

## Kétlépcsős fröccsöntés

A cikkben két különböző fröccsöntő berendezést mutatunk be, amelyek a csigás plasztikálást kombinálják a dugattyús injektálással. Az egyik az ismertebb V-alakú elrendezés, ahol a plasztikáló csiga szöget zár be a dugattyúval (V-Line® rendszer), a másik az Inject-EX Md Plastics technológiát használó berendezése, ahol a két henger koaxiálisan helyezkedik el

*Tárgyszavak: csigás plasztikálás, dugattyús injektálás, kétlépcsős fröccsöntés, szöget bezáró és koaxiális geometria, összehasonlítás a hagyományos csigadugattyús rendszerrel*

### Kétlépcsős fröccsöntés csigás plasztikálás és dugattyús injektálás segítségével

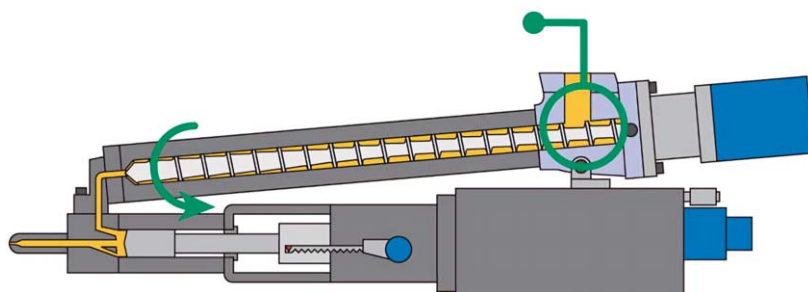
A műanyag fröccsöntési technológia lényege a szilárd műanyag megömlesztése és egy szerszámban történő formázása. Ennek egyik legkorábbi és legegyszerűbb megvalósítása a dugattyús fröccsgép volt, ahol a műanyagot megömlesztve egy dugattyú hengerbe juttatták és egy szelepen és a fűvókán keresztül juttatták a szerszámba. Ez a módszer kisebb, nem túl nagy precizitást igénylő termékek esetében volt használható, ma már alig van használatban.

Gyakrabban használják a csiga és dugattyú kombinációját (lásd az 1. ábrát), ahol két kamra van: egy egyik a műanyag megömlesztésére, a második injektálására szolgál.

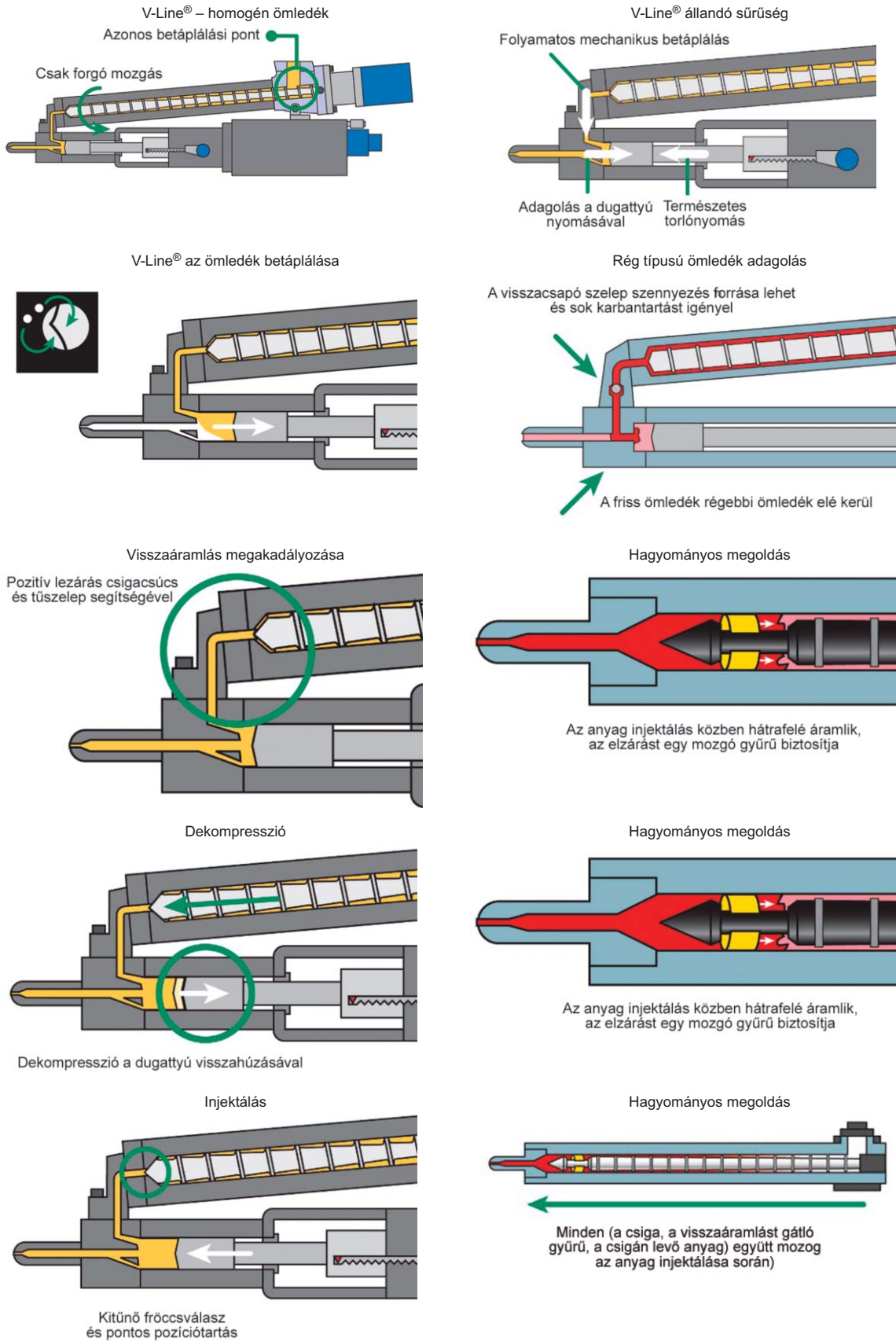
Ebben a konstrukcióban a csiga csak forgó mozgást végez, az ömledék feltölti a dugattyú kamráját, majd a dugattyú tengelyirányú mozgása juttatja be az

ömledéket a szerszámba. Léteznek olyan megoldások is, ahol mind a plasztikálást, mind az injektálást dugattyúkkal oldják meg, de a csigás plasztikálás hatékonyabb, mint a dugattyús. Jelenleg a leggyakrabban használt megoldás a mozgó csigadugattyú, amely egyszerre képes a plasztikálásra (ilyenkor hátra mozog és telik a csigacsúcs előtti kamra) és az injektálásra (ilyenkor előre mozog és kinyomja az ömledéket a fűvókán keresztül).

A **Plustech** cég *V-Line*® típusú berendezéséhez egy nagyon szemléletes diasort állított össze, amelyben összehasonlítja csigás plasztikáló egységet és dugattyús injektáló egységet alkalmazó berendezések működését, illetve az általuk gyártott rendszer előnyeit (lásd. a 2. ábrát).



1. ábra. A csiga és dugattyú kombinációja fröccsöntésnél. A granulátumot a felső csigás plasztikáló egységbe adagolják, a fröccsöntés a dugattyú segítségével történik (Forrás: [www.moldplasticinjection.com](http://www.moldplasticinjection.com)).



2. ábra. A V-Line® rendszer előnyei és összehasonlítás a hagyományos csigadugattyús módszerrel  
(Forrás: [www.plustech-inc.com](http://www.plustech-inc.com))

A rendszer előnye, hogy minden egyes műanyag granulátum hőtörténete azonos, a plasztikálás és az injektálás elválik egymástól. Mivel az adagolás mechanikai hatásra történik, az adagolt anyag sűrűsége állandó. A dugattyú előlről történő töltése biztosítja, hogy minden löketnél friss ömledék áll rendelkezésre. A visszaáramlást gátló gyűrű (ami hibák forrása lehet) kiküszöbölhető. A plasztikáló csiga mozgását a ház korlátozza, pozitív lezárás és pontos adagolás történik. Ez megakadályozza, hogy az ömledék visszaáramoljon a plasztikáló egységbe. A fröccsdugattyú esetében a pontos időzítés a fröccsöntés során történik (tehát nem feltétlenül egyforma) és a csigacsúcs frikciós hője időnként meghibásodást okozhat. A V-Line® rendszer zárt ciklusú vezérlése összeveti a beállított és az aktuális sebességet, valamint a maximális ömledékhőmérsékletet. A lineáris jeladó követi a dugattyú helyzetét és méri a fröccsnyomást. Ha megfelelő mennyiség jutott át a szerszámba, az ömledéknyomás a dugattyút visszatolja a kiindulási helyzetbe. Nincs szükség visszacsapó szelepre, ami egyik fő oka az anyag degradációjának és a löketek nem pontos ismétlődésének. A V-Line® rendszer kis tehetetlensége miatt nagyon megbízhatóan reagál injektálás során. A csigadugattyús esetben az injektálás során mindig van bizonyos sebesség- és nyomásvesztés a szivárgó anyag miatt. A szivárgás mindig nagy nyírás mellett történik, ami anyagdegradációt és gázképződést okozhat.

### Az EdeX cég új rendszerű kétlépcsős fröccsgépe

A tajvani **EdeX** cég az első, amely az **Md Plastics** 2018-ban prototípusként bemutatott *In-ject-EX* inline csiga/dugattyú kombinációs rendszerét átültette az ipari gyakorlatba. A rendszeren még tovább is fejlesztettek, különösen a fűtésen, és több berendezésben is alkalmazták. Ezeket az USA-ban az **Md Plastics** árusítja (lásd a 3. ábrát és az 1. táblázatot). A rendszer előnye, hogy a felhasznált ömledék homogénebb és egyenletesebb hőhatásnak van kitéve, mint a hagyományos csigadugattyús fröccsgépekben. Ez utóbbiakban az adagolón bejutó granulátumok folyamatosan változó  $L/D$  aránynak vannak kitéve, ami azt is jelenti, hogy változik a nyíróhatás és a viszkozitás is. Amikor a csiga előre mozog, az adagolóból friss granulátum szemcsék hullanak az akkor még üres csigaközökbe – ezek nem tömörödnek a többivel azonos mértékben, ami ismét az ömledék jellemzőinek inhomogenitásához vezet. Ezek a problémák jól ismertek a hagyományos fröccsgépeknél, ami a fröccstérfogatot nem teljesen pontos reprodukálást eredményezi.

A gép elrendezése eltér attól, amit fentebb a V-Line® berendezés esetében ismertettünk (lásd a 4. ábrát). A berendezésben van egy, a betápláláshoz viszonyítva álló helyzetű csiga, amely egy visszacsapó szelepen keresztül táplálja a fröccsdugattyút. Abban tér el más konstrukcióktól, hogy a csiga és a dugattyú nem két külön hengerben helyezkedik el, hanem közvetlenül csatolódnak



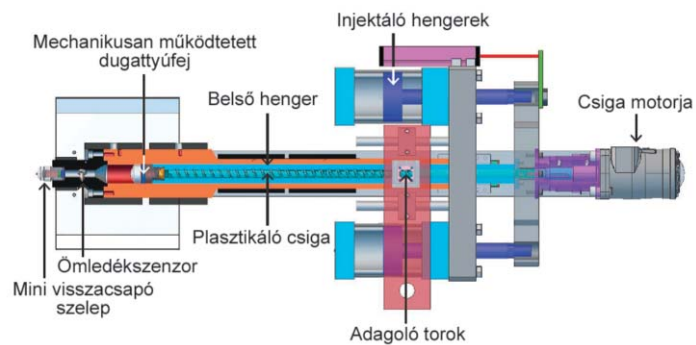
3. ábra: Az EdeX cég Inject EX technológiát alkalmazó fröccsgépe

(Forrás: Naitove, 2022).

1. táblázat.  
Az EdeX Technology Co. Inject Ex rendszerű fröccsgépei.  
Forrás: Naitove (2022).

		ATOM sorozat		ATOP sorozat				
Záróerő	[tonna]	10,2	30,6	70	102	140	180	250
Csigaátmérő	[mm]	14	14	15	25	30	40	50
Dugattyú átmérő	[mm]	15	26	32	45	50	60	70
Fröccstérfogat	[cm <sup>3</sup> ]	13,5	42,5	64,3	206,8	294,6	565,5	962,2
Fröccsnyomás	[bar]			1831				
Fröccssebesség	[mm/s]			150				
Összekötő rudak távköze	[mm]			360×360				
Felfogó lemez	[mm]			580×580				
Lemezek maximális távolsága	[mm]			600				
Méret	[m]			2,85×1,13×1,55				

egymáshoz. A csiga a dugattyú közepén keresztül jut a dugattyú előtti térbe. A csiga és a dugattyútér között a Md Plastic mini visszacsapó szelepe helyezkedik el. Ez egy úgynevezett „baba” vagy gombaszelep, amelyet egy Bellville alátét (kúpos tárcsás rugó) feszít. Azonnal lezár, mielőtt a csiga megszűnik forogni. Ezzel az elrendezéssel elérhető, hogy az először bejövő anyag távozzon is először – ami eltér az egyéb csigas/dugattyús fröccsgépektől. Az is egyedi, hogy az egész csiga/dugattyú egység együtt mozdul el az injektálás során, így ürítve ki az ömledékpárnát a dugattyú előtt egy mini visszacsapó szelepen keresztül, amely a henger végén helyezkedik el. Ez az elrendezés egyszerűbb és olcsóbb, mint az eddig használtak.



4. ábra. Az Inject-EX berendezésekbe be van építve az Md Plastics inline kétlépcsős fröccsgépe, amelyben a fix elhelyezésű csiga egy belső csatornán juttatja az ömledéket egy koaxiális dugattyú közepébe, amely a dugattyú előtt halmozódik fel. Az egész csiga/dugattyú rendszer együttesen mozog előre az injektálás során és hátrafelé a következő töltés előtt.

Az Md Plastics szállítja a csigákat, az ellenőrző és a visszacsapó szelepeket és más plasztikáló elemeket, amelyet az EdeX cég épít be fröccsgépeibe. A tajvani céget 2009-ben alapították, amely évente (mérettől függően) 120–160 fröccsgépet tud legyártani. A fröccsgépek választékát és főbb paraméereit az 1. táblázat mutatja be. A cégnek már voltak tapasztalatai hagyományos (két hengert alkalmazó) csiga/dugattyús fröccsgépek előállításában. Azt is tervezik, hogy a rendszert LSR (folyékony szilikon gumi) fröccsöntésre is kiterjesztik. Itt egyáltalán nem lesz szükség csigára, csak a belépő nyílásnál kell majd egy statikus keverőt elhelyezni, amely kellően homogénizálja a két komponenszt.

Összeállította: dr. Bánhegyi György

<https://www.moldplasticinjection.com/news/types-of-injection-molding-machines-plunger-screw-reciprocating-type-injection-molding-machine> 2021. július

<https://www.plustech-inc.com/technology/injection-system/> letöltve 2022. november

Naitove M., Injection Machines Use Novel Two-Stage Moldig System, *Plastics Technology*, 2022. november, p. 12, 14