

## Fröccsöntés és az energiatakarékosság

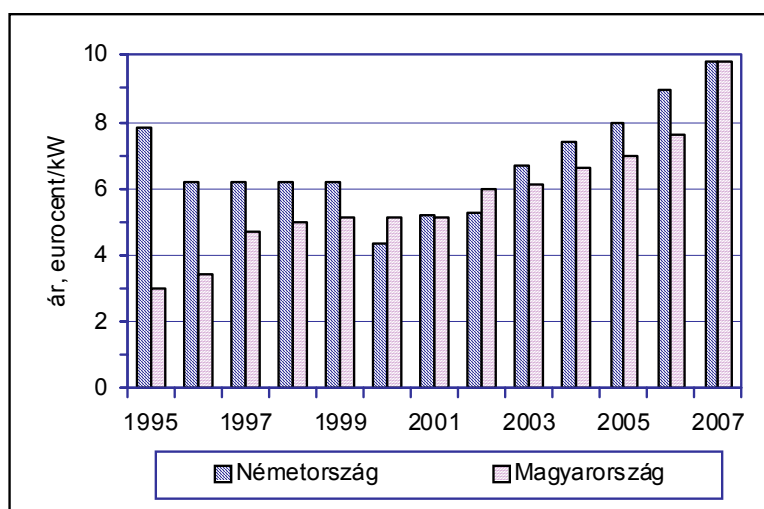
A mai gyilkos versenyhelyzetben a fröccsöntő üzemek legfontosabb célkitűzése a költségek csökkentése, ezen belül a drasztikusan emelkedő árú energiával való takarékoskodás. Ennek érdekében az üzemeken belül is sokat lehet tenni, de sok segítséget adnak hozzá a gépgyártók is.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; energiamegtakarítás; energiafogyasztók; elemzés; programoptimalizálás; energiatakarékos gépek.*

Az 1990-es évek viszonylag stabil energia- és nyersanyagárainak időszakában a műanyagipar, benne a feldolgozók legfőbb célkitűzése az új termékek kifejlesztése, az innováció volt. Ma a meredeken emelkedő energiaárak miatt (1. ábra) a versenyképesség elsősorban a feldolgozó üzemek energiafelhasználásától függ.

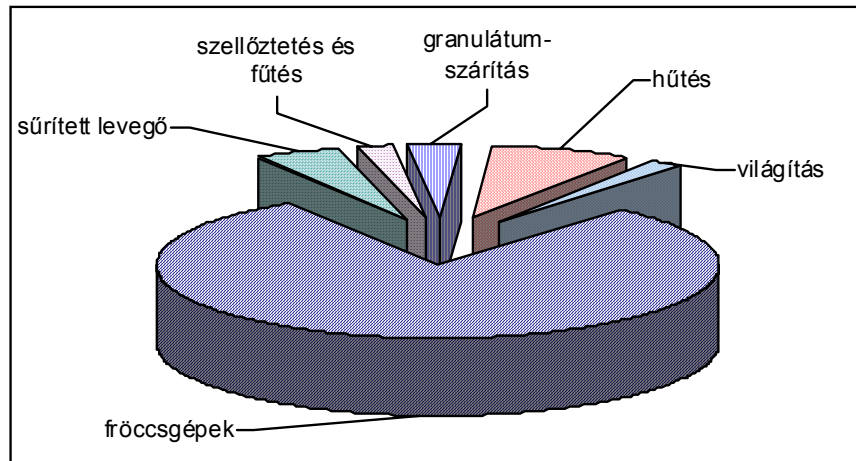
### Hol lehet egy fröccsöntő üzemben takarékoskodni?

A fröccsöntő üzemek energiaigényének hozzávetőleges megoszlása a különböző energiafogyasztók között a 2. ábrán látható. A legtöbb energiára maguknak a fröccs-gépeknek van szüksége, a második legnagyobb energiafallo a hűtés, amely a klímaváltozás, a forró nyarak miatt egyre többbe kerül. Az egyes fogyasztóknál nagyon eltérő mértékű csökkentést lehet elérni, és az erre irányuló intézkedések költségei is nagyon különbözőek lehetnek.



1. ábra Az ipari áram árváltozásai Németországban és Magyarországon 1995–2007 között

A világítás ugyan az üzem energiafogyasztásának legkisebb hányadát teszi ki, de itt lehet a legkönnyebben és leggyorsabban eredményt felmutatni. Reflektorfénycsövek és 3-sávós fénycsövek alkalmazása elektronikus előtétkapcsolóval a ma általánosan használt világítási technikához képest 60%-os megtakarítást is eredményezhet, és bevezetése 1,3 év alatt megtérülhet.



2. ábra Az energiafelhasználás hozzávetőleges megoszlása a fröccsöntő üzem különböző energiafogyasztói között

A hidraulika és a szerszám hűtése viszonylag nagy hányada az energiafogyasztásnak, és a csökkentésének alapos előzetes felmérésen kell alapulnia. A különböző hőmérsékletszintek miatt célszerű a szerszám és a hidraulika hűtését szétválasztani. Hibrid hűtőrendszerrel (amelyben kombinálják a száraz és az elpárologtatásos hűtést) a kompressziós hűtőgépekhez képest 40%-os megtakarítás érhető el.

A legtöbb energiát a fröccsgép veszi fel. A villamos vagy hibrid hajtású gépeknek a hidraulikus gépekhez viszonyítva 22%-kal kisebbek az energiaköltségei, de az ilyen gépek meglehetősen drágák, és megvásárlásuk csak akkor kerülhet szóba, amikor egyébként is aktuális az új beruházás. Energia azonban megtakarítható a gép paramétereinek céltudatos beállításával. *Mindenekelőtt a rövid ciklusidőre kell törekedni.* Kerülni kell a túl nagy nyomást és a túl nagy sebességet úgy, hogy az ne menjen a ciklusidő rovására.

Jelentős az energiaveszteség az energiaformák átalakításakor, pl. ha villamos energiával hőt vagy komprimált levegőt „készítenek”. Ezért próbálkoznak azzal, hogy a plasztikáló hengert villamos energia helyett gázlánggal fűtsék (részletesebben lásd a Műanyagipari Szemle 2008/6. számában). A **PG Technologie GmbH** és a **Kasseli Egyetem** elkészítette egy ilyen elven működő fröccsöntő gép prototípusát.

Számításba kell venni azt is, hogy az áram- és gázszámlák nagysága nemcsak az abszolút mennyiségtől, hanem a csúcspozitívástól is függ. A gépek vezérlésének in-

telligens beállításával nagyobb beruházás nélkül is mérsékelhető a gépek csúcsgyaszttása.

A fentiekből is érzékelhető, hogy egy fröccsöntő üzemben számos módja lehet az energiafelhasználás csökkentésének, és a sok kicsi sokra megy elve alapján jelentős mennyiségű energia takarítható meg. A jó eredmény eléréséhez alaposan meg kell vizsgálni minden egyes energiafogyasztót; meg kell határozni azokat a helyeket, ahol a legjobb eredmények várhatók. Ezután a részletes elemzés alapján intézkedési tervet kell készíteni, amelyet bonyolult kölcsönhatások esetén szimulációs programmal is ellenőriznek. Ez szavatolja, hogy az intézkedések végrehajtása gazdasági haszonnal jár.

Ebben a munkában tapasztalt tanácsadó cégek készek a fröccsöntő üzemeknek segíteni. Egyikük a kasseli **Limón GmbH**, amely 2008 februárja óta akkreditált tanácsadó cégeként áll a fröccsöntők rendelkezésére.

## **Mit tesznek vagy nem tesznek a fröccsöntő üzemek?**

Az **Engel Austria GmbH** kész arra, hogy gépeivel maximálisan támogassa a fröccsöntő üzemek energiatakarékosságra törekvését. Hogy megismerhesse igényeiket, különböző iparágakban dolgozó 100 fröccsöntő üzemnek küldött ki erre vonatkozó kérdőívet. 79 cég (24 műszaki cikket gyártó, 21 autóipari, 5 gyógyászati cikket előállító, 4 csomagolóipari, 1 híradástechnikai és elektronikai és 24 más cég), a megkérdezettek 50,8%-a küldte vissza a kérdőívet.

Valamennyi iparágban a fröccsöntő gépeket tartják az üzem legnagyobb energiafogyasztóinak, összesítve a teljes energiafelhasználás 77,8%-áért felelősek. A második legnagyobb fogyasztók a kiegészítő berendezések, az ún. periféria 19,8%-kal. A legkevesebb energiát a szerszám igényli, összesen 2,8%-ot. Új fröccsöntő gép vásárlásakor ezért a műszaki teljesítmény mellett egyre inkább döntő szempont az energiaigény. A cégek 27,3%-a szerint ez „nagyon fontos”, 59,7% szerint „fontos”, 11,7% szerint „kevésbé fontos”, 1,3% szerint „nem fontos”. A gépek energiafelhasználását hitelesen megadó tanúsítvány bevezetését a válaszadók 27,6%-a nagyon fontosnak, 51,3%-a fontosnak, 19,7%-a kevésbé fontosnak tartja, és csak 1,3%-a nyilatkozott úgy, hogy ez számára nem fontos.

*Bármennyire lényegesnek tartják az üzemek az energiatakarékosságot, úgy tűnik, keveset tesznek érte.* Mindössze 7,8%-uk méri céltudatosan (1,3% nagyon gyakran, 6,5% gyakran) az egyes gépek energiafogyasztását, többségük (53,2%) legfeljebb alkalmanként vagy soha (38%).

Az üzemek 71%-ának van azonban valamilyen energiatakarékossági terve; a legtöbbnek ún. „perifériaprojekt”-je, amelyben a hűtővíz vagy a fröccsöntő gép hőszugárzásának hőenergiáját igyekeznek az üzem vagy az irodaház fűtésére hasznosítani. Helyenként az áram csúcsteljesítményének csökkentésére vagy a meddőáram kompenzálására hoznak intézkedéseket. Ritkábban ügyelnek az összeálló gép és szerszám párosítására; gyakran kénytelenek „túl kis” szerszámot „túl nagy” gépen működtetni, ami a szükségesnél több energiát igényel.

## Tartalékok a gépbeállításban

Ha valaki részletesen megvizsgálja a gépbeállítást, azt észleli, hogy *általában maximális záróerővel és fröccsnyomással dolgoznak. Ez sok felesleges energiába kerül.* Ahhoz, hogy a hidraulikus szivattyú meghatározott nyomást fejtsen ki, meghatározott mennyiségű energiára van szükség. Azt a mondást, amely szerint „nagy nyomás és sok ömledék – ebből lesz a frankó termék” nem kell szó szerint venni.

A záróerőt úgy kell beállítani, hogy a szerszám osztósíkján ne hatolhasson át számottevő levegő. Műanyagtól függően a rés 0,01–0,02 mm legyen. Egyes gépgyártók lehetővé teszik, hogy a hűtés vége felé fokozatosan csökkenjen a zárónyomás, ami energiatakarékossággal jár. Ez a berendezésnek is jót tesz; a záróegységet és a szerszámot rövidebb ideig éri nagy terhelés.

A plasztikálásnak is vannak tartalékai. Nem kell a műanyagot a megengedett legmagasabb hőmérsékleten megömlesztetni. Alacsonyabb hőmérséklet mellett a hűtési idő is megrövidül és a hűtővíz hőmérséklete is alacsonyabb lehet. Másik megoldás a plasztikáló henger beburkolása, amivel a sugárzó hő veszteségét lehet csökkenteni.

A befröccsentésre is érdemes odafigyelni. Meg kell határozni, hogy mekkora a maximális fröccsnyomás, és ezt legfeljebb 10%-kal érdemes megnövelni. Ha pl. a befröccsentéskor a legnagyobb fellépő nyomás 1180 bar, a fröccsnyomás határértékét 1300 bar-ra kell beállítani. Kisebb csúcsnyomással csökkenhet a befröccsentés sebessége, de ez a termék minőségét nem rontja.

A szerszám temperálásához mindig csak az éppen szükséges hőmérsékletet érdemes alkalmazni. Ez nemcsak kevesebb energiát igényel, de a ciklusidőt is megrövidíti. Megfigyelhető az is, hogy a szerszámokban a hűtőcsatornák elhelyezése még mindig nem optimális.

A szerszám nyitása és zárása is tetemes energiával jár. Egy 23 000 kN záróerejű gép mozgó szerszámfelfogó lapjának tömege 43 t, a szerszámé további 50 t. Ezt a hatalmas tömeget nemcsak fel kell gyorsítani, hanem le is kell fékezni. Az ehhez szükséges energia egy része hővé alakul, amelyet a hűtőfolyadék vezet el.

Vannak olyan gépgyártók, amelyek gépei *ciklusonként mérik a felhasznált energiát.* Új beszerzéseknél érdemes ilyen gépet vásárolni. A konstans szivattyúval dolgozó gépeket lassan le kell cserélni; mérések igazolják, hogy az ilyen gépek 2–3-szor annyi energia ráfordításával készítenek el egy terméket, mint a korszerű gépek. A fröccsüzemekben már ma is legtöbbször két temperáló kör tartozik a gépekhez: a hűtőtornyon áthaladó olajhűtés és a szerszámtemperálás.

## A gépgyártók hozzájárulása az energiatakarékossághoz

Az **Engel Austria GmbH** átfogó program keretében fejleszti energiatakarékos fröccsöntő rendszereit, amelyek választékát folyamatosan bővíti. Első helyen a villamos hajtású elemek fejlesztése áll. A kis és közepes nagyságú fröccsöntő gépekkel dolgozó üzemek teljesen villamos hajtású gépeikkel jelentősen csökkenthetik termelési költségeiket. A cég azonban a közepes és nagy fröccsöntő gépekhez is kínál energiata-

karékos megoldásokat. „Villamosítja” pl. a nagy gépek szerszámainak zárását, új meghajtást kínál a fröccsöntő egység számára vagy a kidobók mozgatására. Új szoftverjei is vannak az energiatakarékos gyártási program beállítására.

A **Sumitomo(SHI)-Demag** cég Németországban két üzemben gyárt fröccsöntő gépeket: Wiehe-ben a kisebb, 250–2100 kN, Schwaigban a nagy, 1250–20 000 kN záróerejű modelleket. *A cég kínálatában hidraulikus, hibrid és teljesen villamos hajtású gépek is vannak.* Európában gyártott gépeiket – a hajtás módjától függetlenül – ugyanazzal az 5-pontos kettős könyökemelő szerszámfelfogó rendszerrel látja el. Ez nemcsak a rendszer mozgékonyága, hanem energiafelhasználása szempontjából is előnyös. A szerszámfelfogó lap mozgatásához ugyanis csak kevés olaj kell, a záróerő tartásához pedig nem szükséges külön energia. A könyökemelő rendszerben ezenkívül a névleges záróerő 10%-át kitevő tartalékerő is van. Ezzel a rendszerrel a nagy hidraulikus gépek szerszámnyitásával és zárásával energiaigényéhez képest 30–50%, a kisebb gépekéhez képest 10–30% energiát lehet megtakarítani. A záróegység korszerű lineáris vezetése dinamikusabbá teszi a szerszám mozgását és a kisebb súrlódás révén csökkenti az energiafelhasználást. Ha emellett hőszigeteléssel látják el a plasztikáló hengert (akár utólagosan is), a fűtőszalagok 20%-kal kevesebb árammal működtethetők.

A cég sorozatban gyártott hidraulikus fröccsöntő gépeit elektronikusan szabályozható *DFEE típusú* szivattyúkkal szereli fel, és a hajtáshoz a legjobb hatásfokú motorokat alkalmazza. A szivattyú automatikusan csak a fröccsöntéshez szükséges nyomásnak megfelelő mennyiségű olajat szállítja. Egy egyetemi felmérés szerint az ilyen gépek 12-15%-kal kevesebb energiával működnek, mint a hagyományos szivattyúkkal dolgozó gépek.

A villamos hajtáshoz a Sumitomo-Demag cég kizárólag direkt hajtású rendszert alkalmaz, ezáltal megtakarítja az áttétel energiavesztését. Míg a hidraulikus gépeken a betáplált villamos energia hatásfoka a motor-szivattyú-szelep-hidromotor rendszeren áthatolva 0,6–0,7, a szokásos villamos hajtású gépeken a szervoszabályozó-motor-áttétel után 0,8, a direkt elektromos hajtás csak szervoszabályozóból és motorból álló rendszere után 0,88–0,9. Az utóbbi hajtás sokkal precízebb is, ami által csökkennek a tűrési határok, javul a termék minősége. A korszerű hajtórendszert a cég maga fejlesztette ki, amire rajta kívül világszerte csak egyetlen más fröccsöntő cég, a **Fanuc** vállalkozott.

A fröccsöntő gép különböző funkciói más és más követelményeket támasztanak a hajtással szemben. A teljesen hidraulikus gépeken pl. az adagolás nagyon rövid idő alatt történik meg, eközben a csiga magas fordulatszáma miatt nemcsak a műanyag károsodhat, hanem az energiafelvétel is erősen megnő. Villamos csigahajtás alkalmazásakor az anyagelőkészítés a többi mozgástól (a befröccsentés és az utónyomás kivételével) elválasztható azaz külön hajtással működtethetők. A párhuzamos mozgatás megnöveli a plasztikálás lehetséges időtartamát, csökkenthető a csiga fordulatszáma, a kisebb forgatónyomaték kevesebb energiát igényel.

Az elektromos hajtás szinte valamennyi sorozatú fröccsgéphez rendelkezésre áll, és általa a nagyon energiaigényes adagolási folyamat energiafelvételének 25–35%-a megtakarítható. A cégnek az az elve, hogy minden egyes tengelyt optimális hajtással lásson el, az *El-Exis* sorozatú gépeken már megvalósult. Erre a rövid ciklusidőkhöz

tervezett géptípusra jellemző a hibrid hajtás: villamos hajtása van a plasztikálásnak és a szerszámmozgatásnak, hidraulikus hajtása a nagy sebességű befröccsentésnek.

*Az egymástól független hajtások párhuzamos mozgásokat tesznek lehetővé, és nagyon dinamikussá teszik a gépet.* Ezáltal csökken a ciklusidő, kisebb az energiafelhasználás, azaz mérséklődnek a gyártási költségek. A teljesen hidraulikus gépekhez viszonyítva 30–40%-os energiamegtakarítás érhető el.

Az 1990-es évek végén, az első hibrid *El-Exis* gépek megjelenésekor fogalmazódott meg az energia visszanyerésének elve. Ennek lényege, hogy a frekvenciával vezérelt szinkronmotorok fékezési energiáját egy köztes áramkörön és átalakítón keresztül egy másik hajtórendszerbe kell vezetni. Így a fékezési energia nem alakul át hővé, amely haszontalanul a környezetbe távozik, hanem a feldolgozási folyamatban hasznosul. Különösen hasznos lehet a szerszámzáró egység mozgásakor fellépő kinetikus energia felhasználása a plasztikálásban. Ezt az elvet a teljesen villamos üzemű *IntElect* géptípusban is alkalmazzák.

A kisebb energiafelhasználással párhuzamosan csökken a gép hűtésigénye. A megtakarítás ezen a területen hasonló nagyságrendű, mint az energiáén, és nem szabad figyelmen kívül hagyni, mert ugyanúgy megjelenik a termelési költségek, ill. az egy darabra eső gyártási költségek mérséklődésében.

Összeállította: Pál Károlyné

Junge, M.; Martin, L.; Hesselbach, J.: Alle Energieeffizienzpotenziale nutzen. = Kunststoff Berater, 53. k. 6. sz. 2008. p. 38–40.

Liebig, G.: Energiesparen als Kostenbremse. = Kunststoff Berater, 53. k. 10. sz. 2008. p. 60–61.

Begemann, F.: Energie sparen oder verschwenden? = Kunststoff Berater, 53. k. 10. sz. 2008. p. 58–60.

Brettnich, Th.: Viele Hebel zur Senkung des Energieverbrauchs. = Kunststoffe, 99. k. 5. sz. 2009. p. 34–36.

[http://ec.europa.eu/energy/energy\\_policy/doc/facts](http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/facts)