

DONJI LAFET

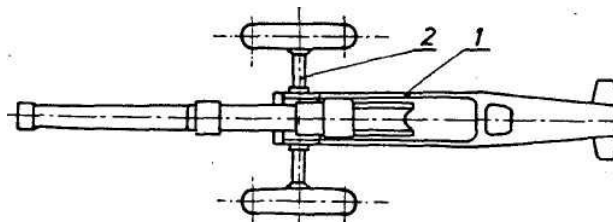
KONSTRUKCIJA DONJEG LAFETA

Donji lafet ima funkciju da bude oslonac obrtnih delova oruđa i da pri gađanju obezbedi vezu sa tlom na koje je oruđe postavljeno.

Konstrukcija donjeg lafeta i način njegovog oslanjanja na tlo zavise od namene oruđa, uslova njegove eksploatacije i prevoženja. Osnovni zahtev, koji se postavlja donjem lafetu vučnog oruđa, je da se pri gađanju obezbedi stabilnost i nepomičnost oruđa u granicama zadatog polja dejstva po visini.

Oslanjanje vučnih oruđa na tlo ostvaruje se preko krakova, koji najčešće služe i za vezu sa vučnim vozilom.

Najprostoji i najlakši tip točkaškog lafeta je jednokraki lafet (sl.1). Krak (1) je obično izveden u obliku koritaste konstrukcije, sa prorezom u ravni simetrije da bi se omogućilo kretanje trzajućih delova pri gađanju pod velikim elevacionim uglovima.

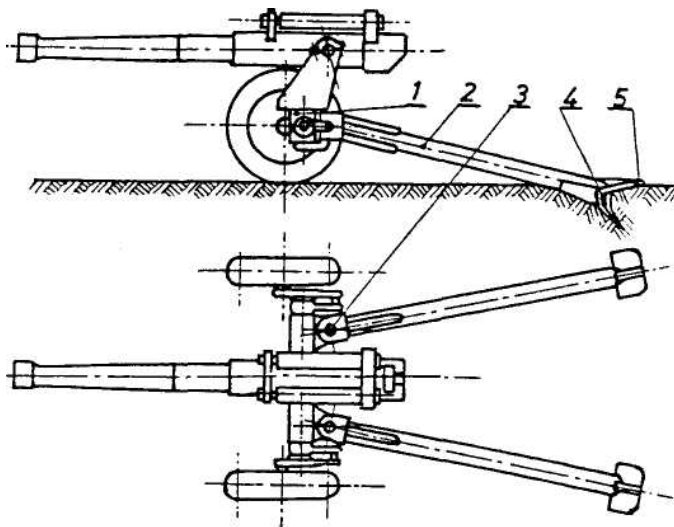


Slika 1. Jednokraki lafet

Oruđe sa jednokrakim lafetom nema donji lafet. Putna osovina (2) prolazi neposredno kroz prednji deo kraka lafeta.

Osnovni nedostatak jednokrakog lafeta je vrlo mali ugao dejstva po pravcu, jer bi pri većem uglu dejstva bila narušena poprečna stabilnost oruđa.

Najrasprostranjeniji tip točkaškog lafeta je dvokraki lafet (sl. 2).



Slika 2. Dvokraki lafet

Delovi oruđa obrtni po pravcu se oslanjaju na telo donjeg lafeta (1). To je obično odlivak od čeličnog liva složene konfiguracije. U telu donjeg lafeta je gnezdo za stožer gornjeg lafeta i ležaje koji služe za centriranje stožera. Za telo donjeg lafeta se vezuju poluosovine točkova,

kraci, mehanizam vešanja hodnog dela i drugi uređaji.

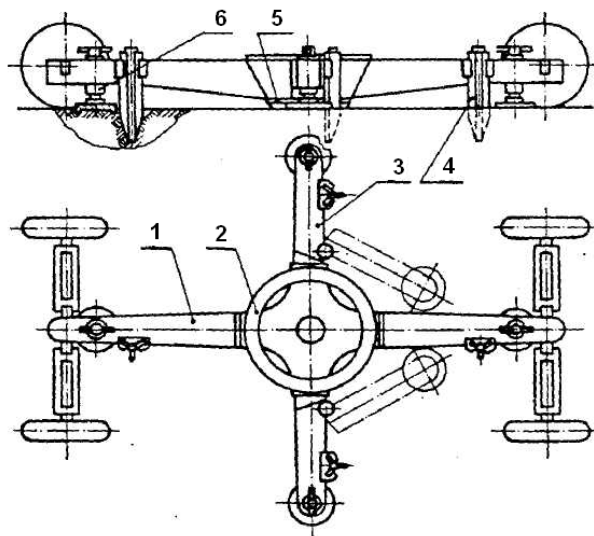
Kraci (2) se vezuju sa telom donjeg lafeta pomoću šarnira (3). Kada je oruđe u marševskom položaju kraci su čvrsto međusobno vezani, a u borbenom položaju rastavljaju se na određeni ugao u odnosu na ravan simetrije, pa se može ostvariti relativno veliki ugao polja dejstva po pravcu.

Kod oruđa srednjeg i velikog kalibra kraci imaju koritasto pravougaoni, a kod oruđa malog kalibra kružni poprečni presek, sa specijalnim ojačanjem prednjeg kraja. Kraci imaju graničnike, koji dejstvuju zavisno u odnosu na telo donjeg lafeta i ograničavaju zakretanje krakova pri njihovom rastavljanju i sastavljanju.

Kod jednokrakog i dvokrakog lafeta veza krakova sa tlom se ostvaruje ašovima (4) i osloncima krakova (5). Pri gadjanju ašovi primaju horizontalnu a oslonci krakova vertikalnu reakciju tla. Oruđa obično imaju dva para ašova: par zimskih, namenjen za gađanje sa tvrdog tla i par letnjih za gađanje sa mekog tla. Zimski ašovi su zavareni za krakove, a letnji se skidaju i prevoze učvršćeni na kracima, odnosno u specijalnim nosačima ili se šarnirno zakreću iz borbenog u marševski položaj. Ugao nagiba ašova u odnosu na vertikalnu je $\left(\frac{\pi}{9} \div \frac{2\pi}{9}\right)$ rad, a oslonaca krakova u odnosu na horizontalu je $\left(0 \div \frac{\pi}{18}\right)$ rad, čime se pospešuje zarivanje ašova u tlo.

Trokraki i četvorokraki lafet se po pravilu primenjuju kod protivavionskih oruđa sa kružnim dejstvom po pravcu. Trokraki lafet može da se primeni i kod oruđa zemaljske artiljerije kada se zahteva povećan manevar vatrom.

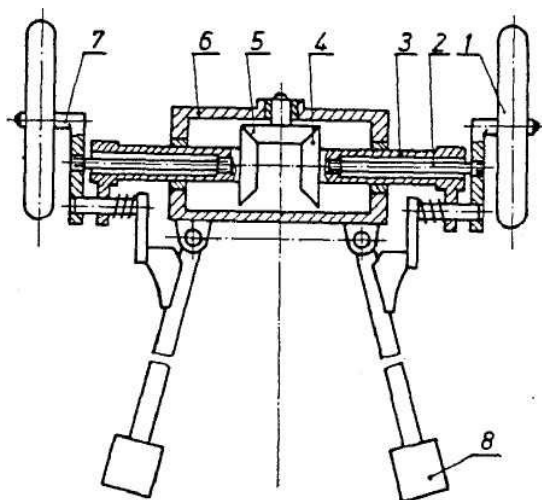
Tipično rešenje četvorokrakog lafeta je prikazano na slici 3. Osnovu čini krstasti lafet (1) koritastog preseka, koji se sastoji od tri grede spojene zavarivanjem u nedeljivi spoj. Na gornjoj strani lafeta je osloni prsten (2), koji obezbeđuje vezu donjeg lafeta sa obrtnim delovima oruđa. Za krajeve poprečne grede krstastog lafeta zavareni su nosači za koje su šarnirno vezani sklapajući oslonci (3). Kada je oruđe u borbenom položaju sklapajući oslonci su fiksirani upravno na uzdužnu osu lafeta i tako povećavaju oslonu površinu donjeg lafeta. U borbenom položaju lafet se oslanja na tlo preko podloge (5) i četiri dizalice (6). Za ostvarenje čvrste veze lafeta sa tlom koriste se klinasti ašovi (4).



Slika 3. Četvorokraki lafet

Kod tenkova i samohodnih oruđa funkciju donjeg lafeta ima šasijsko vozilo. Gusenice obezbeđuju vezu vozila sa tlom, uz relativno mali pritisak pri opaljenju metka. Međutim, kod moćnih samohodnih oruđa koja imaju malu masu gusenica, ne može da se obezbedi stabilnost i nepomičnost vozila pri opaljenju metka, pa se na zadnji deo šasije ugrađuju preklapajući ašovi sa hidrauličnim pogonom, koji se pre gađanja oslanjaju na tlo.

Vučna artiljerijska oruđa sa dvokrakim lafetom imaju, pri postavljanju u borbeni položaj, četiri tačke oslonca na tlo (dva točka i dva oslonca krakova). Da bi se obezbedilo prilagođavanje položaja oslonih delova lafeta prema neravninama tla i horizontiranje donjeg lafeta, potrebno je da se veza donjeg lafeta i hodnog dela oruđa reši ugradnjom specijalnog mehanizma za samopodešavanje oruđa prema tlu. Jedno od tipičnih rešenja je prikazano na slici 4.



Slika 4. Mehaniizam za samopodešavanje oruđa prema tlu

Neka su oslonci krakova (8) u horizontalnoj ravni i oslonjeni na tlo, a jedan od točkova (1), naprimera levi, je zbog neravnina na vatrenom položaju izdignut od tla. Tada se telo donjeg lafeta spušta pod dejstvom sile težine, zakrećući poluosovinu (7), osovinu (3) zajedno sa torzionim štapom (2) i koničnim zupčanicom (4) u stranu desnog točka koji je oslonjen na tlo. To izaziva zakretanje koničnog zupčanika (5) a takođe i koničnog zupčanika, osovine sa torzionim štapom i poluosovine levog točka, tako da se točak približava površini tla. Kretanje delova mehanizma se prekida kada se levi točak osloni na tlo. Budući da se oslonci krakova nalaze u horizontalnoj ravni, a da je veza krakova sa telom lafeta fiksna, osa 0-0 koja pripada donjem lafetu biće horizontalna. Prema tome, u razmatranom slučaju ovaj mehanizam obezbeđuje horizontiranje donjeg lafeta u odnosu na uzdužnu osu, normalnu na osu 0-0.

Neka su točkovi oslonjeni na tlo, a oslonac jednog kraka, naprimera desni, neka je odvojen od tla. Tada se deo tela donjeg lafeta vezan za podignuti krak spušta dovodeći u dejstvo mehanizam, dok se suprotni deo lafeta delimično podiže usled zakretanja poluosovine levog točka u suprotnom smeru. Ovo kretanje se vrši sve dok se oslonac desnog kraka ne spusti na tlo. Ako se posle završenog kretanja oslonci krakova ne nalaze u horizontalnoj ravni tada će osa 0-0, veze sa telom donjeg lafeta, biti u nagnutoj ravni.

U marševskom položaju, pri sastavljenim kracima, osovine (3) su rastavljene od poluosovina. Pri kretanju po neravnom terenu, pod dejstvom sila inercija, u odnosu na telo donjeg lafeta zakreću se poluosovine sa kojima su vezani krajevi torzionih štapova (2). Drugi krajevi štapova su zljebljeno povezani sa osovinama (3). Zahvaljujući uvijanju torzionih štapova ostvaruje se elastično vešanje tela donjeg lafeta i delova oruđa na njemu.

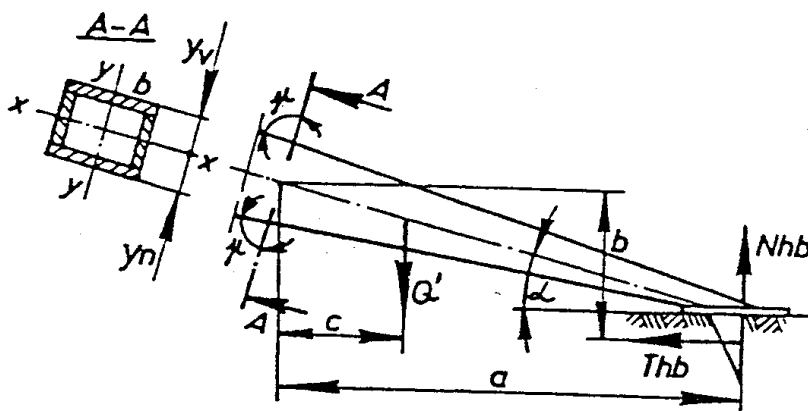
PRORAČUN KRAKOVA LAFETA

Pri određivanju reakcija koje pri opaljenju metka deluju na krakove, zadatak se rešava prosto samo za jednokraki lafet i za dvokraki lafet pri gađanju duž ose simetrije oruđa. U poslednjem slučaju, da bi se smanjila glomaznost proračuna, čine se sledeća uprošćenja:

- Ne uzima se u obzir uticaj obrtnog momenta od dejstva vodećeg prstena na bojevu stranu polja žljebova.

- Smatra se da je reakcija N_{hb} vertikalna.

Pri proračunu jednokrakog lafeta krak se posmatra kao konzola opterećena na slobodnom kraju silama N_{hb} i T_{hb} (sl. 5). Proračun se vrši za niz preseka (naprimer A-A) izvedenih po liniji najkraćih rastojanja između gornjeg i donjeg ruba kraka.



Slika 5. Šema sila koje deluju na jednokraki lafet

Određuju se moment savijanja i sila sabijanja u posmatranom preseku

$$M_i = -T_{hb} b + N_{hb} a - Q' c \quad (1)$$

$$S = T_{hb} \cos \alpha + N_{hb} \sin \alpha - Q' \sin \alpha \quad (2)$$

gde je Q' - sila težine kraka do posmatranog preseka.

Naprezanje u gornjim vlaknima

$$\sigma_v = \pm \frac{M_i}{W_v} - \frac{S}{F} \quad (3)$$

Naprezanje u donjim vlaknima

$$\sigma_n = \pm \frac{M_i}{W_n} - \frac{S}{F} \quad (4)$$

U ovim izrazima pred prvim članom se uzima znak "+" kada se vlakna istežu a znak "-" kada se sabijaju. Otporni momenti preseka su

$$W_v = \frac{I_{xx}}{y_v}, \quad W_n = \frac{I_{xx}}{y_n} \quad (5)$$

gde su:

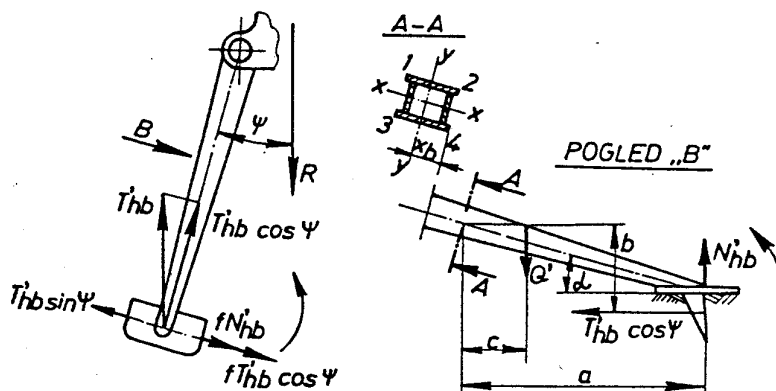
I_{xx} - moment inercije preseka u odnosu na neutralnu osu x-x,
 y_v, y_n - odgovarajuće rastojanje do gornjih (v) i donjih (n) vlakana preseka,
 F - površina preseka.

U zavisnosti od ugla elevacije φ i dužine trzanja X moment savijanja za jedan te isti presek može da ima različiti znak. Zato proračun naprežanja treba da se izvrši za elevacione uglove $\varphi = \varphi_{\min}, \varphi_{pr}, \varphi_{\max}$ i za dužine trzanja $X = X_m, X_r, \lambda$.

Za slučaj dvokrakog lafeta, pri uprošćenom proračunu na jedan krak deluju sile

$$T'_{hb} = \frac{T_{hb}}{2}, \quad N'_{hb} = \frac{N_{hb}}{2} \quad (6)$$

Sila reakcije T' može da se razloži na komponente duž kraka i normalno na krak (sl. 6).



Slika 6. Šema za proračun otpornosti dvokrakog lafeta

Za momente savijanja u vertikalnoj (M_v) i horizontalnoj ravni (M_g) i silu sabijanja, uzimajući u obzir i sile trenja ašova i oslonca kraka na tlo, dobijaju se izrazi

$$\left. \begin{aligned} M_v &= N'_{hb} a - T'_{hb} b \cos \psi - Q' c \\ M_g &= (f N'_{hb} + f T'_{hb} \cos \psi - T'_{hb} \sin \psi) a \\ S &= N'_{hb} \sin \psi + T'_{hb} \cos \psi \cos \alpha - Q' \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Pri jednovremenom dejstvu momenta i sile sabijanja u tačkama 1,2,3,4 javiće se normalna naprežanja

$$\sigma_{1,2} = \pm \frac{M_v}{W_v} \pm \frac{M_g}{W_b} - \frac{S}{F} \quad (8)$$

$$\sigma_{3,4} = \pm \frac{M_v}{W_n} \pm \frac{M_g}{W_b} - \frac{S}{F} \quad (9)$$

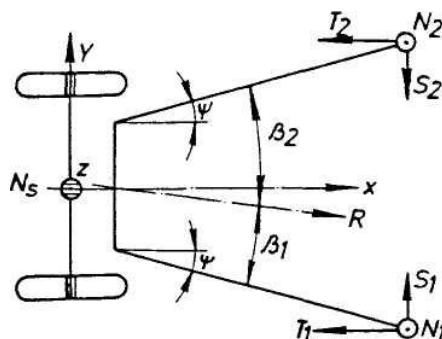
gde su:

$$W_b = \frac{I_{yy}}{x_b} \quad \begin{array}{l} \text{-- otporni moment preseka} \\ I_{yy} \quad \text{-- moment inercije preseka u odnosu na osu y-y} \\ x_b \quad \text{-- rastojanje do bočnih vlakana preseka} \end{array}$$

Naprežanja treba da se odrede za različite elevacione uglove i dužine trzanja. Usvaja se

koeficijent sigurnosti $\frac{\sigma_s}{\sigma} \geq 2.5$.

U ovom izlaganju je pokazan uprošćeni postupak određivanja reakcija za dvokraki lafet. Pri tačnom rešavanju ovog zadatka treba da se razmotri slučaj kada je ravan gađanja, pri različitim uglovima elevacije, duž levog kraka. Opterećenja kraka u tom slučaju su veća, nego za slučaj kada je ravan gađanja duž desnog kraka, zbog uticaja obrtnog momenta izazvanog dejstvom vodećeg prstena projektila. Na lafet deluju sile reakcija tla $N_1, T_1, S_1, N_2, T_2, S_2$ i sila reakcije stožera N_s . Zadatak je statički neodređen, jer ima 7 nepoznatih veličina a 6 jednačina. Na slici 7 je prikazan smer dejstva sila reakcija; uočava se da su reakcije N_1, N_2, N_s usmerene prema gore.



Slika 7. Šema za određivanje sila reakcija koje deluju na dvokraki lafet

Da bi se odredile sile reakcije pored 6 jednačina ravnoteže (prema zakonima statike) treba formirati jos jedan dopunski uslov. Prema jednom autoru (Ivanov) taj uslov je

$$\frac{S_2}{T_2} = \tan \psi \quad (10)$$

dok drugi autor (Tolockov) predlaže

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{\sin \beta_2}{\sin \beta_1} \quad (11)$$

Veličina sile reakcije tla kod ašova zavisi od tipa ašova i vrste tla, od njegove sposobnosti da se suprotstavi deformaciji, odnosno od pritiska koji tlo bez razaranja može da izdrži. Dopusćeni pritisak na tlo je u granicama

$$p_{\text{doz}} = 40 \div 50 \left[\frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \right] \quad - \text{ za obične ašove}$$

$$p_{\text{doz}} = 70 \div 80 \left[\frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \right] \quad - \text{ za klinaste ašove (koji se nabijaju u tlo)}$$

Površina ašova može da se odredi iz izraza

$$\Omega_c \geq \frac{R_{\text{max}}}{p_{\text{doz}} \cos \gamma} \quad (12)$$

gde je γ - ugao između vertikale i ašova.

Pri tačnijim proračunima umesto sile R_{max} treba u proračun uvesti sumu sila koje deluju na ašov.

PODVOZAK LAFETA

Savremena artiljerijska oruđa treba da zadovolje postavljene taktičke zahteve i da se kreću velikom brzinom:

- 60 ÷ 70 km/h po dobrom (asfaltnom) putu,
- do 35 km/h po makadamskom putu,
- do 15 km/h van puteva.

Zato se za projektovanje podvoska lafeta oruđa postavljaju sledeći zahtevi:

- visoka prohodnost po putevima svih tipova i van puteva,
- visoka pokretljivost i ravnomernost pri kretanju,
- mehanička otpornost i zadovoljavajuća krutost konstrukcije,
- jednostavna, prikladna i pouzdana veza sa vučnim vozilom.

Pod prohodnošću se podrazumeva osposobljenost oruđa i vučnog vozila za kretanje pri teškim putnim uslovima. Prohodnost se ocenjuje:

- veličinom sile vuče pri kretanju u različitim uslovima,
- mogućnostima oruđa da savlađuje putne prepreke,
- stabilnošću oruđa pri kretanju,
- stepenom usaglašenosti širine kolotraga sa vučnim sredstvima.

Sila vuče (sila na kuki vozila) pri kretanju oruđa po terenu ili putu sa nagibom određuje se prema izrazu:

$$T = m_p g (\sin \alpha + f \cos \alpha) \quad (13)$$

gde su:

- m_p - masa oruđa u marševskom položaju,
- α - ugao nagiba puta (terena),
- f - koeficijent trenja kotrljanja oruđa koji zavisi od osobina tla i od tipa podvoska (točkaš ili guseničar).

Za podvozak sa točkovima koeficijent f je:

- 0.02 ÷ 0.05 - za put dobrog kvaliteta,
- 0.05 ÷ 0.15 - za makadamski put,
- 0.30 ÷ 0.40 - za blatnjav zemljani put, sneg i pesak.

U izrazu (13) prvi član je komponenta sile težine oruđa, a drugi komponenta sile otpora kotrljanja oruđa. Uobičajeno je da se sila vuče određuje za ugao $\alpha = 25 \div 30^\circ$, a zatim se na osnovu sile vuče određuje vučno sredstvo.

Veličina vučne sile zavisi od relativnog opterećenja točkova q i od pritiska na tlo p .

$$q = \frac{m_p g}{2bD} \quad (14)$$

$$p = \frac{m_p g}{2F} \quad (15)$$

gde su:

- b - širina pneumatika točka,
- D - prečnik pneumatika točka,
- F - površina otiska pneumatika na horizontalnom tlu.

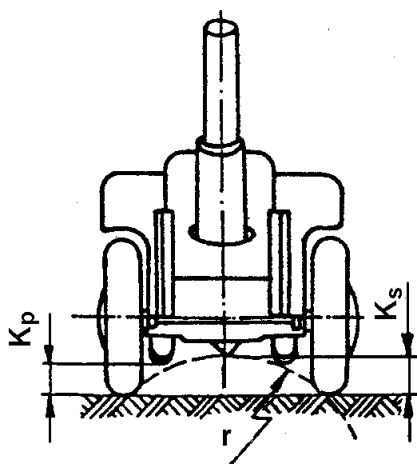
Ukoliko su manje veličine q i p utoliko je veća prohodnost oruđa. Preporučene vrednosti za p i q, u zavisnosti od mase oruđa, date su u tabeli 1.

Tabela 1

	Masa oruđa u marševskom položaju			
	do 3000 kg	3000 ÷ 6000 kg	6000 ÷ 10 000 kg	> 10 000 kg
q $\left[\frac{N}{m^2} \right]$	$0.55 \cdot 10^5$	$0.6 \cdot 10^5$	$0.7 \cdot 10^5$	$0.7 \cdot 10^5$
p $\left[\frac{N}{m^2} \right]$	$3.5 \cdot 10^5$	$4.5 \cdot 10^5$	$5.0 \cdot 10^5$	$5.5 \cdot 10^5$

Mogućnost savladavanja prepreka se karakteriše sledećim parametrima:

Klirens - visina od tla do najniže tačke oruđa. Klirens izmeren na prednjem delu lafeta (između točkova) je K_p , a izmeren na mestu ašova je K_s (slika 8)

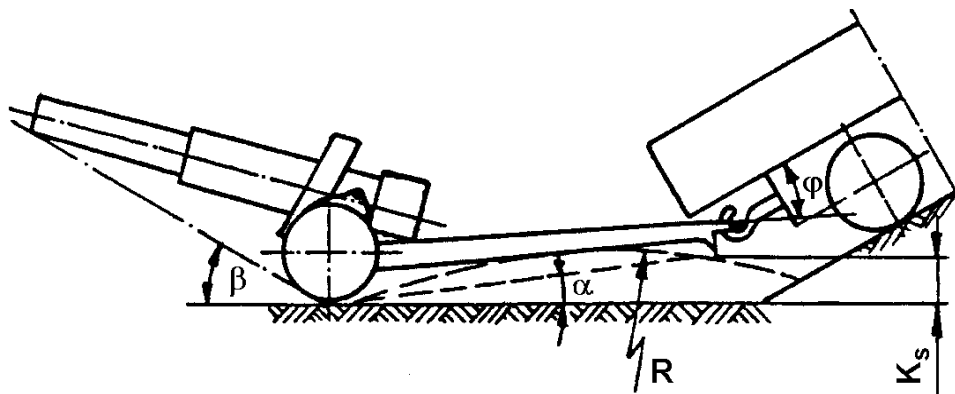


Slika 8. Skica za određivanje klirensa i poluprečnika poprečne prohodnosti

Poluprečnik poprečne prohodnosti r (sl. 8) i

Poluprečnik uzdužne prohodnosti R (sl. 9) karakterišu profil uzvišenja na tlu koje oruđe može da savlada. Sa slike 8 se vidi da visina uzvišenja može da bude veća od klirensa K_p .

Prednji ugao prohodnosti β definiše veličinu prepreke koja može da bude savladana (bez udara cevi u prepreku) pri kretanju vučnog vozila unazad. Ugao se meri kada su oruđe i vučno vozilo na horizontalnoj platformi, a oko za vuču je vezano za kuku vozila. Na sličan način se definiše i **zadnji ugao prohodnosti α** .



Slika 9. Skica za određivanje α , β , R , K_s i ϕ

Ugao uzdužne gipkosti ϕ pokazuje mogućnost zaokretanja kuke vučnog vozila u odnosu na krake oruđa u vertikalnoj ravni.

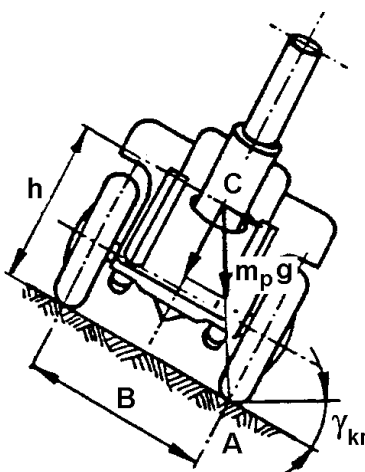
Ugao poprečne gipkosti karakteriše mogućnost odgovarajućeg zakretanja u horizontalnoj ravni koje se ocenjuje i minimalnim poluprečnikom zaokretanja koji zavisi od tipa vučnog vozila. Savremena oruđa imaju $\phi = \pm 45^\circ$, $\psi = \pm 60^\circ$ za gusenična vučna vozila i $\phi = \pm 45^\circ$, $\psi = \pm 45^\circ$ za točkaška vučna vozila.

Osnovni kriterijumi (za navedene elemente) prohodnosti dati su tabelarno.

Tabela 2

Masa oruđa [t]	Klirens [mm]		Uglovi prohodnosti [°]		Poluprečnici prohodnosti [m]		
	K_p	K_s	α	β	r	R	
						bez prednjaka	sa prednjakom
do 3	320	300	20	30	1.0	2.2	3.0
3 ÷ 6	350	320	15	25	1.0	3.0	4.0
6 ÷ 10	350	320	15	25	1.2	3.0	6.0
> 10	350	320	15	25	3.5	3.5	10.0

Poprečna stabilnost oruđa u vožnji karakteriše se graničnim (najvećim) uglom bočnog nagiba pri kome ne dolazi do prevrtanja oruđa (sl. 10).



Slika 10. Skica za određivanje graničnog ugla poprečne stabilnosti

$$\gamma_{kr} = \arctan \frac{B}{2h} \quad (16)$$

Izraz (16) se dobija iz uslova jednakosti momenta komponentata sile $m_p g$ u odnosu na tačku A. Pri okretanju oruđa javlja se sila inercije koja smanjuje stabilnost, odnosno smanjuje granični ugao bočnog nagiba. Da bi se uzela u obzir sila inercije desnu stranu izraza treba pomnožiti sa koeficijentom $\varepsilon = 0.3 \div 0.4$. Da bi se povećala stabilnost oruđa treba povećati širinu kolotraga B i spustiti niže središte mase oruđa.

Širine kolotraga oruđa i vučnog vozila treba da budu usaglašene. Odnos ovih veličina je obično u granicama $0.95 \div 1.05$.

Visoka pokretljivost i ravnomernost pokretanja obezbeđena je primenom optimalno projektovanog sistema oslanjanja, pouzdanim učvršćenjem mehanizama kada je oruđe u marševskom položaju, a to se pre svega odnosi na mehanizme za pokretanje i nišanske sprave.

Otpornost i vek trajanja lafeta zavise od uslova transporta, a ne od uslova gađanja. Zato je značajno da oruđe poseduje racionalan sistem oslanjanja i točkove sa pumpanim pneumaticima, ukoliko to taktički zahtevi dozvoljavaju.

Pri oceni jednostavnosti, pouzdanosti i pogodnosti veze oruđa sa vučnim vozilom treba voditi računa o sili opterećenja na krajevima krakova lafeta i o broju poslužilaca koji su zaduženi za operaciju vezivanja oruđa sa vučnim vozilom. Predpostavlja se da jedan poslužilac može da podigne teret od 500 N. Veličina sile opterećenja na krajevima krakova zavisi od kalibra i iznosi:

- 800 N $\div$ 1200 N , za sva oruđa kalibra do 100 mm
- 1250 N $\div$ 1500 N , za sva oruđa kalibra 100 $\div$ 122 mm
- 1200 N $\div$ 3000 N , za haubice kalibra 122 $\div$ 152 mm
- 2000 N $\div$ 5000 N , za topove kalibra 122 $\div$ 152 mm

Sva oruđa, a pogotovu oruđa veće mase (> 3000 kg) treba da imaju putnu kočionu instalaciju, koja je najčešće pneumatska i kojom se komanduje iz vučnog vozila. Zavisno od vučnog vozila ona je kod modernih sredstava dvovoda, često dvovoda i jednovoda, a ređe samo jednovoda (kod starijih konstrukcija vozila i oruđa). Pored toga, za manevar po vatrenom položaju i za zaustavljanje oruđa na terenima sa nagibom na točkove oruđa se ugrađuju ručne (parkirne) kočnice.