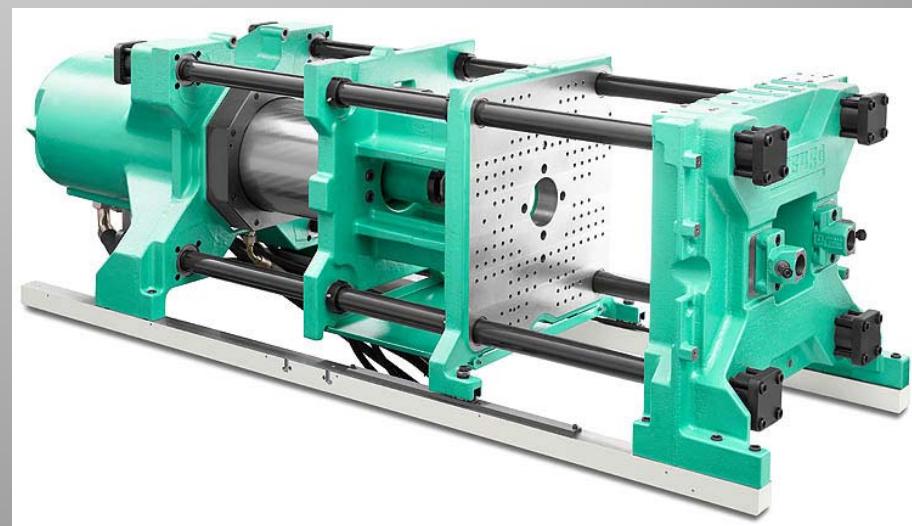
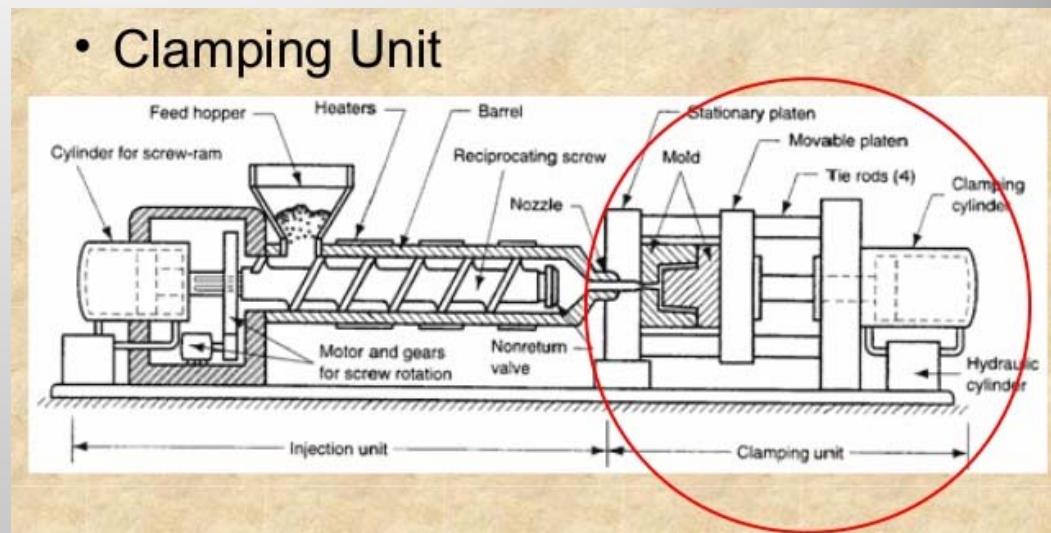


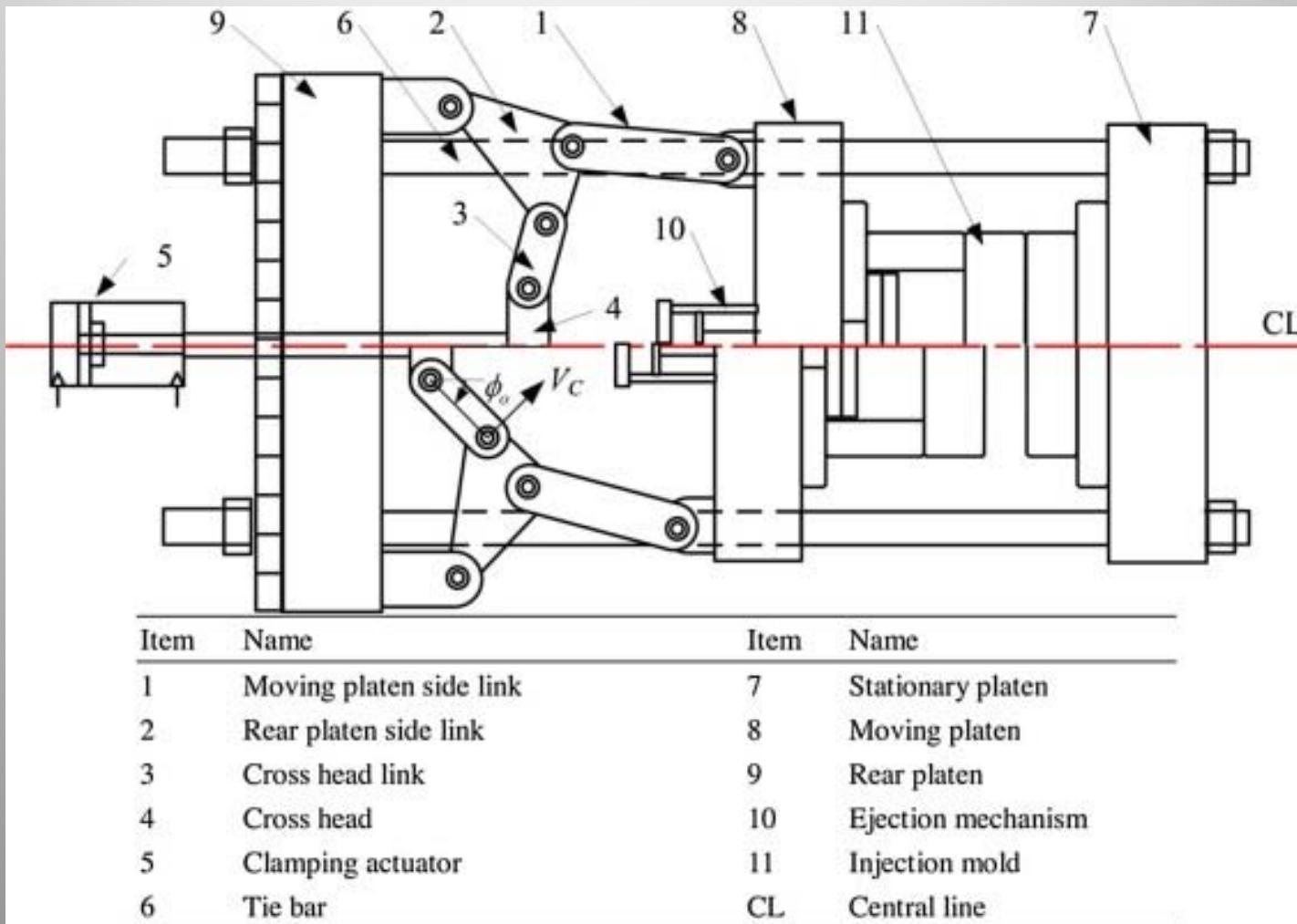
MAŠINE I UREĐAJI ZA PRERADU PLASTIKE

JEDINICA ZA ZATVARANJE (Clamping Unit)

- Osnovne funkcije:
 - Pomeranje pokretnog dela alata
 - Otvaranje i zatvaranje alata
 - Obezbeđivanje sile zatvaranja
- Osnovni delovi jedinice za zatvaranje:
 - Vodice
 - Pokretne i nepokretne traveze
 - Mehanizam za otvaranje, zatvaranje i blokiranje
- Osnovne varijante sistema za zatvaranje:
 - Mehanički (85% - 3000kN)
 - Hidraulični
 - Kombinovani

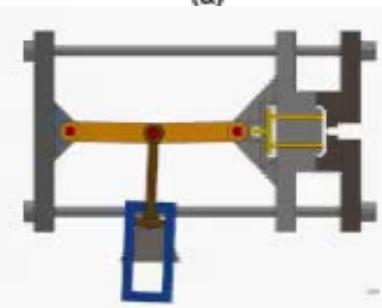
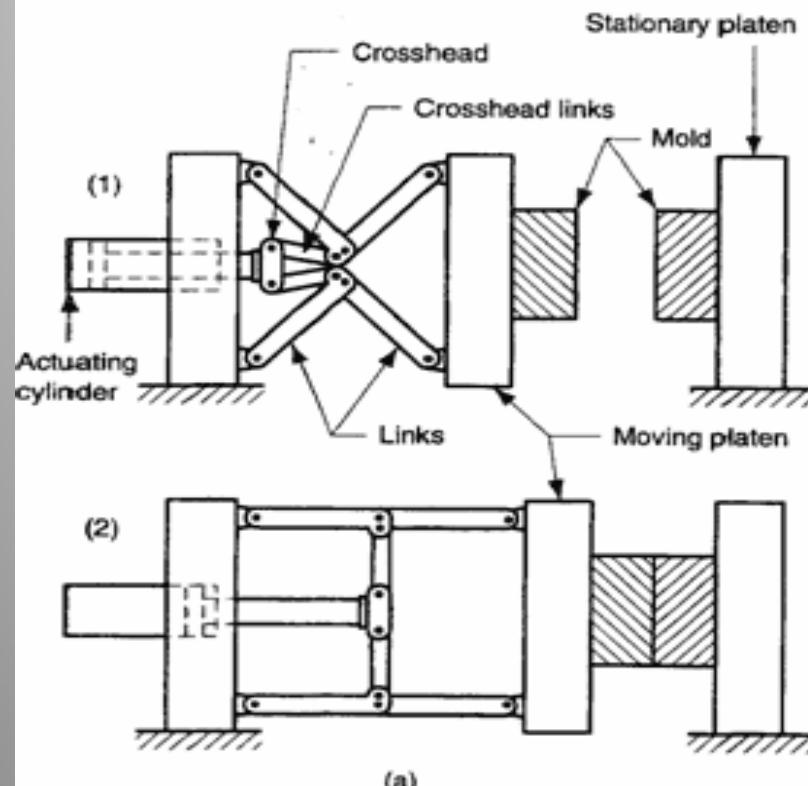


JEDINICA ZA ZATVARANJE (Clamping Unit)

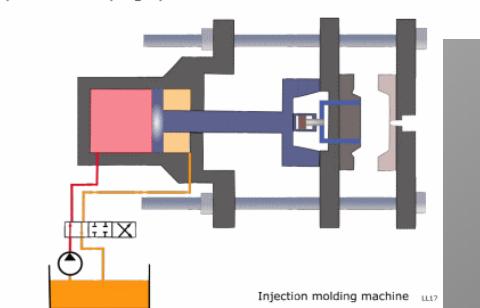
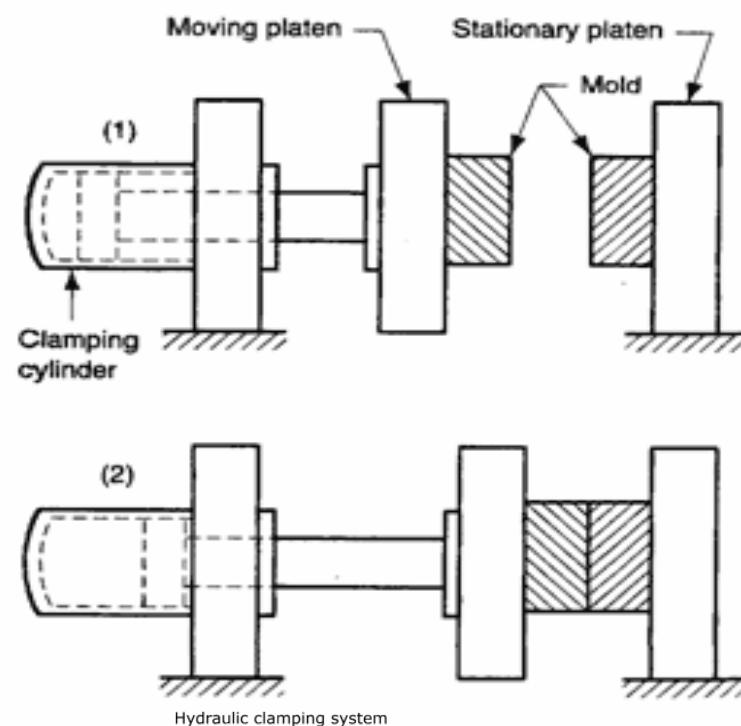


JEDINICA ZA ZATVARANJE (Clamping Unit)

Mehanički (toggle clamping)



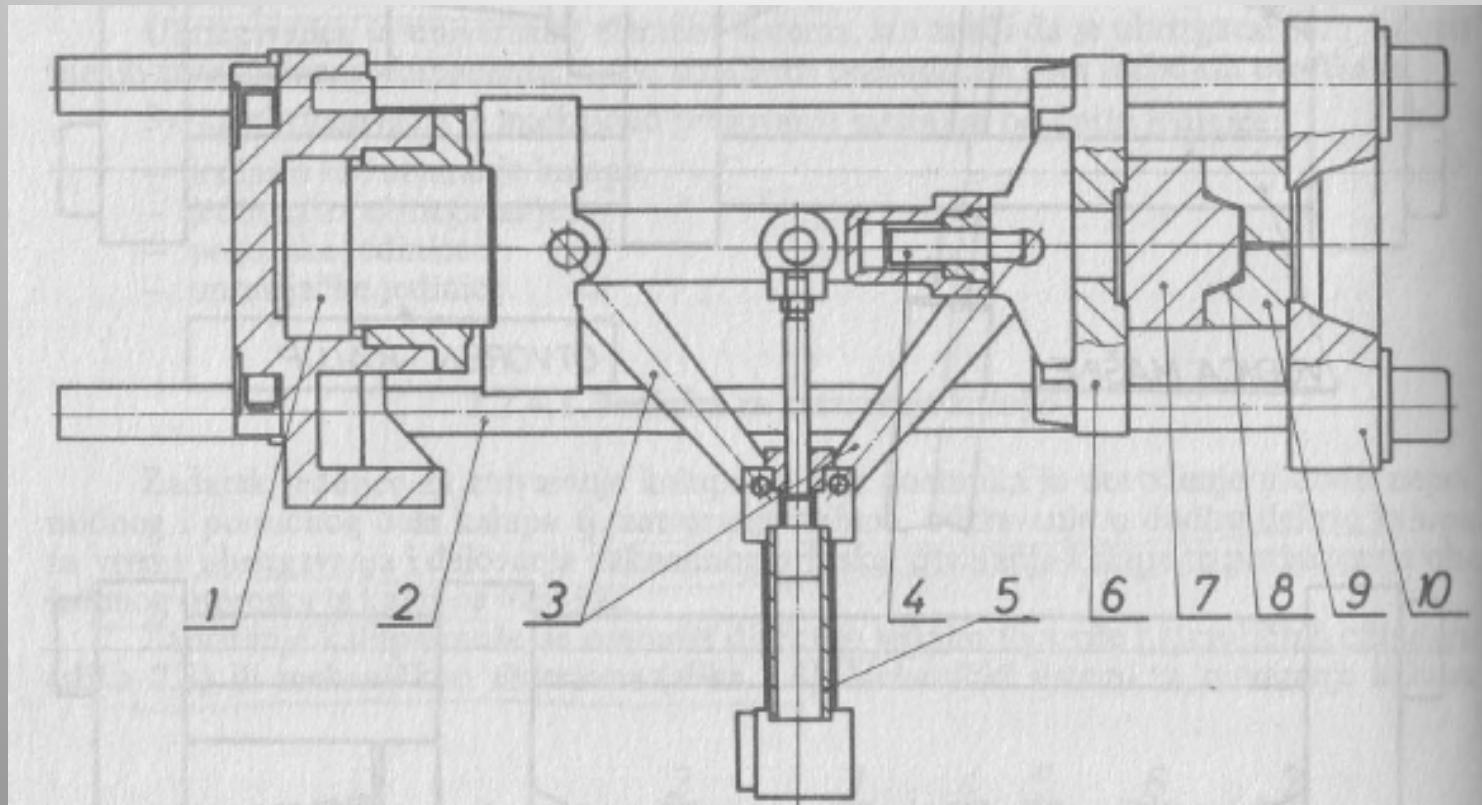
Hidraulični



Injection molding machine

JEDINICA ZA ZATVARANJE (Clamping Unit)

Mehaničko-hidraulični sistem (zaključavanje sa hidrauličnim cilindrom, mehaničko kretanje)



Slika 2.5. Mehaničko–hidraulični sistem jedinice za zatvaranje kalupa (TS–Belišće): 1–glavni hidraulični cilindar, 2–vodica ubrizgavalice, 3–kolenaste poluge, 4–hidraulični izbacivač otpreska, 5–pomoćni hidraulični cilindar, 6–pokretni nosač kalupa, 7–pokretni deo kalupa, 8–otpresak, 9–nepokretni deo kalupa, 10–nepokretni deo ubrizgavalice

Sistemi za zatvaranje mašina za inekcionalno presovanje

Jedinica za zatravljivanje		Zatvaranje i otvaranje	Sila zatvaranja	Maksimalna sila	Podešavanje visine kalupa
Način rada jedinice	Konstrukcija				
Mehanički	Mengele Jedno-polužna Dvo-polužna	Mehanički sa osovinom; Mehanički ili hidro-mehanički; Hidro-mehanički	Mehanička Mehanička ili hidro-mehanička Hidro-mehanička	Mehanička Mehanička Mehanička	Mehanički Mehanički Mehanički
Hidraulični	Direktna hidraulična	Hidraulično	Hidraulična	Hidraulična	Hidraulično i automatski
	Hidraulični sa krutim mehaničkim osobinama	Hidro-mehanički Hidro-mehanički	Hidraulična Hidraulična	Hidraulična Hidraulična	Hidraulično Mehanički
	Hidraulični cilindar sa obrtnom ručicom; Klip sa hidrauličnim cilindrom	Hidro-mehanički Hidro-mehanički	Hidraulična Hidraulična	Hidraulična Hidraulična	Hidraulično Hidraulično

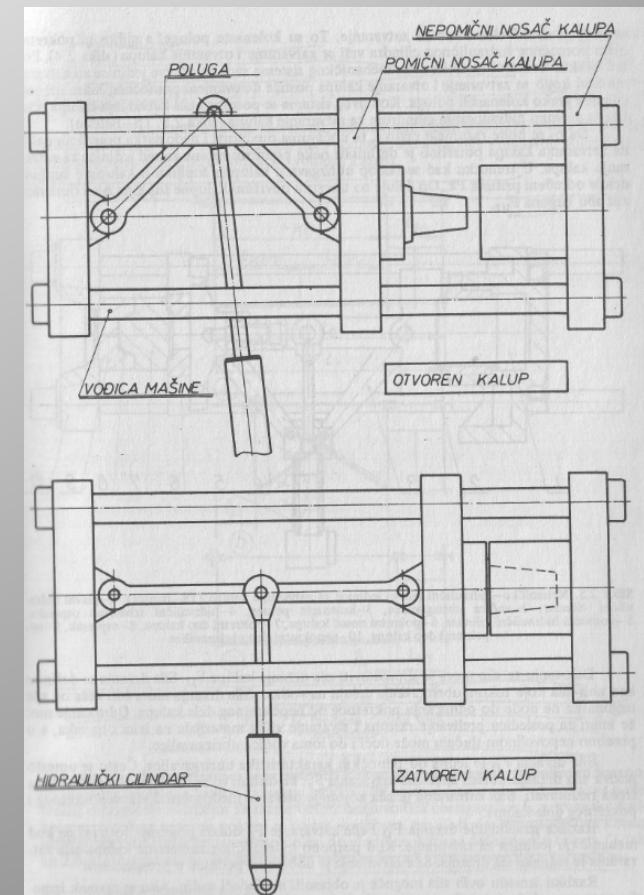
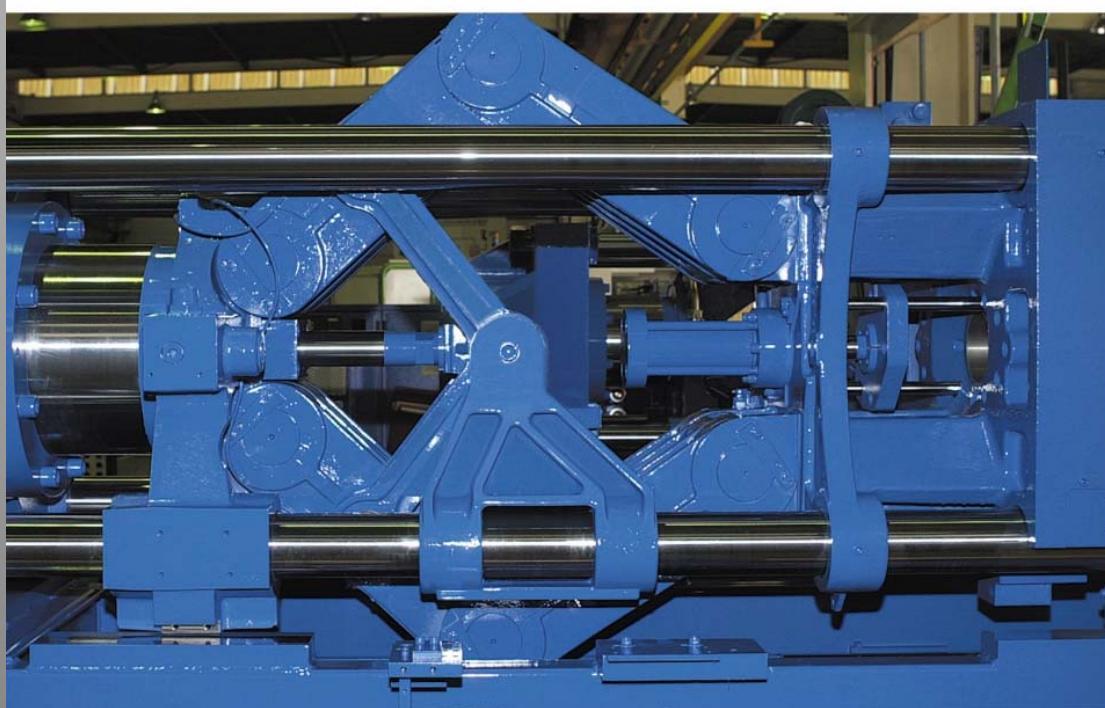
Glavne tehničko-tehnološke karakteristike jedinice za zatvaranje

- **Sila zatvaranja kalupa [kN]**
- **Sila otvaranja kalupa [kN]**
- **Dimenzije nosača kalupa [mm]**
- **Razmak između vodilica [mm]**
- **Maksimalni hod otvaranja [mm]**
- **Visina (debljina) kalupa: min-max [mm]**
- **Sila hidrauličnog izbacivača [kN]**
- **Hod hidrauličnog izbacivača [mm]**

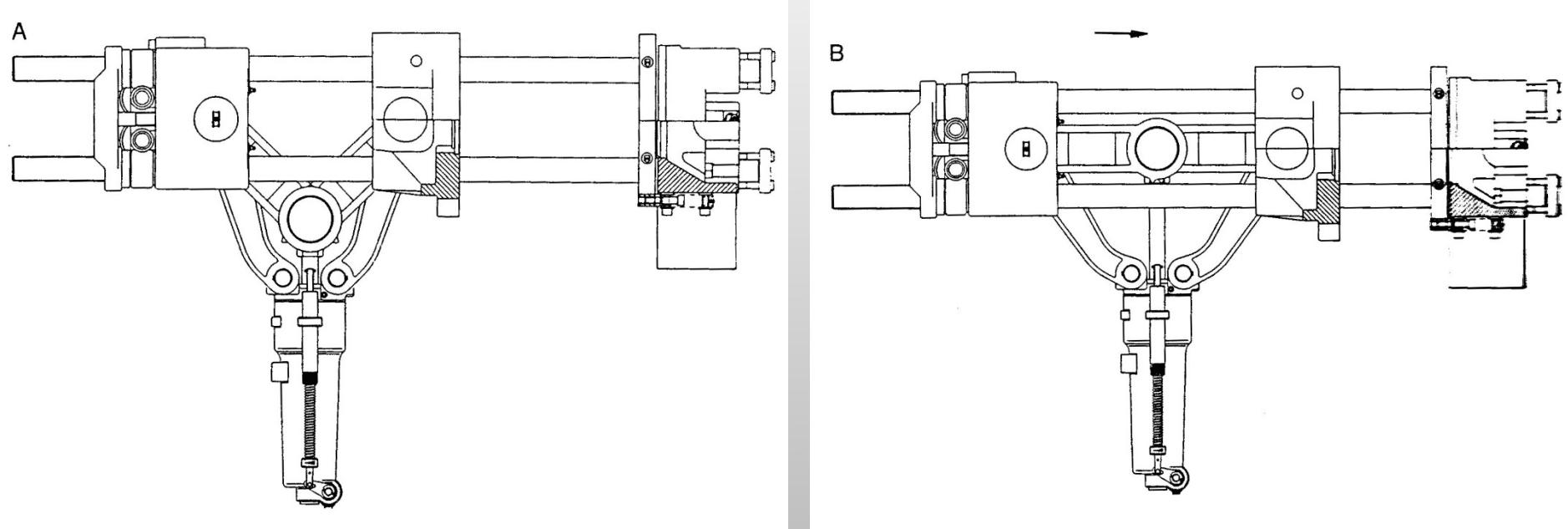
Mehanički sistem za zatvaranje

- Ciklusl „zatvaranja“, „otvaranja“ i „zaključavanja“ aktiviraju se hidrauličnim ili elektromehaničkim mehanizmom.
- Čisto mehanički sistemi kretanja su retki, ali se još uvek mogu naći na starijim mašinama.

- **Jedno -polužni sistem za zatvaranje (do 500kN)**
- **Dvo-polužni sistem za zatvaranje (1000 – 50000kN)**



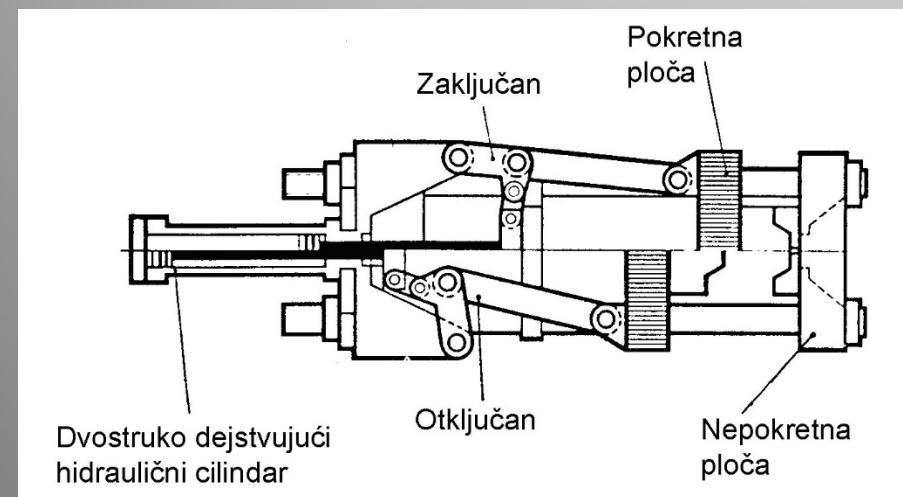
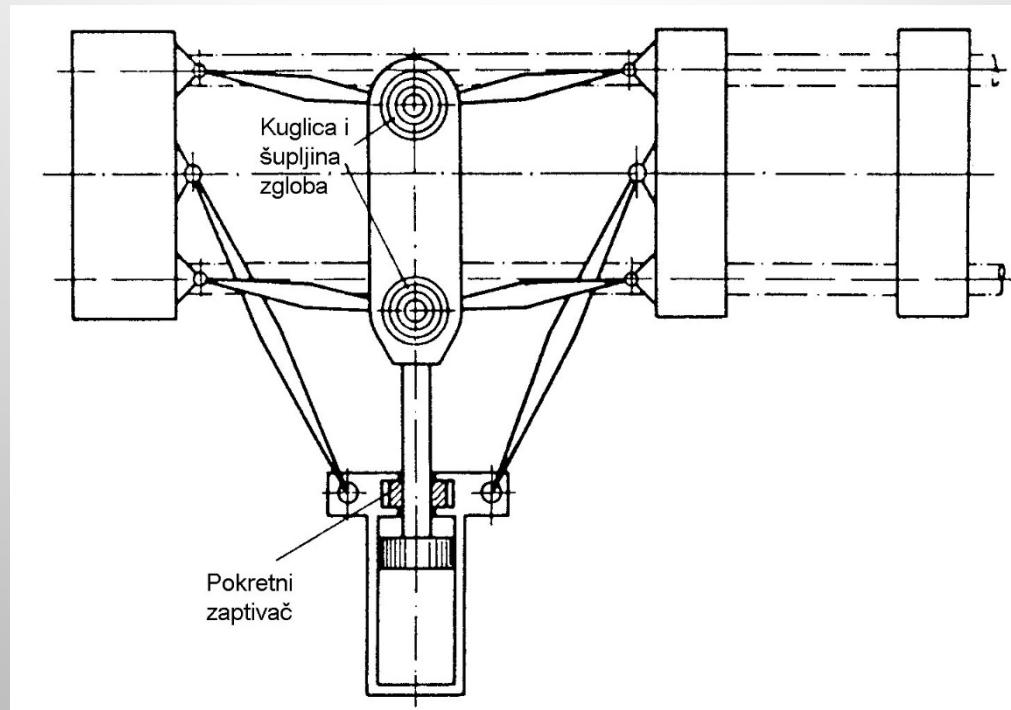
Jednopolužni mehanički sistem zatvaranja



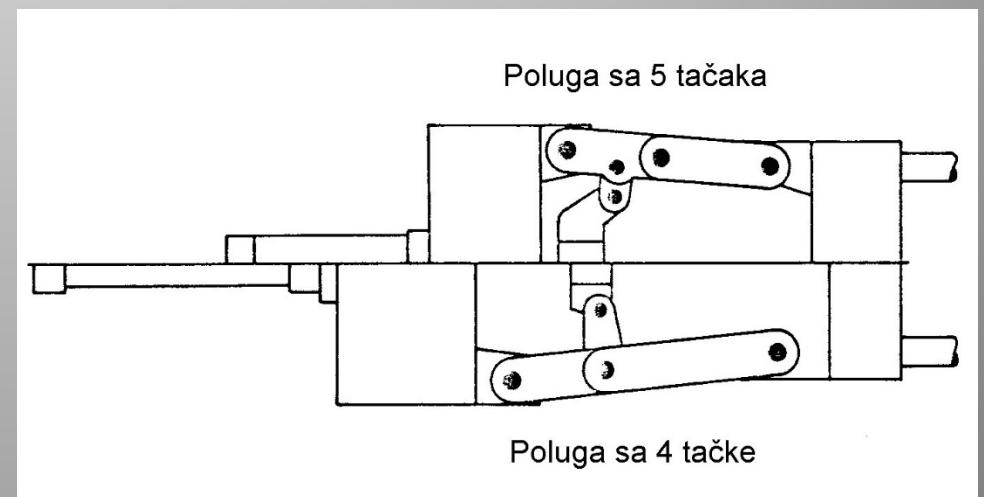
A – otvorení položaj

B – zatvorení položaj

Dvo-polužni mehanički sistem zatvaranja

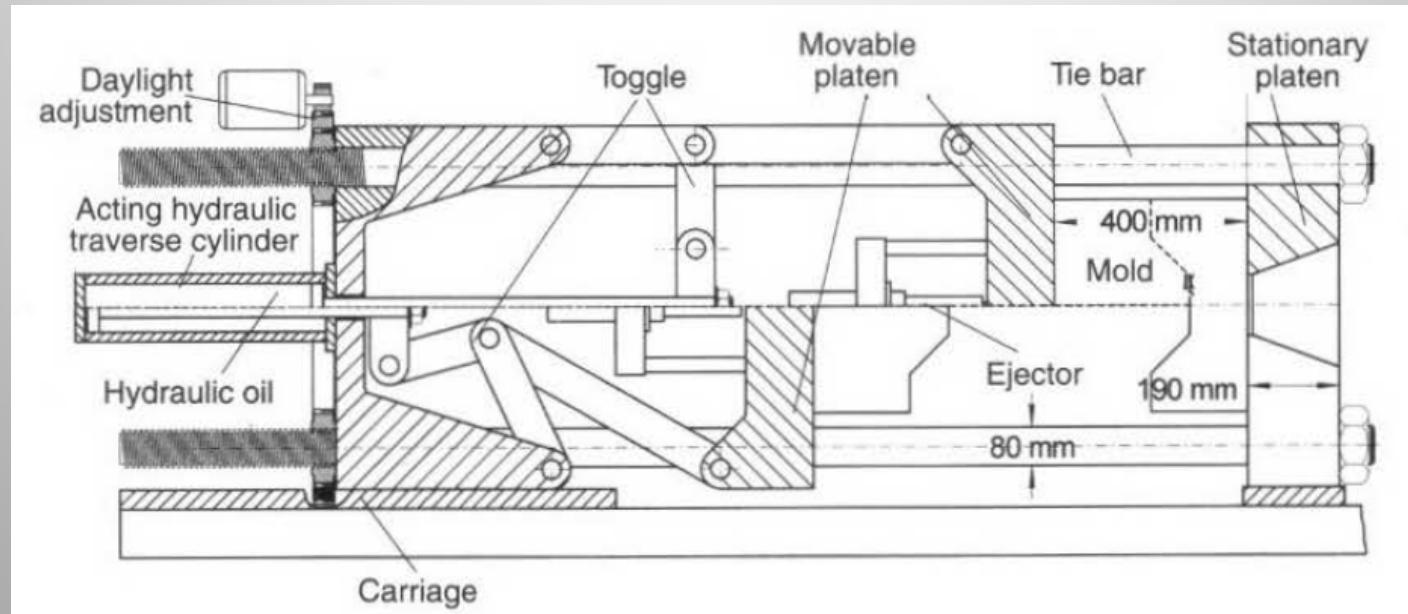


Dvo-polužni sistem zatvaranja sa centralnim pokretačkim cilindrom



Dvo-polužni sistem za zatvaranje - poluga sa 4 tačke i 5 tačaka
sa jednakim hodom otvaranja

Mehanički sistem zatvaranja sa tri ploče i hidromehaničkim aktiviranjem (poluge u 4 tačke)



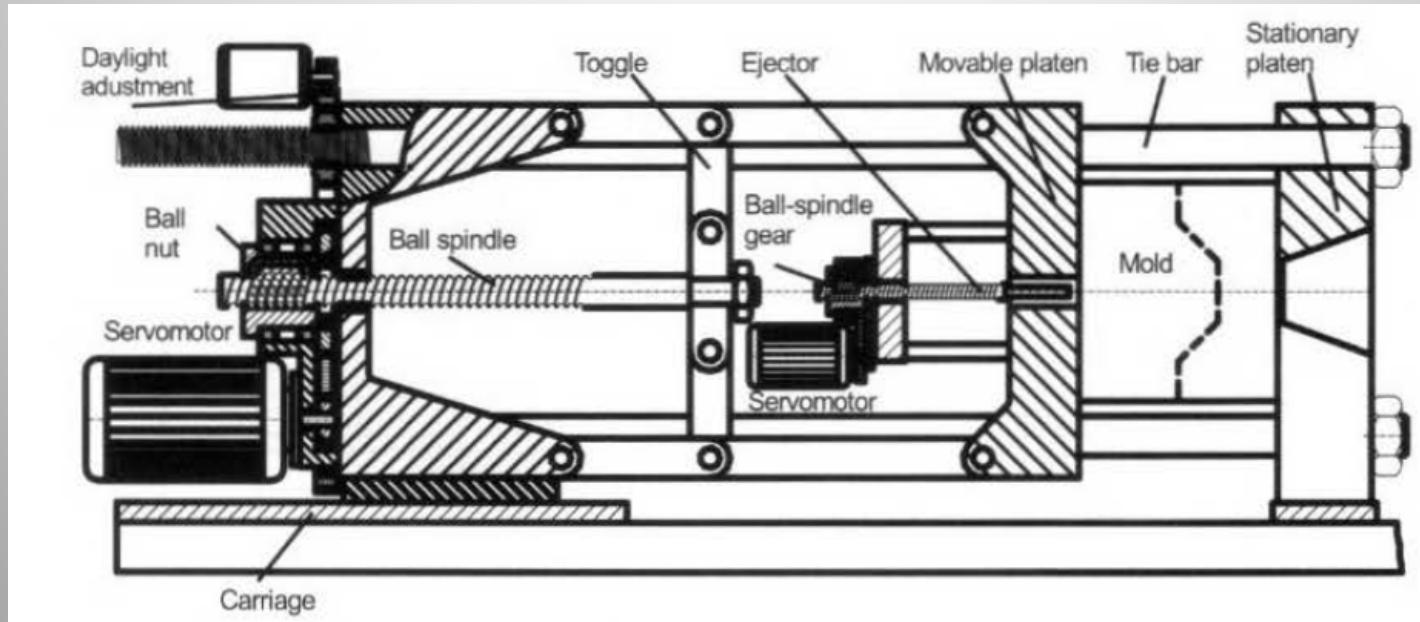
Prednosti

- Relativno kompaktna konstrukcija kombinovana sa optimizovanom geometrijom poluge
- Dobar pristup izbacivaču
- Mehanički sistem zaključavanja-visoka krutost
- Optimalni profil brzine i sile
- Sila zaključavanja 10 % veća od sile stezanja/zatvaranja

Nedostaci

- Vodice pričvršćene samo za nepokretnu ploču kalupa
- Složeniji sistem podešavanja visine kalupa
- Složen sistem upravljanja za obezbeđivanje konstantne sile stezanja i sile zaključavanja

Mehanički sistem zatvaranja sa tri ploče i elektromehaničkim aktiviranjem (poluge u 4 tačke)



Prednosti

- Relativno kratka konstrukcija u kombinaciji sa optimizovanom geometrijom poluge
- Dobar pristup izbacivaču
- Mehanički sistem zaključavanja - visoka krutost
- Optimalni profil brzine i sile
- Sila zaključavanja 10 % veća od sile stezanja/zatvaranja
- Niska potrošnja energije
- Veoma dobra tačnost pozicioniranja

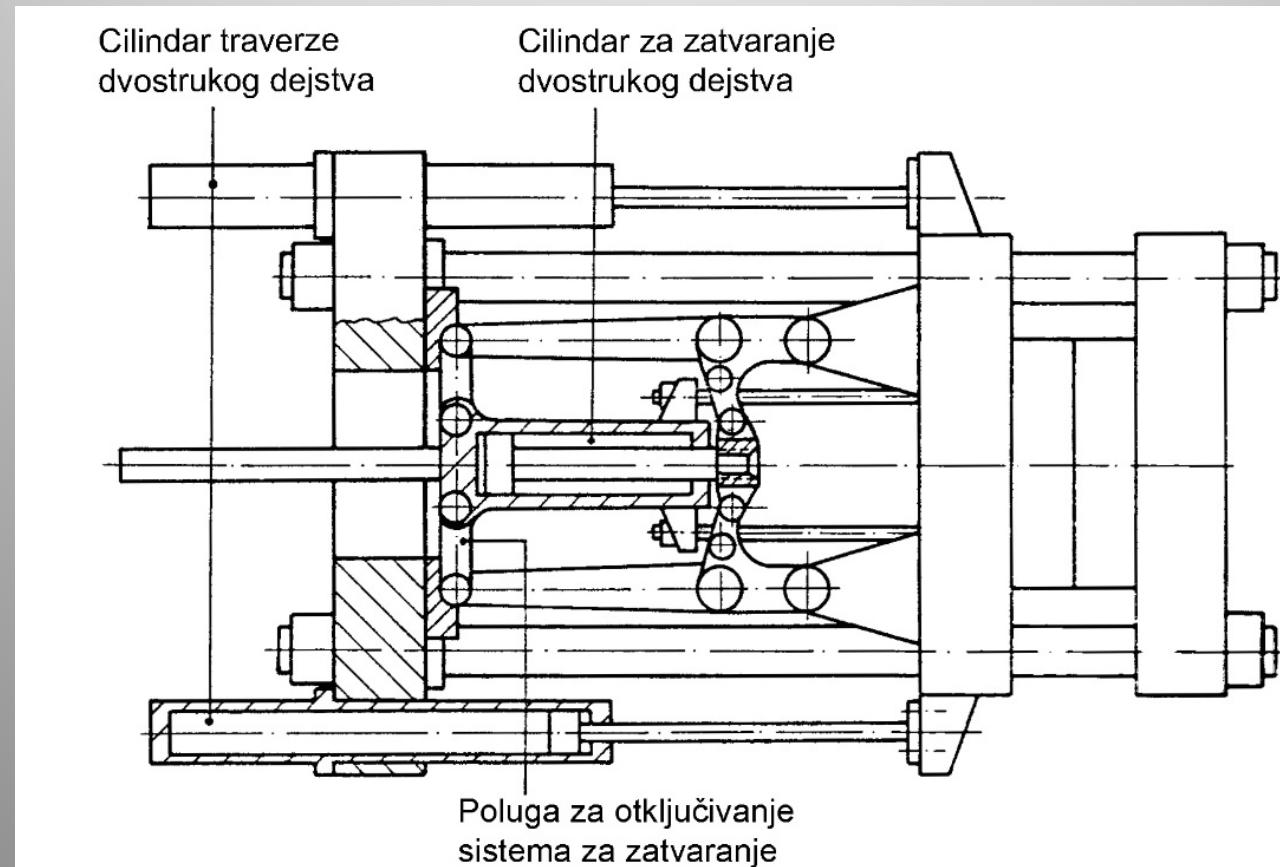
Nedostaci

- Veze pričvršćene samo za nepokretnu ploču kalupa
- Složeniji sistem podešavanja visine kalupa
- Složen sistem upravljanja za obezbeđivanje konstantne sile stezanja i sile zaključavanja
- Brzina kretanja je manja
- Komponente mehanizma su skuplje

Podešavanje početne pozicije sistema za zatvaranje

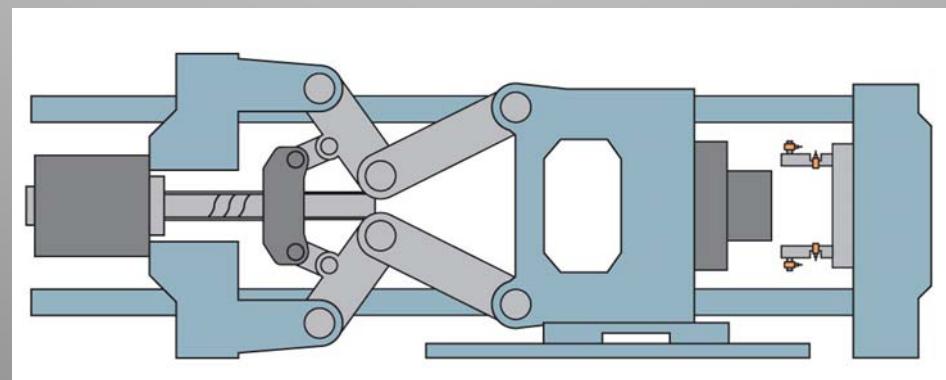
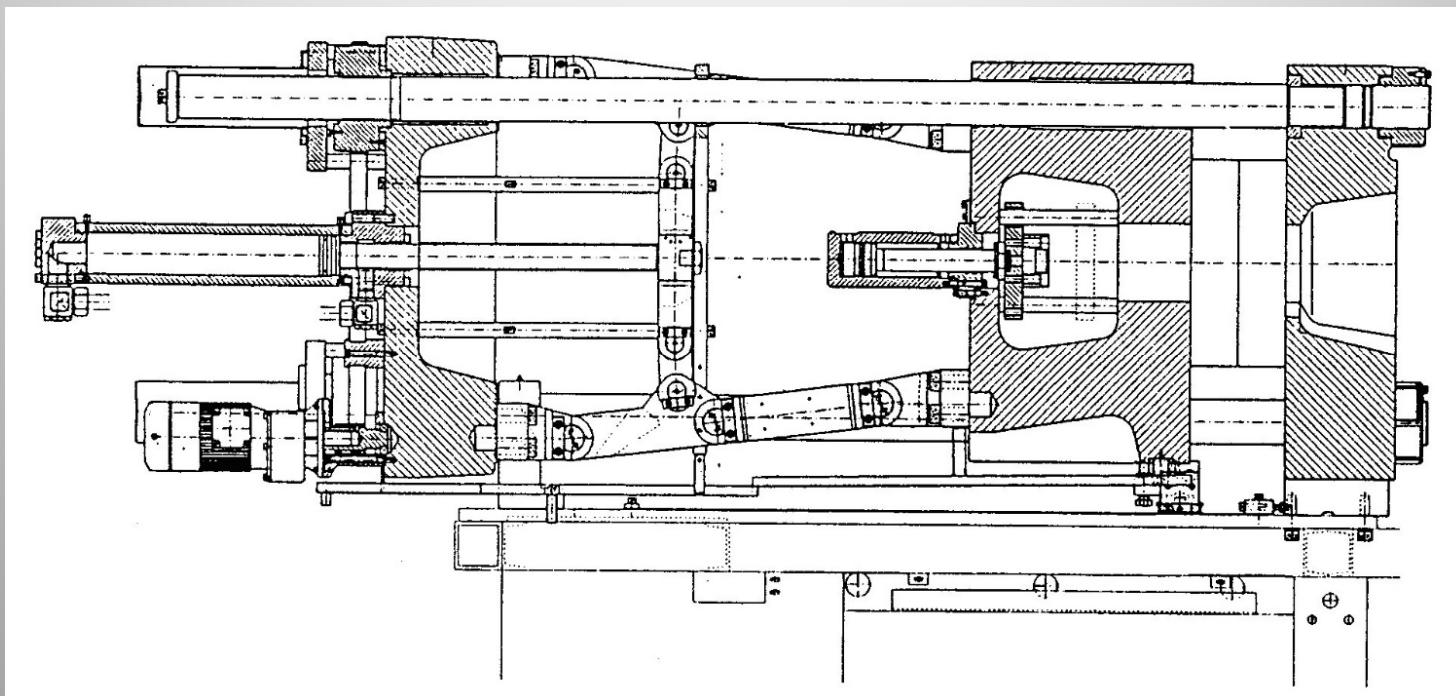
- 1. Hidraulično - pomoću hidrocilindra**
- 2. Elektro mehanički - pomoću navojnog vretena**

Hidraulični sistem za podešavanje položaja kalupa

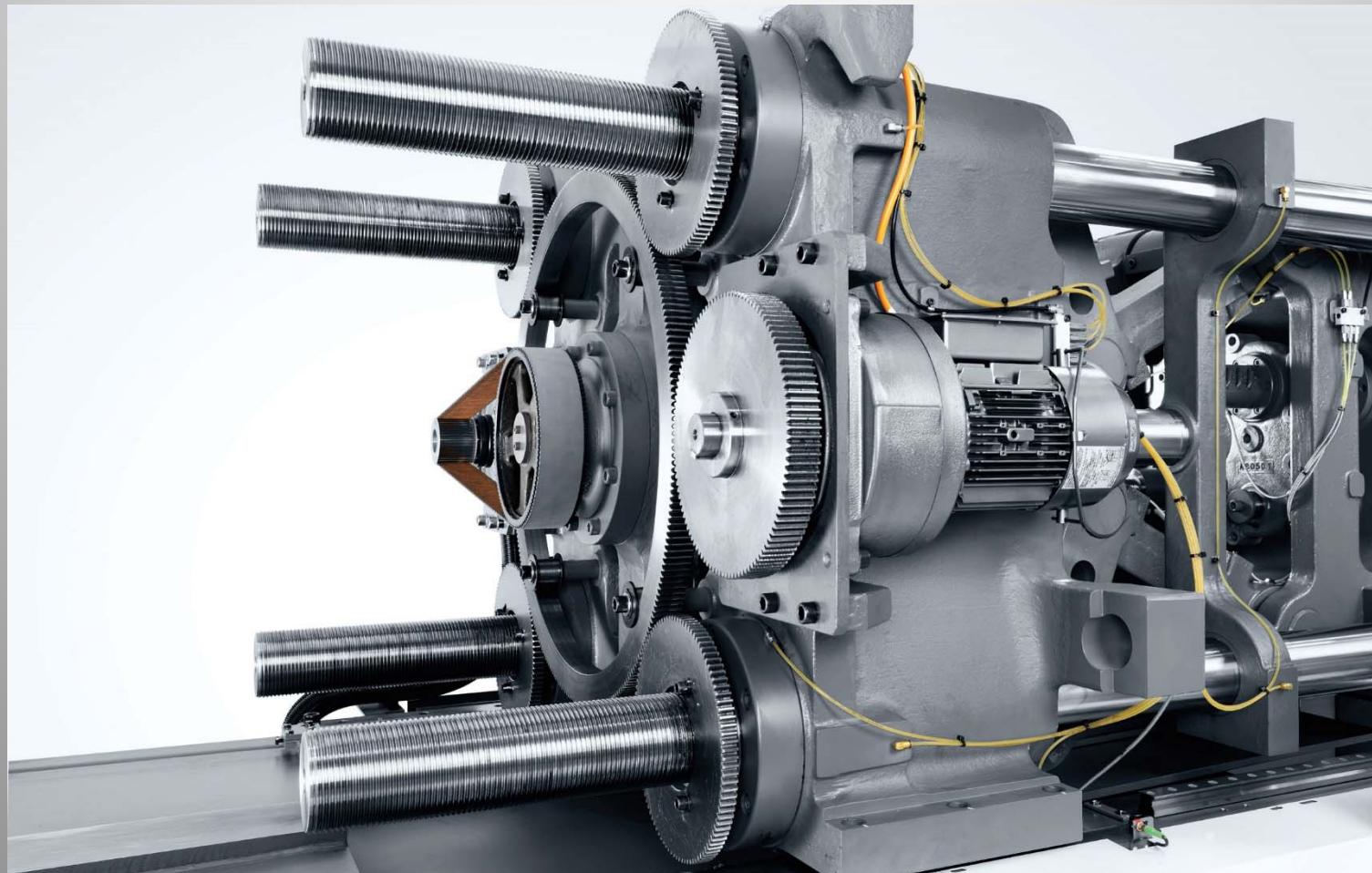


Podešavanje početne pozicije sistema za zatvaranje

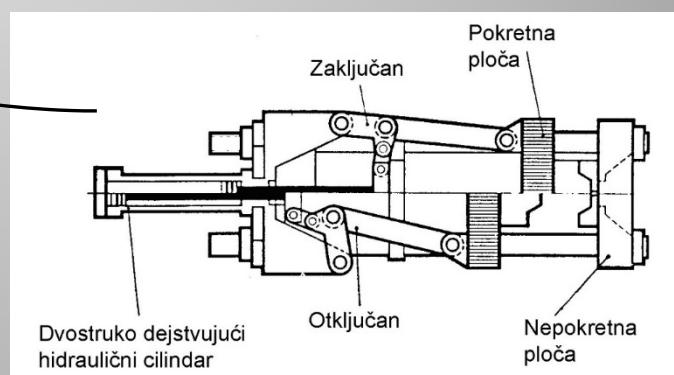
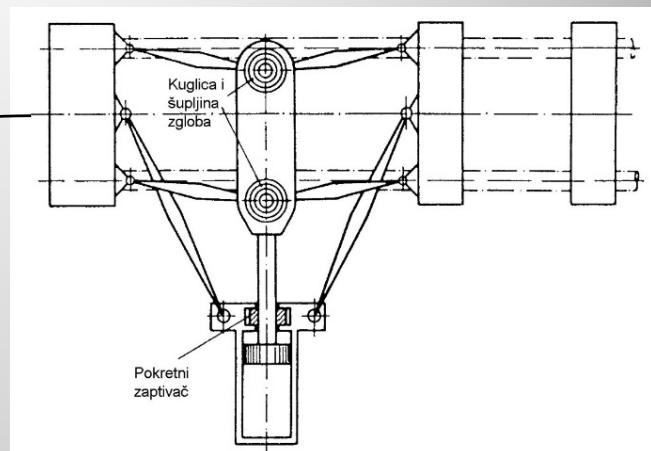
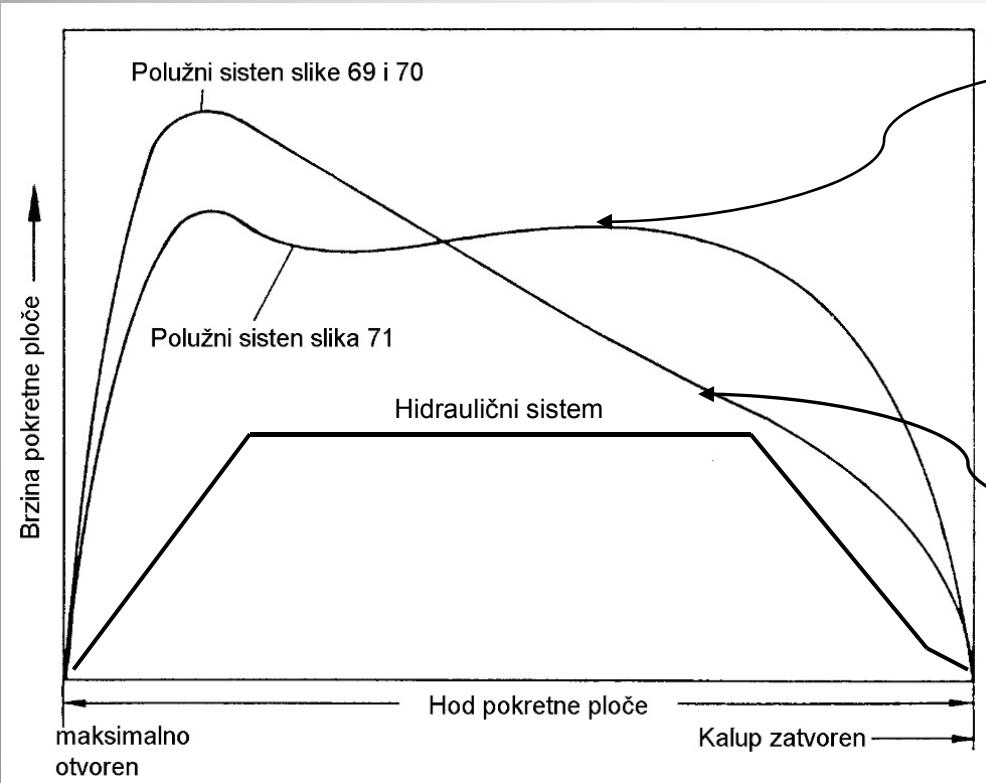
Centralno podešavanje prostora za alat pomoću zupčastog mehanizma (mehaničko)



Podešavanje početne pozicije sistema za zatvaranje



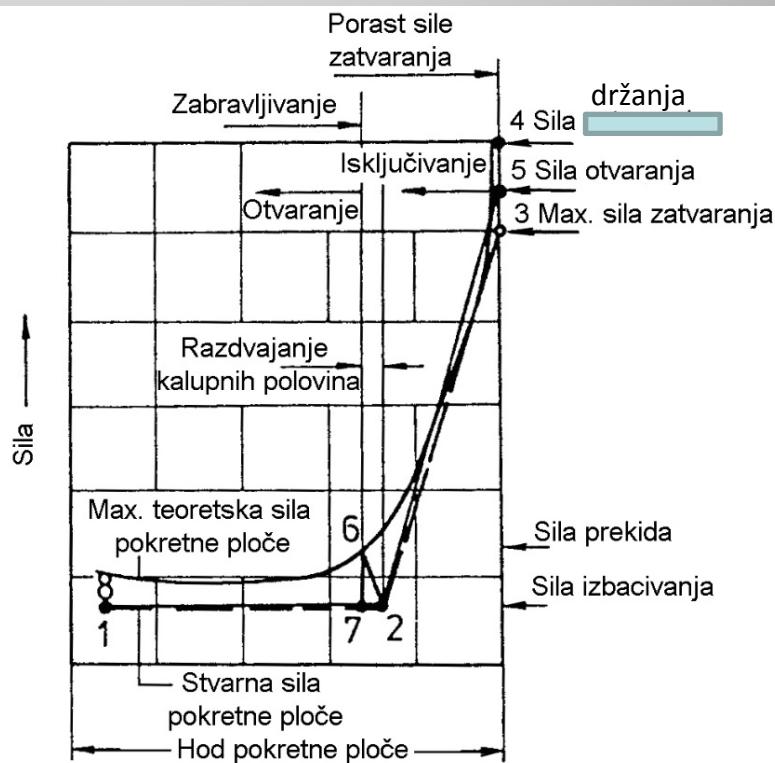
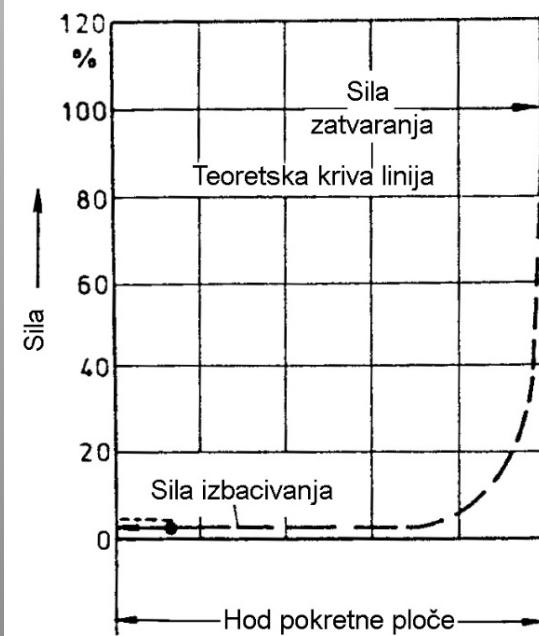
Kinematika mehaničke jedinice za zatvaranje



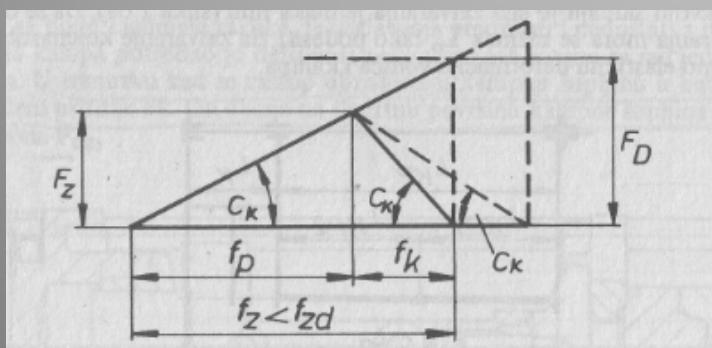
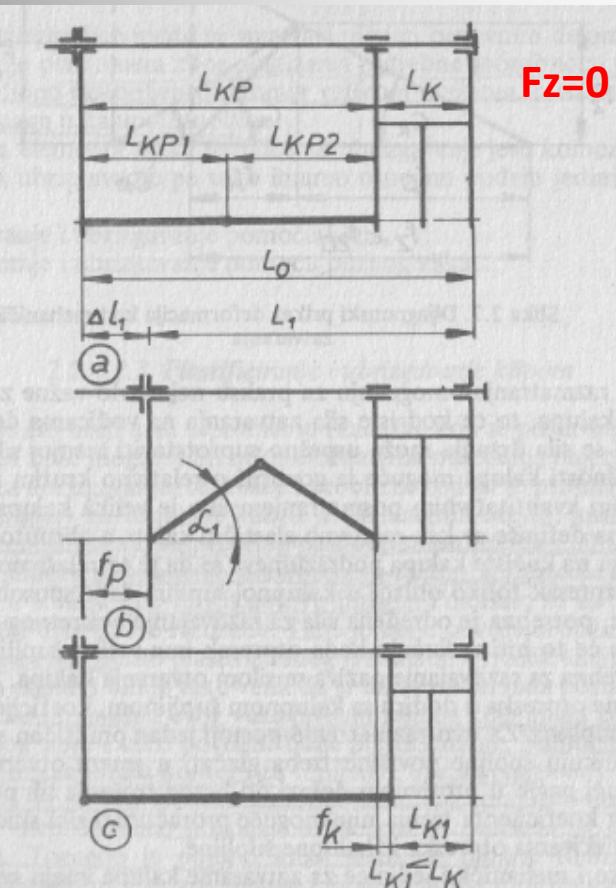
Sila zatvaranja (kN)	Maksimalna brzina zatvaranja (mm/s)	Minimalna brzina zatvaranja (mm/s)	Maksimalna brzina otvaranja (mm/s)	Minimalna brzina otvaranja (mm/s)
≤ 500	600 - 1300	80 - 100	600 - 1100	70 - 100
510 - 1000	500 - 1200	80 - 100	500 - 900	60 - 100
1001 - 5000	500 - 800	60 - 80	500 - 700	50 - 80
5001 - 10000	500 - 700	60 - 80	500 - 700	40 - 80
> 10000	500 - 600	40 - 60	400 - 600	40 - 60

Kinematika mehaničke jedinice za zatvaranje

- 1-2 Faza približavanja
- 2-3 Kontakt alata, faza zatvaranja/zabravljivanja
- 3-4 Faza brizganja, maksimalna sila – sila držanja
- 4-5 Hlađenje obratka – pad sile
- 5-6 Deblokada sistema
- 6-7 Faza otvaranja
- 7-8 Maksimalni porast u povratnoj fazi zbog trenja. Izbacivanje obratka



Deformacije vođica i kalupa

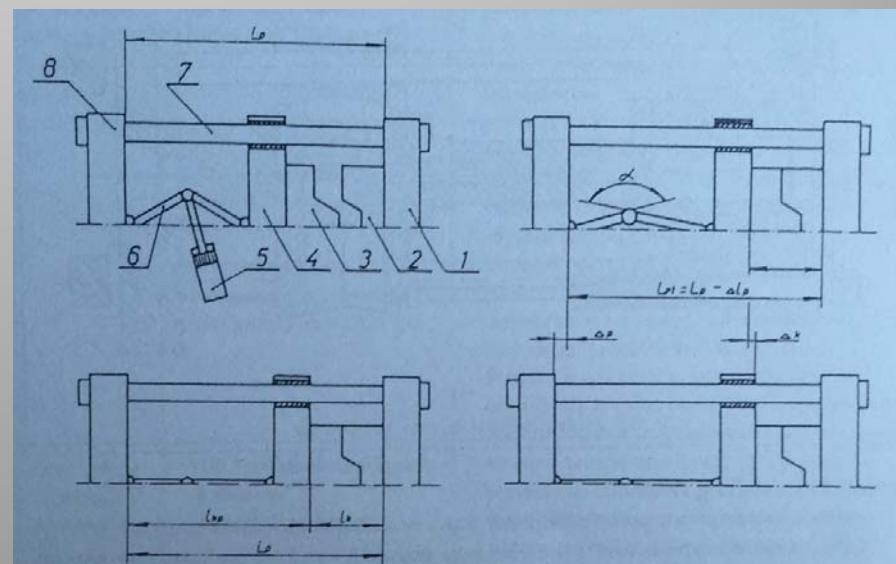


Sila zatvaranja (F_z) – sila kojom je ostvaren međusobni kontakt pokretne i nepokretnе ploče

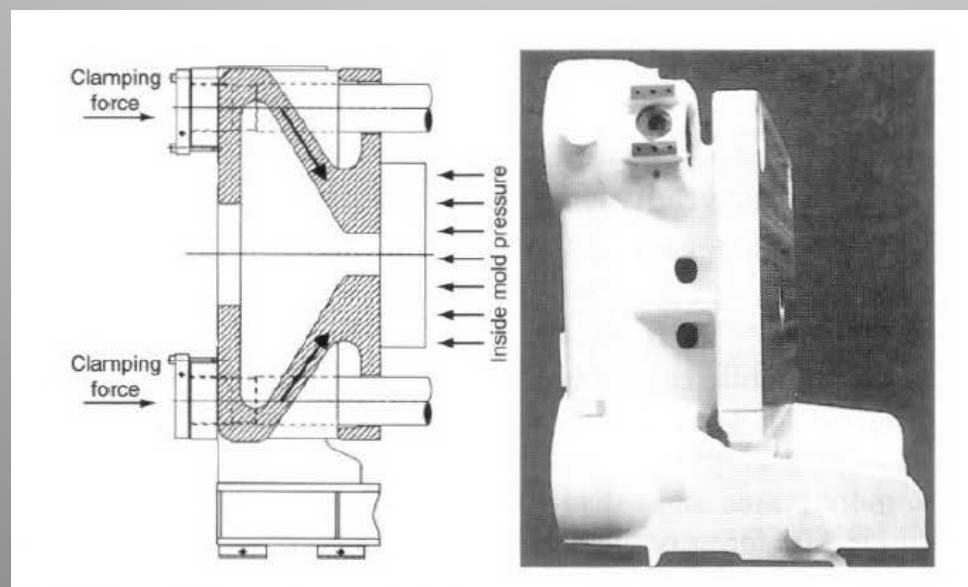
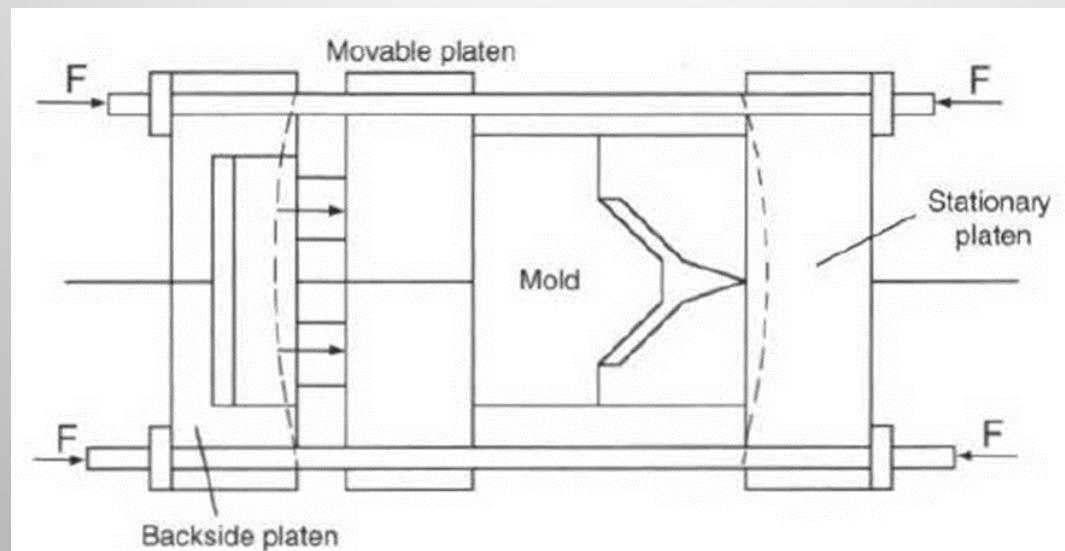
Sila držanja/stezanja (F_d) – zbir sila koje dejstvuju na vođice alata u fazi ubrizgavanja (F_z + reaktivna sila F_r) i sprečava otvaranje kalupa

$$F_d = F_z + F_r$$

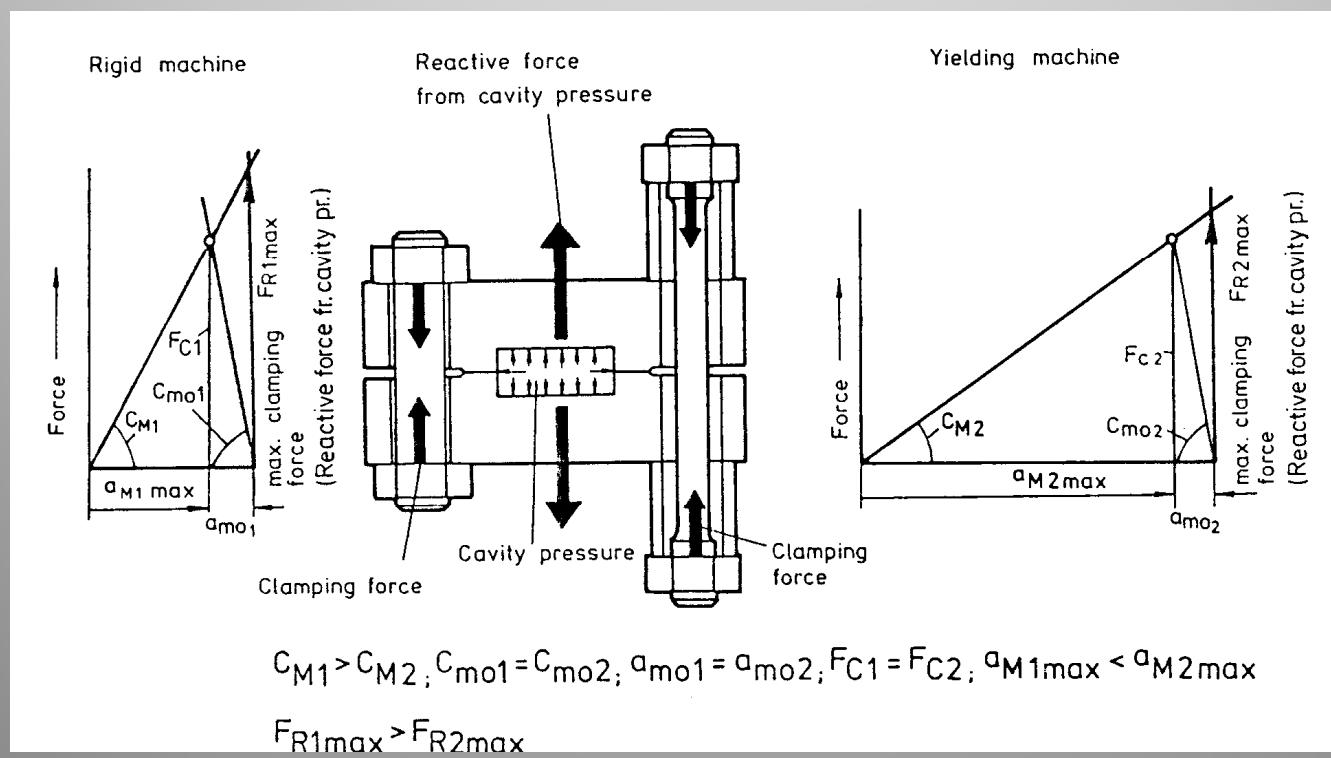
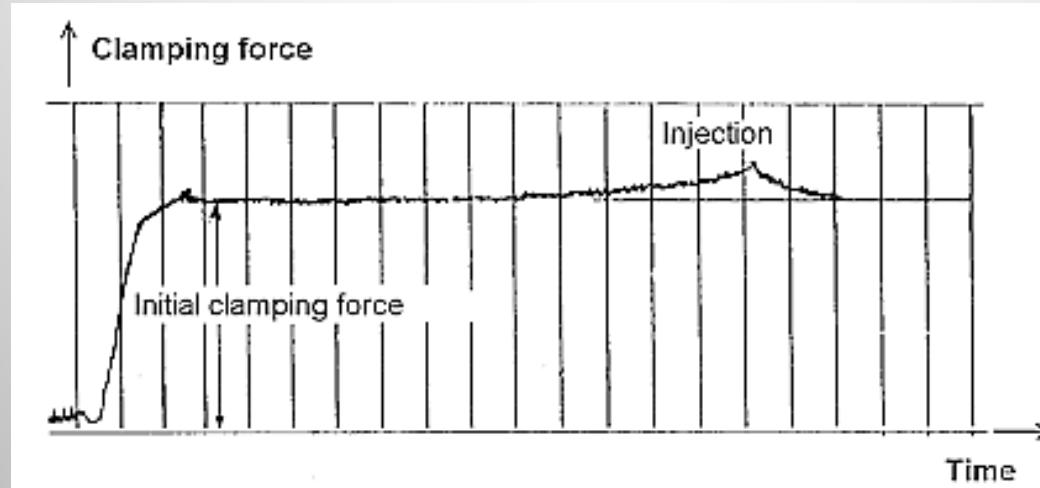
- Što je veća deformabilnost kalupa (f_k), to će pri konstantnoj sili zatvaranja (F_z) biti veća sila držanja (stezanja) alata (F_d).
- Relativno kruti i relativno elastični alati.
- Kalupna šupljina velika u odnosu na kućište kalupa – relativno elastični kalup
- Kalupna šupljina mala u odnosu na kućište kalupa – relativno kruti alat



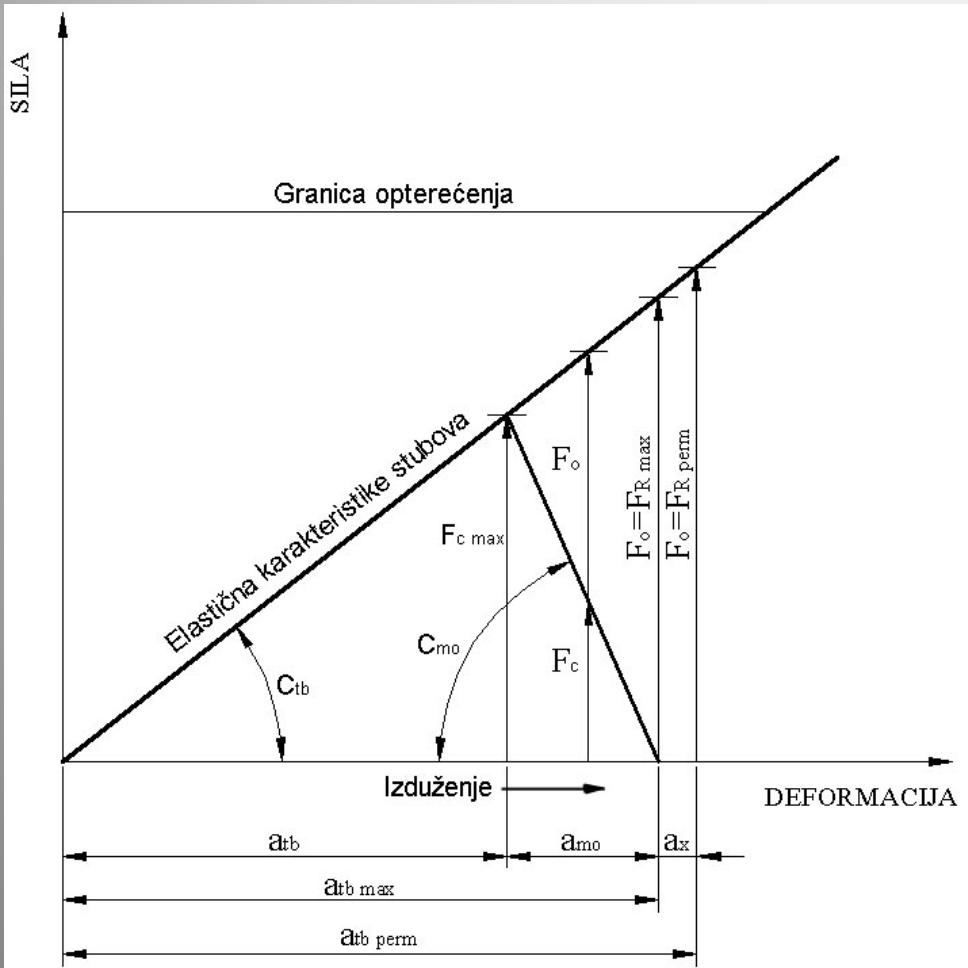
Deformacije kalupa



Deformacije vodica i kalupa



Sila zatvaranja



$$F_o = F_{R \max} \quad i \quad F_o = F_{R \text{ perm}}$$

$F_{c \max}$ = Maksimalna sila zatvaranja

F_o = Sila otvaranja za vreme ubrizgavanja ili naknadnog pritiska

$F_{R \max}$ = Maksimalna sila zatvaranja bez sile između polovina kalupa (**Sila držanja**)

$F_{R \text{ perm.}}$ = Maksimalna dopustiva sila zatvaranja ograničena da ne bi došlo do curenja

a_{tb} = Izduženje veznih stubova pri $F_{c \max}$.

a_{mo} = Sabijanje kalupa pri $F_{c \max}$.

$a_{tb \max}$ = Izduženje veznih stubova pri $F_{R \max}$.

$a_{tb \text{ perm.}}$ = Izduženje veznih stubova pri $F_{R \text{ perm.}}$.

C_{tb} = Krutost stubova - vodjica

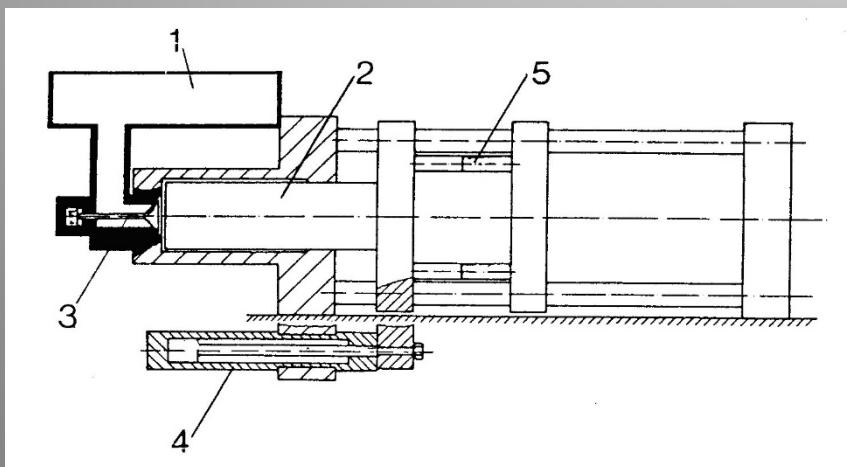
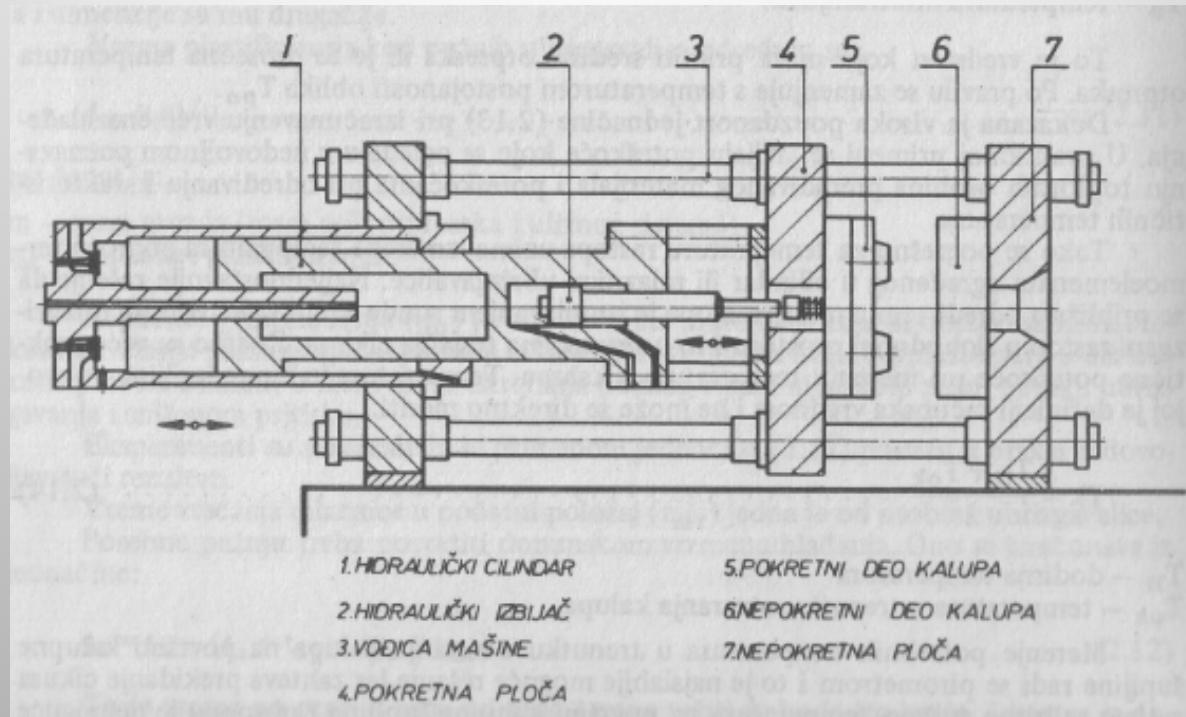
C_{mo} = Krutost kalupa

Sila otvaranja

- **Sila otvaranja $F_o = 0.15 - 0.3 F_z$**
- **Sila izbacivanja $F_i = 0.01 - 0.02 F_z$**

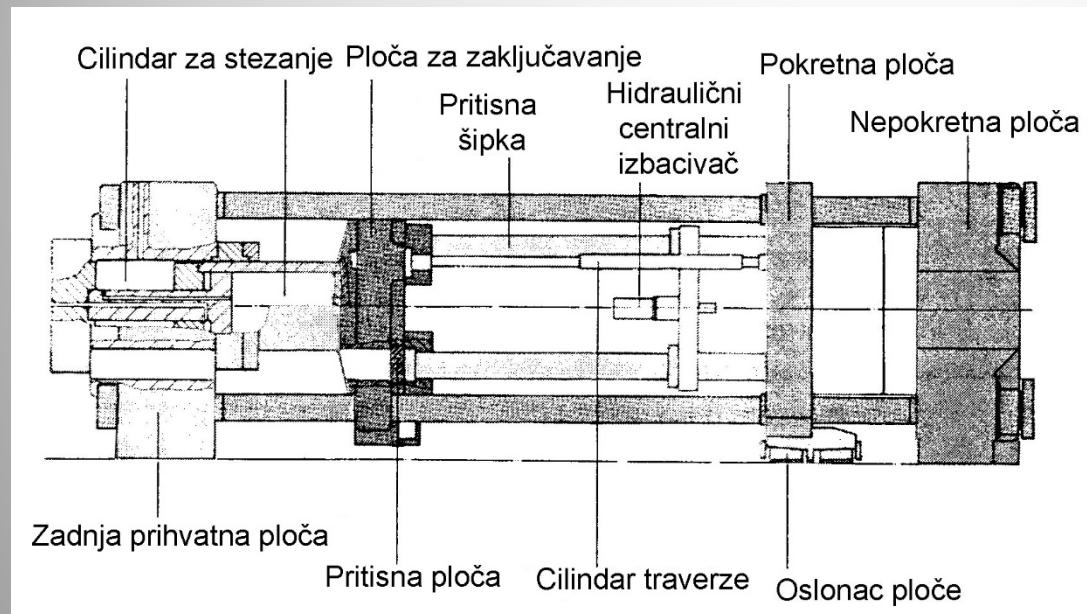
Sila zatvaranja	Nominalna sila otvaranja (Prekidna sila) (kN)		Minimalna sila otvaranja (Sila izbacivanja) (kN)		Sila izbacivanja (kN)
	Polužni sistem	Hidraulični sistem	Polužni sistem direktni	Hidraulični sistem	Hidraulični izbacivač
500	75 – 150	50 – 60	7 – 15	50 – 60	15 – 25
1000	150 – 250	60 – 100	15 – 20	60 – 100	30 – 50
5000	800 – 1200	100 – 200	75 – 100	100 – 200	100 – 150
10000	-	350 – 400	-	200 – 400	150 – 220

Hidraulični sistem zatvaranja

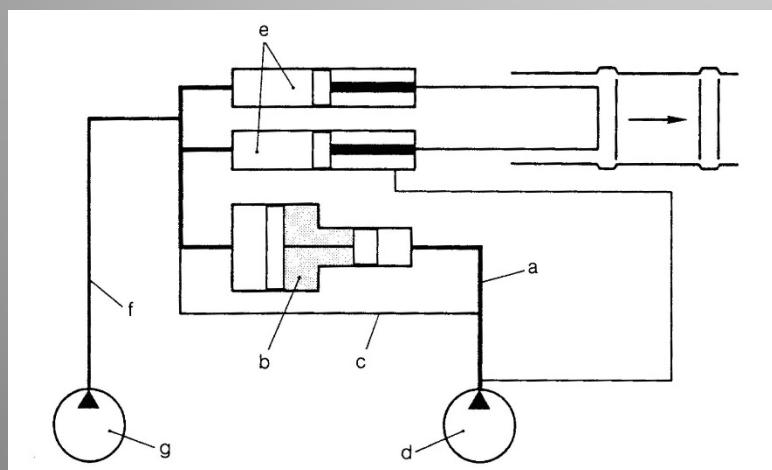


Jedinica za zatravljivanje sa centralnom hidrauličnim cilindrom za zatvaranje i odvojenim cilindrima traverze

1: Rezervoar sa uljem;
2: Centralni hidraulični klip za zatvaranje;
3: Dovodni ventil;
4: Cilindar traverze dvostrukog dejstva;
5: Graničnik za dvo-poluzni sistem



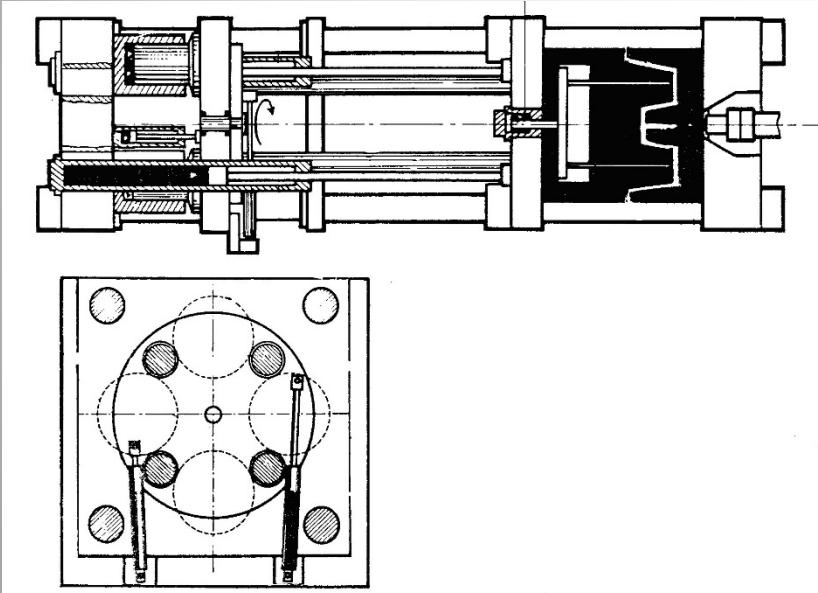
Jedinica za zatvaranje sa centralnim hidrauličnim cilindrom i mehaničkim zaključavanjem (Kraus Maffei)



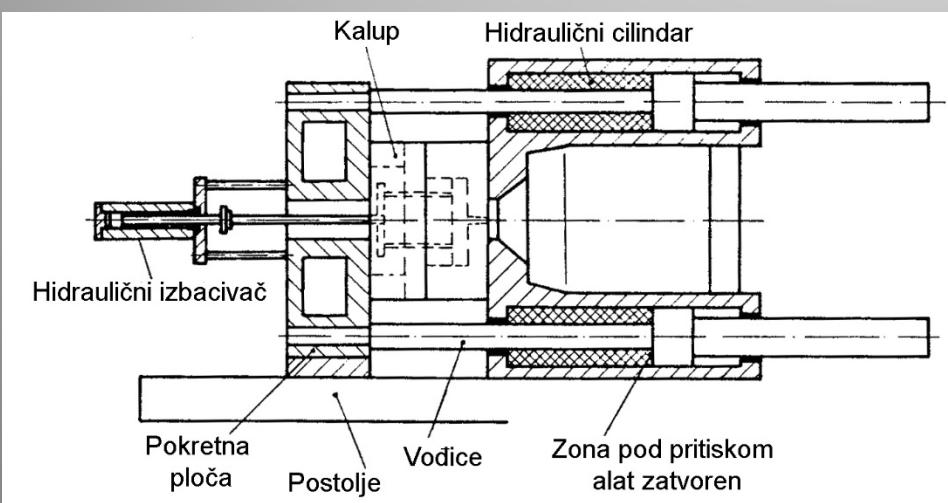
a: Brzo zatvaranje sa multiplikovanim protokom;

b,c: Direktna veza između pumpe (d) i zatvarajućeg cilindra (e) do porasta sile zatravljenja;

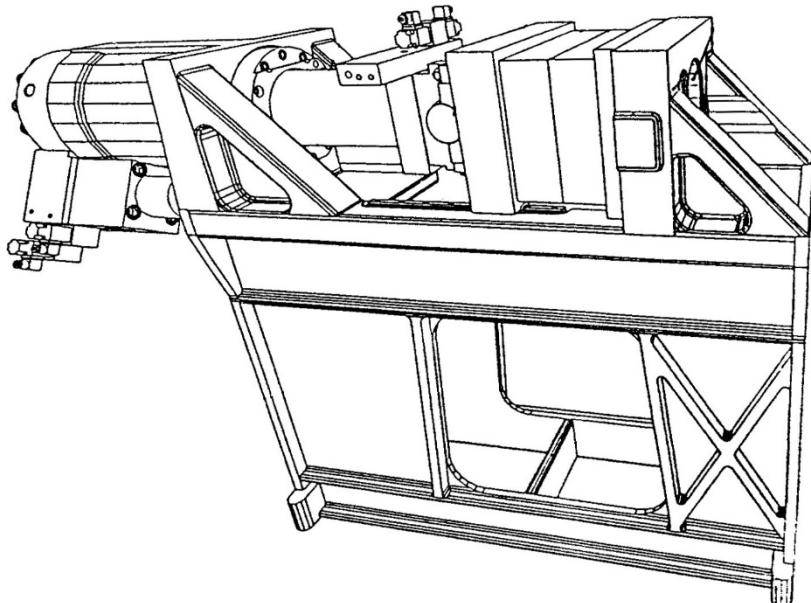
f: Pritisak je zadržan pomoću odvojene pumpe (g)



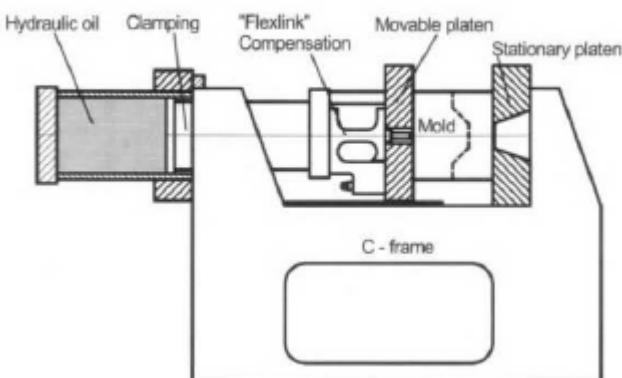
Jedinica za zatravljivanje sa nekoliko zatvarajućih cilindara i obrtnih zaključavajućih ploča kroz koje šipke treba da prođu



Odvjena hidraulična jedinica za zatvaranje sa pokretnim vodećim stubovima



Jedinica za zatvaranje bez vodećih stubova



Tie-bar-less clamping unit in C frame (Engel system)

Advantages

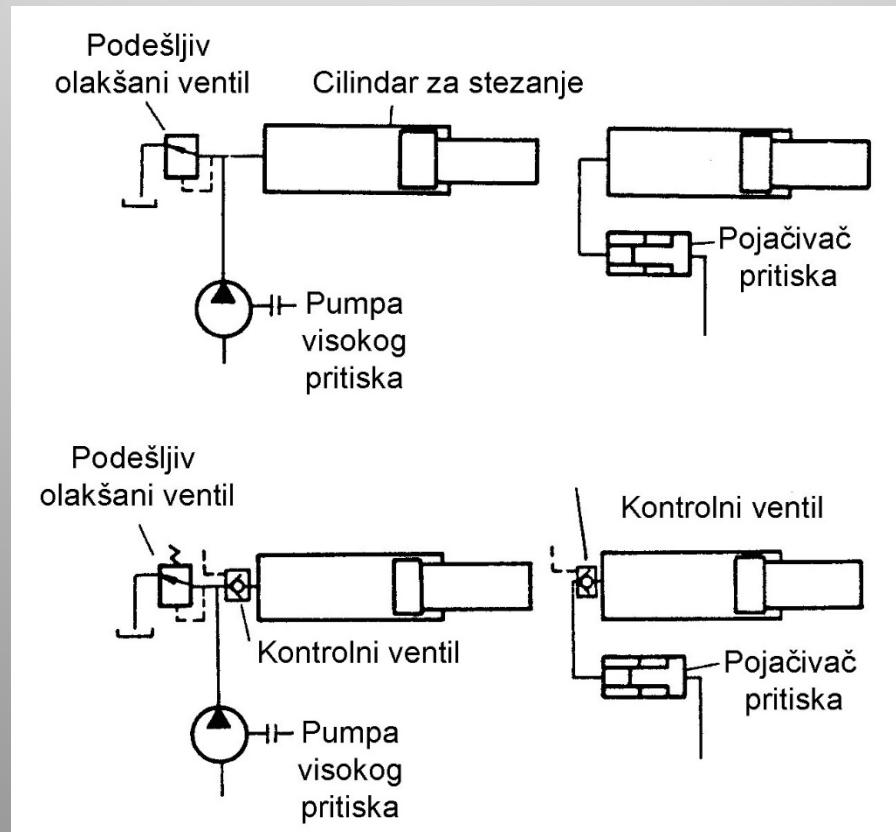
- Very good accessibility to mold
- Good automatic plane-parallelism of the MPs
- No tie-bars
- High platen rigidity
- Removal easily automated
- Large mold height
- Simple mold height adjustment

Disadvantages

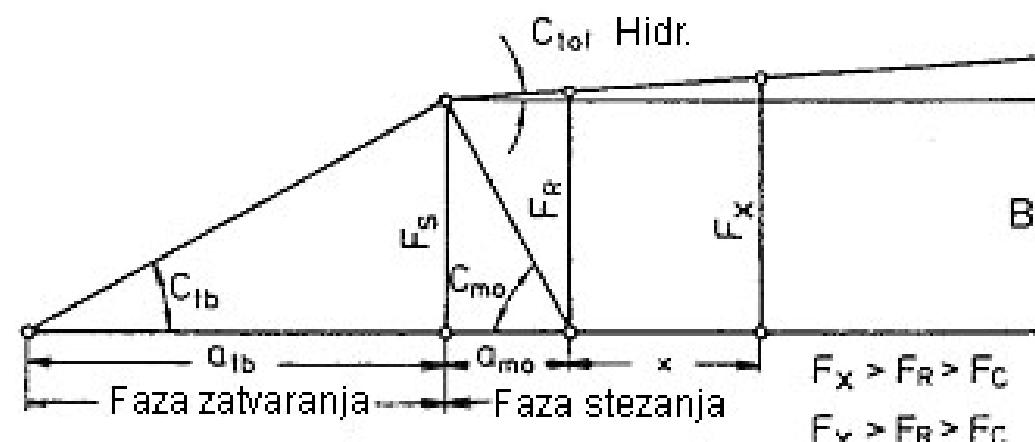
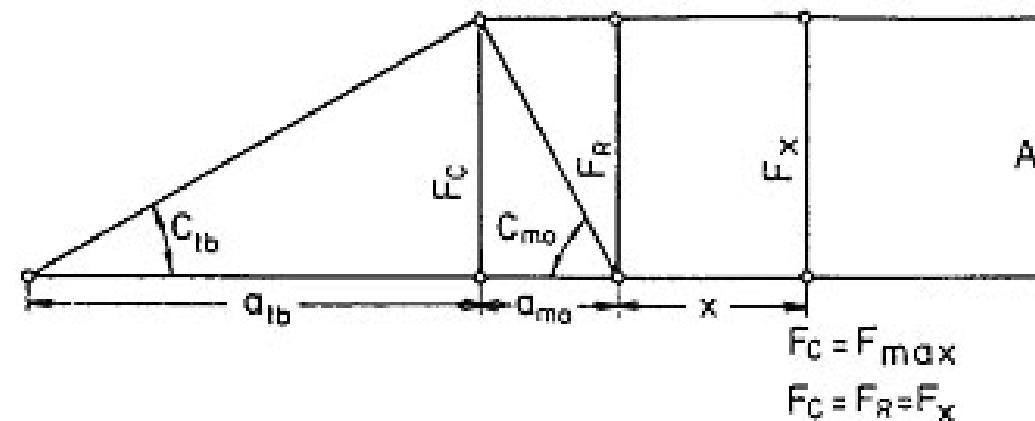
- Longer construction
- Poor accessibility to ejector and machine nozzle
- High machine weight
- Long oil column → elastic
- Slow build up of clamping force

Varijante hidrauličnog sistema zatvaranja

- **gore levo;** stvaranje visokog pritiska i održavanje istog pomoću pumpe visokog pritiska
- **dole levo;** stvaranje visokog pritiska pomoću pumpe visokog pritiska i njegovo održavanje kontrolom nepovratnog ventila
- **gore desno;** stvaranje i održavanje visokog pritiska pomoću multiplikatora pritiska
- **dole desno;** stvaranje visokog pritiska pomoću multiplikatora i održavanje pomoću nepovratnog ventila



Sila zatvaranja



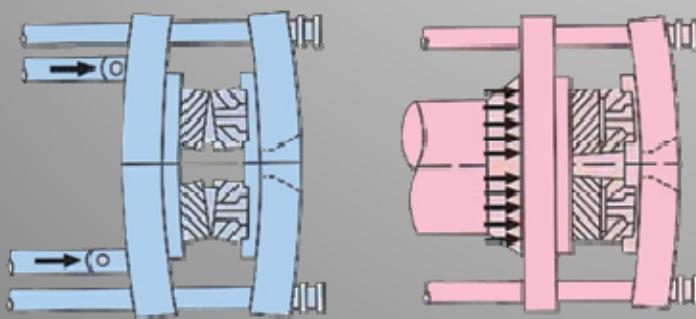
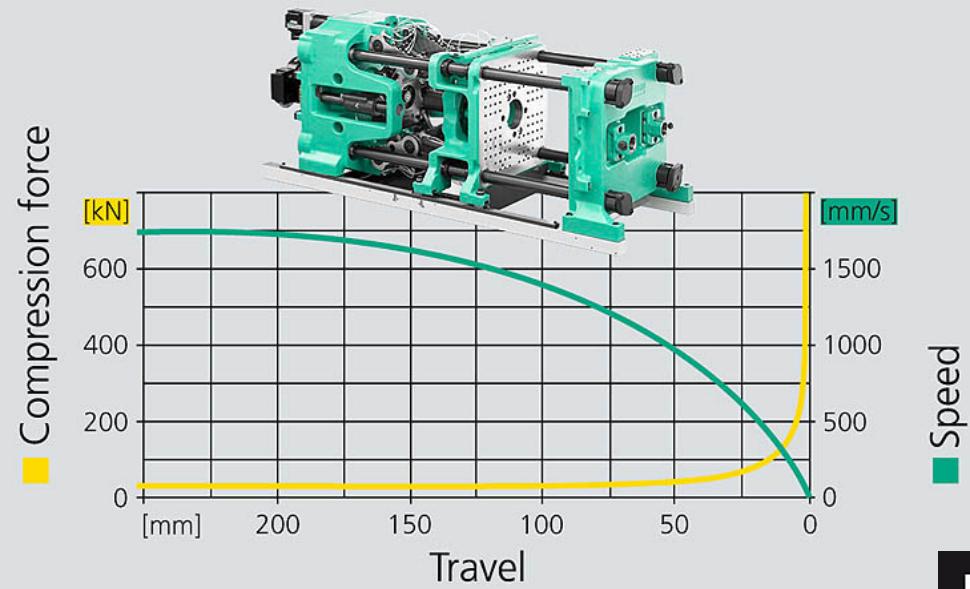
C_{lb} = Karakteristike opruga vodećih stubova

C_{tot} = Karakteristike opruga jedinice za zatvaranje

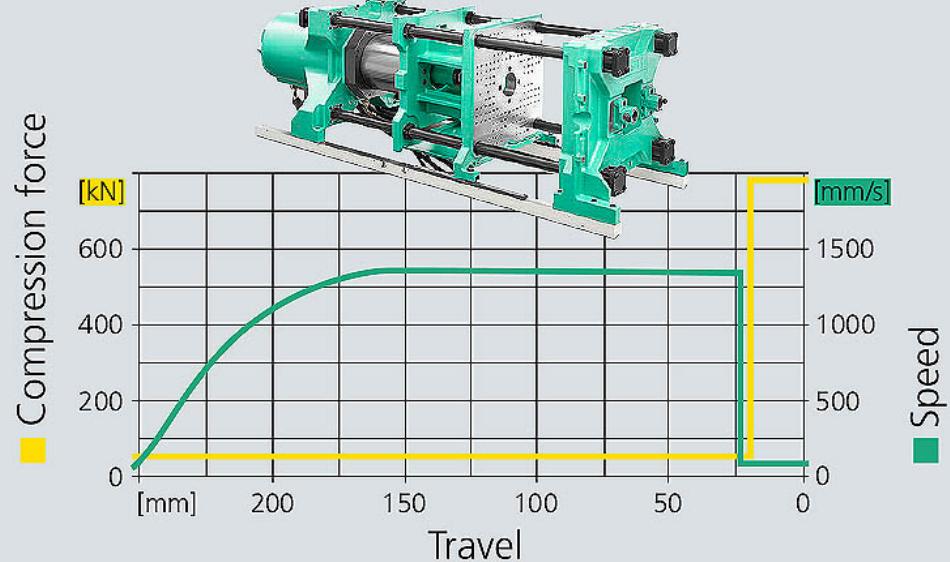
Karakteristike mehanizama za zatvaranje

- **Prednosti hidraulične jedinice za zatvaranje:**
 - Brža i jednostavna ugradnja kalupa
 - Hod otvaranja kalupa se lakše podešava na željenu veličinu
 - Mogu se ugrađivati kalupi različitih visina
 - Veća sigurnost od prekoračenja dopuštenih naprezanja vođica
 - Sila držanja je poznata (može se očitati pritisak u hidrauličnom cilindru)
 - Održavanje i popravka su jednostavniji
- **Prednosti mehaničke jedinice za zatvaranje:**
 - Lakše se ostvaruje lagano približavanje pokretnog dela kalupa nepokretnom
 - Ostvaruje se brže zatvaranje i otvaranje kalupa
 - Zatvaranje i fiksiranje je sigurnije
 - Nabavni troškovi mašine sa mehaničkim sistemom zatvaranja su niži do 15%, a potrebni prostor za mašinu je i do 30% manji
 - Manji utošak energije

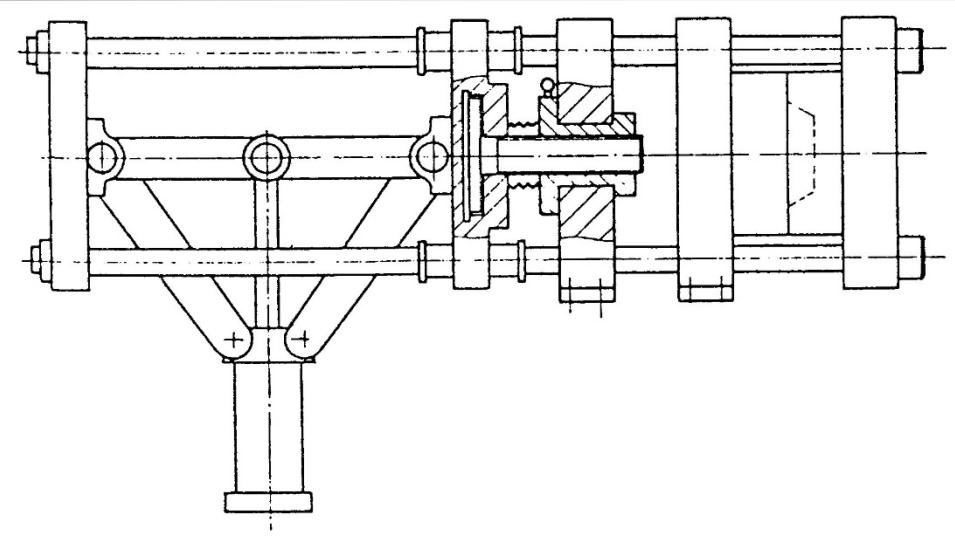
Electric toggle-type clamping unit



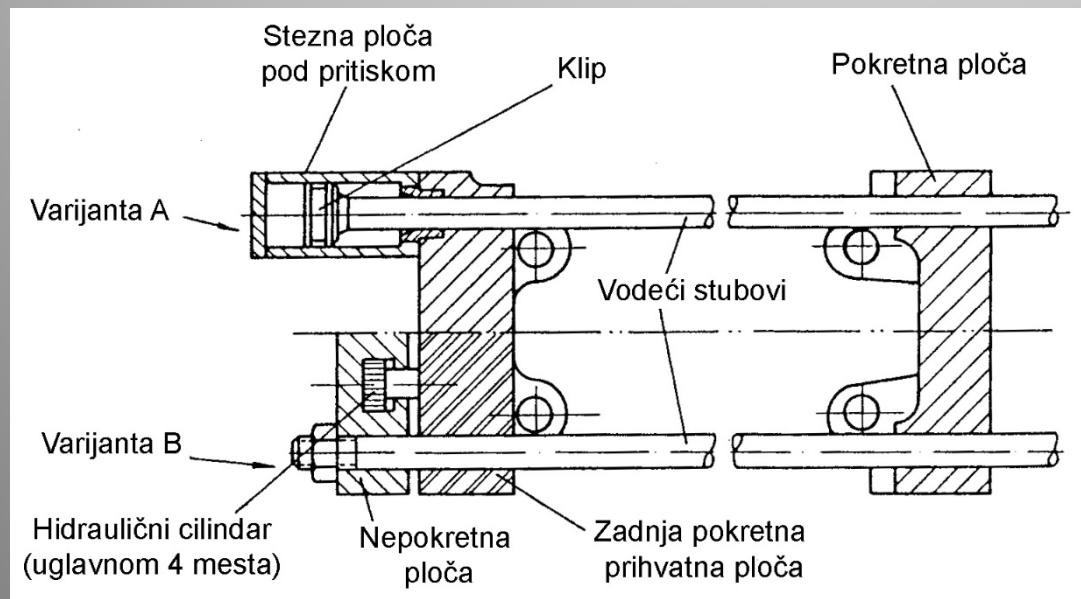
Fully-hydraulic clamping unit



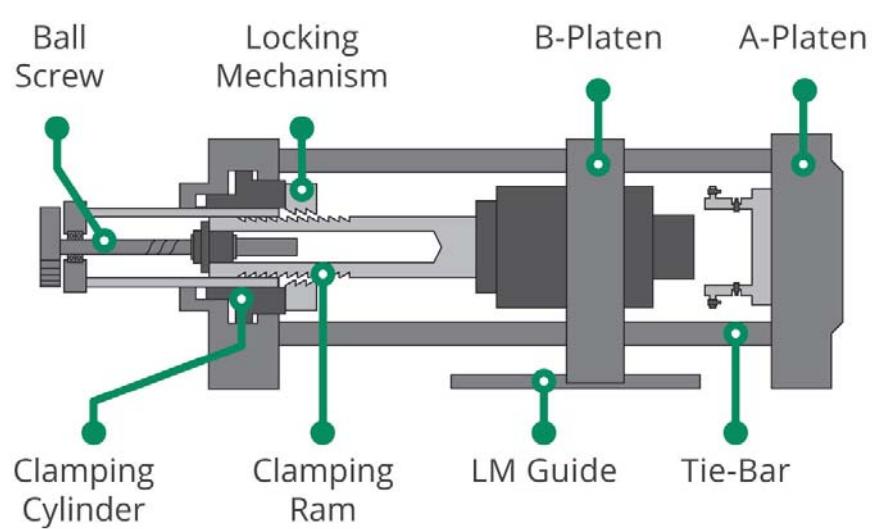
Kombinovani sistem zatvaranja



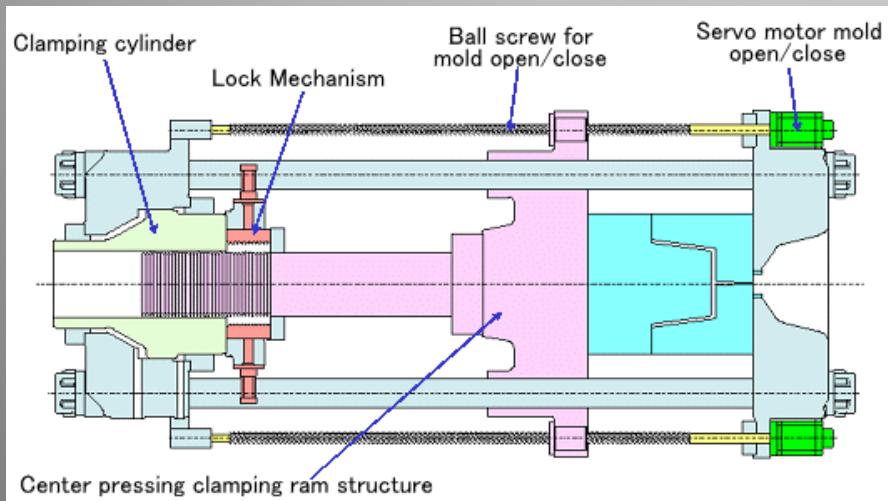
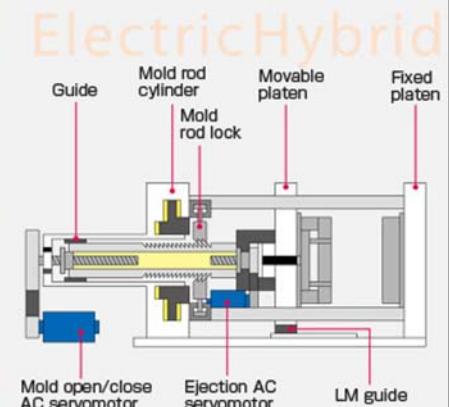
- CONSTANT clamping force
- STRAIGHT alignment of opening and closing
- EVEN clamping pressure



Direktni hibridni sistem zatvaranja



Accurate Clamping Position -
Electrically Driven Hybrid Direct-pressure
Mold Clamping System



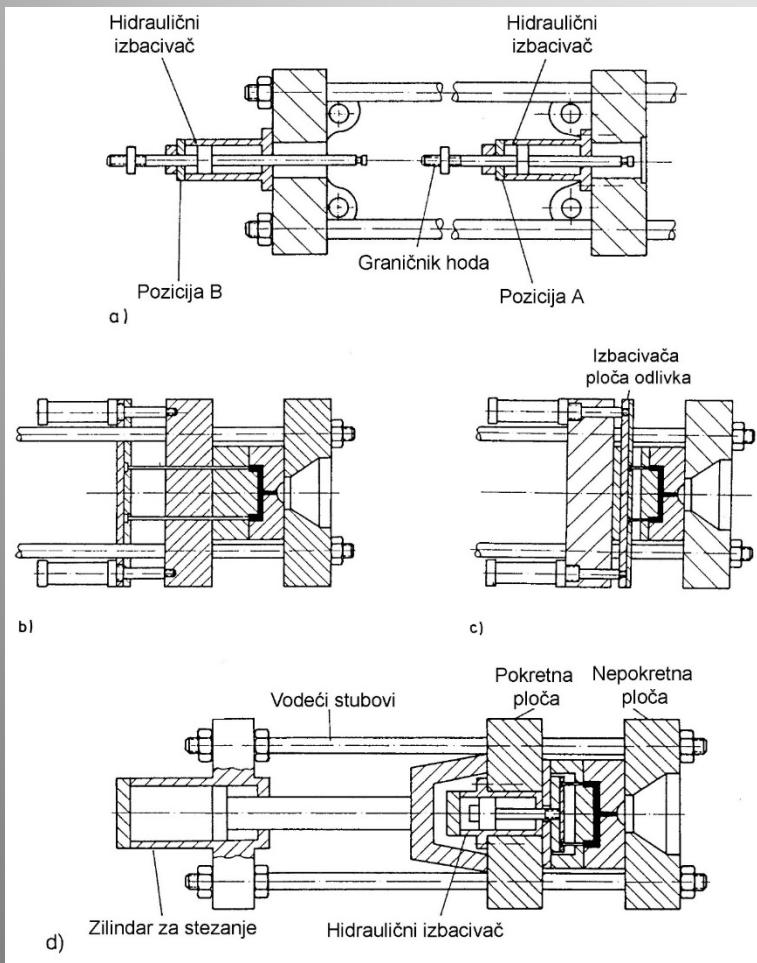
Oprema sistema za zatvaranje

- **Standardna oprema**
 - komplet za sporo pomeranje
 - uređaj za promenu brzine otvaranja i zatvaranja
 - kontrola brzine za pažljivo stezanje (zaštita kalupa)
 - pozicioniranje pokretne ploče uzduž celog hoda
 - zaštita od nekontrolisanog pomeranja (hidraulična ili električna)
 - sistem za baždarenje sile stezanja
 - zaštita kalupa
 - sistem za izbacivanje – izbacivač
 - kontrola impulsa izbacivača
 - zaštita svih regulacionih sistema
 - vizuelna kontrola prednjeg i zadnjeg položaja
 - pokretna vrata za pomoć operatoru kod mašina sa silom stezanja većom od 5.000 KN
 - lako skidanje najmanje jednog stuba kod mašine sa 4 stuba radi lakšeg montiranja prevelikih kalupa
 - sigurnosni uređaj za vrata.

- **Opciona oprema:**
 - mehanička zaštita od slučajnog (nenamernog) zatvaranja
 - ograničenje hoda sa apsorberima udara
 - hidraulični ili pneumatski sistem izbacivanja (*slika 91*) sa mogućnošću podešavanja hoda i brzine
 - oprema za pokretanje klipa (višenamenski), paralelno ili u sekvencama
 - uređaj za dovođenje izbacivača u početni položaj posle izvršenog izbacivanja
 - sistem za hlađenje ploča mašine
 - automatski sistem za podmazivanje
 - podesivi sistem za namotavanje
 - elektro-hidraulični sistem za podešavanje s obzirom na visinu kalupa (za mašine preko 5.000 KN)
 - kuke za nošenje

Sistema za izbacivanje

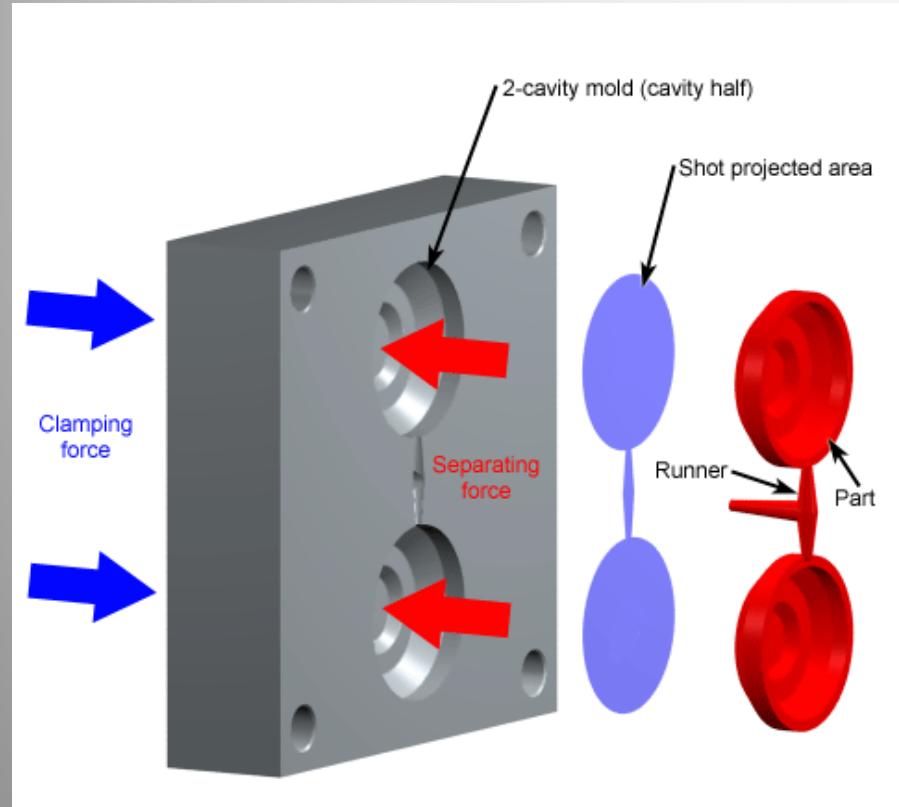
- **mehanički**
 - stacionarni
 - elektro pogon (**navojno vreteno i ozubljena letva**)
- hidraulični



Pozicije hidrauličnog izbacivača

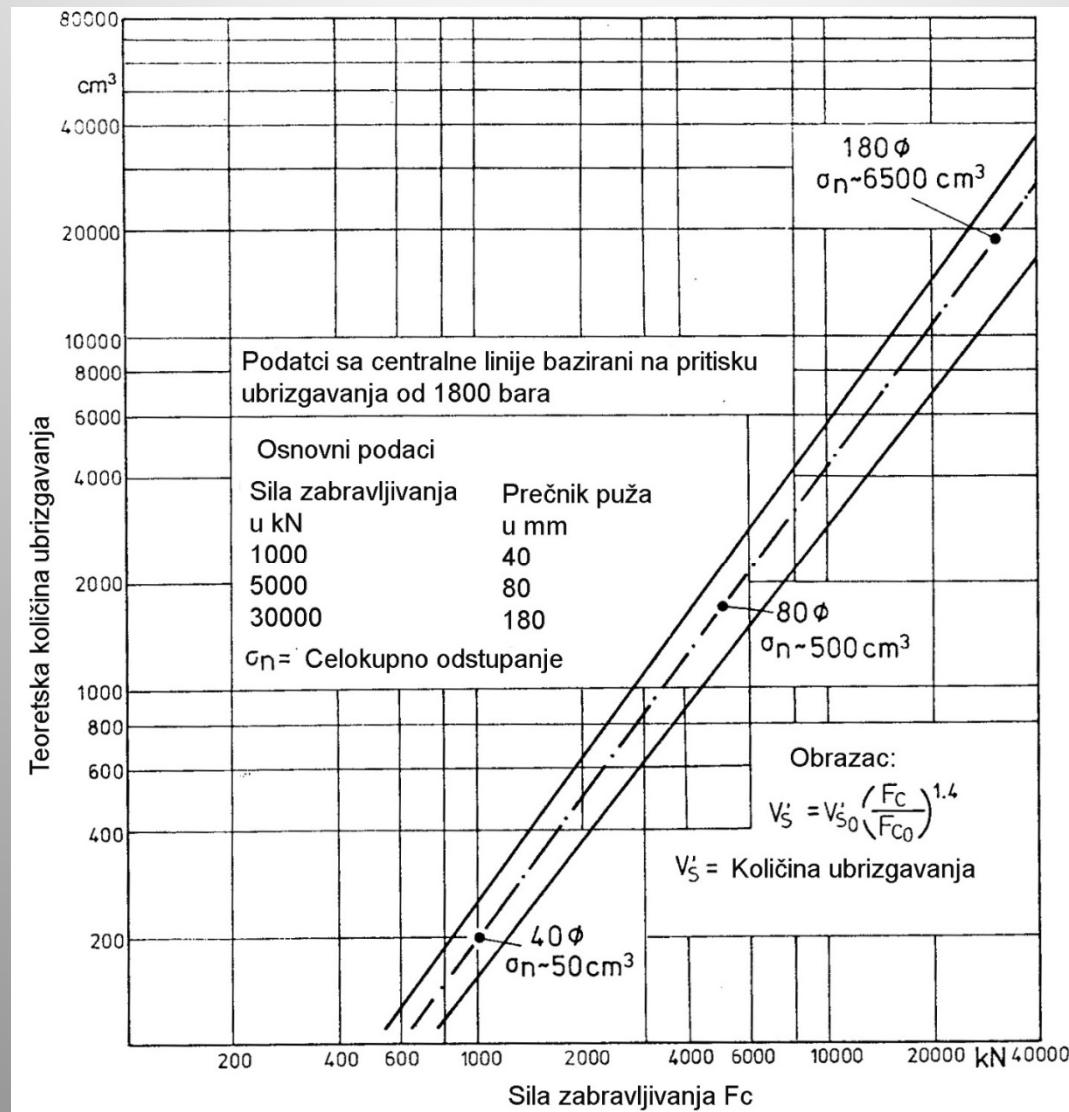
- (a) Centralni položaj u pokretnoj ili nepokretnoj traverzi.
- (b) Položaj sa strane, pokretanje izbacivača pomoću potporne ploče.
- (c) Položaj sa strane, pokretanje izbacivača pomoću potporne ploče u alatu.
- (d) Centralni položaj u pokretnoj ploči ili izbacivačkoj kutiji

Proračun sile zatvaranja

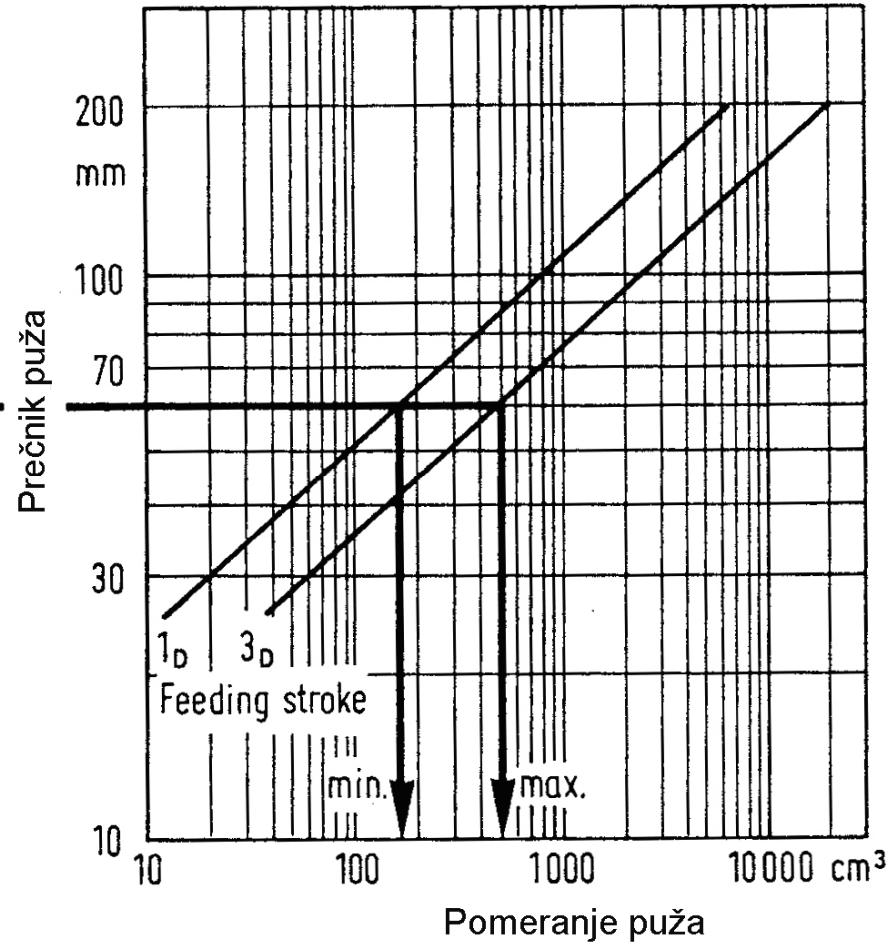
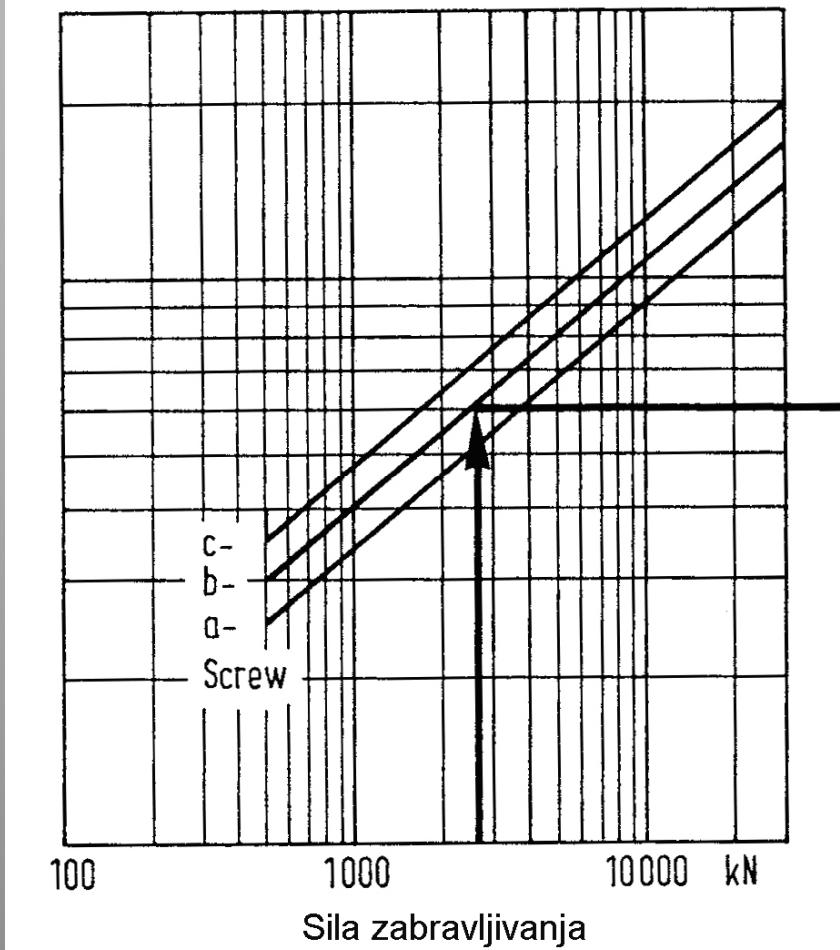


$$F_{z_{\min}} = p_k \cdot A_p$$

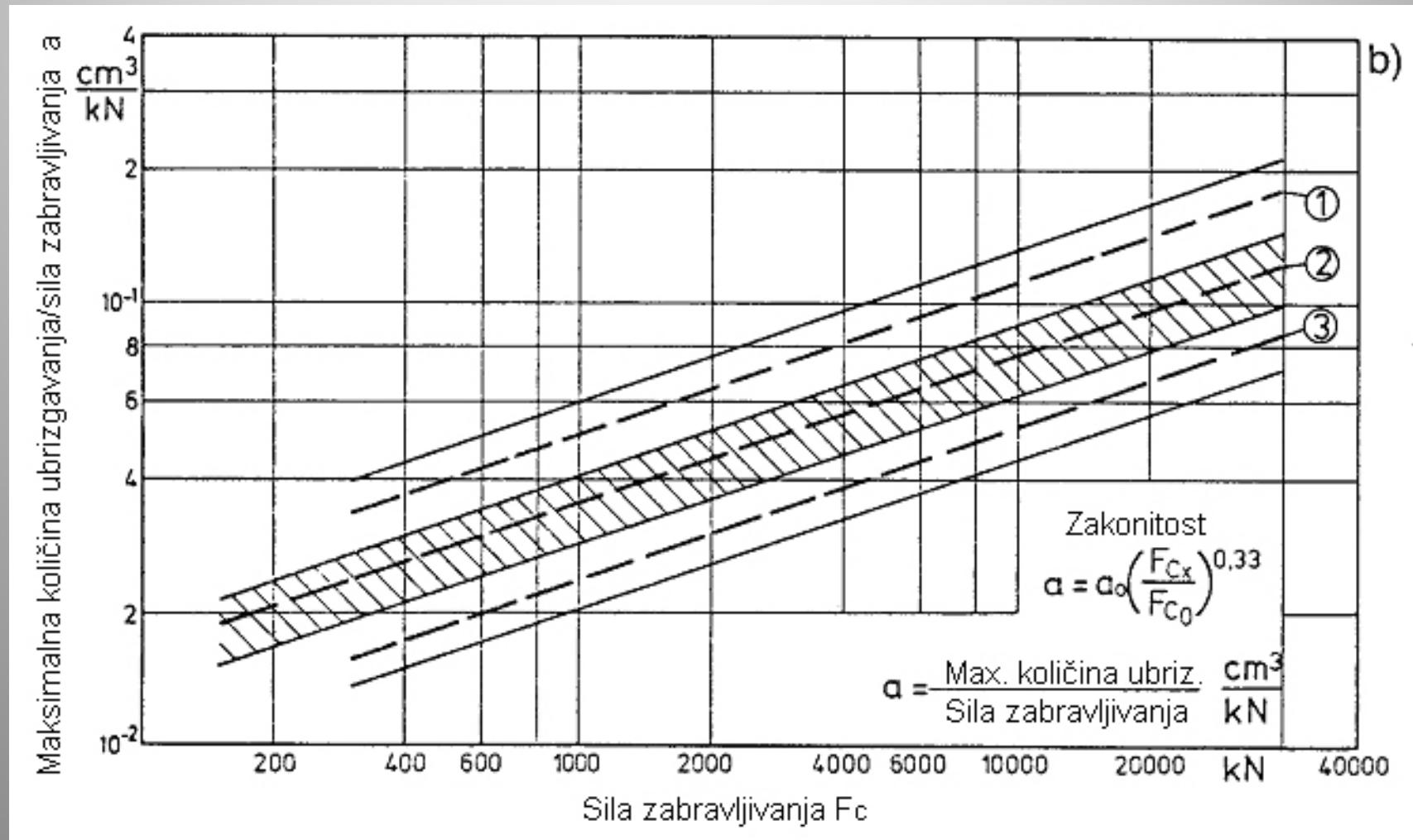
Izračunavanje kapaciteta ubrizgavanja nasuprot sile zabravljivanja. Isprekidana linija = prosečno. Evropske mašine, V_s = teoretska količina ubrizgavanja na 10³ bara (10₂ MPa) pritiska



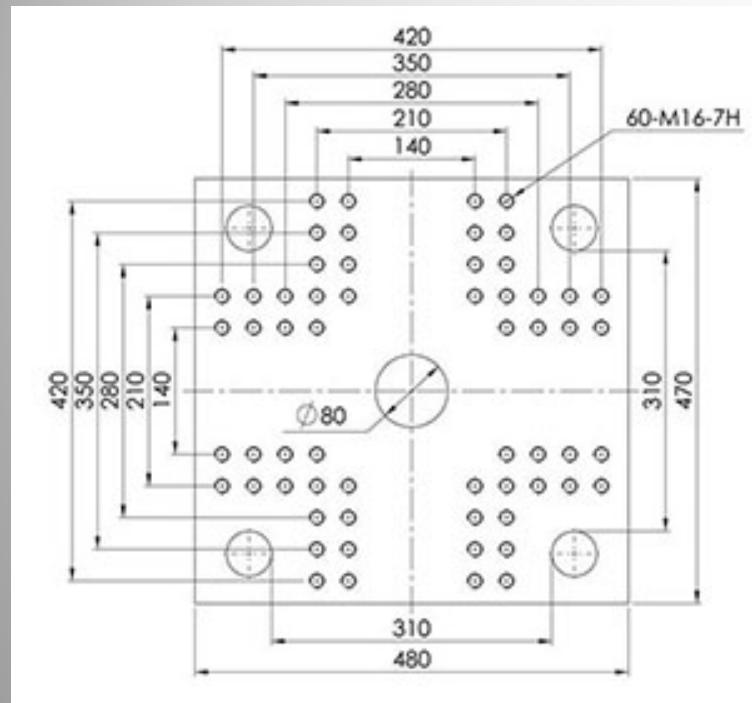
Povezanost između sile zatravljivanja, optimalan prečnik puža i maksimum ili minimum upotrebe pomeranja puža (ograničenje hoda punjenja: $1xD$ i $3xD$)



Zavisnost specifičnog kapaciteta od sile zatravljivanja, (isprekidana linija = prosečna, linije 1,2 i 3 se odnose na različite inekcione jedinice) (Evropske mašine)

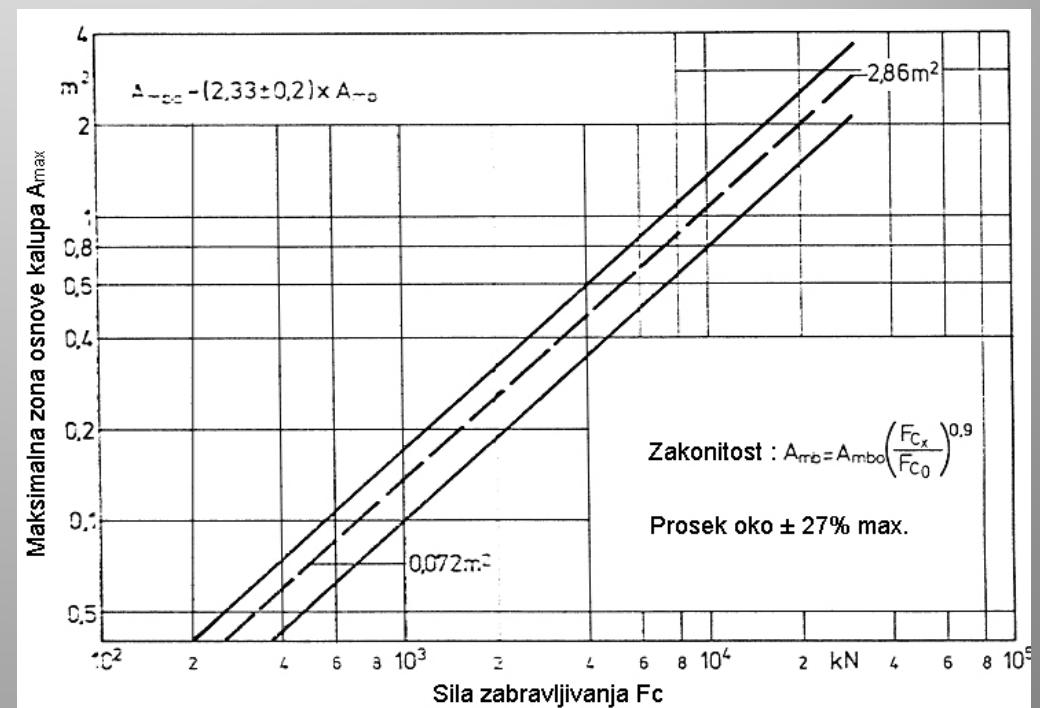


Površina alata definisana je proizvodom razmaka između horizontalnih i vertikalnih vođica

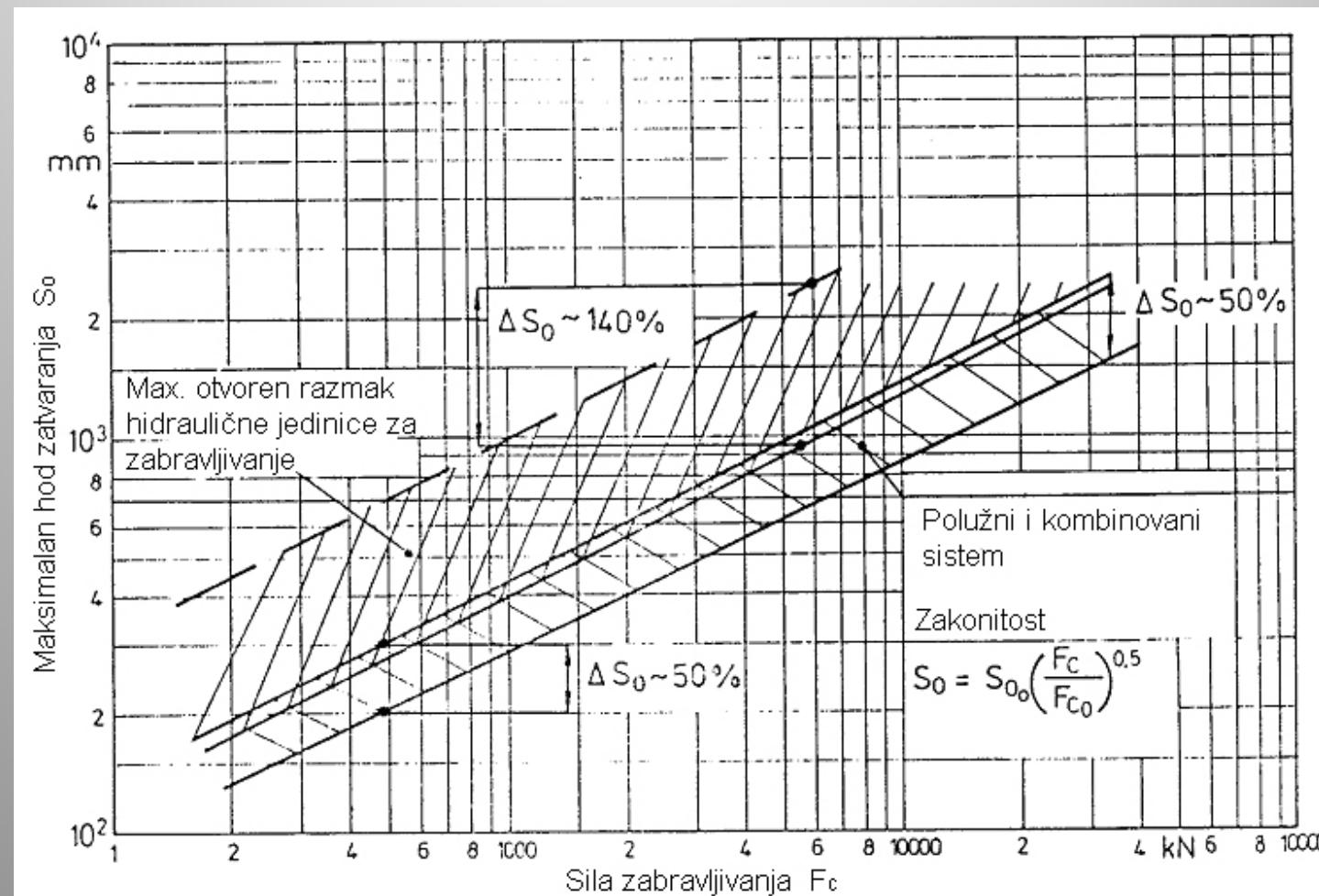


Specifications	Unit	LWB600		
International size rating		160		
INJECTION UNIT		A	B	C
Screw diameter	mm	25	30	35
Screw L/D ratio	L/D	24	21	19
Theoretical shot volume	cm ³	64	92	125
Shot weight(PS)	g	56	80	109
Injection pressure	bar	2753	1911	1404
Max. screw speed	rpm	224		
CLAMPING UNIT				
Clamping force	kN	600		
Opening stroke	mm	280		
Distance between tie-bars	mm	310 x 310		
Max. mold height	mm	330		
Min. mold height	mm	100		
Ejector stroke	mm	80		
Ejector force	kN	28		

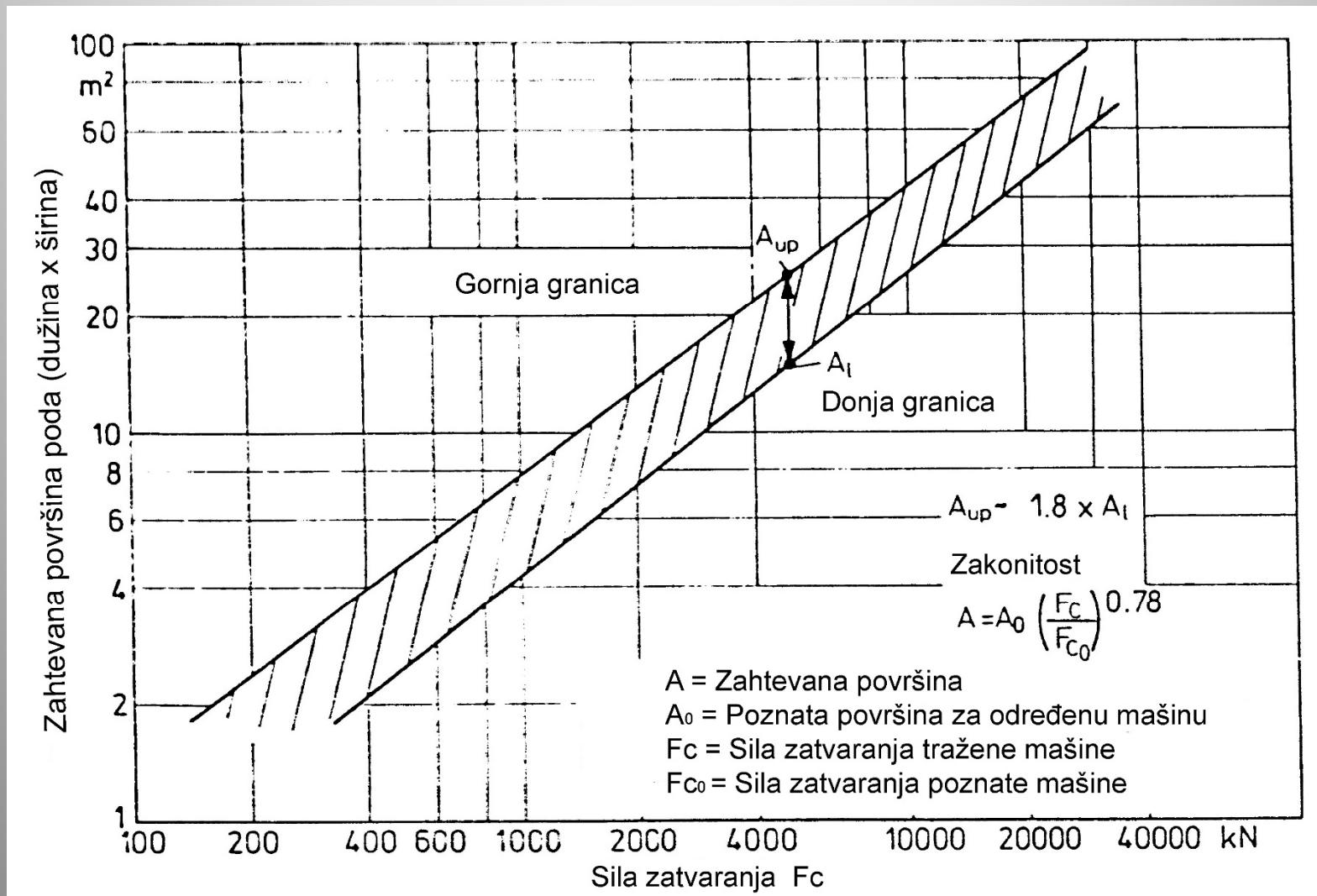
Maksimalna zona osnove kalupa različitih sila zatravljivanja.
Isprekidana linija označava standardan uređaj



*Maksimalan hod zabavljanja različitih sila zabavljanja za tri sistema.
Isprekidana linija = prosečno, Evropske mašine*



Zahtevana površina poda u zavisnosti od sile zatvaranja



Masa mašine u zavisnosti od sile zatvaranja

