhetőnek.
- II. Logisztikai rendszersémákat alakítottam ki, az anyag- és információáramlás tervezési folyamataihoz. A hagyományos értelemben vett erdőgazdálkodási logisztika alaprendszer mellett, a 40%-os részarányú magánerdő-tulajdonosok bevonását is lehetővé tevő, valamint a nagy tömegű faanyagot felhasználó erőművek és faipari nagyüzemek (farost- és forgácslap-gyárak) alapanyag ellátásának ésszerűsítése céljából felépített struktúra kialakítása is fontos, mert egységes, általános logisztikai megoldás ugyanis nincs és nem is alakítható ki, csak elemeiben. A logisztikai rendszersémák mellett igyekeztem egy lehetséges, fahasználati anyag- és információáramlási gráfot is felvázolni ügyelve az események időbeli párhuzamosságának és egymásutánosságának valóságghű ábrázolására.

- III. Négy közép-európai országban végzett forwarderes közelítés idő- és teljesítményadatait dolgoztam fel, elemeztem, és készítettem azok alapján időfüggvényt. A „forstInno” nemzetközi projektben történő közreműködés tette lehetővé számomra, hogy elvégezzem daruharveszteres fakitermelések idő- és teljesítmény mérését, az adatok rendezését, átszámítását; és – mentorom irányításával – az időegyenletek paramétereinek számítását, korreláció- és regresszió-analízis segítségével. Ezáltal a régióban jól felhasználható, a folyamatgépesítés szintjén gépesített műveletekre érvényes időnorma-függvények és táblázatok készültek; amelyek a logisztikai rendszerek kezdetét jelentő fakitermelési és anyagmozgatási szakasz korszerű szervezéséhez és értékeléséhez szolgáltatnak megbízható módszereket.
- IV. Vizsgáltam és meghatároztam azt az összefüggést, amellyel megállapítható az a határtávolság, ameddig gazdaságosabb közvetlenül a közúton szállítani, és amelytől érdemesebb a többtagú, a vasúton is történő árutovábbítást alkalmazni. Az áruszállítási rendszer és a szállítójármű kiválasztása során abból kell kiindulni, hogy a közúti szállítás magasabb fajlagos költségét – egy bizonyos szállítási távolságig – ellensúlyozza az az előny, hogy kisebb a rakodás összköltsége, és többnyire rövidebb a szállítás útvonala, mint a vasútié. Hosszabb távolságra történő szállítás esetén azonban ezeket az előnyöket felülmúlja a vasúti szállítás jelentősen kisebb fajlagos (Ft/tkm) költsége. A szállítási határtávolság meghatározásához kalkulált függvényt grafikusán ábrázoltam. A nomogram világít rá arra, hogy milyen távolságig gazdaságosabb a gépkocsival történő közvetlen szállítás (2 rakodással), és milyen távolság felett érdemes a vasúti szállítást is alkalmazni.
- V. Munkaszervezési racionalizálási lehetőségekre példaként kialakítottam egy rendszert, mely segítségével a faanyag (apríték) szállítása, ezáltal üzembe érkeztetése megbízhatóbb, kiszámíthatóbb. A fűtőművek, erőművek, illetve „nagyfogyasztók” működésének gazdaságossága függ a faanyag kitermelésének és szállításának logisztikájától. A szállítójárművek hatékonysága javul, ha rakomány helyzetéről pontos, naprakész információk állnak rendelkezésre, valamint a faanyag átvételi és beérkeztetési ideje is csökkenthető, és a rendszer pontosabban tervezhető, kivitelezhető a szállítmány paramétereinek ismeretében. Számítási mintapéldákon keresztül bizonyítottam, hogy a rakodási és tárolási költségek terén megtakarítások érhetők el a szállítójárművek várakozásának, valamint a faanyag leterhelési-átvételi idejének mérséklése, illetve a készletezett (pl. rönktéri) faanyag mennyiségének csökkentése által.
- VI. A fahasználati logisztika meghatározó eleme, hogy nagytömegű áruk mozgását kell megvalósítani, arra alkalmas pályaszerkezeten, minél kevesebb ökológiai terhelés és költségek mellett, hozamvesztés nélkül. Az erdőfeltárás klasszikus elméletének alapösszefüggéseit alkalmazva törekedtem olyan optimalizáló módszert felhasználni, amely – kiegészítve a szállítási költségek elemzésbevonásával – a meglévő úthálózat bővítésének mértékére és elrendezésére szolgáltathat stratégiai alapelveket. Az újszerű erdőfeltárási rendszermodell lehetővé teszi, hogy általánosságban vizsgáljuk a felmerülő összes anyagmozgatási és pályaeépítési költség alakulását. Alkalmazása a meglévő úthálózatok optimális bővítésére is konkrét adatokat szolgáltat, és segítségével a közelítőgépeknek a tömeg–darab törvényre való érzékenysége is vizsgálható.



## 6.2 JAVASLATOK

A disszertáció terjedelmi korlátai miatt számos területen maradtak még nyitott kérdések, amelyeket a szerző a jövőben is szeretne vizsgálni, akár hallgatók bevonásával is.

További vizsgálatok a fahasználat fejlődésének irányával összhangban, illetve gazdálkodási elvárásoknak megfelelően kell, hogy történjenek. A cél tehát az egyéb szektorokban jól működő logisztikai alkalmazások átültetése az erdőgazdálkodásba, elsősorban a fahasználatokba.

A folyamatos erdőborítást biztosító szálalóvágás, szálalásos üzemmód újszerű feladatok elé állítja nemcsak az erdőművelő kollégákat, hanem a fahasználat foglalkozó szakembereket is. Egyre inkább előtérbe kerül ez a kérdés, és területünkön a hangsúly főként a kíméletes fakitermelések megvalósítására tevődik. Vizsgálni kell tehát a fahasználat kíméletességének kérdéskörét, pl. a kisméretű gépek alkalmazását, vagy a lovas közelítés visszaállításának lehetőségét a faanyagmozgatásban, ami sokrétű összehangolás, tervezés, szervezés révén valósítható meg, vagyis logisztikai feladat.

A fejlett országokban évtizedek óta alkalmazott harveszteres fakitermelés forwarderes közelítéssel, az ún. folyamatgépesített fahasználat, – elsősorban ugyan a vállalkozók körében, de – Magyarországon is elterjedőben van. A magas beruházási költséggel megvásárolt gépek kihasználása és szakszerű alkalmazása érdekében fontos a termelés és anyagmozgatás összehangolása, melynek tervezése, vizsgálata, idő- és költségelemzése a jövő sürgető logisztikai feladatai közé tartozik.

Napjaink fahasználati feladatai között szerepel a vágásterületen, vagy rakodón képződő vékonyfa, gallyanyag hasznosítása. Az aprítéktermelés gazdaságossági kérdései, a gépek vizsgálata, vagy a munkarendszerek kifejlesztése is a logisztikai problémák közé sorolható, hiszen sokrétű és komplex folyamatok megszervezéséről kell gondoskodni, akár apríték, akár vékonyfa-köteg formájában történik az anyagmozgatás.

Hatékony fahasználat érdekében tehát logisztikai rendszersémák kifejlesztése javasolt, erdőgazdasági, de inkább erdészeti szinten, kapcsolódva a fakereskedelem és a faipar logisztikai rendszereihez. Fontos lenne együttműködő hálózat megszervezése, tartós, működőképese, fejleszthető információs és fizikai anyagáramlási rendszer kialakítása, a szükséges infrastruktúra (utak, feltáráshálózatok) és eszközrendszer megteremtésével (digitalizált térképek, műholdas navigációs-, és mobil térképező rendszer).

A logisztikai szemléletben történő gazdálkodás leginkább a logisztikai szakirányú végzettséggel rendelkező mérnökök szakemberek erdőgazdasági alkalmazásán keresztül lenne megvalósítható.

## **7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS**

Köszönetet mondok mindenk előtt témavezetőmnek, Prof. Dr. Rumpf János egyetemi tanárnak, aki még nyugdíjba vonulása után is kitartóan segítette munkámat. Hálás vagyok értékes tanácsaiért, útmutatásaiért és baráti támogatásáért.

Külön köszönetemet fejezem ki az Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet igazgatójának, Prof. Dr. Horváth Béla egyetemi tanárnak, főnökömnek; aki a sok-sok hasznos szakmai segítség mellett, lehetővé tett számomra több, – a disszertáció megírásához is nagyon hasznos – külföldi és hazai tanulmányúton, konferencián való részvételt. Köszönöm Horváth Attila doktorandusznak (remélem leendő kollégámnak), hogy számítástechnikai ismereteivel segítette munkámat. Köszönetet mondok az intézetben és az erdőgazdálkodásban dolgozó kollégáimnak is, akik a széleskörű szakirodalmi áttekintéshez, valamint a terepi munkákban nyújtottak szakmai segítséget.

Legnagyobb hálával a családomnak tartozom: Szüleimnek, Testvéremnek, Férjem Szüleinek, akik odaadó támogatása nélkül nem tudtam volna terveimet megvalósítani és doktori munkámat befejezni. Különösen hálás vagyok szerető Férjemnek, aki sokszor erőn felül segített abban, hogy disszertációm elkészíthessem. Végül köszönöm Benedek kisfiamnak és Emma kislányomnak türelmüket és megértő szeretetüket.

**A LOGISZTIKA EREDMÉNYEINEK ALKALMAZÁSA A HAZAI  
FAHASZNÁLATOK HATÉKONYSÁGÁNAK FOKOZÁSÁRA**

**KIVONAT**

A versenyképes gazdálkodás minden ágazattal szemben komoly elvárásokat támaszt, ez alól az erdőgazdálkodás sem kivétel.

A logisztika bevezetése a fahasználatban megalapozott és szükséges feladat, amelynek köszönhetően hatékonyan tervezhetők és rendszerszemléletben végrehajthatók a munkafolyamatok.

**Egységes, általános fahasználati logisztikai rendszer kialakítására törekedni naivítás, de az egyes részterületek logisztikai szemléletben történő racionalizálása szükséges, és kimutatható előnyökkel jár.**

A fakitermelés és értékesítés vevői igényekkel történő összehangolása, tervezése által csökkenthető a faanyag tárolási ideje, javítható a vevőkiszolgálás.

Korszerű fakitermelő és közelítőgépek alkalmazásával gyorsabbá, hatékonyabbá tehető a munkafolyamat.

A szállítóeszköz gazdasági határtávolság szerinti megválasztásával jelentősen mérséklődik a szállítás fajlagos költsége, körültekintő szervezéssel az állásidők rövidülnek, a rakodási idők csökkennek és a visszfuvarok is kihasználhatók.

Az erdészeti utak gyors tönkremenetele elkerülhető a faanyag megkeresését segítő GPS és térinformatikai szoftverek (pl. digitális térkép) felhasználásával, valamint a környezetszennyezés is mérsékelhető.

Növelhetők az előnyök logisztikai bázisok kialakításával, ahol tárolás, elosztás, felkészítés vagy továbbfeldolgozás valósítható meg.

Az információs csatornák hálózatának kiépítésével, fejlesztésével, naprakész adatokkal rendelkezhet mind a tulajdonos, mind az erdő kezelője; valamint a fakitermelési és szállítási vállalkozók és a felhasználók is.

Az erdőgazdasági szervezeti struktúrába jól illeszkedő logisztikai személyzet alkalmazásával a kereskedelmi, faanyagmozgatási és nyilvántartási feladatok jól tervezhetővé, szervezhetővé és ellenőrizhetővé válnak.

# ADAPTATION OF THE RESULTS OF LOGISTICS FOR ENHANCING THE EFFICIENCY OF DOMESTIC TREE UTILIZATIONS

## A LOGISZTIKA EREDMÉNYEINEK ALKALMAZÁSA A HAZAI FAHASZNÁLATOK HATÉKONYSÁGÁNAK FOKOZÁSÁRA

KATALIN-SZAKÁLOS MÁTYÁS

### ABSTRACT

The competitive management sets up high demands in all branches of the economy, including silviculture. The introduction of logistics in timber handling is an important task, by which the management can be better organized and performed.

**The creation of a general, standardized logistic system in the whole timber harvesting system can not be achieved, however it is necessary to rationalize of its parts in a logistic view, and this will lead to proveable advantages.**

By harmonizing and planning of deforestation and of timber marketing with the purchasers' demands, the timber storage duration can be decreased and we can improve the buyers' service at the same time.

Using modern cutting and forwarding machines, forest utilization can be made quicker and more effective.

Proper choosing of transport machines according to economic distances, the per unit transport costs can be considerably cut, and by good organization standstill-times and loading times can be decreased and also return cargo can be utilized.

Severe damage of forest routes can be avoided by using GPS to find timber stocks and by using land-informatical softwares (e.g. digital maps), at the same time environment pollution can be moderated.

The advantages of logistics can be increased by creating logistic bases, where the storage, distribution, preparation or processing of timber can be realized.

By the development of an information channel-net both forest owners, managers, lumbermen and transporters, as well as users can have up-to-date data for their activities.

Employment of logistics personnel well adopted to the structure of silviculture can lead to good planning, organizing and control of the registering tasks.