

## GERENCSÉR KINGA – BABANECZ CSABA

*Az energiacsökkentés lehetőségei a fafeldolgozás során*

A fűrészüzemekben az energiatakarékossági lehetőségeket négy csoportba lehet sorolni:

**a. Üresjárat kiiktatása:**

Egy átlagos gép tíz másodperc üresjárat alatt több energiát fogyaszt, mint indításkor, így már egy rövid üzemszünet esetén is kifizetődő a lekapcsolás.

**b. Teljes leterhelés:**

A gépeket teljes termelési sebességgel járattuk és a megmunkálás befejeztével lekapcsoljuk őket. A legtöbb megmunkálásnál (kéregtelenítés, fűrészelés, szeletelés...) a mellékfolyamat (elszívás, hidraulika, sűrített levegő...) több energiát igényel, mint maga a főfolyamat.

**c. Optimalizálás:**

Csak akkora teljesítményt biztosítunk, amennyi szükséges. Pl.: egy présleg berendezést csak 6 bar nyomással üzemeltessünk, faszárításnál a ventilátor fordulatszámát csökkentjük, az elszívó vezetékben az áramlási sebesség értéke 18 m/s körül legyen.

**d. Energiahatékonyság:**

Az új beruházásoknál az energiaigényt vegyük figyelembe. A szállítótól követeljük az energia felhasználására vonatkozó garantált értékeket.

A következő értékek legyenek lehetőleg kicsik:

- Fajlagos energiafelhasználás
- Üresjárat teljesítmény
- Az elszívott levegő mennyisége
- Nagynyomású levegő

**1. Áramfelhasználás egy fűrészüzemben**

A fűrészüzemek a következő területek szerint kerültek felosztásra: fűrészüzem, szárítás, utómegmunkálás és egyéb mellékfolyamatok.

Ha leszámítjuk a mellékfolyamatok áramfelhasználását (szortírozó kocsi, hulladék kezelése, szárítás) akkor a tulajdonképpeni famegmunkálás (kéregtelenítés, fűrészelés, szeletelés, gyalulás) már csak mintegy 20%-ot tesz ki. Ha ebből még levonjuk a gépekben bekövetkező veszteségeket (üresjárat veszteségek), akkor a tulajdonképpeni munkafolyamat csak kerekén 10%-ot igényel a fűrésztelep teljes energiafelhasználásából.

Ha a főfolyamat energiaigénye csak töredékét teszi ki az áramfelhasználásnak, akkor fizikailag nézve jelentős energiamegtakarítási lehetőségekkel kell számolni.

**2. Fűrészipari technológiák:****2.1. Rönktér***Szortírozó kocsi*

A 3500-tól 13 000 m<sup>3</sup> –ig terjedő feldolgozási mennyiséget 5-től 20 m<sup>3</sup>/h teljesítménnyel szortírozták. A rönkök osztályozása az üzemidő mintegy harmadát teszi ki. Ha a hatékony üzemeket tekintjük, akkor a rönkfelmérést is beleértve 12 m<sup>3</sup>/h termelékenység tűnik lehetségesnek. Az üzemben a szortírozó kocsik átlagosan 20 kW átlagos teljesítményt vesznek fel. Üresjáratban ezek az értékek 6 és 17 kW között változnak. A modern

hidraulikus aggregátoroknál ebben a teljesítmény kategóriában az üresjáratú teljesítménynek 4 kW vagy ennél kisebb értéknek kellene elérhetőnek lennie.

Üresjárat: Az üzemlátogatások során gyakran megállapítottuk, hogy a szortírozó kocsik akkor is üzemeltek, amikor a vezető a kabinban a mobiltelefonján beszélgetést folytatott és nem végzett éppen farönk szortírozást.

A rönköket darus berendezésekkel ellátott járművek segítségével is szortírozzák. Egy pneumatikus rakodó 600 óra alatt mintegy 3000 liter dízelolajat fogyaszt, ami 30 000 kWh energiának vagy mintegy 10 000 kWh áramnak felel meg.

### **Kéregtelenítés**

Vannak üzemek, amelyek a rönköket "meztelenül" szerzik be, a kéregben vágják vagy a fűrészelés előtt kéregtelenítik. A kéregben fűrészeléskor a fahulladék összekeveredik (kéreg és fa), de nincs szükség kiegészítőleg kéregtelenítő gépekre. A gépi kéregtelenítéshez egy marót vagy egy gyűrűs kérgezőt használnak. A kéregtelenítés energiafelhasználása kicsi, ha a gépet a munkavégzés után lekapcsolják.

Egy nagyteljesítményű gyűrűs kérgező aszinkron motorja a 15 másodpercig tartó csúcsjáratáskor átlagosan 30 kW-ot vesz fel, üresjáratban azonban csak 15 kW-ot. Tehát a lekapcsolás már egy perc alatti szünetek esetén is kifizetődő.

### **Rönkszállító berendezés**

A rönkszállító berendezések viszonylag nagyteljesítményű motorjai csekély áramfelhasználást okoznak, mert a bekapcsolási idők az automatizálás következtében rövidek.

## **2. 2. Fűrészelés**

### **Rönkvágó szalagfűrész**

A rönkvágó szalagfűrészeken a vágás óránként 1,4-től 4,7 m<sup>3</sup>-ig történt. A nagy rönkmennyiséget feldolgozó üzemek értek el jobb eredményeket. Célértékként 4 m<sup>3</sup>/h óraterjesítményt javasolunk.

Az üresjáratú teljesítmények igen nagy különbségeket mutatnak 7-től 60 kW-ig, ahol az átlagos érték 20 kW körüli. Célértékként a modern berendezések esetében 6 kW üresjáratú veszteség érendő el. Az energiahatékonyság szempontjából rosszak a hidraulikus főmeghajtással rendelkező gépek. A mai technika fejlettsége lehetővé teszi, hogy olyan hidraulikai szivattyút alkalmazzon az ember, amelyik pontosan annyi olajat szállít, amennyire éppen szükség van. A szalagfűrész berendezéseknél a tulajdonképpeni vágási idő viszonylagosan rövid (átlagosan 25%).

A megmozgatott nagy tömeg miatt egy szalagfűrész felfutási ideje viszonylagosan hosszú, a modelltől függően maximálisan 300 kW energiára van szükség és vannak olyan motorok, amelyeknek csillagkapcsolásban ehhez csaknem egy percre van szüksége. Egy frekvencia-átalakító meghajtással üzemmegszakítás esetén a szalagfűrész lassabban mozoghatna vagy leállításra kerülhetne. A lágyabb és fokozatosabb beindulás mellett ezáltal növekedne a fűrészlapok állásideje is. Emellett még az optimális szalagsebesség (fafajta, tél, nyár) is megválasztható.

Nemcsak a rönkvágó szalagfűrész az egyedüli olyan berendezés, amelyik a munkafolyamat számára a felvett energiának csak töredékét igényli, a hulladékkezelő berendezések is igen rosszul vannak kihasználva. Egy rövid üzemmegszakítás esetén a hulladékkezelést is automatikusan le kell állítani. A rönkvágó szalagfűrész mechanizálása esetében megfigyelhető volt, hogy a görgősor akkor is működött, amikor még nem volt szállítandó fa. Ez a felesleges üzemeltetés nemcsak energiaköltséget okoz, hanem a mechanikát is koptatja.

## **2. 3. Melléktermék-kezelés**

A legnagyobb energia-megtakarítási lehetőség egy jó hulladékkezelési koncepcióban rejlik, amelyik rövid

szállítási útvonalakkal, nagyvonalú pufferekkel, energiahatékony komponensekkel és egy optimális vezérléssel számol.

### **Kaparó-szállítógép és szállítoszalagok**

Szállítoszalagok és kaparó-szállítógépek általában az egyidejűleg meglévő ömlesztett anyagok többszörösét (5-től 10-szeresét) képesek szállítani. Ezt a túlméretezést az üzemzavaroknál előforduló eltömődések megelőzése érdekében választják. Az ilyen berendezéseknél előforduló súrlódási veszteségek (energia és kopás) azonban arányosak a szállítási sebességgel. Ezért előnyös lenne ezeket a szállítóberendezéseket csak teljes terhelésnél használni, vagy a sebességüket az éppen szállítandó famennyiséghez igazítani (frekvencia-átalakító, pólus átkapcsolható motorok vagy sebességváltómű). Az automatikus ki- és bekapcsolásnál ügyelni kell a személyi biztonságra. Nyitott fedelek mellett a berendezésnek reteszelve kell lennie.

### **Vibrocsúzdák**

A vibrocsúzdák is viszonylag sok energiát igényelnek (mintegy 0,5 kW/m) függetlenül attól, hogy van-e rajtuk fa vagy nincs. Egy szenzor segítségével (a szállítótér vagy a meghajtásra ható erő felügyelete) egyszerű start - stop üzem valósítható meg.

### **Aprítók és sziták**

Az automatikus hulladékkezelés üresjáratú teljesítménye a fűrészpor ventilátoroknál és aprító berendezéseknél egyenként 4 és 22 kW között mozgott (átlagosan 10 kW). Valamennyi aprítóberendezés túlméretezett volt, mivel egy bedugult hulladékkezelési folyamat a teljes termelési folyamatot le tudja állítani.

Optimális lenne egy pufferalás, amelyik lökésszerűen lehetővé tenné a berendezés teljes leterhelését. A minimális megoldás az automatikus lekapcsolás üresjáratban.

### **Elszívóberendezés**

A legtöbb berendezésben a levegőáramlási sebesség nagyobb, mint ami szükséges. A túldimenzionálás szokásban van, mivel reklamáció történik a gyenge berendezések esetén, de nem a túlzottan magas áramszámla miatt. A levegőmennyiség csökkentése leginkább a ventilátor fordulatszámával lehetséges. Szíjhajtásnál a ventilátor oldalon a nagyobb kerékátmérő esetén a fordulatszámot csökkenteni lehet. Közvetlen meghajtásnál esetleg segít egy nagyobb pólusszámú új motor vagy talán egy frekvencia-átalakító.

Ha egy ventilátorhoz több gép is van csatlakoztatva, akkor a nem szükséges elszívócsonkok tolokáit le kell zárni. Még több energiát tudunk megtakarítani, ha egy frekvencia-átalakítóval a ventilátor fordulatszámát a pillanatnyi optimumra állítjuk be. Egy optimalizált elszívóberendezés csak akkor üzemel, ha van mit elszállítania.

### **Új elszívóberendezés**

A jó új berendezések nagyobb többletköltség nélkül a szokásos pneumatikus hulladék elszállító berendezésekhez képest az energiafelhasználás kevesebb, mint felével üzemelnek. Ennek feltétele csupán a követelmények tisztázása: az elszívandó mennyiség meghatározása legjobb a meglévő gépeken történő mérés segítségével (az optimális üzemeléshez szükséges minimum megkeresése). A fahulladékok (kéreg, fűrészpor, forgácsok...) leválasztásának koncepciója, az esetleges elosztás több hulladékszállító berendezés között....

A legtöbb fafeldolgozó üzemben egy ilyen elszívó-berendezést találunk: hosszú és nagy ellenállással rendelkező csővezetékek, nagy és nehéz ventilátorok, több szűrő és porkilépés a silóból.

Egy optimalizált elszívóberendezés nem sokkal drágább, mint egy hagyományos berendezés, viszont sokkal kevesebb energiára van szüksége: a rövid egyenes csővezetékek miatt, szabályozott nagyteljesítményű ventilátorral a szűrő felett és a silóba történő bevitelhez a spirális szállítóberendezés következtében.

### **Berendezés koncepció**

Kiindulva abból a követelményből, hogy csak annyi levegőt szívjunk be, amennyi éppen szükséges, a csővezeték hálózat olyan módon van méretezve, hogy a névleges nyomásvesztés valamennyi géptől az elszívásig egyenlő mértékben kicsi. Annak érdekében, hogy a szállítási sebesség a csővezetékben fennmaradjon, ezeket ott, ahol szükséges, egyedi vezetékként alakítják ki. A ventilátor fordulatszámát úgy szabályozzák, hogy az elszívóberendezés gyűjtőpontjánál a beállított alacsony nyomás konstans legyen. Most már csak arról kell gondoskodni, hogy a gépek tolokái az igénynek megfelelően nyitásra és zárásra kerüljenek. A pneumatikus vagy még inkább az elektromos működtetésű tolokák például a megmunkáló tengelyek előtolásával vagy terhelő áramával vezéreltek lehetnek.

### **Elszívó ventilátor**

Általában szállítóventilátort használnak, amelyik az elszívóhely és a szűrő között helyezkedik el. A fahulladékokkal keveredett levegő miatt ennek a ventilátornak robusztus felépítésűnek kell lennie és az áramlástechnikai finomságokról le kell mondanunk. Az ilyen ventilátorok drágák és 50% alatti hatásfokkal rendelkeznek. A nagyteljesítményű radiál-ventilátorok kedvezőbbek, és 80% feletti hatásfokkal rendelkeznek, de levegőben levő részecskéket nem viselnek el. Ezen okból kifolyólag az amúgyis szükséges szűrőt rakják közéje.

### **Szűrő**

Az összességében kevesebb levegőmennyiség következtében az alacsony nyomásra szabályozott szűrőre eső terhelés sokkal csekélyebb. A szűrőtisztításra vonatkozó parancs a nyomáskülönbség növekedése következtében keletkezik, mondjuk 200 Pascal-nál. A leváló fahulladékot közvetlenül egy spirális szállító vízsi nyomás nélkül a silóba.

A munkaidőn kívül a kompresszorokat és hűtőszárítókat le kell kapcsolni.

A nagynyomású levegőszállító berendezés állapotának rendszeres felülvizsgálatára a következő eljárás ajánlatos:

- Minden gép és kompresszor lekapcsolva, nyomás 7 bar-ra állítva

A nyomás 4 bar értékre történő esésének idejét stopperoljuk, és az értéket a kompresszor helyiségben levő táblázatba írjuk be.

Ha ez az idő a legközelebbi méréskor kisebb lesz, akkor a préslevegő hálózatban a tömítetlen helyeket el kell tömíteni.

- A légüst kimenete zárva, nyomást 4 bar-ra állítani: kompresszort (1 vagy 2) bekapcsolni

Stoppoljuk az időt, míg a nyomás 7 bar értékre növekszik, az értéket beírjuk a táblázatba.

Ha ez az idő növekszik, akkor a kompresszor szervizelése esedékes.

Üzemszünetnél a lekapcsolás gazdaságos: A gép lekapcsolása gazdaságos, ha a szünet nagyobb, mint a felfutási idő ötszöröse. Ha egy szélezőgép 2 másodperc alatt fut fel az üzemi fordulatszámra, akkor a lekapcsolás 10 másodperces szünetből kezdve éri meg. Az indulóáram nincs hatással az elektromos művek által elszámolt csúcsteljesítményre (15 percen keresztüli átlagérték).

## 3. Célértékek a fűrészüzemek számára

Berendezés	Termelés		Üresjárat	
	Átlag	Célérték	Átlag	Célérték
Szortírozó kocsí bütüző fűrész nélkül	5 - 20 m <sup>3</sup> /h	20 m <sup>3</sup> /h	6 - 15 kW	4 kW
Szortírozó kocsí bütüző fűrészszel	5 - 14 m <sup>3</sup> /h	14 m <sup>3</sup> /h	6 - 17 kW	4 kW
Gatter berendezés( 2 vágáshoz) *	4 - 7 m <sup>3</sup> /h	8 m <sup>3</sup> /h	10 - 30 kW	8 kW
Rönkvágó szalagfűrész berendezés*	1 - 5 m <sup>3</sup> /h	4 m <sup>3</sup> /h	7 - 30 kW	6 kW
Szélező berendezés*			4 - 10 kW	3 kW
Hulladékkezelés aprítógéppel			4 - 22 kW	3 kW
Gyalugép			5 - 6 kW	3 kW
* beleértve a gépesítést				

## Felhasznált irodalom:

1. Boronkai, L. (1982): Faipari gépek üzemtana II. Egyetemi jegyzet. Erdészeti és Faipari Egyetem
2. Grube, A.E. (1963): Faforgácsoló szerszámok. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
3. Boronkai László (2003): Faipari kézikönyv III. Faipari Tudományos Alapítvány Sopron
4. Cselényi, J. (1991): Újra a fűrészlapokról. Faipar.91/07
5. Halász Gábor (2002): Nagy felületi finomságot és éltartósságot biztosító szerszámok alkalmazása a fűrésziparban. Szakdolgozat.
6. Hargitai, L.: (1978): Keretfűrészek éltartóságának növelése stellit felhordással. Faipar. 313-316. o.7. Karl Fronius (1989): Arbeiten und Anlagen im Sägewerk Band 2. Spaner, Kreissägen, Bandsägen. DRW-Verlag Stuttgart
8. Karl Fronius (1989): Arbeiten und Anlagen im Sägewerk Band 3. Gatter Nebenmaschinen Schnitt- und Restholzbehandlung. DRW-Verlag Stuttgart
9. Lugosi, A. (1973): Faipari Kézikönyv. (Famegmunkálás faforgácsolás)
10. Lugosi, A. (1973): Faforgácsoló szerszámokat karbantartó gépek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
11. H. Maisenbacher (1997): Jelentés az ERDÉRT Rt. Tuzséri fűrészüzemében a szervezeti- adminisztratív és műszaki területeken végzett elemzésről és az ésszerűsítési javaslatokról. Budapest.
12. Szalai, L.: Forgácsolás, hegesztés.  
<http://www.silver.unimiskolc.hu/wwwfemsz/forgacs.htm>.
13. Rolf Gloor (1996) : Energiesparmöglichkeiten in Sägereien. Zürich