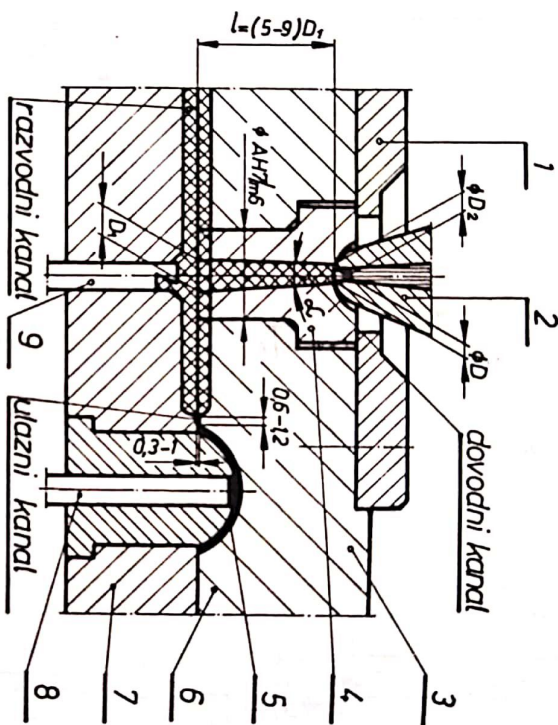


### 3.1.3.1. Dovodni kanal

Dovodni kanal se obično izrađuje u ulivnoj čauri (4) kao na slici 3.10, koja se ugrađuje u desnu – nepokretnu polovinu kalupa i uz nju pričeže prstenom (1) ili se postavlja između nepokretne ploče kalupa (3) i nepokretne stezne ploče ako ona postoji kod određenog rešenja kalupa. Ponekad kod manjih kalupa, dovodni kanal može biti izveden i direktno u nepokretnoj ploči kalupa. Ovakva izvedba nije preporučljiva zbog odličnvanja dimenzija u eksploataciji.



Slika 3.10. Elementi ulivnog sistema: 1–ploča za centriranje kalupa, 2–mlaznica ubrizgavalice, 3–nepokretna ploča kalupa, 4–ulivna čaura, 5–otpresak, 6–nepokretna ploča kalupa, 7–pokretna ploča kalupa, 8–izbacivač otpreska, 9–izvlačac ulivnog sistema.

Dovodni kanal mora biti tačno u osi sa kanalom mlaznice na ubrizgavalici za injeksiono presovanje. Takođe mlaznica ubrizgavalice mora potpuno da priligne uz konkavno ležište sferične površine na ulaznom kraju ulivne čaure da ne bi došlo do propuštanja mase na tom spoju. Zato se radijus na ulaznom kraju ulivne čaure dimenzioniše kao zbir radijusa mlaznice ubrizgavalice na kojoj je kalup i  $0,5-1$  mm. Ovakvim dimenzionisanjem se izbegavaju navedene neželjene posledice.

Pri injeksionom presovanju, rastop plastomera ispunjava i dovodni kanal u kome se pri hlađenju oblikuje kao ulivak koji se mora odstraniti poše svakog ciklusa. Zbog toga dovodni kanal mora biti koničan sa manjim prečnikom ( $D_2$ ) okretim prema ubrizgavalici. Koničnost je obično 2 do 3 stepena ali u nekim slučajevima može iznositi i do maksimalno  $40^\circ$  naročito kad radi položaja otpresaka u kalupu, postoji zahtev da dužina dovodnog kanala trebalo bi da iznosi više od 70 mm. Praksa je pokazala da se postizu najbolji uslovi injeksionog presovanja ako je odnos između dužine (1) i prečnika ( $D_2$ ) u granicama između 5 i 9. Ulazni otvor ( $D_2$ ) ulivne čaure mora biti veći za  $0,5-1$  mm od otvora mlaznice (D) ubrizgavalice. Time se osigurava vađenje ulivka iz ulivne čaure.

Cilindrični venac ulivne čaure ima zadatak da zadrži udarac prilikom naleganja mlaznice ubrizgavalice na ulazni kraj ulivne čaure. Pošto je taj dodir vrlo čest ulivna čaura mora biti izrađena od kvalitetnog alatnog čelika i termički obradena. Unutrašnje površine

dovodnog kanala moraju biti polirane u uzdužnom pravcu do visokog sjaja da bi se ulivak što lakše vadio iz ulivne čaure.

### 3.1.3.2. Razvodni kanali

Razvodni kanali (slika 3.10) primenjuju se kod kalupa sa jednom kalupnom šupljinom za ulivanje iz više tačaka ili kod kalupa sa više kalupnih šupljina, a time i istovremenom injekcionom presovanju više otpresaka. Ovi kanali imaju zadatak da povežu dovodni kanal sa šupljinom kalupa a izrađuju se u prvij ravni otvaranja kalupa.

Dimenzije razvodnih kanala se određuju na osnovu praktičnog saznanja da je presjek svih razvodnih kanala jednak većem preseku ( $D_1$ ) dovodnog kanala. U nekim slučajevima presjek svih razvodnih kanala može biti veći za 20% od površine preseka na izlaznom kraju dolivnog kanala.

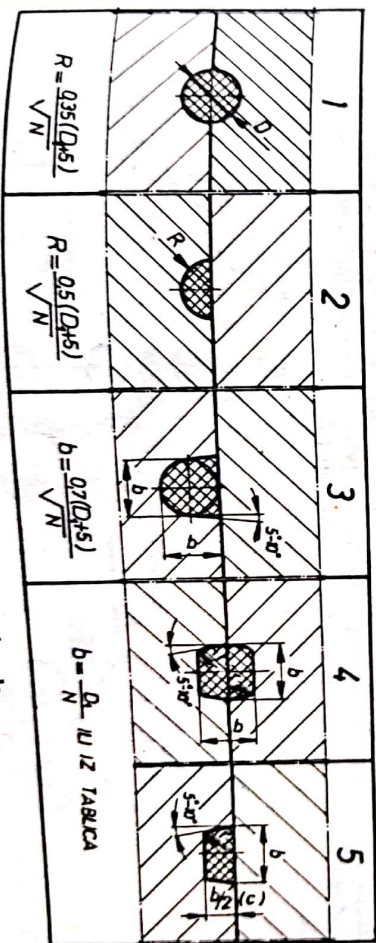
Poprečni presjek razvodnih kanala se u praksi izvodi na više načina, a neki od njih su prikazani na slici 3.11.

Razvodni kanali okruglog preseka (slika 3.11.1) su najpogodniji jer pri istoj površini poprečnog preseka imaju manji obim koji pruža manji otpor kretanju rastopa plastomera. Nedostatak im je što su teži za izradu, jer se moraju gledati u obema polovinama kalupa. Zato se ovaj tip razvodnih kanala obično koristi pri injekcionom presovanju poliamida, polipropilena i polimetilmetakrilata. Razvodni kanal polukruglog preseka (slika 3.11.2) je znatno lakši za izradu jer se izrađuje samo u jednoj polovini kalupa i to u pokretnom delu kalupa, kako bi se povećala adhezija predmeta koji se oblikuju na ovom delu kalupa za vreme otvaranja.

Razvodni kanal trapeznog preseka (slika 3.11.5) ima čestu primenu u praksi jer je lagan za izradu i takođe se kao i polukrugli izrađuje u pokretnoj strani kalupa. Bočni zidovi kanala su nagnuti pod uglom od  $50^\circ$  do  $100^\circ$ , a stranice su zaobljene na dnu sa radijusom ( $r$ ).

Razvodni kanal trapeznog preseka se najčešće koristi za injekciono presovanje polietilena, polistirola, acetaceluloze i polikarbonata.

Profil razvodnih kanala pod rednim brojem 3 i 4 na slici 3.11 predstavljaju kombinaciju okruglih i trapezastih razvodnih kanala. Ovakvi razvodni kanali nalaze primenu što im je izrada lakša, a takođe pružaju kvalitet u primeni približan okruglim i trapeznim razvodnim kanalima.



Slika 3.11. Različiti profili razvodnih kanala

Preporuke za dimenzionisanje pojedinih oblika preseka razvodnih kanala date su uz sliku 3.11, a takođe i tabele 3.1. Međutim, za konačno dimenzionisanje potrebno je proučiti tehnološke odnose pojedinog plastomera, jer svaka grupa plastomera i svaki sistem

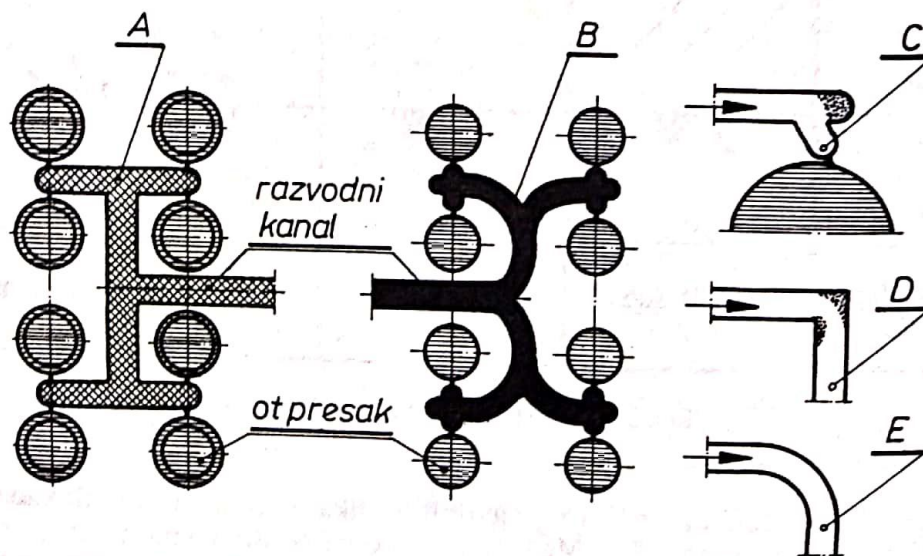


kalupa zahtevaju drugačiji oblik i različiti raspored razvodnih kanala. Iz ovih razloga je teško postaviti neko konačno pravilo, koje bi idealno vredelo za njihove dimenzije.

TABELA 3.1.

Masa otpreska	L mm	$\phi D$ (mm)	b x c (mm)	R (mm)
do 2	do 20	2	2,5 x 1,7	0,5
	20 - 35	2,5	3 x 2	0,5
	35 - 50	3	3,5 x 2,4	0,5
	50 - 70	3,5	4 x 2,7	0,8
2 - 5	do 20	2,5	3 x 2	0,5
	20 - 35	3	3,5 x 2,4	0,5
	35 - 50	3,5	4 x 2,7	0,8
	50 - 70	4	4,5 x 3	0,8
5 - 10	do 20	3	3,5 x 2,4	0,5
	20 - 35	3,5	4 x 2,7	0,8
	35 - 50	4	4,5 x 3	0,8
	50 - 70	4,5	5 x 3,4	0,8
10 - 30	do 20	4	4,5 x 3	0,8
	20 - 35	4,5	5 x 3,4	0,8
	35 x 50	5	5,5 x 3,7	1
	50 x 70	5,5	6 x 4	1

U praksi najčešće puni prečnik razvodnog kanala ne sme biti manji od tri puta debljine najdebljeg preseka otpreska i varira između 3 mm/min do 10 mm/maksimum. Razvodni kanali ne smeju biti suviše mali kako se ulazeći rastop plastomera ne bi ohladio pre nego što dođe do ušća, što bi prouzrokovalo pojavu pruga na površini otpreska. Razvodni kanali ne smeju biti ni preveliki, tako da vreme hlađenja mora biti produženo, da razvodni kanal nasedne dovoljno čvrsto pre faze izbacivanja. Kod većih preseka otpresaka dozvoljeno je povećati prečnik da bi se dobio potreban pritisak u jezgru čime su sprečene pojave ulegnuća kod otpresaka. Takođe kod otpresaka gde su optička svojstva otpresaka vrlo značajna, razvodni kanali mogu biti veći. Visoko viskozni plastomeri iziskuju veće razvodne kanale da bi bili kompenzirani otpori protoka.



Slika 3.12. Prikaz pravilne i nepravilne izvedbe razvodnih kanala

Raspored razvodnih kanala na slici 3.12 A. je nepravilan jer rastop plastomera na putu do kalupne šupljine ima vrtložno kretanje usled čega se pojavljuje pad pritiska. Ova pojava se stvara usled naglih promena smera kretanja rastopa plastomera u razvodnim kanalima slika 3.12. D. Neka od osnovnih pravila prilikom konstruisanja i izrade razvodnih kanala su:

1. razvodni kanali treba da budu što je moguće kraći i da se vodi tako da su promene smera kretanja rastopa plastomera što manje, a tim u vezi što manji pad pritiska (slika 3.12. B i E);
2. dužina puta toka rastopa do svakog gnezda (kalupne šupljine), mora biti isti;
3. dugačkim kanalima izvesti produžetke i to tako da prednji hladni deo rastopa napuni produžetak (slika 3.12. C), a rastopljeni plastomer s višom temperaturom, pod pritiskom napuni kalupnu šupljinu;
4. razvodni kanali moraju imati po celoj dužini jednaki presek;
5. površine razvodnih kanal moraju biti polirane kako bi se do minimuma smanjio otpor proticanja;
6. presek razvodnih kanala mora biti proporcionalan sa dovodnim kanalom jer za vreme toka rastopa unutar kalupa ne sme biti naglih promena u dimenzijama preseka.
7. presek glavnog razvodnog kanala mora biti jednak ili bolje nešto veći od sumne preseka kanala koji se od njega granaju;
8. kod konstruisanja razvodnih kanala, razmeštaj gnezda u kalupu treba da bude simetričan u odnosu na osu kalupa.

### 3.1.3.3. Ulazni kanali

Ulazni kanali povezuju razvodni kanal sa šupljinom kalupa odnosno to je tačka u kojoj rastop plastomera ulazi u šupljinu kalupa. On je znatno manjeg poprečnog preseka od razvodnog kanala pa se često u praksi naziva grlo.

Pri prolazu kroz razvodni kanal rastopljeni plastomer se hladi i lepi uz zidove kanala, tako da praktično ubrizgavanje teče samo kroz centralni deo razvodnog kanala. Pošto rastop plastomera dolazi pod pritiskom da bi se sprečilo ulaženje rashladnog rastopa u šupljinu kalupa, to se između razvodnog kanala i šupljine postavlja ulazni kanal (slika 3.10).

Izbor poprečnog preseka ulaznog kanala vrši se obično na osnovu oblika razvodnog kanala. Pravougaoni kanali se koriste iz razloga jednostavnosti izrade. Najbolji rezultati ubrizgavanja ostvaruju se kanalom okruglog preseka jer se njime postiže najmanja površina dodira pri najvećoj površini preseka, a time i najmanji gubici na pritisku i toploti.

Dimenzionisanje ulaznih kanala zavisi od nekoliko faktora koji utiču na njihov pravilan izbor, a istovremeno i na dobre rezultate oblikovanja a neki od njih su:

- kvalitet plastomera koji preradjujemo,
- oblik i dimenzije otpreska koji oblikujemo,
- faktor tečenja plastomera,
- pritisak i temperatura ubrizgavanja,
- brzina ubrizgavanja,
- masa otpreska.

U praksi je ustanovljeno da se poprečni presek pravougaonih ulaznih kanala tj. približne početne vrednosti mogu odrediti po obrascu:

$$A = a \times b = 0,45 \cdot G \cdot F \dots \dots \dots 3.1$$

gde je:

A – površina poprečnog preseka ulaznog kanala u mm<sup>2</sup>

G – masa otpreska u gramima



F – faktor tečenja plastomera koji iznosi:

- 1,0 za polistirol normalan
- 1,2 za polistirol otporan na udar
- 2,5 za polimetilmetakrilat
- 1,5 za polipropilen
- 1,6 za poliamide
- 1,0 za acetat celuloze
- 0,8 za polikarbonat
- 0,6 za polietilen

Površina poprečnog preseka ulaznog kanala kružnog oblika određuje se po obrascu:

$$A = \frac{d^2 \pi}{4} = 0,3 \cdot G \cdot F \quad (3.2)$$

U većini slučajeva proizvođači plastomera daju preporuke za primenu određenog oblika ulaznog kanala i određenih dimenzija pa to treba koristiti pri izboru i dimenzionisanju ulaznih kanala ulivnog sistema.

Oblik i presek ulaznog kanala su veoma bitni za postizanje dobrih rezultata injekcionog presovanja mada u tome ništa manju ulogu nema dužina ulaznog kanala. Prevelika dužina stvara poteškoća prilikom prerade plastomera. Dužina ulaznog kanala ne sme iznositi više od 1,2 mm odnosno minimum 0,5 mm.

Ulazni kanali omogućavaju lakše odvajanje ulivnog sistema od otpresaka jer se na tom mestu odvajaju. Zato prilikom određivanja preseka i izbora tipa ulaznog kanala, potrebno je posvetiti punu pažnju ulaganju rada potrebnog za operaciju otkidanja ulivka od otpreska, jer izborom adekvatnog ulaznog kanala može se potpuno isključiti ljudski rad za odvajanje ulivka od otpresaka.

#### 3.1.3.4. Vrste ulivnih sistema

Ulivni sistem se sastoji od dovodnih, razvodnih i ulaznih kanala. Definisane vrste ulivnog sistema primenjenog kod nekog kalupa određuje se obično na osnovu tipa ulaznog kanala.<sup>21</sup>

U ovom delu će biti opisane samo neke od najčešće primenjivanih vrsta ulivnih sistema, a to su:

1. kupasti centralni ulivak
2. bočni ulivak,
3. tačkasti ulivak,
4. film ulivni sistem,
5. lepezasti ulivak,
6. disk ulivak,
7. ulivak sa petljom,
8. tunelni ulivak.

##### 3.1.3.4.1. Kupasti centralni ulivak

Ova vrsta ulivka pripada grupi direktnih ulivnih sistema kod kojih se rastopljeni plastomer ubrizgava direktno iz mlaznice ubrizgavalice kroz kupasti centralni ulivak u kalupnu šupljinu. Posle hlađenja pri otvaranju kalupa iz ulivne čaure se zajedno sa otpreskom vadi ulivak koji se naknadno obradom odstranjuje. Upravo ova dorada predstavlja glavni nedostatak kod primene ovog ulivnog sistema.

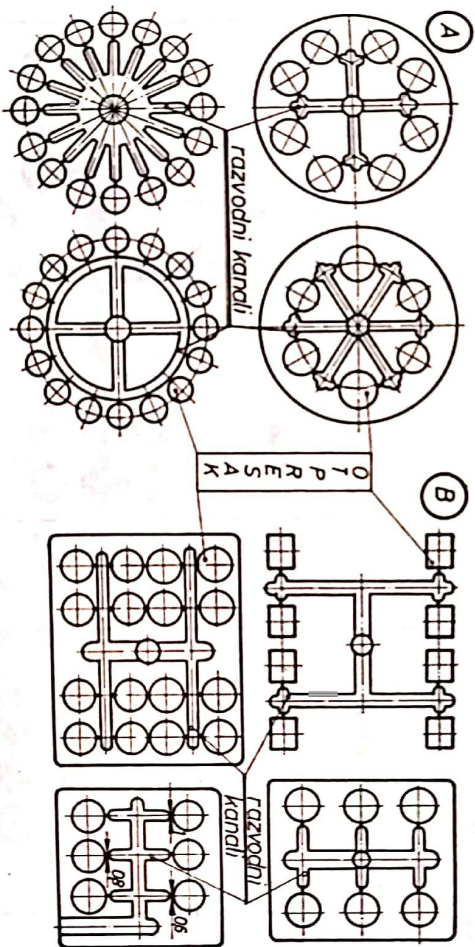
Osnovne dimenzije karakteristike kupastog centralnog ulivka su date pri opisu dovodnog kanala kao elementa ulivnog sistema.

### **3.1.5.2. Indirektno ubrizgavanje**

Indirektno ubrizgavanje se najviše primenjuje kod kalupa sa više šupljina odnosno u slučaju kada se u jednom kalupu istovremeno injekciono presuju više istih ili sličnih otpresaka ili kod kalupa sa jednom šupljinom ako se ubrizgavanje vrši u više tačaka. Uivni



sistem za indirektno ubrizgavanje u većini slučajeva svojih izvedbi sastoji se od dovodnog, razvodnih i ulaznih kanala. Pri rasporedu šupljina u kalupu treba težiti da put od centralnog dovodnog kanala do šupljina bude što kraći i jednak za sve šupljine. Ukoliko put rastopla plastomera ne bi bio jednak za sve otpreske, rastopljeni plastomer bi imao različite temperature pri ulasku u šupljine što bi dovelo do različitog skupljanja, nejednakih dimenzija i različitih mehaničkih osobina. Najpovoljniji je zvezdasti raspored kod koga su šupljine (gnezda) rasporedene po krugu sa dovodnim kanalom u sredini. Na slici 2.23. A. su prikazani osnovni primeri zvezdastog rasporeda sa ubrizgavanjem iz jedne i dve tačke. Linijski raspored šupljina (slika 3.23. B.) ima taj nedostatak što se kod većeg broja šupljina ne može postići ista dužina toka rastopa plastomera pa se krajnje šupljine sportije pune. Ovaj problem se obično rešava podešavanjem površine potrebnog preseka ulaznog kanala, tako da šupljine koje su bliže dovodnom kanalu imaju užu ulazni kanal i obrnuto što je i prikazano na slici 3.23. B.



Slika 3.23. Zvezdasti i linijski raspored šupljina

### 3.1.6. ODREĐIVANJE OPTIMALNOG RASPOREDA KALUPNIH ŠUPLJINA KOD KALUPA SA VIŠE ŠUPLJINA

Za konstruisanje kalupa sa više šupljina potrebno je veliko iskustvo i obazrivost da bi se postigli najbolji rezultati. Oni u mnogome zavise od optimalnosti rasporeda kalupnih šupljina u ovakvim kalupima.

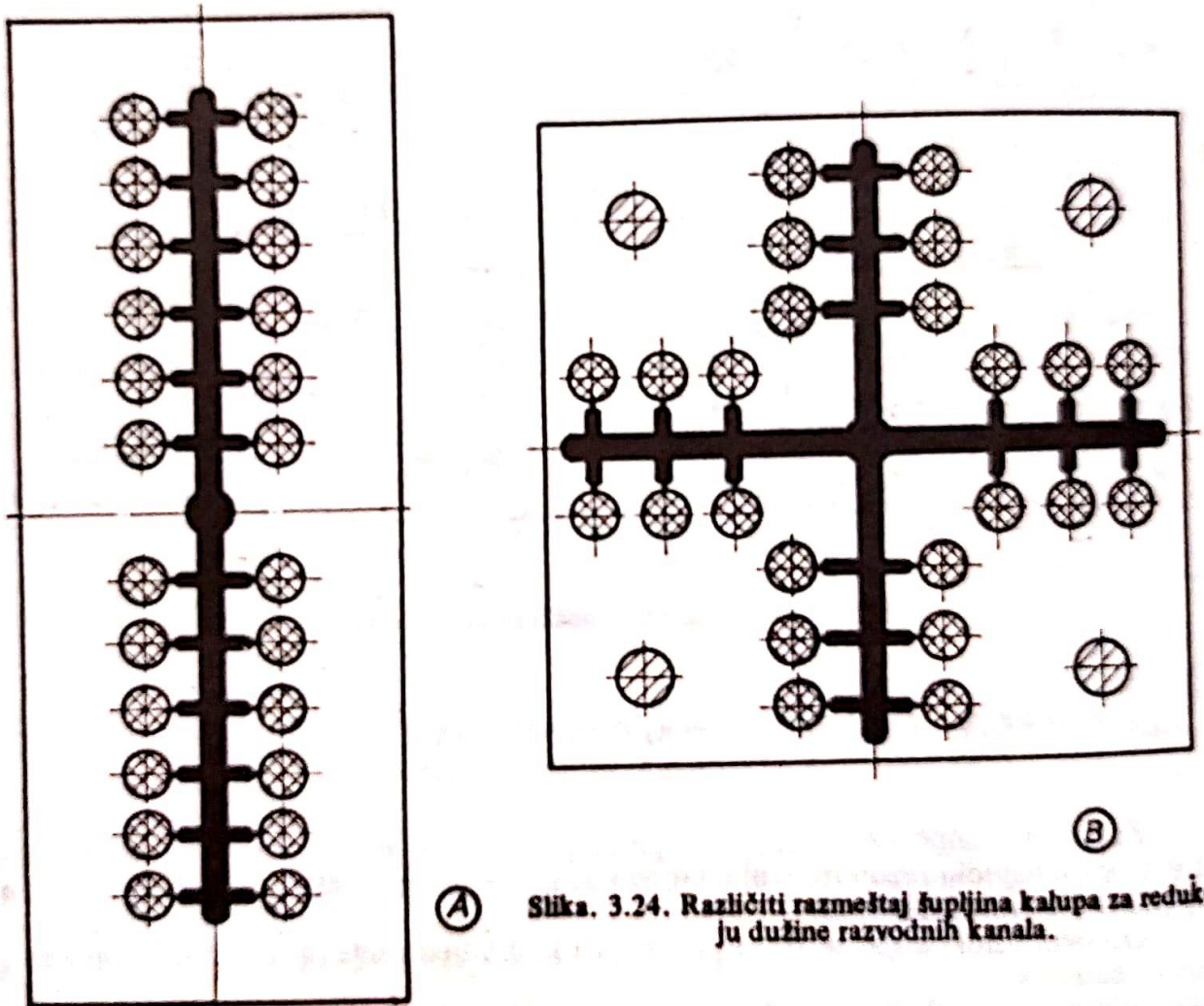
Osnovni uslovi kojih se treba pridržavati kod određivanja optimalnog rasporeda kalupnih šupljina:

1. ostvariti najbolji mogući razmeštaj šupljina u kalupu za postizanje minimalne veličine kalupa,
  2. obezbediti što kraći put rastopa plastomera od mesta dodira mlaznice ubrizgava-lice sa kalupom, do šupljine (gnezda) kalupa,
  3. pravilan raspored šupljina u kalupu da bi bila postignuta simetričnost zatvaranja kalupa.
- Prvi uslov može se postići međutim pri tome se mora voditi računa obezbeđenja nesmetanih funkcija elemenata kalupa. Zato ne treba po svaku cenu težiti za smanjenje gabarita kalupa.



Razmeštaj šupljina kalupa i dužina razvodnih kanala prikazan je na slici 3.24. Razmeštaj šupljina A je nepovoljan iz osnovnog razloga što su predugački razvodni kanali. Kod predugačkih razvodnih kanala pritisak postepeno opada sa dužinom usled gubitka temperature rastopa plastomera i njegovog hlađenja u toku tečenja kroz razvodni kanal. To izaziva povišenje pritiska u neposrednoj blizini dovodnog kanala, i znatno smanjenje pritiska na krajevima razvodnog kanala. Kalupne šupljine bliže dovodnom kanalu će biti prve punjene a one udaljenije znatno kasnije sa mnogo manjim pritiskom što znači da neće biti potpuno ispunjene ili će otpresci imati ulegnuća po svojoj površini. Ova pojava se može delimično eliminisati na taj način da se ulazni kanali koji su dalje od dovodnog kanala progresivno povećavaju i da je u koliko je to moguće, istovremeno počne punjenje svih šupljina. Ovo je gotovo nemoguće postići kod kalupa sa jako dugačkim razvodnim kanalima.

Ulazni kanali se mogu podešavati menjanjem dužine kanala ili menjanjem visine. U oba ova slučaja ostale dimenzije ulaznih kanala ostaju nepromenjene. Kod pojedinih izvedbi kalupa sa više šupljina potrebne su veoma precizne izrade dimenzije ulaznih kanala čak do  $\pm 0,05$  mm.



(A) Slika. 3.24. Različiti razmeštaj šupljina kalupa za redukciju dužine razvodnih kanala.

Znači ako se želi postići bar približno istovremeno punjenje šupljina kalupa onda elementi ulivnog sistema moraju biti balansirani jer je gubitak pritiska kroz ulivni sistem jednak gubitku pritiska kroz pojedine elemente sistema. Dobro izabran raspored šupljina u kalupu sa optimalnom dužinom razvodnih kanala ne garantuje dobre rezultate ubrizgavanja, ako nisu dobro izabrani i dimenzionisani ulazni kanali.

Kod predugačkih razvodnih kanala, a time i kalupa, pritisak sile zatvaranja je na krajevima kalupa znatno manji pa može vrlo lako doći do izlivanja rastopa plastomera u ravni otvaranja kalupa. Ove negativnosti se mogu izbeći ako se izvrši razmeštaj kalupnih



šupljina kao što je prikazano na slici 3.24 B. Ovde je sistem razvodnih kanala kraći, kalup je kompaktan i pritisak sile zatvaranja bolje raspoređen.<sup>21</sup>

Treći uslov za postizanje optimalnog rasporeda kalupnih šupljina je postizanje simetričnosti (balansiranje) delovanja sile zatvaranja kalupa. Ovo je veoma važno jer utiče na pravilan rad kalupa te njenim simetričnim delovanjem ne dolazi do naglog habanja kao ni do izlivanja rastopa plastomera, a time ni do pojave grešaka na otprescima.

Sila zatvaranja je sila kojom je ostvaren međusobni dodir pomičnog i nepomičnog dela kalupa. Sila držanja se definiše kao sveukupnost sila koje tokom ubrizgavanja deluju na vodice ubrizgavalice.

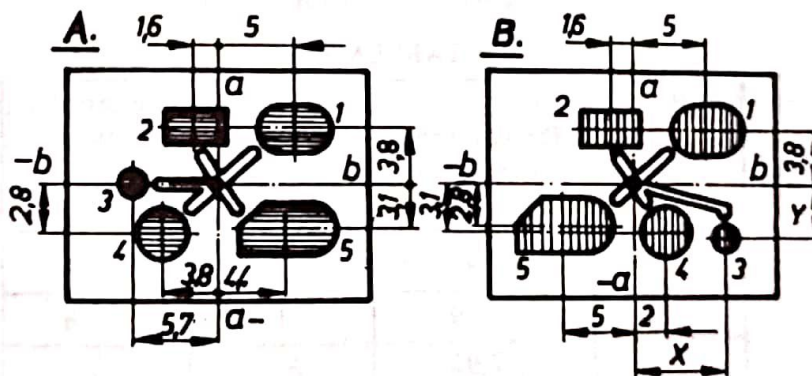
Sila zatvaranja jednaka je sili držanja kod potpunog hidrauličnog zatvaranja kalupa. Kod mehaničkog zatvaranja kalupa vrednosti ovih sila su različite.

U trenutku kada se rastop plastomera ubrizgava u kalupnu šupljinu u njoj deluje određeni pritisak koji se naziva pritiskom u kalupnoj šupljini. Ovaj pritisak u praksi iznosi 300 do 600 bara ali su zabeleženi pritisci i do 960 bara.

Pritisak u kalupnoj šupljini deluje na tlocrtnu površinu kalupne šupljine i izaziva pojavu sile uzgona.

Kada se otpresak toliko ohladi u kalupnoj šupljini da je sposoban za potiskivanje potrebna je određena sila za razdvajanje pomičnog i nepomičnog dela kalupa. Sila potrebna za razdvajanje naziva se sila otvaranja kalupa. Ova sila zavisi od površine otpreska u dodiru sa kalupnom šupljinom, koeficijenta trenja i naprezanja u kalupnoj šupljini. Znači sila uzgona ima tendenciju da otvori kalup i ona zavisi od pritiska u kalupnoj šupljini. Poželjno je da ona bude podjednako raspoređena na površini i suprotna od sile zatvaranja ili sile držanja kod mehaničkih jedinica za zatvaranje ubrizgavalica.

Ako je sila uzgona više koncentrisana na jednu stranu kalupa doći će do pojave momenta koji će izazivati otvaranje kalupa na toj strani, a time i izlivanje rastopa plastomera iz kalupnih šupljina.



Slika 3.25. Balansiranje kalupa s više šupljina

Praktično rešenje ovog problema je prikazano na slici 3.25 koja prikazuje kalup sa više šupljina za proizvodnju pet različitih otpresaka.<sup>21</sup>

TABELA 3.3.

Broj kalupnih šupljina	Projektovana površina (sm <sup>2</sup> )	Udaljenost centra pritiska šupljina od centralne ose kalupa	
		Od a - a	Od b - b
1	17,85	5	+ 3,8
2	11,29	-1,58	+ 3,8
3	2,92	-5,7	0
4	11,41	-3,8	-3,1
5	22,64	+4,4	-2,8



Prvobitan raspored kalupnih šupljina prikazan je na slici 2.25. A. Predviđen je isti pritisak u kalupnim šupljinama dok je površina šupljina (jezgara) data u tabeli 3.3. Budući da je pritisak u kalupnim šupljinama konstantan, sila uzgona svake šupljine je direktno proporcionalna individualnoj projektovanoj površini. Moment otvaranja za svaku kalupnu šuplinu je jednak proizvodu površine šupljine i rastojanja centra pritiska šupljine od centralne ose kalupa. Izjednačenje momenta oko centralne ose a - a:

$$(17,85 \times 5) + 11,29 (-1,58) + 2,92, x(-5,7) + 11,41 x(-3,8) + (22,64 \times 4,4) = 110,8 \text{ cm}^3$$

Ako se pretpostavi da je pritisak u kalupnoj šupljini  $5000 \text{ N/cm}^2$  onda je neuravnotežena sila  $110,8 \times 5000 = 554 \cdot 10^3 \text{ N/cm}^2$   
Sličan je i moment oko ose b - b:

$$(17,85 \times 3,8) + 11,29 \times 3,8) + (2,92 \times 0) + 11,41 \times (-3,1) + 22,64 \times (-2,8) = 11,97 \text{ cm}^3$$

Za pritisak u kalupnoj šupljini od  $5000 \text{ N/cm}^2$  neuravnotežena sila je:

$$11,97 \times 5000 = 59,85 \cdot 10^3 \text{ N/cm}^2$$

Ovo neuravnoteženje sila dovodi do stvaranja neželjenih posledica. To se može redukovati ili potpuno eliminisati ako se izvrši drugačiji razmeštaj šupljina. U ovom slučaju je to izvršeno za kalupne šupljine 3,4 i 5 na slici 3.25. B.

Pozicija za kalupne šupljine br. 4 i 5 je predviđena logičkim razmatranjem, dok će pozicija za kalupnu šuplinu br. 3 biti proračunom određena.

U tabeli 3.4. dimenzije X i Y će biti proračunate preko momenta za ose a-a i b-b.

TABELA 3.4.

Broj kalupnih šupljina	Projektovana površina (cm <sup>2</sup> )	Udaljenost centra pritiska šupljina od centralne ose kalupa	
		Od a - a	Od b - b
1	17,85	+ 5	+ 3,8
2	11,29	- 1,58	+ 3,8
3	2,92	X	Y
4	11,41	+ 2,06	- 3,1
5	22,64	- 5	- 2,8

Moment za osu a-a = 0

$$(17,85 \times 5) + 11,29 \times (-1,58) + (2,92 \times X) + (11,41 \times 2,06) + 22,64 \times (-5) = 15,36 + 2,92 X = 0$$

$$X = 15,36 / 2,92$$

$$X = 5,26 \text{ cm}$$

Slično je i za moment ose b-b = 0

$$(17,85 \times 3,8) + (11,29 \times 3,8) + (2,92 \times Y) + 11,41 \times (-3,1) + 22,64 \times (-2,8) = 11,97 + 2,92 Y = 0$$

$$2,92 Y = - 11,97$$

$$Y = - 4,09 \text{ cm}$$

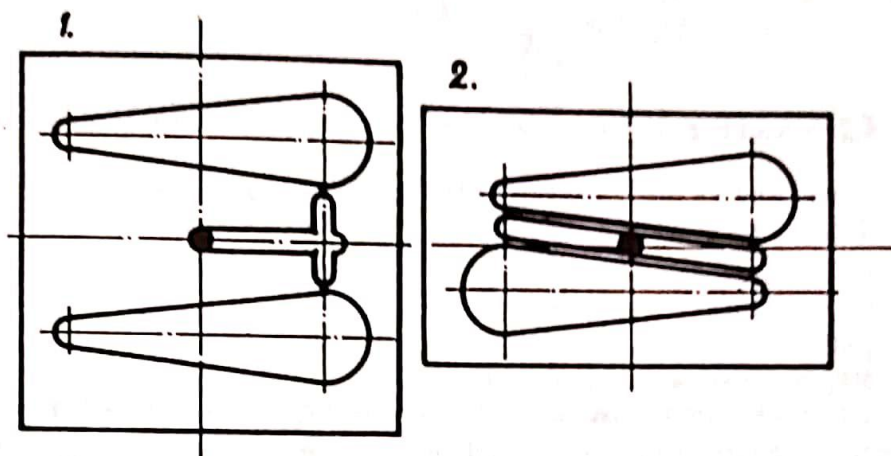


Na slici 3.25. B. je prikazano na koji se način može približno matematičkim putem doći do rezultata i gde treba smestiti kalupnu šupljinu br. 3. Time je postignuto balansiranje – uravnoteženje kalupa, odnosno sprečena je pojava neuravnoteženih sila.

Treba napomenuti da postoje i druge kombinacije koje daju isti rezultat. Takođe, neka manja neuravnotežena sila u praksi se može tolerisati ali treba voditi računa da ova sila ne bude prekomerna jer će se inače pojaviti izlivanje na podeonj ravni kalupa, tj. doći će do pojave jakih spoljnjih tragova na otprescima.

Jedan od načina eliminisanja pojave spoljnjih tragova je smanjenje pritiska ubrizgavanja. Ovo se može raditi ako je projektovana površina svih otpresaka približno jednaka maksimalnoj mogućoj sili zatvaranja (držanja) za odabranu ubrizgavalicu.

Na slici 3.26. je prikazan slučaj balansiranja pritiska kalupnih šupljina kao i redukcija veličine kalupa. Oba otpreska su identična.



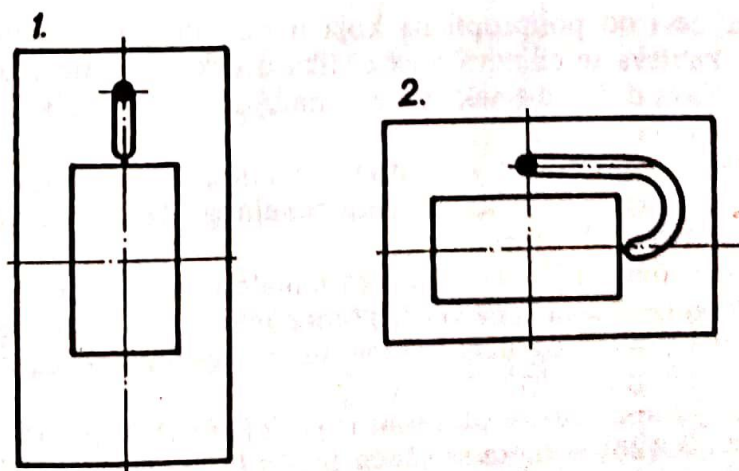
Slika 3.26. Različiti razmeštaji otpresaka

Na slici 3.26. je jasno vidljivo da su gnezda prilično neuravnotežena tj. nesimetrično raspoređena, jer je maksimalna projektovana površina postavljena jedna uz drugu.

Ako se otpresci razmeste kao što je prikazano na slici 3.26.2. pritisak tj. sila uzgona će biti balansiran, a kalup je znatno manji.

Modifikovani raspored kalupnih šupljina iziskuje mnogo duži razvodni kanal ali je to opravdano iz dva razloga:

- ulazni kanal je kod oba otpreska na istom mestu,
- ulazni kanal je na najširem preseku što je i poželjno



Slika 3.27. Balansiranje kalupa sa jednom šupljinom

Podešavanje neuravnoteženih sila je takođe važno i kod kalupa sa jednom šupljinom. To je prikazano na slici 3.27. gde položaj otpreska i duži razvodni kanal (Slika-2.27.2) izaziva znatno manji momenat otvaranja i neuravnoteženost sile uzgona, nego raspored na slici 3.27.1. a takođe dimenzija Y je manja od dimenzija X.

U svakom slučaju sve kalupne šupljine se moraju dobro zatvoriti. Ukoliko to nije postignuto onda su pojedini otpresci defektni i ne zadovoljavaju tehničke uslove. Ova pojava je češća kod kalupa u kome se nalaze različiti otpresci i zato je poželjno da u kalupu budu isti otpresci, a ne različiti ili pak leva i desna strana istog otpreska. Kod kalupa sa više različitih otpresaka ako se više ne želi proizvodnja nekih otpresaka poželjno je zatvoriti ulazne kanale i to zavarivanjem. Međutim ako je poželjna obustava proizvodnje pojedinih otpresaka samo za neko određeno vreme, uglavnom za vršenje selekcije u proizvodnji, onda je to obično izvedeno zatvaranjem na principu slavine koja je ugrađena u razvodni kanal. Prilikom odvajanja, obustave proizvodnje otpreska, potrebno je voditi računa o balansiranju kalupnih šupljina.