

Obr. 1.14

- a) vačkový mechanizmus s plochým centrickým zdvihákom,
b) štruktúrna schéma, c) uhly pre určenie koeficienta b

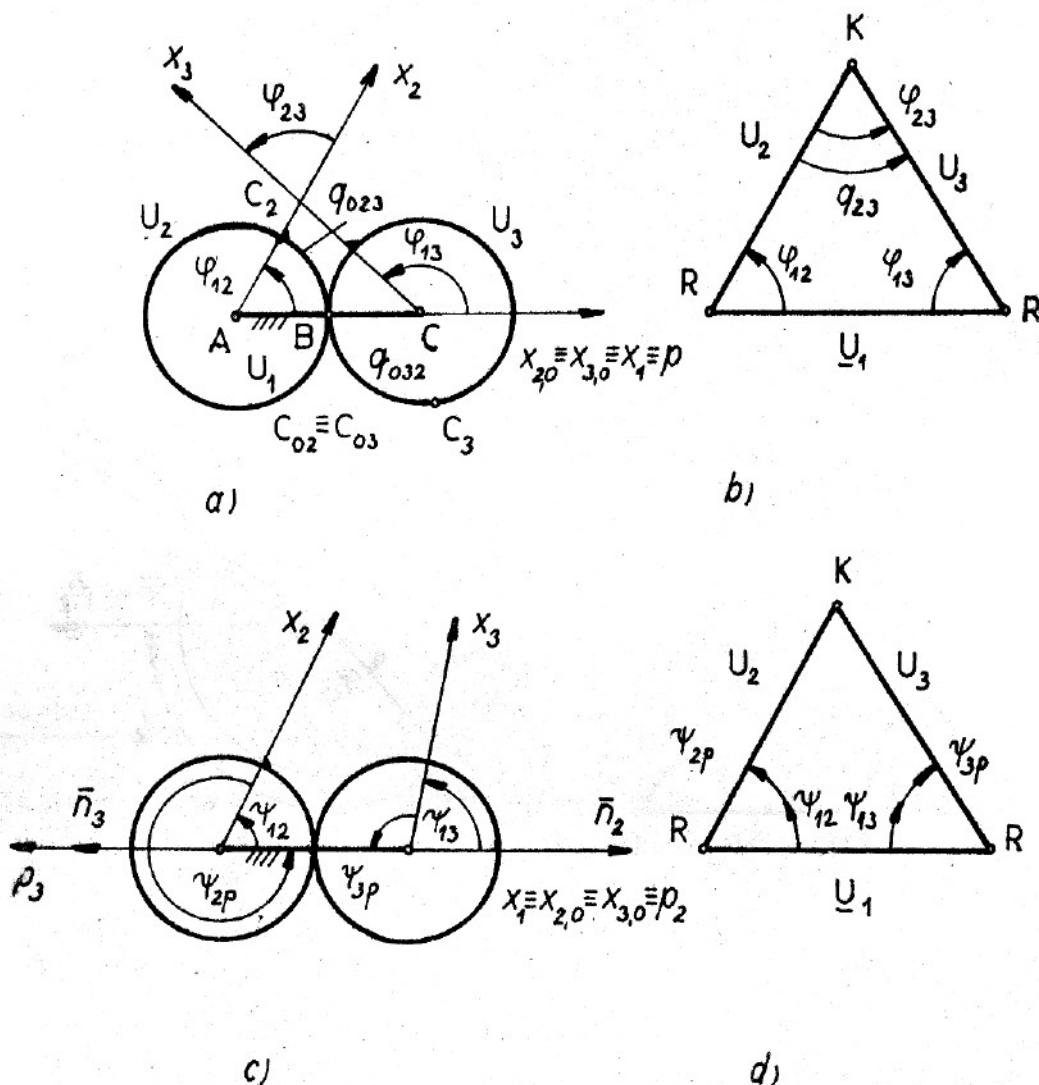
Označme q_{r23} výsledné relativne prekíznutie, pričom pre

$$\operatorname{sgn} q_{o23} = \operatorname{sgn} q_{o32} : q_{r23} = q_{o23} + q_{o32} \quad (1.69)$$

$$\operatorname{sgn} q_{o23} \neq \operatorname{sgn} q_{o32} : q_{r23} = q_{o23} - q_{o32} \quad (1.70)$$

Priklad 1.15

Stanovte lokálne súradnice polohy členov RM z obr. 1.15a a utvorte matematický model RM podľa obr. 1.15c s globálnymi súradnicami polohy členov.



Obr. 1.15

a) resp. b) lokálne resp. globálne súradnice polohy členov spojených nekorektným K spojením,
c), d) príslušné štruktúrne schémy

Riešenie

4. $v_m = 2$, $t_m = 2$, $t = 1$: $s_{12} = s_1 = 1(K)$, $t = 2$: $s_{22} = s_2 = 2(R)$,
 $n_v = 3$, $n_1 = 2$, $r_2 = 1$
 $g_m = 2$, $u_2 = u = 3$

$$k = 1, c = 4, n_k = 1, n_h = n^8 = n = 2, n_n = 1, z = 3, z^8 = 2, \\ m = 4, d = 3, d^8 = 2$$

5. $r_1: \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \end{matrix}$ $k_1: 1231$ $k_1: ABCA$ (úsečka)

8. konštantné rozmery:

$$h_2, h_3$$

lokálne súradnice polohy členov:

$$\begin{aligned} q_1 &= q_{n1} = \varphi_{12} \\ q_2 &= q_{n2} = \varphi_{13} \\ q_3 &= q_{z1} = \varphi_{23} \\ q_4 &= q_{z2} = q_{r23} \end{aligned} \tag{1.71}$$

globálne súradnice polohy členov:

$$\begin{aligned} \psi_1 &= \psi_{n1} = \psi_{12} \\ \psi_2 &= \psi_{n2} = \psi_{13} \\ \psi_3 &= \psi_{z1} = \psi_{2p} \\ \psi_4 &= \psi_{z2} = \psi_{3p} \end{aligned} \tag{1.72}$$

9,10. Keďže sa telesá U_2, U_3 môžu otáčať nezávisle od seba, nemôžeme aplikovať vžobnú prípadnú rovnicu (1.64). Neznáme uhly ψ_{2p}, ψ_{3p} určíme ako doplnkové uhly podľa (1.15) pre dané uhly ψ_{12}, ψ_{13} .

Obr. 1.15

1.2.4 Globálne a lokálne súradnice polohy členov RM s nekorektným uzatvoreným valivým V spojením

V TM sme odvodili, že dve telesá spojené V spojením sa môžu po sebe vaľiť len vtedy, ak ich spoločný bod dotyku leží na príslušnej pólovej priamke.

Z dôvodu existencie permanentnej singulárnej vzájomnej polohy telies viazaných V spojením je V spojenie trvalo čiastočne pasívne a pre triedu $t = 2$ (dve väzbové podmienky) máme pre každé V spojenie počet $n_n = 1$.

Kedže povrchy elementov V spojenia môžu voči sebe virtuálne prekíznuť je V spojenie kinematicky ekvivalentné s prekízajúcim K spojením. Potom pre každé V spojenie máme v matematickom modeli RM jednu priavnu väzbovú podmienku valenia, ktorá ostáva v platnosti pre konečné premiestnenia telies.

Ak základná slučka degeneruje na úsečku, potom neznáme súradnice polohy môžeme určiť len z príavných väzobných rovníc tak, že vyznačíme začiatočné polohy osí lokálnych súradnicových systémov v čase $t = t_0$ spravidla $x_{i,0} = x_i$.

Na opis polohy členov spojených V spojením využívame lokálne súradnice polohy a príslušné globálne súradnice získame z transformačných vzťahov.

Označme φ_{oi} uhol pootočenia lokálneho súradnicového systému telesa U_i od začiatočnej $O_i(x_{i,0}, y_{i,0})$ po polohu v čase t : $O_i(x_i, y_i)$.

Globálne súradnice ψ_{1i} polohy telesa U_i v čase t vypočítame pre $x_{i,0} = x_i$ ak $\varphi_{oi} > 0$ podľa transformačného vzťahu

$$\psi_{1i} = \varphi_{oi} - 2\pi p_{oi} \quad (1.73)$$

kde p_{oi} je počet otočení telesa U_i o uhol 2π a pre $\varphi_{oi} < 0$

$$\psi_{1i} = 2\pi + (\varphi_{oi} - 2\pi p_{oi}) \quad (1.74)$$

Lokálne súradnice polohy φ_{1i} vyjadrimo pre libovoľný uhol φ_{oi}

$$\varphi_{1i} = \varphi_{oi} - 2\pi p_{oi} \quad (1.75)$$

Potom pre $0 < \varphi_{1i} \leq \pi$ bude globálna súradnica

$$\psi_{1i} = \varphi_{1i} \quad (1.76)$$

a pre $\varphi_{1i} < 0$

$$\psi_{1i} = 2\pi - \varphi_{1i} \quad (1.77)$$

Podľa TM lokálne súradnice polohy centrálneho kolesa C, ramena R a planétového kolesa P sú viazané vzťahom

$$\begin{aligned} TM(3.19ch) \quad \varphi_{1C} - \varphi_{1C,0} &= \left(1 + \frac{R_P}{R_C}\right) (\varphi_{1R} - \varphi_{1R,0}) - \\ &- \frac{R_P}{R_C} (\varphi_{1P} - \varphi_{1P,0}) \end{aligned} \quad (1.78)$$

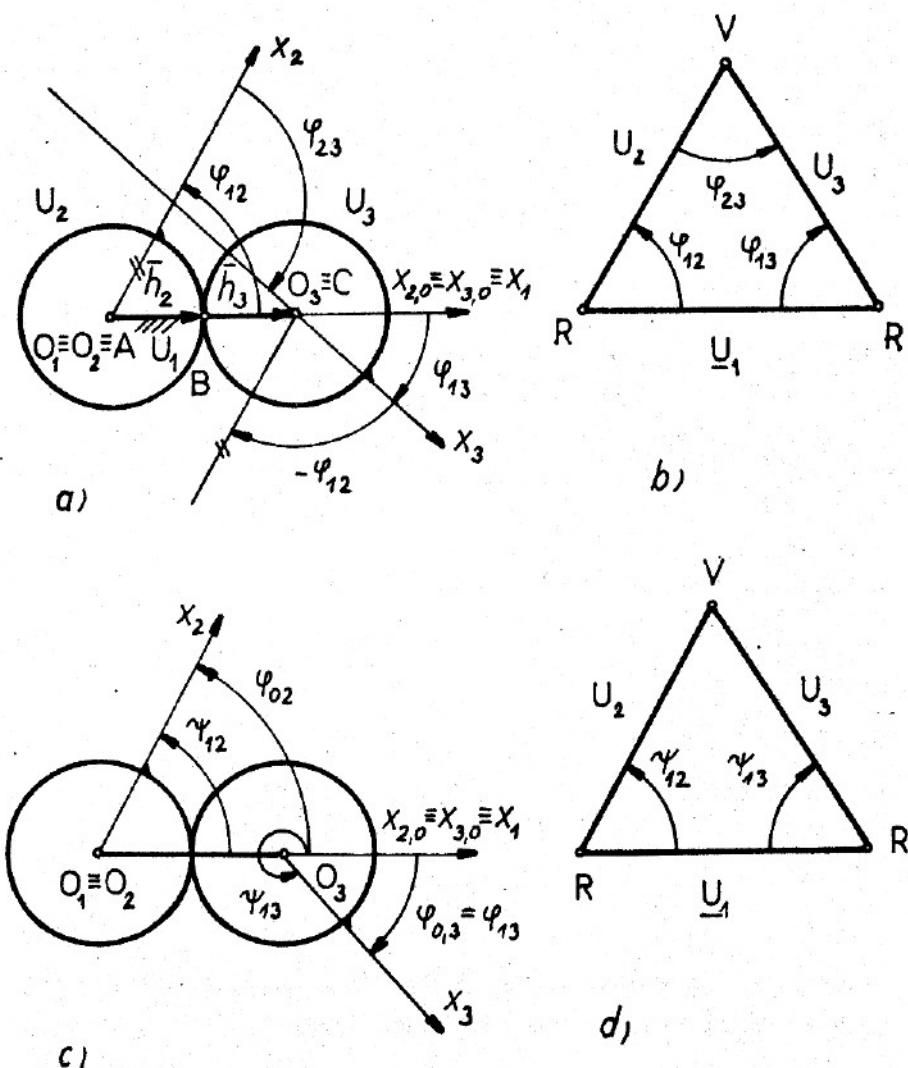
podľa obr. 3.24 TM.

Lokálne súradnice polohy kolies U_2, U_3 v čelnom súkolesí budú

$$\text{TM(3.19j)} \quad \varphi_{12} - \varphi_{12,0} = - \frac{R_3}{R_2} (\varphi_{13} - \varphi_{13,0}) \quad (1.79)$$

Príklad 1.16

Stanovte lokálne aj globálne súradnice polohy členov RM z obr. 1.16a, ktoré sú spojené V spojením, pričom člen U_2 je hnací.



Obr. 1.16

a) resp. b) lokálne, resp. globálne súradnice polohy členov spojených valivým V spojením, c) resp. d) štruktúrne schémy s lokálnymi resp. globálnymi súradnicami polohy členov

Riešenie

4. Všetky hodnoty sú rovnaké ako v príklade 1.15.

5. 123

$r_1: 123 \quad k_1: 1231 \quad k_1: ABCA$ (úsečka)

8. h_2, h_3

lokálne súradnice polohy:

$$q_1 = q_{n1} = \varphi_{12}$$

$$q_2 = q_{z1} = \varphi_{23}$$

$$q_3 = q_{z2} = \varphi_{13}$$

Podľa (1.79) určíme φ_{13} a uhol φ_{23} z rovnice

$$TM(3.18b) \quad \varphi_{13} = \varphi_{12} + \varphi_{23} \quad (1.80)$$

Podľa obr. 1.16b je $\varphi_{02} > 0$ a $\varphi_{03} < 0$, potom

$$\psi_{12} = \varphi_{12} = \psi_{n1} \quad (1.82)$$

$$\psi_{13} = 2\pi - \varphi_{13} = \psi_{z1} \quad (1.83)$$

sú globálne súradnice polohy.

Príklad 1.17

Utvorte matematický model pre RM z obr. 1.17a, pričom členy U_2, U_3 a U_3, U_4 sú spojené V spojením. Hnací člen je U_2 .

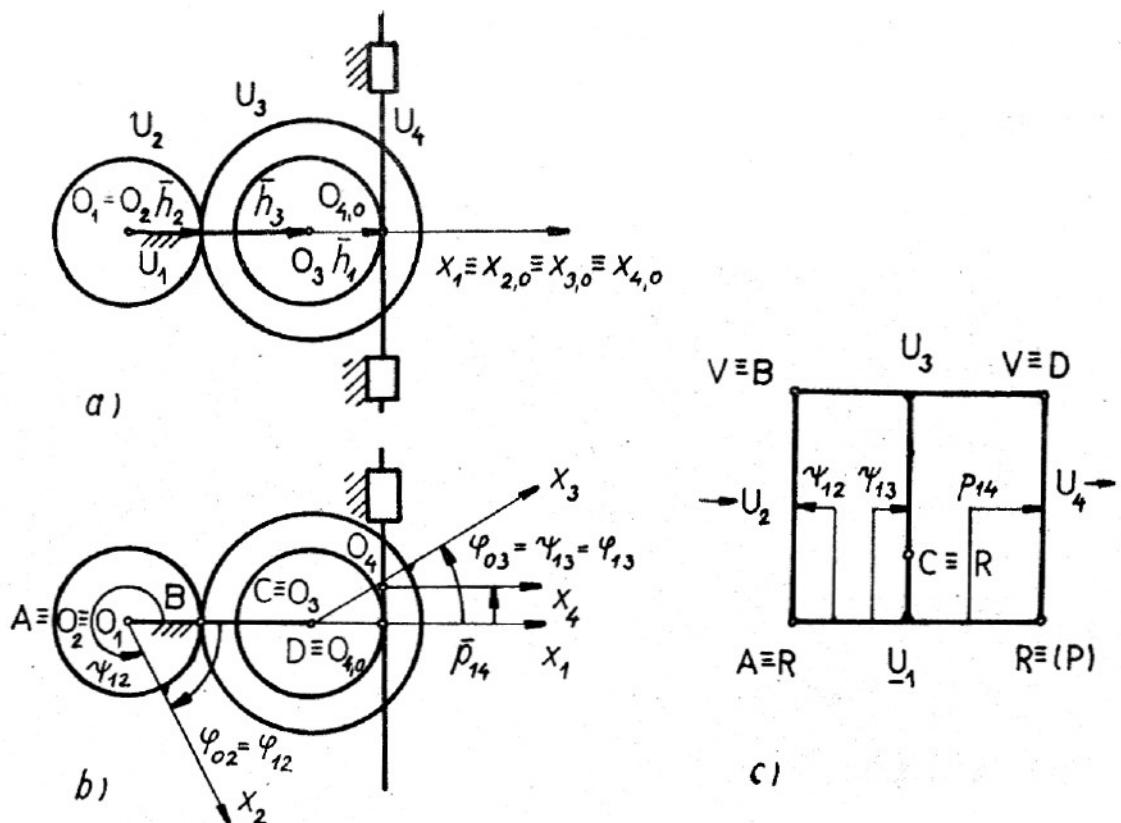
Riešenie

RM ručného zdviháka má podľa 1.17a nadbytočné (redundantné) P spojenie, ktoré pred kinematickou analýzou odstránime (obr. 1.17b), potom podľa postupu bude

4. $v_m = 2, t_m = 2, s_{22} = s_2 = s = 5, n_v = 3, n_2 = 1$

$$g_m = 3, u_2 = u_3 = 2, u = 4$$

$$k = 2, c = 5, n_k = -1, n_h = n^8 = n = 1, n_n = 2 \text{ (2V)}, m = 6, z^8 = 4, m = 3, d = 4, d^8 = 2$$



Obr. 1.17

a) RM ručného zdviháka s nadbytočným posuvným P spojením, b) RM s globálnymi súradnicami polohy členov, c) štruktúrna schéma

5.	1234		
r_1 :	123	k_1 :	1231
r_2 :	4	k_2 :	1341

$k_1: ABCA$ (úsečka)
 $k_2: CD(P)C$ (úsečka)

8. $h_1, h_2 = R_2, h_3 = R_3$

globálne súradnice polohy členov budú:

$$\begin{aligned} \psi_1 &= \psi_{n1} = \psi_{12} \\ \psi_2 &= \psi_{z1} = \psi_{13} \\ \psi_3 &= \psi_{z2} = p_{14} \end{aligned} \tag{1.84}$$

9.,10. Pretože základné slučky degenerovali do úsečiek, na určenie neznámych závislých globálnych súradníc ψ_{13}, p_{14} využijeme len príavné väzobné rovnice pre V spojenia.

Do rovnice (1.79) dosadíme podľa obr. 1.17a,b

$$\psi_{12,0} = \varphi_{12,0} = 0$$

$$\psi_{13,0} = \varphi_{13,0} = 0$$

a pre $p_{02} = p_{03} = 0$ je podľa (1.75)

$$\varphi_{12} = \varphi_{02}$$

$$\varphi_{13} = \varphi_{03}$$

Potom podľa (1.77) pre $\varphi_{12} < 0$ bude

$$\psi_{12} = 2\pi - \varphi_{12} \quad (1.85)$$

podľa (1.76) pre $\varphi_{13} > 0$

$$\psi_{13} = \varphi_{13} \quad (1.86)$$

Rovnica (1.79) pre lokálne súradnice má pre globálne súradnice tvar

$$\psi_{13} = \frac{h_2}{h_3} (2\pi - \psi_{12}) + \varphi_{12} + \frac{h_3}{h_2} \varphi_{13} - 2\pi = 0 \quad (1.87)$$

Prídavná väzobná rovnica pre V spojenie členov U_3, U_4 , pričom člen U_4 koná posuvný pohyb voči U_1 bude

$$p_{14} - p_{14,0} = h_1 (\psi_{13} - \psi_{13,0}) \quad (1.88)$$

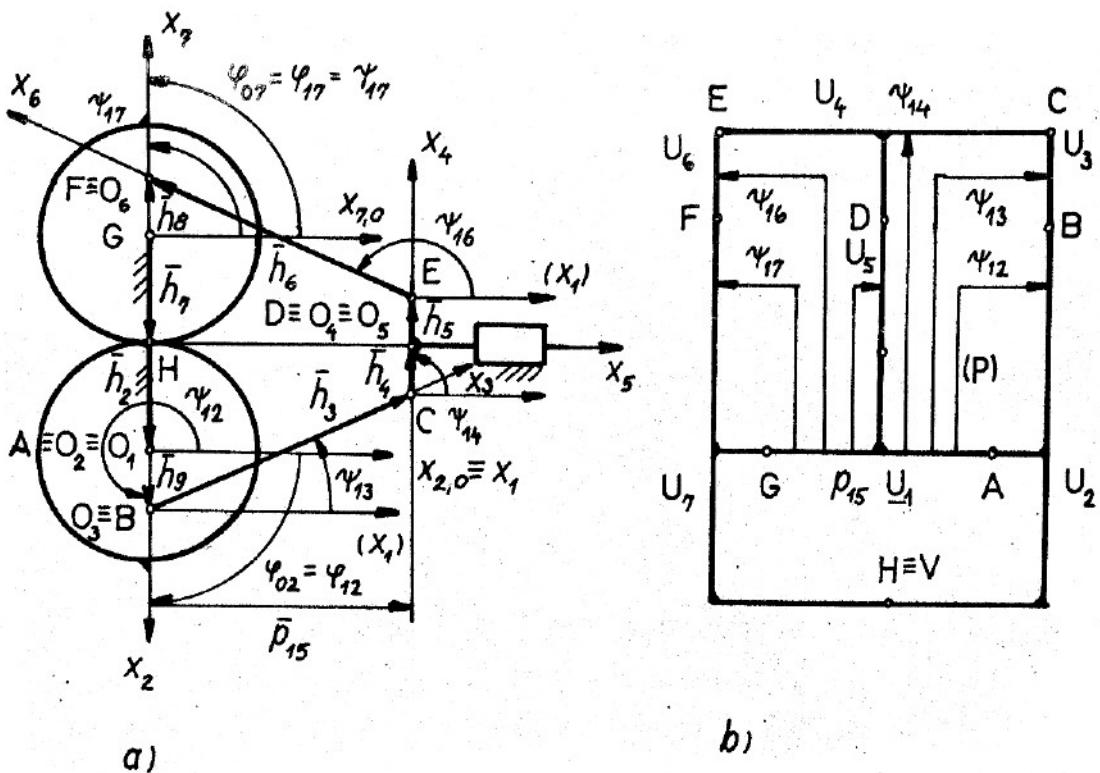
pre $p_{14,0} = 0, \psi_{13,0} = 0$ je po dosadení

$$p_{14} = h_1 \psi_{13} = \frac{h_1 h_2}{h_3} (2\pi + \psi_{12}) \quad (1.89)$$

Rovnice (1.87), (1.89) tvoria matematický model daného RM.

Príklad 1.18

Utvorte matematický model pre RM z obr. 1.18a, v ktorom sú členy U_2, U_7 spojené valivým V spojením a člen U_2 je hnací.



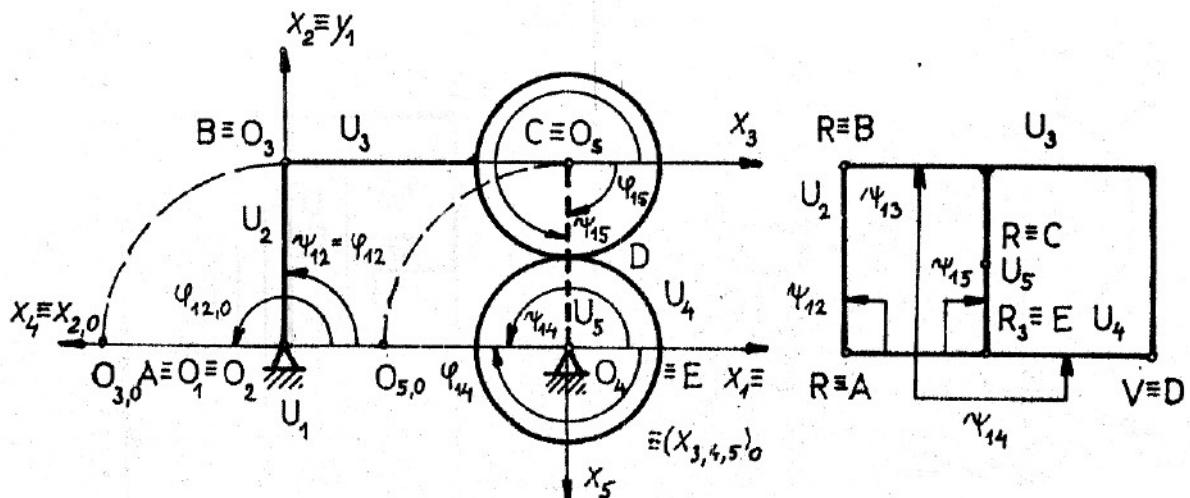
Obr. 1.18

a) RM s valivým V spojením, b) štruktúrna schéma

1.2.5 Globálne a lokálne súradnice polohy členov RM s nekorektným otvoreným valivým V spojením

Nekorektné uzavorené valivé V spojenie dvoch členov spĺňalo okrem podmienky valenia (dotykový bod trvalo patrí pólovej priamke) aj geometrickú väzbu trvalého kontaktu profilov členov (príklady 1.16, 1.17, 1.18). Rovinné mechanizmy na obr. 1.19 resp. 1.20 majú členy U₃, U₄ resp. U₁, U₄ spojené nekorektným otvoreným valivým V spojením.

Nekorektnosť otvoreného V spojenia odstráníme tak, že do sústavy telies vložíme fiktívny člen, ktorým nahradíme chýbajúcu geometrickú väzbu, pričom v RM na obr. 1.19 to bude rotujúci a v RM na obr. 1.20 posúvajúci sa fiktívny člen.



Obr. 1.19

a) RM s otvoreným valivým V spojením a rotujúcim fiktívnym členom, b) štruktúrna schéma

Príklad 1.19

Utvorte matematický model pre RM z obr. 1.19a s otvoreným V spojením členov U_3 , U_4 ak hnací člen bude U_2 .

Riešenie

Podľa teoretického úvodu v čl. 1.2.5 vložíme do sústavy členov rotujúci fiktívny člen U_5 a pokračujeme podľa štandardného postupu.

$$4. \quad v_m = 3, t_m = 2, s_{22} = 3(R) + 1(V) = 4, s_{23} = 1(R_3), s_2 = s = 6, \\ n_v = 3, n_2 = 1$$

$$g_m = 3, u_2 = 3 + 1(U_5) = 4, u_3 = 1, u = 5$$

$$k = 2, e = 6, n_k = 0, n_h = n^s = n = 1, n_n = 1(V), z = 6, z^s = 5, \\ m = 4, d = 4, d^s = 3$$

5. 12345

$$r_1: 123\ 5$$

$$k_1: 12351$$

$$k_1: ABCEA$$

$$r_2: 4$$

$$k_2: 15341$$

$$k_2: EDCE \text{ (úsečka)}$$

8. konštantné rozmery:

$$h_1 \div h_6$$

globálne súradnice polohy členov:

$$\begin{aligned}\Psi_1 &= \Psi_{n1} = \Psi_{12} \\ \Psi_2 &= \Psi_{z1} = \Psi_{13} \\ \Psi_3 &= \Psi_{z2} = \Psi_{14} \\ \Psi_4 &= \Psi_{z3} = \Psi_{15}\end{aligned}\tag{1.90}$$

9., 10. $k_1: 12351 \quad k_1: ABCEA$

$$h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 0 \tag{1.91}$$

$$x: -h_1 + h_2 \cdot \Psi_{n1} + h_3 \cdot \Psi_{z1} + h_4 \cdot \Psi_{z2} = 0$$

$$y: h_2 \cdot \Psi_{n1} + h_3 \cdot \Psi_{z1} + h_4 \cdot \Psi_{z2} = 0 \tag{1.92a,b}$$

k_2 degenerovala na úsečku, potom ak označíme $P \equiv U_3$, $R \equiv U_5$, $C \equiv U_4$, $R_P \equiv h_6$, $R_C \equiv h_5$ prídavná rovnica podľa (1.78) pre lokálne súradnice polohy bude mať tvar

$$\varphi_{14} = \left(1 + \frac{h_6}{h_5} \right) \varphi_{15} - \frac{h_6}{h_5} \varphi_{13} \tag{1.93}$$

Z obr. 1.19a vyplýva, že $\varphi_{12} > 0$, teda

$$\Psi_{12} = \varphi_{12} \tag{1.94}$$

$$\Psi_{13} = \varphi_{13} = 0, \quad \varphi_{14} < 0$$

potom

$$\Psi_{14} = 2\pi - \varphi_{14} \tag{1.95}$$

$$\varphi_{15} < 0$$

preto bude

$$\Psi_{15} = 2\pi - \varphi_{15} \tag{1.96}$$

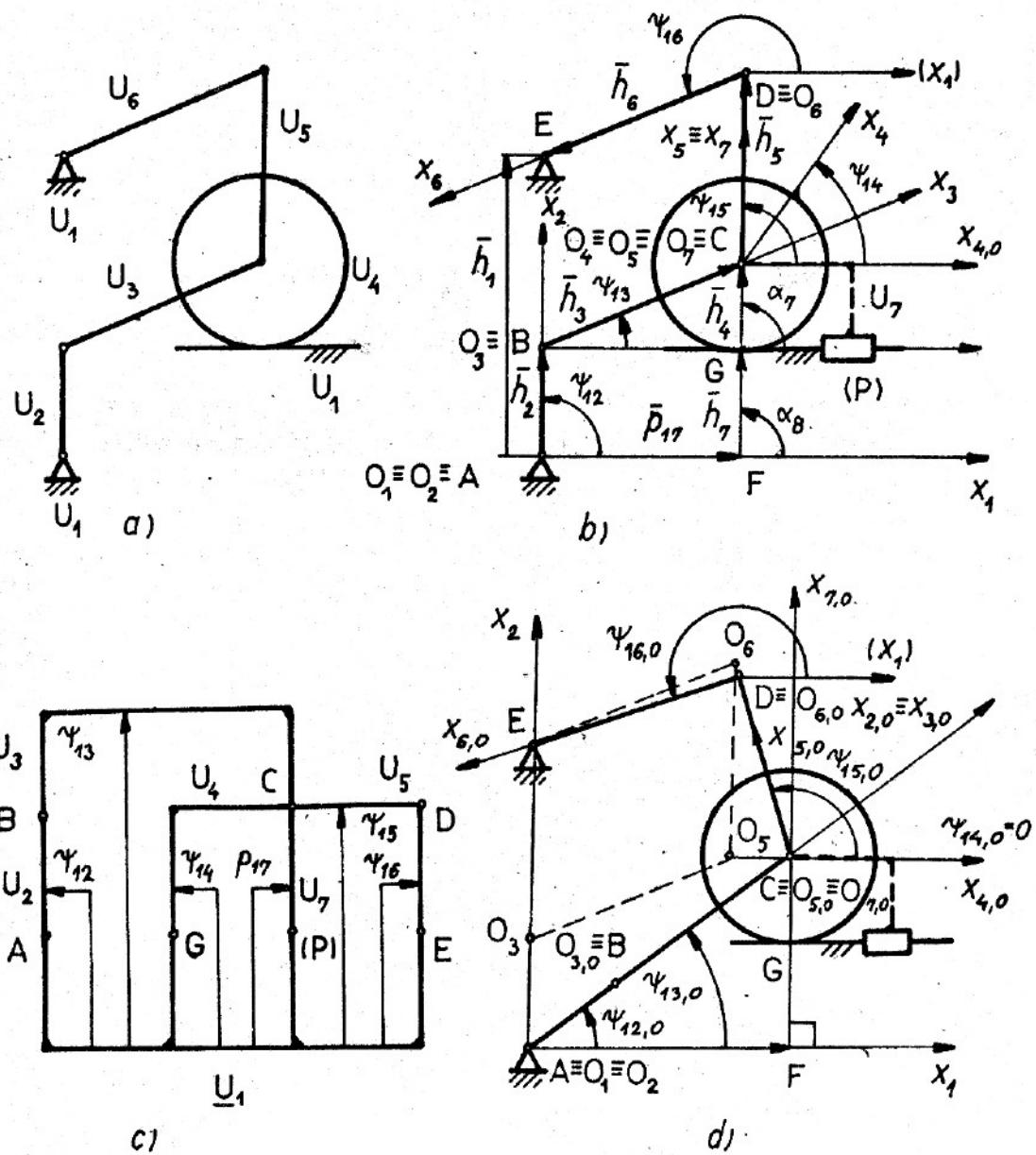
Po dosadení do (1.93) a úprave

$$\Psi_{z2} = 2\pi - \left(1 + \frac{h_6}{h_5} \right) (2\pi - \Psi_{z3}) \tag{1.97}$$

Rovnice (1.92a,b), (1.97) tvoria matematický model RM.

Príklad 1.20

Utvorte matematický model pre RM z obr. 1.20a s otvoreným V spojením členov U_1 , U_4 ak hnací člen bude U_2 .



Obr. 1.20

a) RM s otvoreným valivým V spojením a posúvajúcim sa fiktívnym členom, b) začiatočné polohy lokálnych súradnicových systémov, c) štruktúrna schéma

Riešenie

Podľa teoretického úvodu v čl. 1.2.5 vložíme do sústavy členov fiktívny posúvajúci sa člen U_7 a pre novú sústavu členov urobíme štruktúrnu analýzu podľa štandardného postupu.

4. $v_m = 4, t_m = 2, s_{22} = 4(R) + 1(V) + 1(P) = 6, s_{24} = 1(R_4),$
 $s_2 = s = 9, n_v = 4, n_2 = 1$
 $g_m = 4, u_2 = 6, u_4 = 1, u = 7$
 $k = 3, c = 9, n_k = 0, n_h = n_s = n = 1, n_n = 1(V), z = 9, z^B = 8,$
 $m = 6, d = 6, d^B = 5$

5. 1234567
 $r_1: 1234 \quad k_1: 12341 \quad k_1: ABCGFA$
 $r_2: 56 \quad k_2: 123561 \quad k_2: ABCDEA$
 $r_3: 7 \quad k_3: 1471 \quad k_3: GC(P)G$ (úsečka)

8. konštantné rozmery budú

$$h_1 \neq h_7$$

a globálne súradnice polohy:

$$\begin{aligned}\Psi_1 &= \Psi_{n1} = \Psi_{12} \\ \Psi_2 &= \Psi_{z1} = \Psi_{13} \\ \Psi_3 &= \Psi_{z2} = \Psi_{14} \\ \Psi_4 &= \Psi_{z3} = \Psi_{15} \\ \Psi_5 &= \Psi_{z4} = \Psi_{15} \\ \Psi_6 &= \Psi_{z5} = p_{17}\end{aligned}\tag{1.98}$$

- 9, 10. $k_1: 1241 \quad k_1: ABCGFA$

$$\bar{h}_2 + \bar{h}_3 - \bar{h}_4 - \bar{h}_7 - \bar{p}_{17} = \bar{0} \tag{1.99}$$

$$x: f_1 = h_2 \cdot \Psi_{n1} + h_3 \cdot \Psi_{z1} - \Psi_{z5} = 0 \tag{1.100}$$

$$y: f_2 = h_2 \cdot s \Psi_{n1} + h_3 \cdot s \Psi_{z1} - h_4 - h_7 = 0 \tag{1.101}$$

$$k_2: 123561 \quad k_2: ABCDEA$$

$$\bar{h}_2 + \bar{h}_3 + \bar{h}_5 + \bar{h}_6 - \bar{h}_1 = \bar{0} \quad (1.102)$$

$$x: f_3 = h_2 \cdot \psi_{n1} + h_3 \cdot \psi_{z1} + h_5 \cdot \psi_{z3} + h_6 \cdot \psi_{z4} = 0 \quad (1.103)$$

$$y: f_4 = h_2 \cdot s_{\psi_{n1}} + h_3 \cdot s_{\psi_{z1}} + h_5 \cdot s_{\psi_{z3}} + h_6 \cdot s_{\psi_{z4}} - h_1 = 0 \quad (1.104)$$

ZS k_3 degenerovala na úsečku, preto použijeme príavnú rovnicu typu (1.79), ktorá vyjadruje podmienku valenia pre dve ozubené kolesá. V našom prípade sa valí ozubené koleso po ozubenej tyči, potom z rovnosti dĺžky odvaleného oblúka na ozubenom kolese a odvaleného úseku na ozubenej tyči vyplýva podmienka

$$p_{17} - p_{17,0} = - h_4 (\psi_{14} - \psi_{14,0}) \quad (1.105)$$

Znamienko - v rovnici (1.105) vyplýva podľa obr. 1.20b z toho, že pre $p_{17} - p_{17,0} < 0$ bude $\psi_{14} - \psi_{14,0} > 0$.

Z rovnice (1.105) vyjadrieme neznámú ψ_{14}

$$\psi_{14} = \psi_{14,0} - \frac{p_{17} - p_{17,0}}{h_4} \quad (1.106)$$

Rovnice (1.100), (1.101), (1.103), (1.104), (1.106) tvoria matematický model daného RM.

Príklad 1.21

Utvorte matematický model rovinného mechanizmu planétovej prevodovky z obr. TM 3.24d,e.

Príklad 1.22

Vypočítajte pohyblivosť RM podvozka automobilu z obr. 1.22a s valivými spojeniami členov U_1, U_2 a U_3, U_4 .

Riešenie

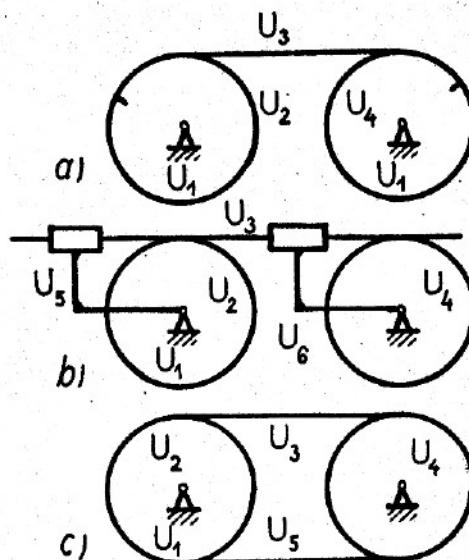
Valivé spojenia členov U_1, U_2 a U_3, U_4 sú otvorené, preto pred výpočtom pohyblivosti vložíme do sústavy fiktívne členy U_5, U_6 (obr. 1.22b). Potom pre

$$v_m = 3, t_m = 2, s_{22} = 2(P) + 2(V) = 4, s_{23} = 2(R_3), s_2 = s_8 = 8, n_v = 3$$

$$g_m = 4, u_2 = 5, u_4 = 1, u = 6$$

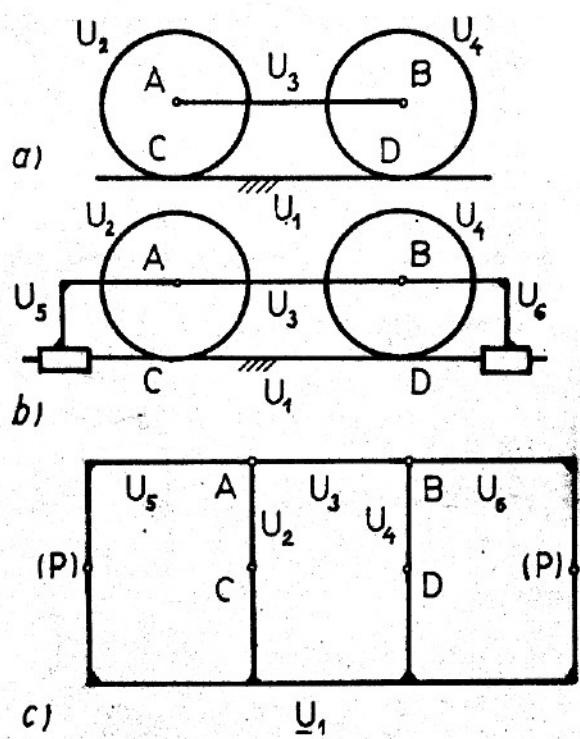
$$n_k = -1, n_n = 2, n^8 = 1$$

teda daný RM môže mať jeden vstupný hnutí člen.



Obr. 1.21

RM planétovej prevodovky
a) bočný, b) čelný pohľad



Obr. 1.22

a) RM podvozka automobilu, b) RM fiktívnymi členmi
 U_5, U_6 , c) štruktúrna schéma

1.3 ROVINNÉ MECHANIZMY S OHYBNÝMI ČLENMI

V stavebných, úpravníckych a polnohospodárskych strojoch a zariadeniach sa často vyskytujú ohybné členy (laná, reťaze, remene), ktoré môžu prenášať len tiahové sily (obr. 1.21a,c).

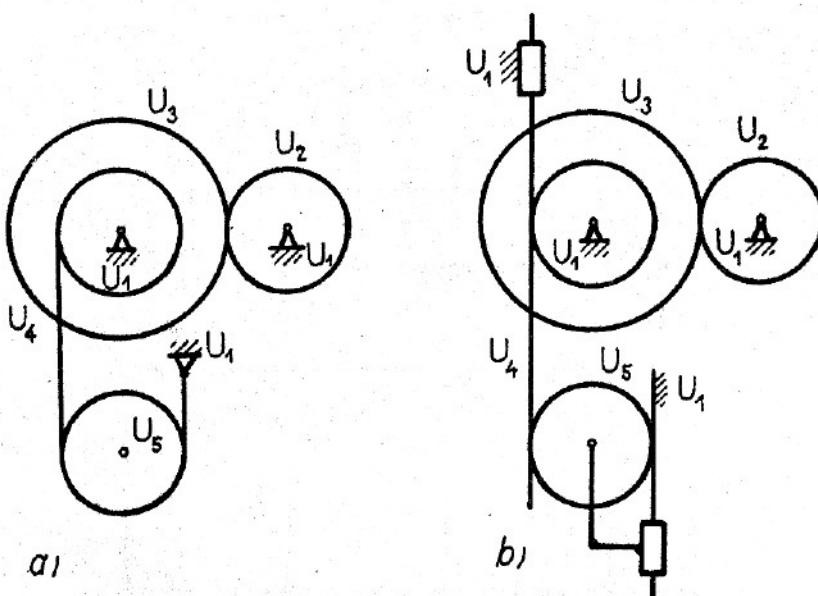
Pri výpočte pohyblivosti RM otvorený ohybný člen (obr. 1.21a) kinematicky ekvivalentne nahradíme ozubenou tyčou a kladku ozubeným kolesom (obr. 1.21b).

Ak sú vzniknuté valivé V spojenia otvorené, potom pred kinematickou analýzou RM vložíme do sústavy fiktívne členy (na obr. 1.21b sú to členy U_5 , U_6).

Ak nahradíme uzatvorený ohybný člen v obr. 1.21c členmi U_3 , U_5 , potom je jeden z nich nadbytočný (redundantný), preto ho vo výpočte pohyblivosti neuvažujeme, teda náhradný RM je opäť na obr. 1.21b.

Príklad 1.23

Vypočítajte skutočnú pohyblivosť RM s otvoreným ohybným členom podľa obr. 1.23a.



Obr. 1.23

- RM s otvoreným ohybným členom,
- RM s fiktívnym členom U_6

Riešenie

Kinematicky ekvivalentný RM je na obr. 1.23b, kde je U_6 fiktívny člen.
Pre

$$v_m = 2, t_m = 2, s_{22} = 3(R) + 2(P) + 4(V) = s_2 = s = 9, n_v = 3$$

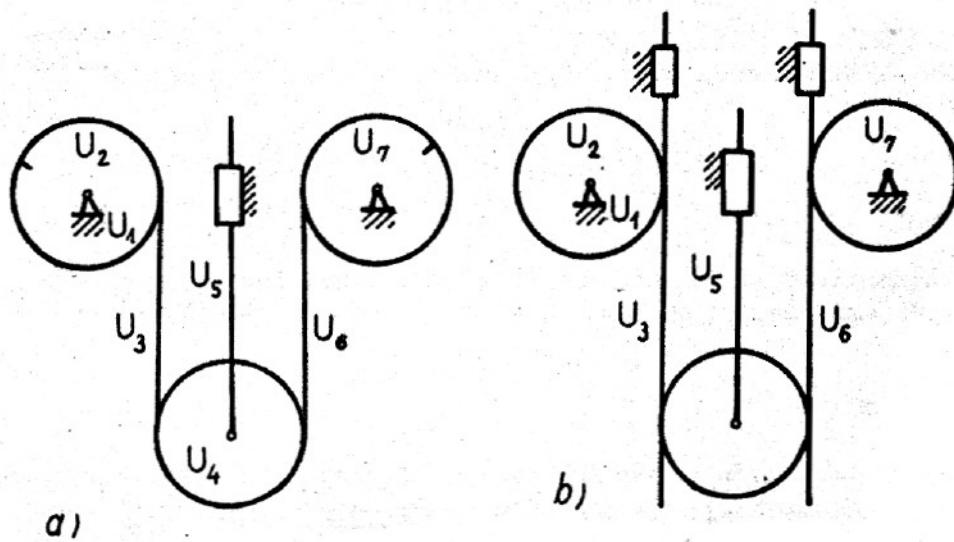
$$g_m = 6, u_2 = 3, u_3 = 3, u_6 = 1, u = 6$$

$$n_k = -3, n_n = 4, n^8 = 1$$

Vstupný hnací člen môže byť napríklad U_2 .

Priklad 1.24

Vypočítajte skutočnú pohyblivosť RM z obr. 1.24a.



Obr. 1.24

- a) RM s otvoreným ohybným členom,
b) náhradný RM

Riešenie

Rovinný mechanizmus z obr. 1.24a má otvorený ohybný člen, ktorý kinematicky ekvivalentne nahradíme ozubenými tyčami U_3, U_6 , pričom kladky U_2, U_7 nahradíme ozubenými kolesami.

Náhradný RM je na obr. 1.24b a pretože vzniknuté valivé V spojenia sú uzavorené, nebudeme do sústavy vkladať fiktívne členy. Potom pre

$$v_m = 2, t_m = 2, s_{22} = 3(R) + 3(P) + 4(V) = s_2 = s = 10, n_v = 3$$

$$g_m = 5, u_2 = 3, u_3 = 3, u_6 = 1, u = 7$$

$$n_k = -2, n_n = 4, n^8 = 2$$

Vstupné hnacie členy sú teda U_2, U_7 .

1.4 ROVINNÉ MECHANIZMY S FIKTÍVNÝM OHYBNÝM ČLENOM - TEKUTINOVOU VÄZBOU

Na obr. 1.25a je rovinný mechanizmus UNC 060. Pri režime zdvíhania výložníka U_2 treba dosiahnuť, aby sa lopata U_3 premiestňovala len translačne, teda aby zachovávala svoj smer voči vztažnému priestoru U_1 . Túto požiadavku realizujeme tekutinovou väzbou pomocou flakového média, ktoré budeme považovať za člen U_{10} , pri ktorej piest U_5 priamo ovplyvňuje pohyb piesta U_9 .

Príklad 1.25

Utvorte matematický model RM UNC 060 z obr. 1.25a pre režim zdvíhania výložníka U_2 , keď hnací člen bude U_7 .

Riešenie

Na realizáciu translačného pohybu telesa U_3 pomocou tekutinovej väzby sme utvorili náhradný mechanizmus s fiktívnym ohybným členom U_{10} . Pri vysúvaní hnacieho člena U_7 sa otáča výložník U_2 a vznikajúce posunutie člena U_5 využijeme pomocou fiktívneho ohybného člena U_{10} na také posunutie člena U_9 , aby lopata U_3 konala translačný pohyb.

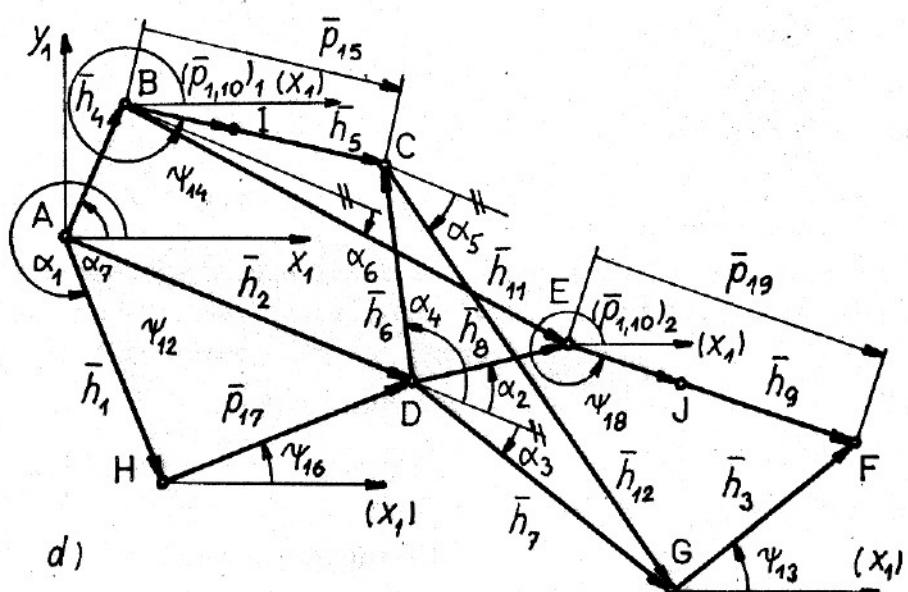
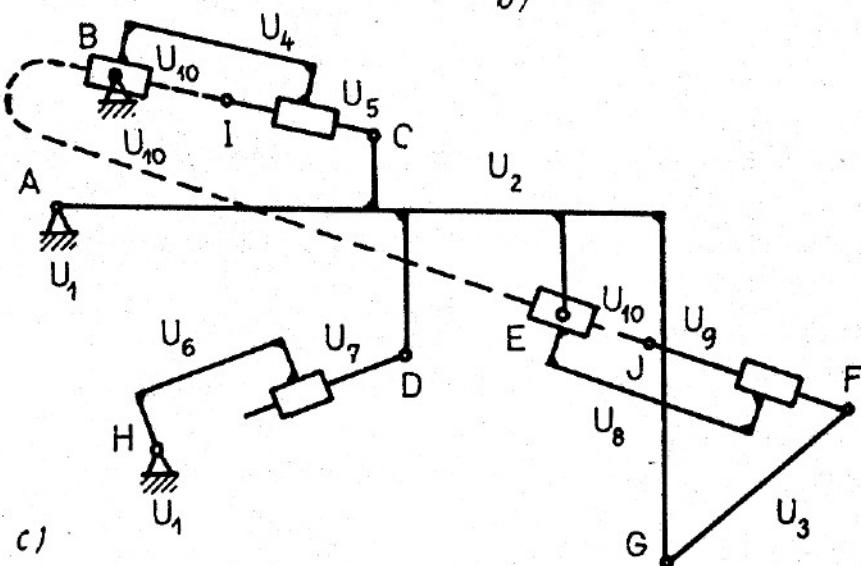
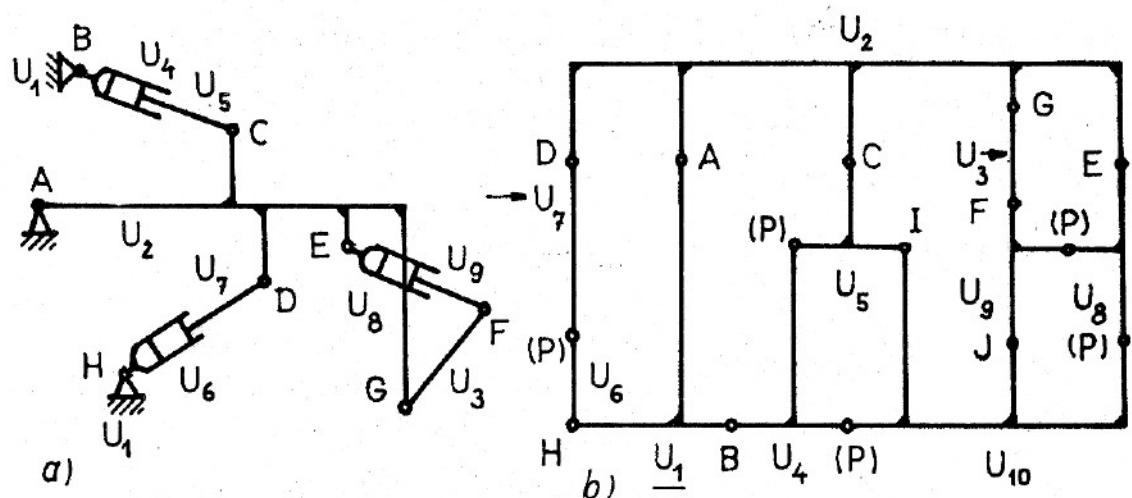
V každom okamihu práce RM bude súčet posunutí (obr. 1.25d) konštantný

$$h_{10} = (p_{1,10})_1 + (p_{1,10})_2 = (p_{1,10})_k \quad (1.107)$$

teda h_{10} je konštantný rozmer.

Rotačné spojenia triedy $t = 2$ I, resp. J členov U_5, U_{10} resp. U_9, U_{10} na obr. 1.25b sú úplne pasívne, teda $n_n = 4$.

Obr. 1.25 a) rovinný mechanizmus UNC 060, b) náhradný RM s fiktívnym ohybným členom U_{10} , c) štruktúrna schéma pre náhradný RM, d) globálne súradnice polohy členov



Obr. 1.25

Urobme teraz štruktúrnu analýzu podľa štandardného postupu

4. $v_m = 2, t_m = 2, s_{22} = 10(R) + 5(P) = s_2 = s = 15, n_v = 3$
 $g_m = 5, u_2 = 3, u_3 = 5, u_4 = 1, u_5 = 1, u = 10$
 $k = 6, c = 15, z = 18, z^8 = 14, m = 9, d = 12, d^8 = 8$

5. 12345678910

$r_1: 12 \quad 67$	$k_1: 12761$	$k_1: ADHA$
$r_2: \quad 4$	$k_2: 14521$	$k_2: ABCDA$
$r_3: \quad 5$	$k_3: 2510932$	$k_3: GCIBEJFG$
$r_4: \quad 3 \quad 9$	$k_4: 23982$	$k_4: DGFED$
$r_5: \quad \quad 10$	$k_5: 54105$	$k_5: CIBC \quad (\text{úsečka})$
$r_6: \quad \quad 8$	$k_6: 81098$	$k_6: EJFE \quad (\text{úsečka})$

8. globálne súradnice polohy členov:

$$\begin{aligned}
 \Psi_1 &= \Psi_{n1} = p_{17} \\
 \Psi_2 &= \Psi_{z1} = (p_{1,10})_1, \text{ alebo } (p_{1,10})_2 \\
 \Psi_3 &= \Psi_{z2} = \Psi_{12} \\
 \Psi_4 &= \Psi_{z3} = \Psi_{13} \\
 \Psi_5 &= \Psi_{z4} = \Psi_{14} \\
 \Psi_6 &= \Psi_{z5} = p_{15} \\
 \Psi_7 &= \Psi_{z6} = \Psi_{16} \\
 \Psi_8 &= \Psi_{z7} = p_{19} \\
 \Psi_9 &= \Psi_{z8} = \Psi_{18}
 \end{aligned} \tag{1.108}$$

konštantné rozmery budú:

$$h_1 \neq h_{10}, \alpha_1 \neq \alpha_7$$

9., 10. $k_1: 12761 \quad k_1: ADHA$

$$\bar{h}_2 - \bar{p}_{17} - \bar{h}_1 = \bar{0} \tag{1.109}$$

$$h_2 \cdot \Psi_{z2} - \Psi_{n1} \cdot \Psi_{z6} - h_1 \cdot \alpha_1 = 0 \tag{1.110}$$

$$k_2: 14521 \quad k_2: ABCDA$$

$$\bar{h}_4 + \bar{p}_{15} - \bar{h}_6 - \bar{h}_2 = \bar{0} \tag{1.111}$$

$$h_4 \circ \alpha_7 + \psi_{z5} \circ \psi_{z4} - h_6 \circ (\psi_{z2} + \alpha_4) - h_2 \circ \psi_{z2} = 0 \quad (1.112)$$

$$k_3: 2510932 \quad k_3: \text{GCIBEJFG}$$

$$\overbrace{-\bar{p}_{15}}^{\bar{p}_{15}} + \overbrace{\bar{p}_{19}}^{\bar{p}_{19}} - \bar{h}_{12} - \bar{h}_5 - (\bar{p}_{1,10})_1 + \bar{h}_{11} + (\bar{p}_{1,10})_2 + \bar{h}_9 - \bar{h}_3 = 0 \quad (1.113)$$

$$- h_{12} \circ (\psi_{12} - \alpha_5) - p_{15} \circ \psi_{14} + h_{11} \circ (\psi_{12} - \alpha_6) + \\ + p_{19} \circ \psi_{18} - h_3 \circ \psi_{13} = 0 \quad (1.114)$$

$$- h_{12} \circ (\psi_{z2} - \alpha_5) - \psi_{z5} \circ \psi_{z4} + h_{11} \circ (\psi_{z2} - \alpha_6) + \\ + \psi_{z7} \circ \psi_{z8} - h_3 \circ \psi_{z3} = 0 \quad (1.115)$$

$$k_4: 23982 \quad k_4: \text{DGFED}$$

$$\bar{h}_7 + \bar{h}_3 - \bar{p}_{19} - \bar{h}_8 = 0 \quad (1.116)$$

$$h_7 \circ (\psi_{12} - \alpha_3) + h_3 \circ \psi_{13} - p_{19} \circ \psi_{18} - h_8 \circ (\psi_{12} + \alpha_2) = 0 \quad (1.117)$$

$$k_5: 54105 \quad k_5: \text{CIBC}$$

$$- \bar{h}_5 - (\bar{p}_{1,10})_1 + \bar{p}_{15} = 0 \quad (1.118)$$

$$- h_5 - \psi_{z1} + \psi_{z5} = 0 \quad (1.119)$$

$$k_6: 81098 \quad k_6: \text{EJFE}$$

$$(\bar{p}_{1,10})_2 + \bar{h}_9 - \bar{p}_{19} = 0 \quad (1.120)$$

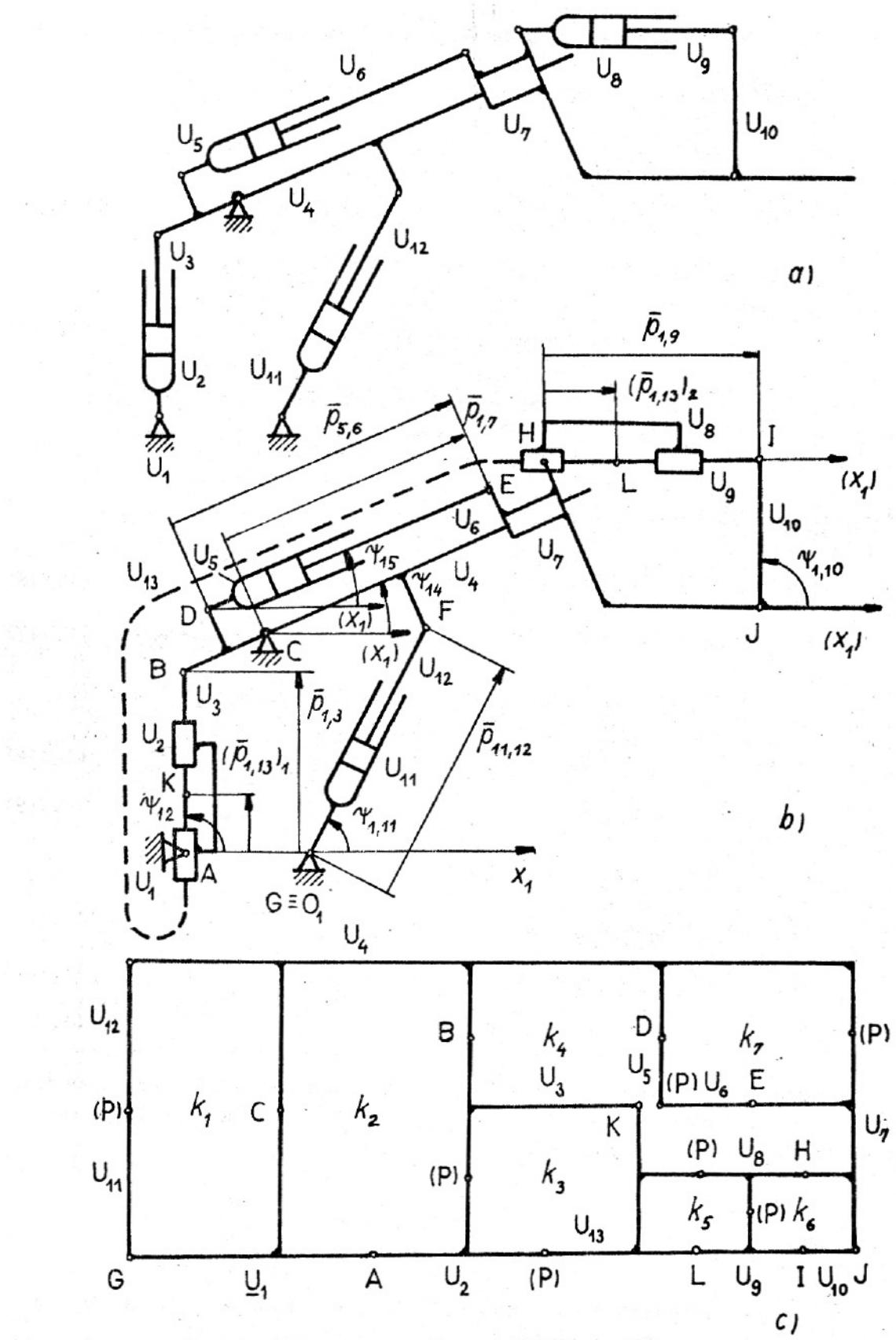
$$(p_{1,10})_k - \psi_{z1} + h_9 - \psi_{z7} = 0 \quad (1.121)$$

$$h_{10} - \psi_{z1} + h_9 - \psi_{z7} = 0 \quad (1.122)$$

Pre režim vysýpania obsahu lopaty U_3 pri súčasnom zdvívani alebo spúštaní ramena U_2 sú vstupné hnacie členy U_7, U_9 a príslušný matematický model utvoríme bez fiktívneho ohybného člena.

Príklad 1.26

Na obr. 1.26a je manipulačné zariadenie Sanderson s hnacími členmi U_6, U_{12} a tekutinovou väzbou medzi členmi U_3 a U_9 realizovanou na obr. 1.26b pomocou fiktívneho ohybného člena U_{13} . Utvorte matematický model daného RM podľa obr. 1.26b.



Obr. 1.26

a) Rovinný mechanizmus Sanderson, b) globálne súradnice v náhradnom mechanizme s fiktívnym ohybným členom U_{13} ,
c) štruktúrna schéma pre náhradný RM

Riešenie

Analogicky podľa príkladu 1.25 zavedieme konštantný rozmer

$$h_{13} = (p_{1,13})_1 + (p_{1,13})_2 = (p_{1,13})_k \quad (1.123)$$

a pri štruktúrnej analýze rešpektujeme, že rotačné spojenia K resp. L členov U_3, U_{13} resp. U_9, U_{13} sú úplne pasívne, teda $n_n = 4$, potom

4. $v_m = 2, t_m = 2, s_{22} = 12(R) + 7(P) = s_2 = s = 19, n_v = 3$
 $g_m = 5, u_2 = 5, u_3 = 5, u_4 = 2, u_5 = 1, u = 13$
 $k = 7, c = 19, n_k = -2, n^s = n_h = n = 2, n_n = 4, z = 21,$
 $z^s = 17, m = 12, d = 14, d^s = 10$

5. 12345678910111213

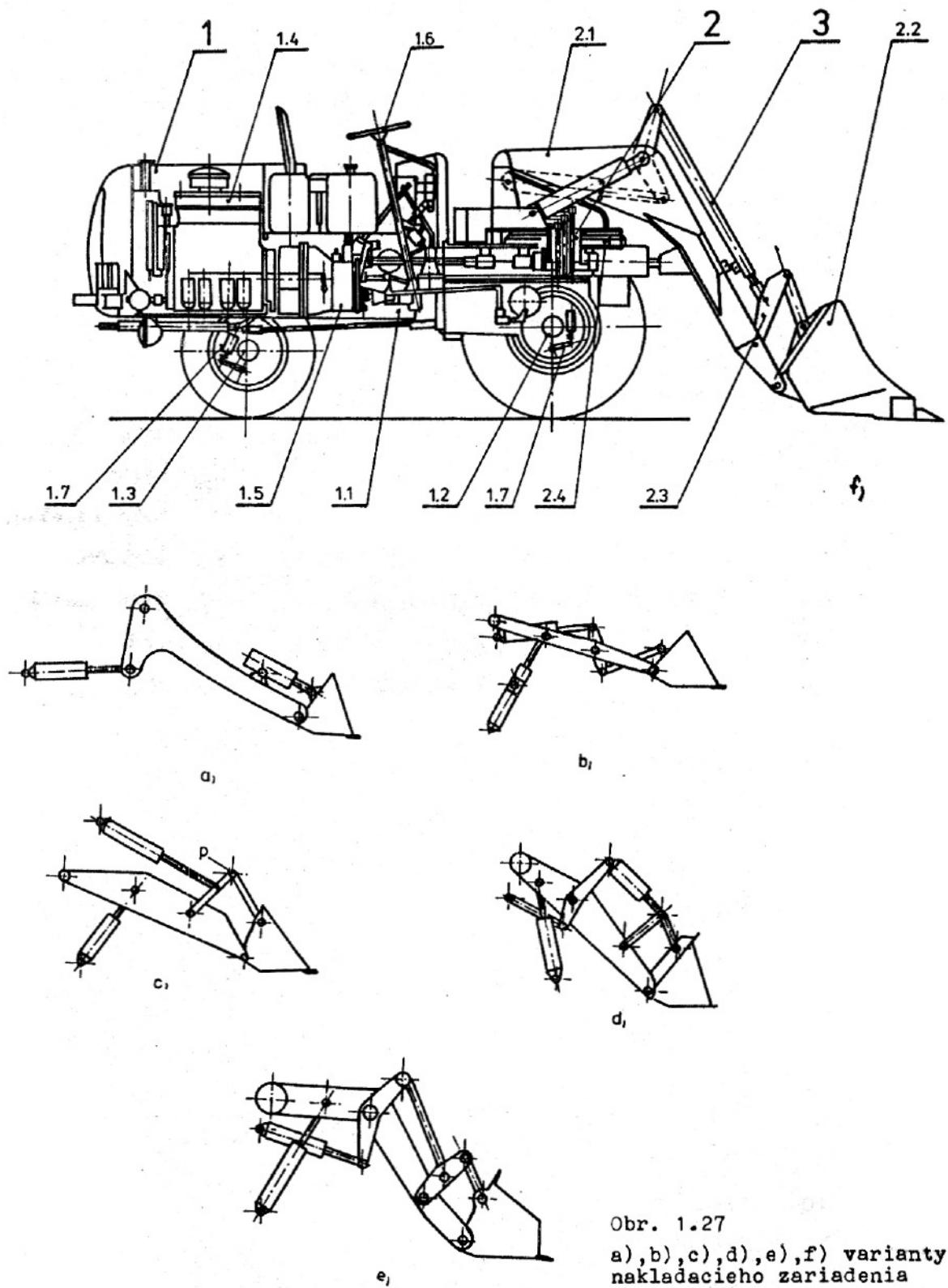
$r_1: 1 \quad 4$	1112	$k_1: 1,11,12,41$	$k_1: GFCG$
$r_2: 2$		$k_2: 12341$	$k_2: GABCG$
$r_3: 3$		$k_3: 32,13,3$	$k_3: BAKB$ (úsečka)
$r_4:$	13	$k_4: 13,876543,13$	$k_4: LHEDCBKL$
$r_5: 89$		$k_5: 89,13,8$	$k_5: HILH$ (úsečka)
$r_6: 10$		$k_6: 10,789,10$	$k_6: IJHI$
$r_7: 67$		$k_7: 67456$	$k_7: ECDE$

8. globálne súradnice polohy členov budú:

$$\begin{aligned}
 \psi_1 &= \psi_{n1} = p_{56} \\
 \psi_2 &= \psi_{n2} = p_{11,12} \\
 \psi_3 &= \psi_{z1} = \psi_{1,11} \\
 \psi_4 &= \psi_{z2} = \psi_{12} = \psi_{13} \\
 \psi_5 &= \psi_{z3} = p_{13} \\
 \psi_6 &= \psi_{z4} = \psi_{14} \\
 \psi_7 &= \psi_{z5} = \psi_{15} \\
 \psi_8 &= \psi_{z6} = (p_{1,13})_1, \text{ alebo } (p_{1,13})_2 \\
 \psi_9 &= \psi_{z7} = p_{17} \\
 \psi_{10} &= \psi_{z8} = \psi_{18} \\
 \psi_{11} &= \psi_{z9} = p_{19} \\
 \psi_{12} &= \psi_{z10} = \psi_{1,10}
 \end{aligned} \quad (1.124)$$

Príklad 1.27

Utvorte matematické modely RM z obr. 1.27f a prídavných zariadení z obr. 1.27a,b,c,d,e podľa metodiky uvedenej v riešených príkladoch.

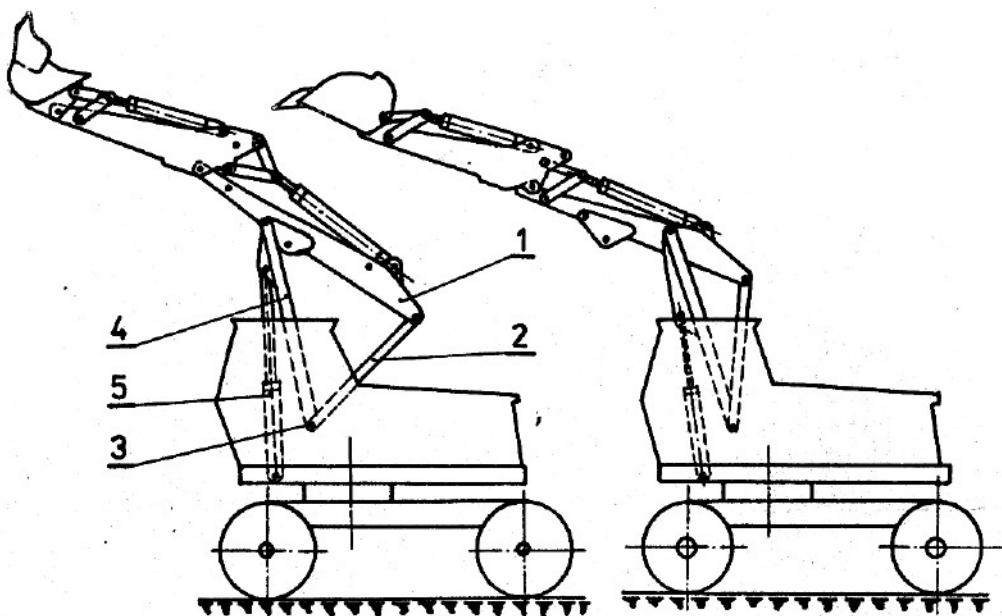


Obr. 1.27

a), b), c), d), e), f) varianty RM
nakladacieho zariadenia

Príklad 1.28

Utvorte matematický model RM z obr. 1.28a,b.

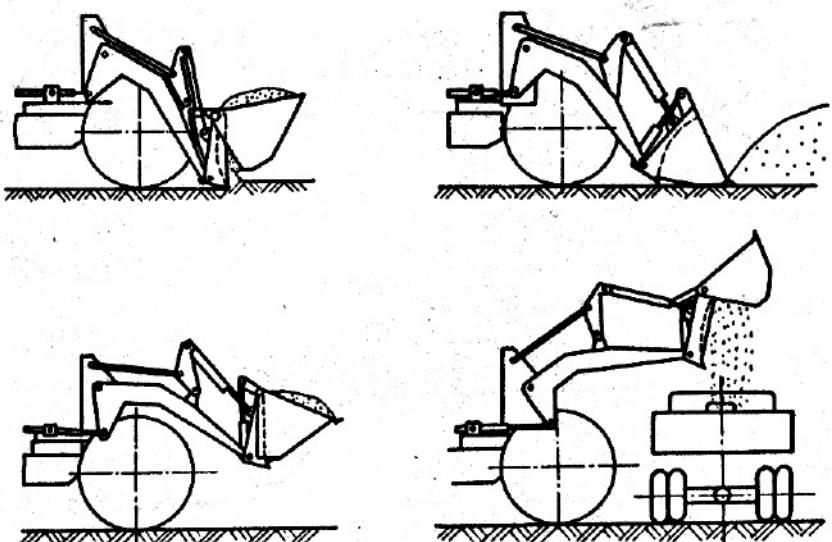


Obr. 1.28

a),b) alternatívne spôsoby uchytenia členov RM

Príklad 1.29

Na obr. 1.29a,b,c,d sú znázornené pracovné polohy nakladacieho mechanizmu.
Utvorte pre daný RM matematický model.



Obr. 1.29

a),b),c),d) pracovné po-
lohy nakladacieho RM