

Elektromos, hidraulikus és hibrid fröccsgépek összehasonlítása

A műanyag-feldolgozás egyik legfontosabb módszere, a fröccsöntés technológiai és gépei gyorsan fejlődnek. A fejlődés fő iránya az utóműveletek integrálása a fröccsöntési folyamatba. A gépek között az elektromos, a hidraulikus és a hibrid meghajtású fröccsgépek versenyeznek egymással.

Tárgyszavak: fröccsöntés; elektromos fröccsgép; hidraulikus fröccsgép; hibrid fröccsgép; fröccsgépgyártók; Európa; USA.

Ha valaki húsz évvel ezelőtt fröccsgépet kívánt vásárolni, a záróegység tekintetében csak két választása volt: hidraulikus vagy mechanikus (könyökcsuklós) megoldás létezett a piacon.

1984-ben Japánban kezdtek elterjedni a tisztán elektromos fröccsgépek. Eleinte úgy látszott, hogy ezek a drága, különleges berendezések csak bizonyos speciális területeken fognak tért hódítani, így a precíziós, elektronikai és a gyógyászatban alkalmazott termékek fröccsöntésénél. Mára azonban már a teljes fröccstermék-paletta gyártásához rendelkezésre állnak elektromos fröccsgépek a mikromérettől a gigatartományig egyaránt. Ugyanakkor megjelentek az elektromos-hidraulikus – úgynevezett hibrid rendszerű – fröccsgépek is a piacon. Ezek gyártói a teljesítmény-ár egyensúly optimalizálását tűzték ki fejlesztésük céljául. Számos interjúban kérdeztek fröccsgépgyártókat és fröccsöntési szakembereket, vajon melyik területen, mely típusú gép a legalkalmasabb. A választ több tényező befolyásolja: függ a gyártandó terméktől, a gép méretétől, az elektromos energia áráról és nem utolsósorban a személyes hozzáállástól, tapasztalattól, hogy ki melyiket részesíti előnyben.

Az elektromos gépek előretörése

Az **Amerikai Műanyagszövetség (SPI)** adatai szerint az Egyesült Államokban 2006-ban az eladott fröccsgépek 47%-a elektromos volt, bár nem egyértelmű, hogy a hibrid gépeket hová sorolták. Annak ellenére, hogy az elektromos gépek még mindig 10–20%-kal drágábbak a hidraulikus rendszerűeknél, számos előnyös tulajdonságuk miatt gyorsan nőtt a népszerűségük a műanyag-feldolgozó szakemberek körében. A kecsegtető előnyök a következők:

- 30–70%-os energiamegtakarítás,
- a gyártott termékek megnövelt méretpontossága és reprodukálhatósága (a pozicionálás pontossága ezredmilliméteres nagyságrendű, ez csökkenti az anyagvesztéséget, a sorja- és a selejtképződést),

- a befröccsöntési sebesség 800 mm/s vagy még ennél is nagyobb lehet, gyorsabb szerszámzárási sebesség adódik,
- a mozgó egységek gyors reagálása, a gyorsulás-lassulás időtartama kisebb lehet 0,2 ms-nél,
- a csigadugattyú hátramozgása és a záróegység mozgásának időbeli átfedésével 20%-kal rövidebbé válhat a ciklusidő,
- rövidebbé válik a gép beindítási periódusa (nem kell várni a hidraulikaolaj felmelegedésére),
- alacsonyabb üzemeltetési és karbantartási költség, mivel olajmentes a rendszer,
- csendesebb a gép (65 dbA alatti zajszint),
- tisztább üzemelési körülmények (nincs olaj), gyógyászati és elektronikai alkatrészekenél ez döntő.

A **Milacron** (USA) és a **Fanuc** (Japán) cég úttörő szerepet vállalt az USA piacon az elektromos gépek eladásában. Képviselőik szerint a kisebb energiafelhasználás, az elérhető nagyobb precizitás és a termékek jobb reprodukálhatósága a fő vonzerő az elektromos gépek vásárlásánál. *Japánban, ahol az elektromos gépek már 80%-kal részesednek az eladásokból, a fő érv az áramköltségek lehetséges csökkentése, ezt követi az elérhető nagyobb fröccsöntési precizitás (nagyobb méretpontosság), a harmadik érv pedig az alacsonyabb üzemeltetési költség.*

Nyugat-Európában mindössze 8%-ot képvisel az elektromos gépek eladása, a vevőket érzékenyen érinti ezen gépek magasabb árfekvése.

A gépgyártók eladási politikájukkal igyekeznek a piacszegmentálás elveit követni. Több gyártó úgy tartja, hogy hidraulikus gépeivel képes megfelelni nagyon szoros mérettűrési elvárásoknak is. Ezzel szemben néhány gépgyártó cég szinte teljesen felhagyott a hidraulikus gépek gyártásával, így a **Toshiba** 200 tonna záróerő alatt, a **Niigata**, a **Sumitomo**, a **JSW** japán cégek 95–99%-ban elektromos fröccsgépeket adnak el, a maradék pedig hibrid típusú berendezés. A gépgyártók döntő többsége azonban úgy döntött, hogy most is és a jövőben is mindhárom típust (hidraulikus, elektromos, hibrid) megtartja a kínálatában. Ilyen ismertebb cégek például a **Battenfeld**, az **Engel**, a **Netstal**, a **Husky**, a **Boy Machines**, a **Sandretto**, a **Negri Bossi**, a **Chen Hsong**, a **Dima**, a **Fortune**, a **Kawaguchi**, a **Meiki**, a **Toyo**.

Van cég, amely a precíziós fröccsöntéshez kifejezetten az elektromos gépeket javasolja (**Absolute Haitian**, USA). Mások, például a **Milacron** nem ért egyet ezzel a megközelítéssel, ők például mindhárom típusú gépüket bármilyen jellegű fröccsöntésre alkalmasnak találják.

A **Krauss-Maffei** (München, Németország) szerint a fröccsöntési területek 95%-ára bármelyik típusú fröccsgép ugyanolyan jól használható, és csupán néhány olyan alkalmazási terület létezik, ahol a precizitás és a reprodukálhatóság az elektromos és a hibrid gépek szükségességét igényelheti.

A **Demag Plastics Group** vezetője szerint olyan megoldás nem létezik, hogy adott géptípus mindenben a csúcst jelentse, szerinte *a hidraulikus gépek a fröccsse-*

bességet tekintve a legjobbak, az elektromos gépek pedig a kisméretű precíziós alkatrészek, például a gyógyászati termékek gyártásában előnyösek.

Az **Engel** feldolgozástechnológiai szakembere szerint a gépgyártók egyre jobban megtanulnak elektromos fröccsgépeket gyártani, így a közeljövőben jelentősen csökkeni fog a hidraulikus és az elektromos gépek közötti árkülönbség. Egyébként a fröccsgép nyújtotta pontosságot össze kell egyeztetni a szerszámkonstrukcióval is, hiszen nem érdemes drága gépet venni, ha a szerszám ezzel nincs összhangban.

A japán **JSW** szakembere szerint az elektromos fröccsgépek lehetővé teszik, hogy egyszerre, valós időben kijelazzék, mérjék és ellenőrizzék a gép minden fontosabb funkcióját. Ez az a zárt rendszer, amelyet már 15–20 éve keresnek a hidraulikus szervoszelepek segítségével. És még egy fontos előny: 36 ms alatt elérhető akár a 350 mm/s fröccssebesség.

A **Milacron** termékmenedzsere rávilágít az elektromos gépek még egy fontos lehetőségére: például a cég *Roboshot* elektromos gépei *szuperérzékeny szerszámvédelmi mechanizmussal vannak ellátva*. Ez különösen olyan cégek számára fontos, amelyeknél több országban folyik a termelés, változó a gépbeállító személyzet műszaki képzettsége, gyakorlottsága.

Vannak ellenérvek is a hidraulikus fröccsöntő gépek javára: az elektromos gépek működtetése precízebb gépbeállítói munkát igényel, mint a hidraulikus típusoké. Emellett a hidraulikus gépeknél gázakkumulátorral megközelíthető az elektromos gépek nagyobb szerszámzárási sebessége.

A szakemberek egyetértenek abban, hogy a *vastag falú termékek gyártásához a hidraulikus gépek előnyösebbek*, ezek a gyártmányok hosszabb utánnyomási időt igényelnek, ez még egy kihívás az elektromos gépek számára (bár néhány új elektromos fröccsgéptípus már kezeli ezt a problémát is). Szintén a hidraulikus gépek javára szól a magkihúzó, a kidobó és a beömlőszelep kedvezőbb mozgatása. Számos elektromos fröccsgépgyártó ajánl „hidraulikus csomagot” az előbbi funkciók ellátására. Ugyanakkor a szerszámgyártók egyre nagyobb számban kínálnak elektromosan működtethető szerszámfunkciókat, amelyek például a záróelemeket és a gyógyászati eszközöket gyártó cégek számára előnyösek.

Az **Arburg** cég kereskedelmi menedzsere kifejtette, hogy az elektromos gépek első generációja számos hiányossággal küzdött: egy adott záróerőhöz tartozó lökettérfogat, a fröccssebesség, a fúvóka záróereje, az utánnyomási idő erősen be volt határolva.

Az *1. táblázatban* három gyártó különböző meghajtású fröccsgépeinek összehasonlítása látható.

A szervomotor-technológia sokat fejlődött az elmúlt 5 évben, például 88 °C-ról 115 °C-ra nőtt az üzemeltetési hőmérsékleti határ. Kifejlesztettek egy eljárást a hosszú utánnyomási idő alatti túlmelegedés elkerülésére, melynek lényege a motor pulzáló be- és kikapcsolása. Ezt a megoldást alkalmazza a **Niigata** az *MDW* elnevezésű teljesen elektromos fröccsgépein: vastag falú termékek gyártását 200 s szellőztetési idő (dwell time) és 1300 atm fröccsnyomás mellett javasolja. Egy elektromechanikus fék akadá-

lyozza meg a csiga hátramo­z­gá­sát, amikor az nem kívánatos, így nincs terhelve a szer­vomotor feleslegesen.

1. táblázat

Elektromos, hidraulikus és hibrid gépek összehasonlítása

Gyártó	Záróerő, tonna			Ciklusidő, s	Energiafelhasználás, kWh/kg		
	elektromos	hidraulikus	hibrid		elektromos	hidraulikus	hibrid
Engel	220	220	220	12,2*	0,259	0,353	0,465
Milacron	935	880	n. a.	17,9	99,6 kW	167 kW	n. a.
Sumitomo	198	198	n. a.	16,0	6,23 kW	23,1 kW	n. a.

* 15% üvegszál-tartalmú PBT.

Ma már a korábban elképzelhetetlen fröccsajtolás is megvalósítható elektromos gépen: az **Ube**, a **Mitsubishi**, a **Milacron**, a **Niigata** és más cégek gyártanak ilyen be­ren­de­zéseket is. A Niigata például bemutatott egy úgynevezett pré­gelőgépet, amely vékony falú, két dimenzióban jelentős méretű termékeket (például a TV-készülékek diffúzorlemezét vagy számítógépek fényvezető lemezeit) képes gyártani. A 715 tonnás elektromos gép $\pm 0,02$ μm pontosságot nyújt a szerszám beállításánál.

A hidraulikus fröccsgépek fejlesztése természetesen nem állt meg, újabb megoldásokkal hatékonyabb működést biztosítanak a gépgyártók. Így például az úgynevezett kétlapos zárási rendszer egyre népszerűbb, amely csökkenti az olajfogyasztást, a szer­számzárási időt és a fröccsgépek hossz­mé­retét.

Számos gépgyártó vitába száll azzal az összehasonlítással, amikor a legújabb elektromos gépek energiaigényét vetik össze a 10–15 éve gyártott hidraulikus gépek adataival. A **Boy Machines** például kitart amellett, hogy kisméretű, kétlapos rendszerű hidraulikus gépei energiaigényben felveszik a versenyt a teljesen elektromos fröccsgé­pekkel.

A kompromisszum: a hibrid gépek

A hibrid modellek egyesítik magukban az elektromos és a hidraulikus gépek leg­jobb paramétereit, így a precizitást és az energiamegtakarítást az elektromos gépekből, a hidraulikus gépek jól bevált nyomásfelépítési képességét, és mindezt az elektromos és a hidraulikus gép árai közötti áron.

A hibrid gépek tervezői abból indultak ki, hogy a fröccsöntési folyamatban a *csi­ga mozgatása igényli a legtöbb energiát, ez 66%-a az összes energiaigénynek*, míg a bef­röccsöntés 21%, a szerszámzárás 7%, a darabkidobás 5% csupán. Így kézenfekvő, hogy a csiga forgó mozgását kell elektromos meghajtással végezni, ez hozza a leg­na­gyobb energiamegtakarítást, ezzel párhuzamosan pedig javul a fröccsöntött darabok reprodukálhatósága, jobban ellenőrizhető a csigafordulatszám és a torlónyomás is.

Számos cég, például a **Battenfeld**, a **Boy**, a **Husky** alkalmazza ezt az elektromos csigameghajtást hidraulikus gépein, a **Husky** gépeladásai 70%-ánál ilyen megoldást láthatunk.

Más cégek a *szerszámzárási funkciót is elektromos-hidraulikus, hibrid megoldással optimalizálják*: a zárás első szakasza elektromos, a második pedig hidraulikus úton történik, úgynevezett rövid járatú hidraulikus hengerrel, így kevesebb hidraulikaolaj szükséges, és nagyobb zárási sebesség érhető el.

A **Mitsubishi**, a **Milacron**, a **Nissei** és a **Demag** a korábban alkalmazott állandó fordulatszámú DC meghajtású olajszivattyúját cserélte le AC meghajtásra, így a szivattyú csak akkor üzemel, amikor szükséges, és csak annyi olajat pumpál, amennyi éppen kell a nyomás fenntartásához. A Nissei például új *FNX* típusú gépeinél a korábbi hidraulikus rendszert szervomeghajtású szivattyúra cserélte, amivel 45%-os olaj- és 40%-os energiamegtakarítást ért el a korábbi *FN* hidraulikus rendszerükhöz képest. A fröccsöntés 300 mm/s sebességgel végezhető, a reagálási idő 40 ms, így 50%-kal gyorsabb a berendezés, mint a tisztán hidraulikus korábbi változat. És a fentiekhez még egy kedvező műszaki megoldás társult: a hibrid karbantartási költségei azért is alacsonyabbak, mert nem tartalmazza azokat az elektromos gépekben használt elemeket (ball screws), amelyek a gyors elhasználódás miatt gyakori cserére szorulnak. A Nissei világméretű eladásaiban 15%-kal szerepel az *FNX* hibrid típus, 47,5% az elektromos és 37,5% a hidraulikus rendszerű fröccsgépek részaránya.

Energiagazdálkodási szempontok

Az olaj- és gázárak növekedése miatt az elektromos gépek piaci részesedése várhatóan bővül majd. Csak egy jellemző példa a gazdaságossági számítások közül: a **Tessy Plastics** cégnél, ahol PP konnektorokat fröccsöntenek, egy *385 tonnás elektromos és ugyanilyen záróerejű hidraulikus gép energiaigényét hasonlították össze*. Mindent számításba vettek, még a hidraulikaolaj-visszahűtés és a veszteséghő miatti légkondicionálás energiafelhasználását is. A hidraulikus gép 8 USD/óra, míg az elektromos megfelelője 3 USD/óra áramköltséget jelentett. Folyamatos üzemet és 50 hét termelési időt figyelembe véve ez éves szinten 42 ezer USD megtakarítást hozott az elektromos gépnél.

Az USA számos államában energiamegtakarítási programok keretében a közműtársaságok jelentős visszatérítést fizetnek, ha a fröccsöntő cég elektromos rendszerű gépet vásárol, amely például egy 150 ezer USD értékű gépnél elérheti a 35 ezer USD-t. Ezáltal szinte eltűnik az árkülönbség az elektromos és a hidraulikus fröccsgép között. Persze figyelembe kell venni, hogy régióként igen különböző lehet az elektromos energia ára, például az USA-ban, északkeleten és Kaliforniában két-háromszor drágább az áram, mint a közép-nyugati régióban, ezért az utóbbi területeken túlnyomórészt maradtak a hidraulikus rendszerű gépek.

A **Boy Machines** számításai szerint a *60–100 tonnás kisgépeknél* a költségekben mutatkozó különbségek oly csekélyek, hogy a jelenlegi energiaárakat figyelembe véve 20–30 éves üzemeltetés után térül csak meg az elektromos gépek magasabb bekerülési költsége.

Egy **Toshiba** fröccsgépet üzemeltető (48 bélyeges szerszámmal PA terméket gyárt) véleménye szerint számukra azért sokkal kedvezőbb egy elektromos gép, mert a gyorsabb befroccsöntés miatt a ciklusidőt 8,3 s-ról 5,3 s-ra csökkentették, és a selejtet 12%-ról 2% alá tudták szorítani a precízebb szerszámzárás következtében.

A **Milacron** fröccsgépgyártó cég szakembere szerint vannak feladatok, amelyekre a teljesen elektromos gép nem alkalmas: például 32–48 fészkes szerszámmal végzett vékony falú joghurtos poharak gyártásánál egy 400 tonnás gépen probléma, hogy a viszonylag nagy anyagmennyiséget 0,3–0,4 s alatt a szerszámüregbe juttassák. Erre a feladatra egy akkumulátor rásegítésű hidraulikus gép a jó megoldás, amellyel a szerszámüreget kevesebb, mint 0,3 s alatt lehet kitölteni.

A **Tessy Plastics** fröccsöntő cég szakértői némileg vitába szállnak a fenti megközelítésekkel, szerintük elektromos gépeik felveszik a versenyt az akkumulátoros-hidraulikus rendszerű berendezésekkel bizonyos területeken, vagy jobbak is azoknál. Példaként említik egy igen bonyolult, ötven darab 0,25 mm vastag érintkezőt tartalmazó PP-ből fröccsöntött konnektor gyártását többfészkes szerszámban, ahol ráadásul a darabok reprodukálhatósága is igen fontos szempont volt. Itt el tudták érni a 6 s alatti, igen rövidnek tekinthető ciklusidőt viszonylag tetemes lökettérfogat mellett. Hidraulikus géppel a fenti feladat csak korlátozott eredményre vezetett, az elektromos fröccsgéppel komplexebb, kisebb falvastagságú érintkezőket tartalmazó konnektorokat tudtak gyártani.

Az elektromos gépeknél lehetőség nyílik az egyes fröccsöntési részfeladatok egy időben történő elvégzésére (ez az úgynevezett átfedés), ezáltal is rövidülhet a ciklusidő. *A szerszámban történő feliratozás, címkézés, dekorálás, betétek elhelyezése szempontjából előnyös ez az átfedési lehetőség.* Az elektromos gépek egyre inkább megjelennek a nagyméretű fröccsgépek piacán is. Például az **Ube** cég 3300 tonnás gépeinek 40%-a elektromos meghajtású. *A többkomponensű fröccsöntés területén is elmozdulás tapasztalható az elektromos gépek felé.*

A hidraulikus fröccsgépgyártók vitatják azt a tényt, hogy a szíjmeghajtású elektromos gépek alkalmasabbak a tisztatérben (clean room) folytatott gyártáshoz, mivel a hajtószíjak kopásából eredően porszennyeződés kerül a légtérbe. Ugyanezt állítják azok az elektromos fröccsgépgyártók, akik hajtószíj nélküli, direkt meghajtást alkalmaznak gépeiken.

Az egyes fröccsgéptípusok közötti választást számos motiváció befolyásolja. Egyesek szimplán anyagi megfontolásból vagy a hagyományokhoz való ragaszkodás miatt választják az olcsóbb, hidraulikus típusokat. Mások viszont azért választanak elektromos gépeket, hogy bemutathassák vevőiknek, hogy a csúcsmínőségű fröccstermékek érdekében ők vállalják az anyagi áldozatot is.

Ragaszkodás a hidraulikus gépekhez

A **Bemis Manufacturing Co.** (USA, Wisconsin) például hűségeesen kitart hidraulikus gépei mellett. A cég közepes és nagyméretű fröccstermékeket gyárt teherautók, traktorok, személyautók, kamionok, mezőgazdasági és kerti gépek, szabadidős és

vízi járművek burkolására. Termékeik 75%-a többkomponensű fröccsöntéssel készül. 28 darab **Milacron** géppel dolgoznak, amelyek záróereje 55–6600 tonna között van. A legtöbb fröccsszerszámuk szelepes beömlésű, legalább három magkihúzó egységet tartalmaz, de van, amelyik 6 ilyennel van ellátva. Mivel ezek az elemek hidraulikus rendszerűek, kézenfekvő, hogy hidraulikus fröccsgépet használjanak. Kihívás számukra a szűk feldolgozási ablak: van, amikor 24 kg műszaki műanyagot kell $15 \pm 1-2$ s alatt a szerszámüregbe juttatni. Ha túl gyors a fröccsöntés, akkor a nyírás miatt csökkennek a termék mechanikai tulajdonságai, ha túl lassú, akkor nem lesz megfelelő a térkitöltés a szerszámokban. Az akkumulátor-rásegítéses hidraulikus rendszerük segít megoldani ezeket a problémákat.

Az elektromos fröccsgépekre szavazók

A **Tessy Plastics** (USA, N.Y.) központi cége kizárólag elektromos gépekre alapozva létrehozott egy tisztaterű, kifejezetten gyógyászati célra termelő üzemet. Ugyanakkor más gyáregységei (például Sanghaj, Kína), ahol kevésbé fontos a nagy precizitás a fröccstermékeknel, továbbra is hidraulikus gépeket használnak. Ennek ellenére a végső céljuk a hidraulikus gépeik lecserélése elektromosra.

Az **Apex** cég (USA) 1999 óta használ elektromos fröccsgépeket, az első egy 55 tonnás **Niigata** gyártmány volt, és mostanában majdnem kizárólag ilyen rendszerű fröccsgépeket vásárolnak. Az ok: olyan nagy fokú reprodukálhatóságot értek el egy betéteket tartalmazó fröccstermék gyártásánál (fényképezőgép csúszóeleme), hogy a korábbi rendkívül sűrű minőség-ellenőrzési mintavétel helyett (amelyet a hidraulikus gép pontatlansága okozott) most már csak 3 óránként egy darab minőségét kell megvizsgálni. Az Apex tapasztalatai szerint számos gyógyászati jellegű fröccsterméket vásárló társaság ma már csak kizárólag elektromos gépen gyártott darabokat hajlandó vásárolni (2. táblázat).

Fröccsöntési technológiák jövője Európában

A szakemberek egyetértenek abban, hogy Európában és ezen belül a német nyelvterületű országokban a klasszikus egykomponensű kompakt fröccsöntés és az azt követő összeszerelés egyre jobban veszít jelentőségéből. *A jövő az integrált eljárásoké*, amelyekben a feldolgozással együtt az utóműveleteket is a gépben végzik el, és a berendezést a késztermék hagyja el. A habosított fröccsöntés, a többkomponensű fröccsöntés, a szerszámokban címkézés (IML), a szerszámokban dekorálás (IMD) és a felületek nemesítése, többek között azok a technológiák, amelyek az európai feldolgozók számára a kitörési pontokat jelentik. Mindezek a technológiák innovatív szerszámtervezést és gyártást igényelnek. A technológiák ésszerű kombinálásával nyerhető új lehetőségeket a feldolgozóknak be kell mutatniuk vevőiknek, sőt meg kell győzniük őket, hogy azokkal ők is piaci előnyökhöz juthatnak.

A **Ferromatic Milacron** legintenzívebben a többkomponensű fröccsöntésre alkalmas gépeit fejleszti, mivel úgy vélik, hogy az IML és az IMD bevezetése inkább

szerszámfüggő probléma. A forgó etázs- és a monoszendvics-technika segítségével új megoldásokat kínálnak a feldolgozóknak.

A **Netstal** gépfejlesztéseinél a vékony falú csomagolóanyagok fröccsöntésének fejlesztésére koncentrálnak. Az IML eljárásra komplett know-how-t szállít vevőinek.

A **Demag Ergotech** a prézelést fejleszti, hogy nagy felületű termékeknél a felület mintázata egyenletes legyen.

A vezető gépgyártók véleménye is az, hogy a nyugat-európai fröccsöntő cégek a jövőben a ma még különlegesnek számító technológiákkal maradnak versenyképesek az olcsó munkaerőt kínáló országokkal szemben.

2. táblázat

Válogatás az elektromos és a hibrid fröccsgépek kínálatából

Géptípus	Csiga- átmérő, mm	Max. adag, g	Max. fröccsnyomás, atm.	Fúvókára ható erő, tonna	Max. fröccsöntési seb., mm/s.
Arburg Allrounder 420A, 110 t	40	184	2000	6,6	300
Battenfeld EM 1100/450, 121 t	40	205	2000	6,6	300
Demag Intellect, 110 t (H)	40	192	1700	3,4	300
Demag El Exis-S, 110 t	40	210	1800	8,9	n. a.
Engel E-Motion, 110 t	45	254	1560	3,15	250
Engel Victory Electric, 100 t (H)	40	184	1560	3,15	330
Husky Hylectric, 100 t (H)	35	147	1600	6,1	1170
Krauss-Maffei EX, 88 t	50	311	1860	3,3	300
Milacron Fanuc Roboshot, 110 t	40	170	1670	1,65	200
Netstal Elion, 88 t	40	161	1660	5,5	250
Ube Ultima UN, 110 t	40	161	1600	3,25	300

(H): hibrid.

Öszeállította: Csutorka László

Knights, M.: Electric, hydraulic, or hybrid? What's the right injection press for you? = *Plastics Technology*, 53. k. 5. sz. 2007. p. 68–70, 72–75, 94–96.

Alles in einem Schritt. = *Plastverarbeiter*, 58. k. 4. sz. 2007. p. 20–22.

www.quattroplast.hu