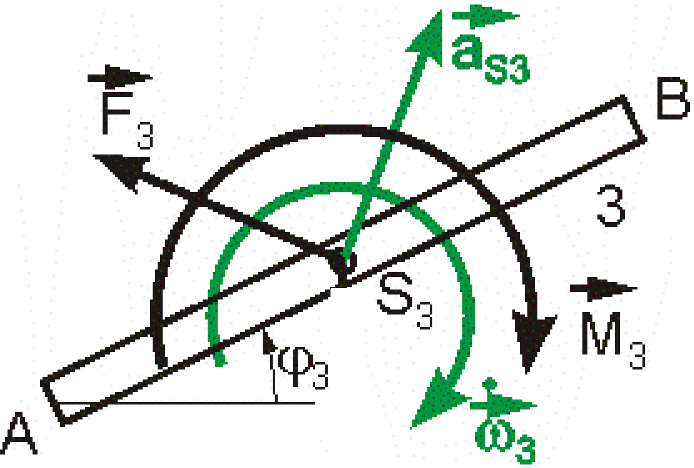
DINAMIČKA ANALIZA



F_3 – rezultanta svih sila koje deluju na član 3

$$\vec{F}_3 = \sum \vec{F}_i(3)$$

M_3 – rezultanta svih momenata koji deluju na član 3

$$\vec{M}_3 = \sum \vec{M}_i(S_3,3)$$

F_3, M_3 – su promenljive u vremenu

I zadatak dinamike

Poznata su opterećenja koja deluju na telo, naći kretanje tela.

Zna se: F_3, M_3

Treba naći: $\ddot{x}_{S3}, \ddot{y}_{S3}, \ddot{\varphi}_{S3}\left(x_{S3}, y_{S3}, \varphi_{S3}\right)$

JEDNAČINE KRETANJA ŠTAPA 3

$$\boxed{\begin{aligned} m_3\vec{a}_{S3} &= \vec{F}_3 \\ I_{S3}\dot{\vec{\omega}}_3 &= \vec{M}_3 \end{aligned}}$$

$$x:\ m_3\ddot{x}_{S3} = X_3 = \sum X_i(3)$$

$$y:\ m_3\ddot{y}_{S3} = Y_3 = \sum Y_i(3)$$

$$z:\ I_{S3}\ddot{\varphi}_3 = M_3 = \sum M_i(S_3,3)$$

II zadatak dinamike

Poznato je kretanje tela, naći opterećenja koja deluju na telo,

Zna se: $\ddot{x}_{S3}, \ddot{y}_{S3}, \ddot{\varphi}_{S3}\left(x_{S3}, y_{S3}, \varphi_{S3}\right)$

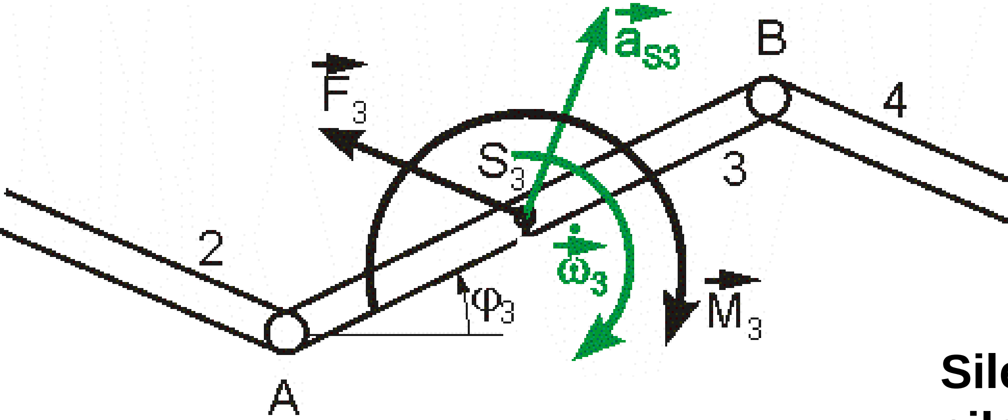
Treba naći; F_3, M_3

II zadatak dinamike

Poznato je kretanje tela, naći opterećenja koja deluju na telo,

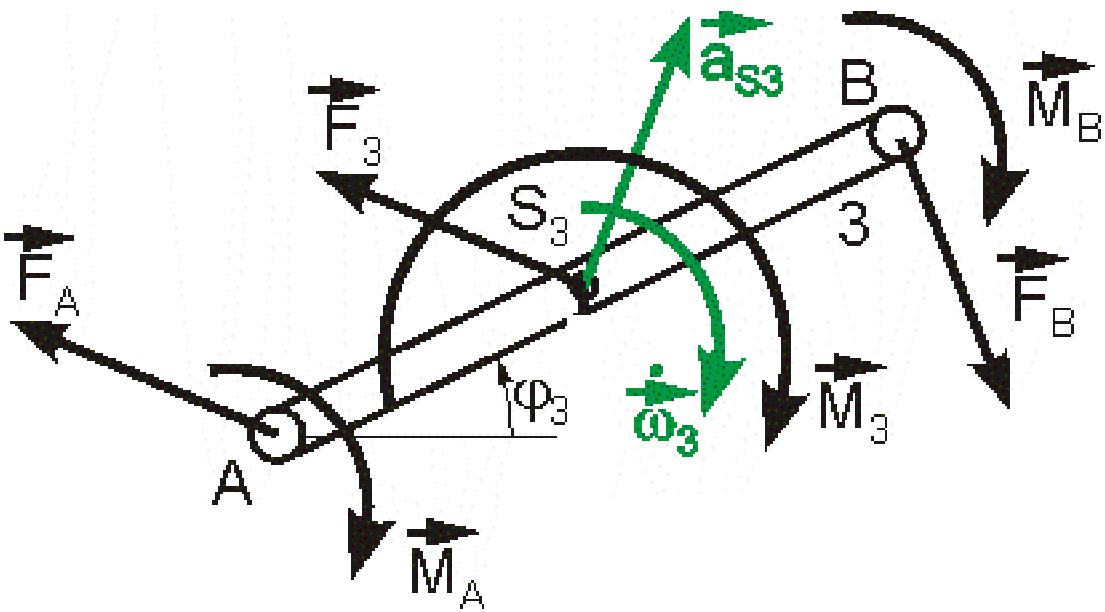
Zna se: $\ddot{x}_{S3}, \ddot{y}_{S3}, \ddot{\varphi}_{S3}\left(x_{S3}, y_{S3}, \varphi_{S3}\right)$

Treba naći: sile i momente koji deluju na telo



Sile i momenti koji delju na telo = sile i momenti + kinetostat.pritisci

Iz jednačina kretanja će se računati kinetostatički pritisci !

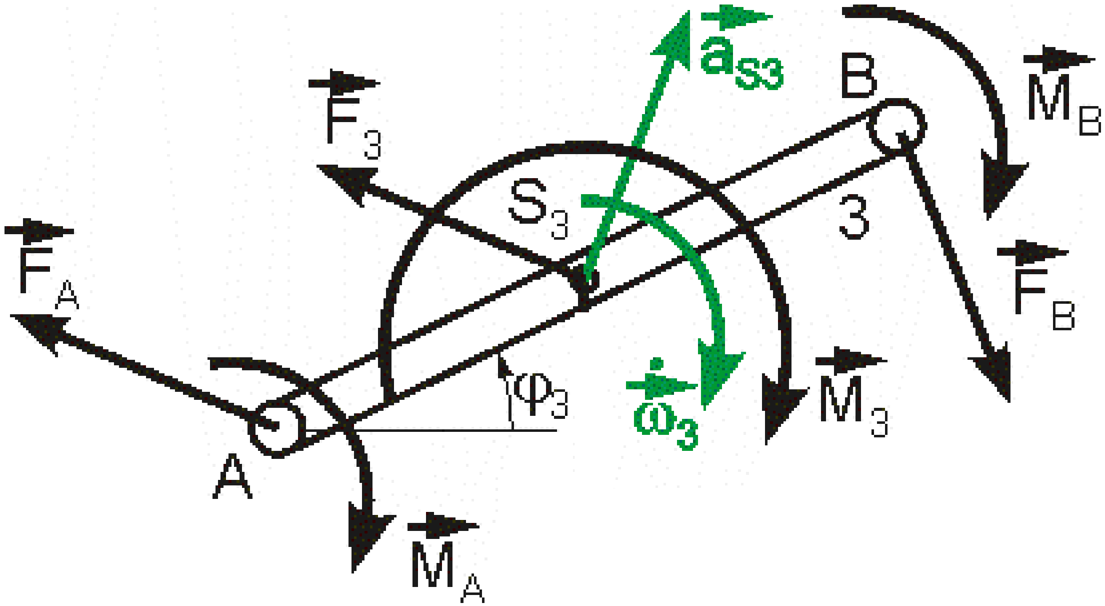


F_A, M_A – reakcije veze u tački A

F_B, M_B – reakcije veze u tački B

F_A, M_A, F_B, M_B – su promenljive u vremenu

Nazivaju se KINETOSTATIČKI PRITISCI.



F_{in3} – inercijalna sila člana 3
M_{in3} – inercijalni moment člana 3
F_{in3}, M_{in3} – su promenljive u vremenu

INERCIJALNE SILE I MOMENTI

$$m_3\vec{a}_{S3} = \vec{F}_3 + \vec{F}_A + \vec{F}_B$$

$$\boxed{-m_3\vec{a}_{S3}} + \vec{F}_3 + \vec{F}_A + \vec{F}_B = 0$$

$$\boxed{\vec{F}_{in3}} + \vec{F}_3 + \vec{F}_A + \vec{F}_B = 0$$

$$I_{S3}\dot{\vec{\omega}}_3 = \vec{M}_3 + \vec{M}_A + \vec{M}_{3B} + \overrightarrow{S_3A}\times\vec{F}_A + \overrightarrow{S_3B}\times\vec{F}_B$$

$$\boxed{-I_{S3}\dot{\vec{\omega}}_3} + \vec{M}_3 + \vec{M}_A + \vec{M}_{3B} + \overrightarrow{S_3A}\times\vec{F}_A + \overrightarrow{S_3B}\times\vec{F}_B = 0$$

$$\boxed{\vec{M}_{in3}} + \vec{M}_3 + \vec{M}_A + \vec{M}_{3B} + \overrightarrow{S_3A}\times\vec{F}_A + \overrightarrow{S_3B}\times\vec{F}_B = 0$$

$$\boxed{\sum \vec{F}_i(3) = 0}$$

D'Alamberov princip
Jednačine kretanja se mogu napisati **u obliku** statičkih jednačina ravnoteže.

$$\boxed{\sum \vec{M}_i(S_3,3) = 0}$$

DINAMIČKA ANALIZA

U okviru dinamičke analize mogu se raditi:

1. **Određivanje opterećenja koja zavise od kretanja - inercijalna opterećenja, trenje (otpor sredine).** Za razliku od korisnih (radnih) opterećenja koja su definisana zadatkom koji mehanizam treba da ostvari, pa su, prema tome, unapred poznata, ova opterećenja se mogu definisati tek kada je potpuno određeno kretanje.

2. **Određivanje unutrašnjih reakcija u vezama mehanizma - kinetostatičkih pritisaka.** Na osnovu veličine kinetostatičkih pritisaka se vrši dimenzionisanje članova (potreban poprečni presek) i veza mehanizma (izbor ležajeva).

3. **Određivanje pogonskog momenta - sile.** Da bi mehanizam mogao da savlada opterećenja i izvrši potrebno kretanje, pogonskom članu se stalno mora dovoditi pogonski moment ili sila (u zavisnosti od vrste kretanja).

DINAMIČKA ANALIZA

4. Poboljšavanje dinamičkih karakteristika mehanizma.

Jedan od načina poboljšanja je smanjenje dinamičkih opterećenja u mehanizmu usled sila inercije pogodnim oblikovanjem i preraspodelom mase članova - **uravnoteženje mehanizama i mašina**.

Dinamička efikasnost mehanizma zavisi od mogućnosti prenošenja pogonske sile od pogonskog do radnog člana, i veličine reakcija koja se pri tom izaziva. Ova karakteristika zavisi od **ugla pritiska** između članova.

5. Koeficijent korisnog dejstva definiše veličinu gubitaka koji se javljaju u mehanizmu prilikom kretanja.

INERCIJALNA SILA I MOMENT

Za elementarnu masu

$$d\vec{F_j} = -dm_j \cdot \vec{a}_j$$

Za telo (S je središte mase)

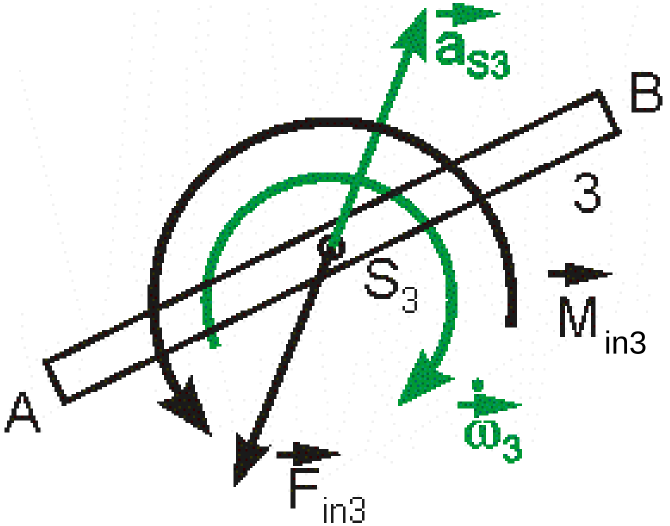
$$\vec{F_i} = -m \cdot \vec{a}_S$$

$$\vec{M_i} = -J_s \cdot \dot{\vec{\omega}}$$

Parametri

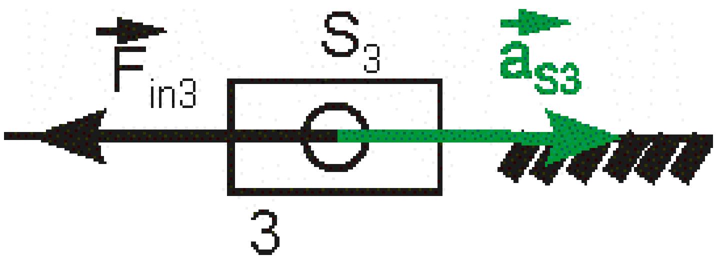
- Veličina
- Pravac
- Smer
- Napadna tačka

Ravno kretanje tela

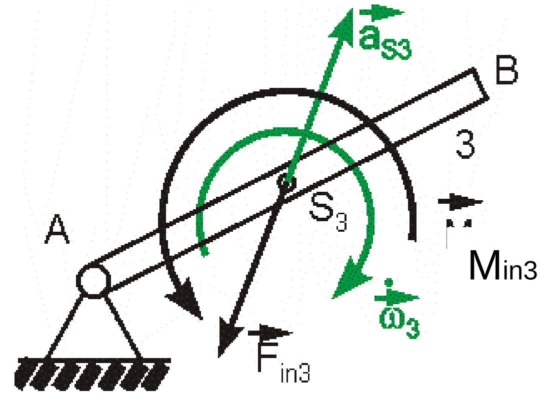


Specijalni slučajevi ravnog kretanja su:

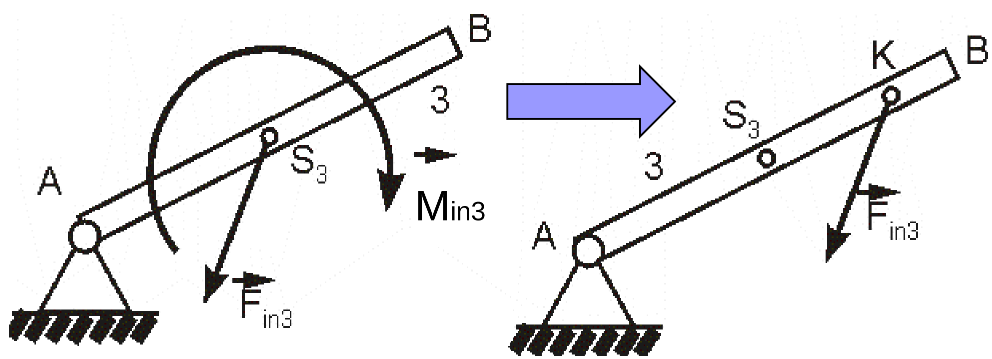
Translacija tela



Rotacija tela

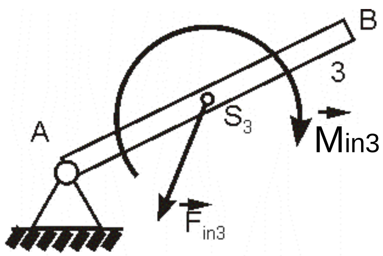


U slučaju rotacije, sistem M_{in3} i F_{in3} koji deluje u tački S_3 (težištu tela) može da se predstavi kao sila F_{in3} koja deluje u nekoj drugoj tački na telu (tačka K).

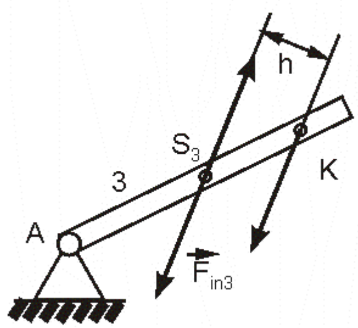


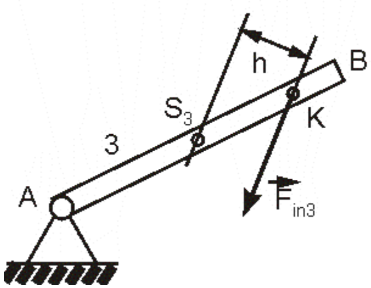
INERCIJALNA SILA I MOMENT

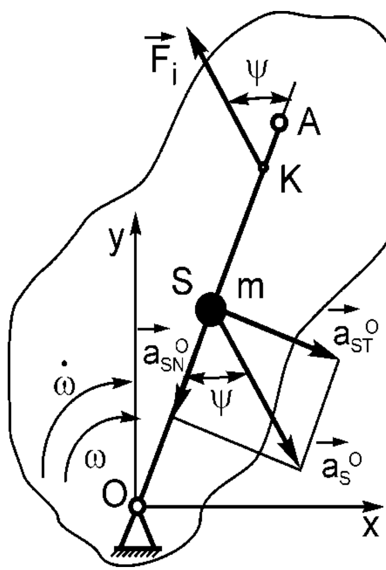
Štap koji vrši rotaciono kretanje



Redukcijom se **sistem sila/moment** koji deluje u tački S transformiše u **silu** koja deluje u K







$$M_i = F_i \cdot h_i \qquad M_i = \dot{\omega} \cdot J_s$$

$$F_i = m \cdot a_s \qquad \dot{\omega} = \frac{a^0_{ST}}{\overline{\overline{OS}}} = \frac{a_s \cdot \sin\psi}{\overline{OS}}$$

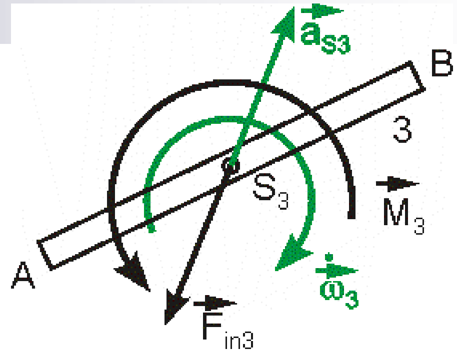
$$h_i = \overline{SK} \cdot \sin\psi \qquad J_S = m \cdot \rho^2$$

$$m \cdot a_S \cdot \overline{SK} \cdot \sin\psi = \frac{a_s \cdot \sin\psi}{\overline{OS}} \cdot m \cdot \rho^2$$

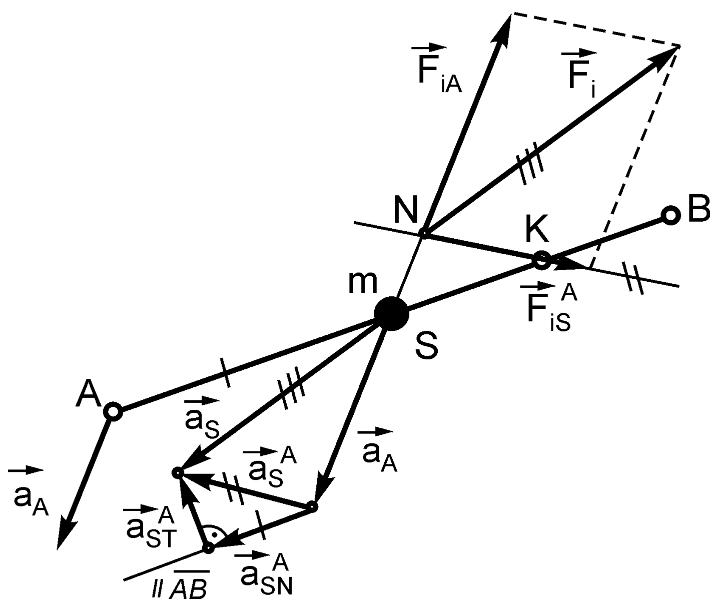
$$\overline{SK} = \frac{\rho^2}{\overline{\overline{OS}}} \qquad \overline{OK} = \overline{OS} + \frac{\rho^2}{\overline{\overline{OS}}}$$

INERCIJALNA SILA I MOMENT

Štap koji vrši ravno kretanje



Redukcijom se **sistem sila/moment** koji deluje u tački S transformiše u **silu** koja deluje u N (položaj se odredjuje grafički)



$$\vec{a}_S = \vec{a}_A + \vec{a}_S^A = \vec{a}_A + \vec{a}_{SN}^A + \vec{a}_{ST}^A$$

$$-m \cdot \vec{a}_S = -m \cdot \vec{a}_A - m \cdot \vec{a}_S^A = -m \cdot \vec{a}_A - m \cdot \vec{a}_{SN}^A - m \cdot \vec{a}_{ST}^A$$

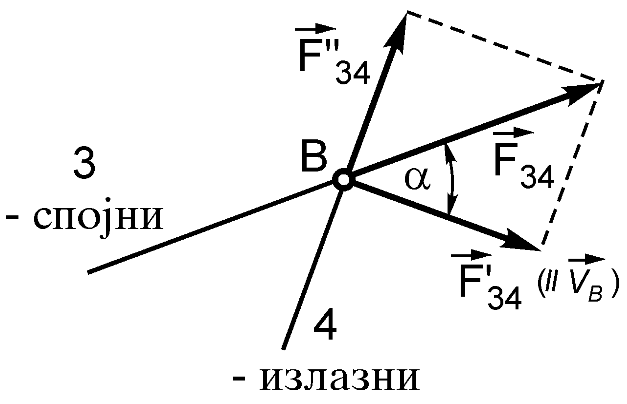
$$\boxed{\vec{F}_i = \vec{F}_{iA} + \vec{F}_{iS}^A}$$

$$\overline{AK} = \overline{AS} + \frac{\rho^2}{\overline{AS}}$$

UGAO PRITISKA

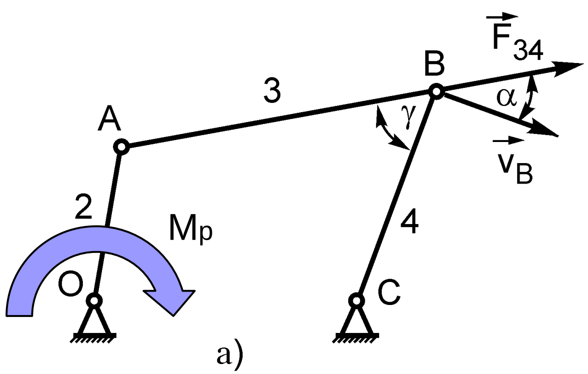
Važnu karakteristiku mehanizma predstavlja njegova sposobnost da se **pogonski moment ili sila prenesu od pogonskog do radnog elementa** i izvrši potreban rad, a kretanje obavi glatko i bez zastoja.

Ako se posmatra skica prenosnog i izlaznog (radnog) člana nekog mehanizma, može se uočiti da od sile *F* koja deluje na izlazni član, samo komponenta u pravcu apsolutne brzine tačke *B* vrši koristan rad, dok druga komponenta izaziva opterećenje ležaja. Zato se kao mera efikasnosti mehanizma definiše **ugao pritiska**. **To je ugao između pravca brzine tačke *B* i pravca statički definisane reakcije u tački *B*, obeležen sa α.**

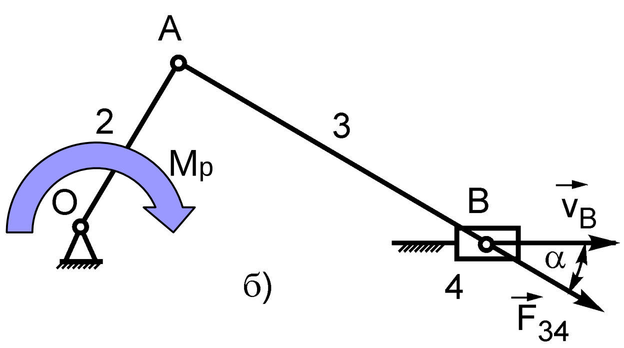


Ugao pritiska se menja tokom kretanja mehanizma. Mehanizam je **efikasniji ukoliko je ugao pritiska manji**. Za polužne mehanizme on prvenstveno zavisi od geometrijskih veličina - dužina članova, pa se on može postaviti i kao **dinamički uslov pri projektovanju** mehanizma.

UGAO PRITISKA – polužni mehanizmi

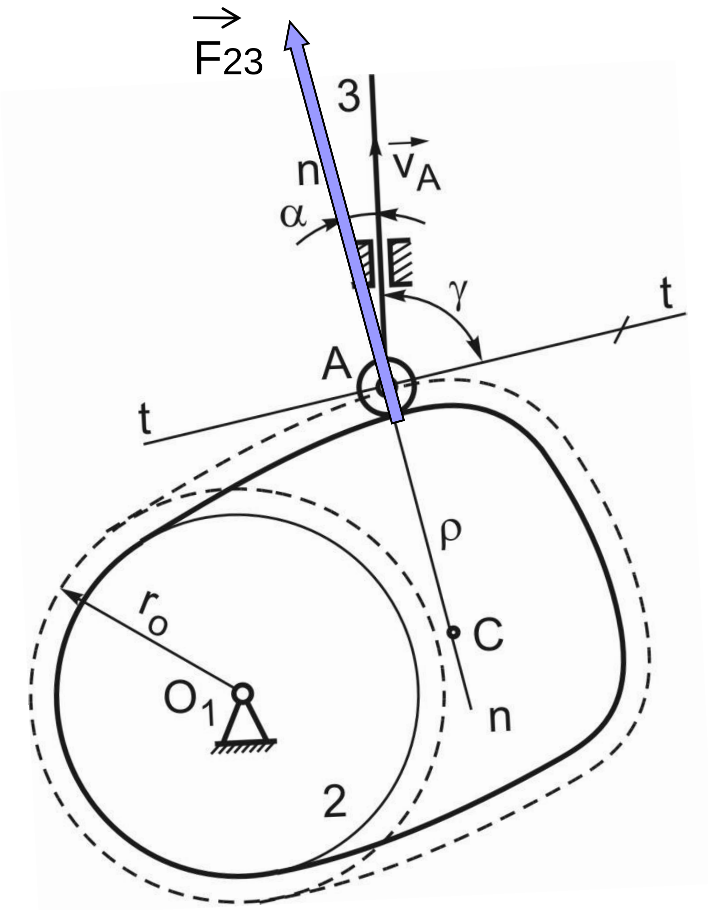


Kod zglobnog četvorougla, reakcija u zglobu *B* će pasti u pravac člana *3*. Brzina će biti upravna na izlazni član *4*. Tada se ugao pritiska α može definisati i kao *(90 - γ)*, gde je γ ugao između članova *3* i *4*, poznat još i kao ugao prenosa (transmisioni ugao).



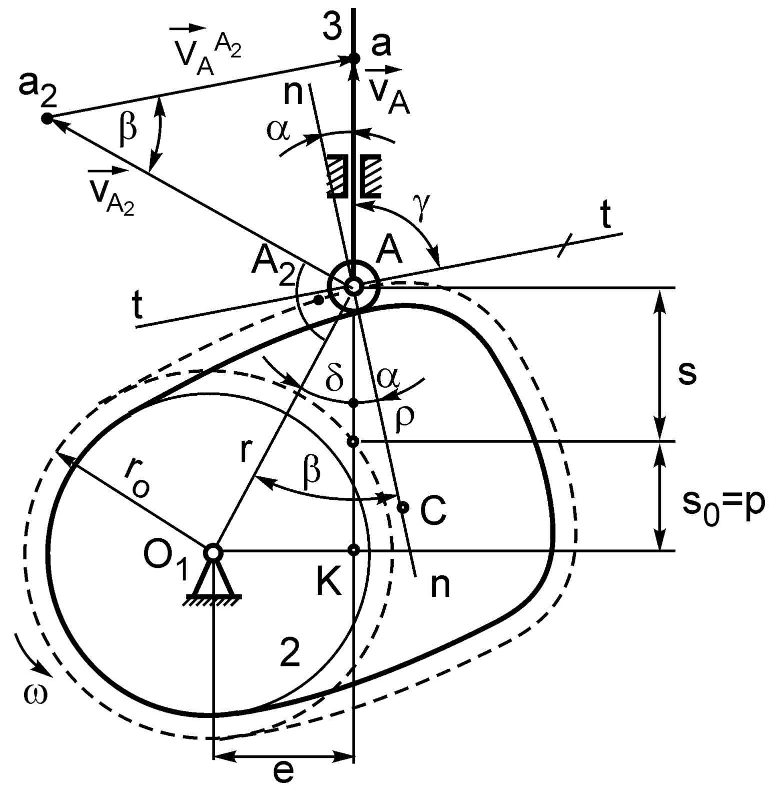
Kod klipnog mehanizma, ugao pritiska će biti ugao između spojnog člana *3* i pravca nepokretne vođice.

UGAO PRITISKA – bregasti mehanizmi



Za bregasti mehanizam, sila reakcije F_{23} na mestu kontakta brega i podizača je upravna na tangentu brega, pa se ugao pritiska može definisati kao ugao između pravca kretanja podizača i pravca koji spaja tačku kontakta sa centrom krivine brega. S obzirom da je veza između brega i podizača višeg reda, tj. da postoji i klizanje, može doći do velikih problema u radu. Zato se kod bregastih mehanizama, kao i kod drugih mehanizama sa vezama višeg reda, ovom problemu posvećuje velika pažnja.

UGAO PRITISKA – bregasti mehanizmi



$$\frac{v_A}{\sin\beta} = \frac{v_{A_2}}{\sin(90-\alpha)} = \frac{v_{A_2}}{\cos\alpha}$$

$$p = \sqrt{r_o^2 - e^2}$$

$$r = \frac{p+s}{\cos\delta} \qquad tg\delta = \frac{e}{p+s}$$

$$v_{A_2} = r\cdot\omega \qquad v_{A2} = \frac{p+s}{\cos\delta}\cdot\omega$$

$$\frac{v_A}{\sin(\alpha+\delta)} = \frac{(p+s)\cdot\omega}{\cos\alpha\cdot\cos\delta}$$

$$tg\delta + tg\alpha = \frac{v_A}{(p+s)\cdot\omega}$$

$$tg\alpha = \frac{\dfrac{v_A}{\omega} \pm e}{p+s}$$

Ugao pritiska zavisi od dve vrste parametara:

- kinematičkih – puta s i brzine v_A radnog elementa;
- geometrijskih - ekscentriciteta i poluprečnika osnovnog kruga (uočiti da je $p = f(r_o, e)$).