

1. Štruktúrna analýza sústav viazaných telies

V skriptách [18] TM sme odvodili vzťahy potrebné pri analýze a syntéze štruktúr SVT. Základné vzťahy, ktoré budeme frekventované využívať, uvedieme podľa poradia výskytu v TM.

TM

$$(1.1) \quad z = c - n$$

$$(1.2) \quad n^s = n_k + n_n$$

doplníme vzťahy:

$$(1.3) \quad n^s = n_h + n_r$$

$$(1.4) \quad n^s = n_k + c_n + k_r$$

$$(1.5) \quad n_t = n_v - t$$

$$(1.6) \quad s_t = \sum_{v=2}^{v_m} s_{tv} (v-1)$$

$$(1.7) \quad s = \sum_{t=1}^{t_m} s_t$$

$$\text{kde } t_m = n_v - 1 \quad (1.8)$$

$$(1.9) \quad u = \sum_{g=1}^{g_m} u_g$$

$$(1.10) \quad s = u \quad \text{pre UR}$$

$$(1.11) \quad s = u - 1 \quad \text{pre OR}$$

$$(1.12) \quad s = u + 1 \quad \text{pre OROV}$$

$$(1.13) \quad k = s - u + 1$$

$$(1.14) \quad n_k = n_G = n_v (u-1) - \sum_{t=1}^{t_m} t s_t$$

TM

$$(1.54) \quad c = \sum_{t=1}^{t_m} n_t \ s_t \quad (1.15)$$

$$(1.55e) \quad z = n_v \ k \quad (1.16)$$

$$(1.65) \quad d = 2 \ k + s_1 \quad (1.17)$$

$$(1.67) \quad n = m - d \quad (1.18)$$

$$(1.68) \quad m = c - k + s_1 \quad (1.19)$$

$$(1.70) \text{ pre } s_1 = 0 \quad m = u - 1 \quad (1.20)$$

$$(3.3) \quad z^S = c - n^S \quad (1.21)$$

$$(3.4) \quad z^S = z - n_n \quad (1.22)$$

$$(3.5) \quad d^S = d - n_n \quad (1.23)$$

$$(3.6a) \quad d = m - n \quad (1.24)$$

$$(3.13) \quad n_F = m - h_m \quad (1.25a)$$

$$(3.16) \quad n_F = c - h_c \quad (1.25b)$$

$$(3.17) \quad h_m = h_c - k + s_1 \quad (1.25c)$$

1.1 LOKÁLNE SÚRADNICE POLOHY ČLENOV V SVT

Ak priradíme vzájomne spojeným telesám lokálne ortonormálne súradnicové systémy, ktorých začiatky vhodne umiestníme do osí spojení (obr. 1.1a, 1.2a), potom premenlivé dĺžky a uhly potrebné na opisanie vzájomnej polohy lokálnych súradnicových systémov susedných telies nazývame lokálnymi súradnicami polohy q_i

$$q_i, \quad i = 1, 2, \dots, c \quad (1.26)$$

Navzájom nezávislé lokálne súradnice polohy vstupných (hnacích) členov sú

$$q_{ni}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1.27a)$$

Závislé lokálne súradnice polohy hnaných členov, ktoré závisia od q_{ni} , sú

$$q_{zi}, \quad i = 1, 2, \dots, z \quad (1.27b)$$

Označme φ_{ij} veľkosť tých lokálnych súradnic q_i , ktoré majú rozmer orientovaného uhla

$$\varphi_{ij} = \gamma(I_i, I_j) \quad (1.28)$$

Označme q_{ij} veľkosť tých lokálnych súradnic q_i polohy členov, ktoré majú rozmer dĺžky

$$\bar{q}_{ij} = \overrightarrow{o_i o_j} \quad (1.29)$$

kde o_i, o_j sú začiatky lokálnych súradnicových systémov na susedných členoch U_i, U_j , pričom kladná orientácia premenlivej dĺžky je súhlasná s orientáciou príslušnej osi lokálneho súradnicového systému.

Označme q_{oij} veľkosť oblúkovej súradnice polohy dotykového bodu prekízajúcich profilov (obr. 1.11a)

$$q_{oij} = \overset{\curvearrowleft}{C_{oi}} C = \overset{\curvearrowleft}{C_{oj}} C \quad (1.30)$$

Vzťah (1.30) platí pre V spojenie a korektné K spojenie členov RM.

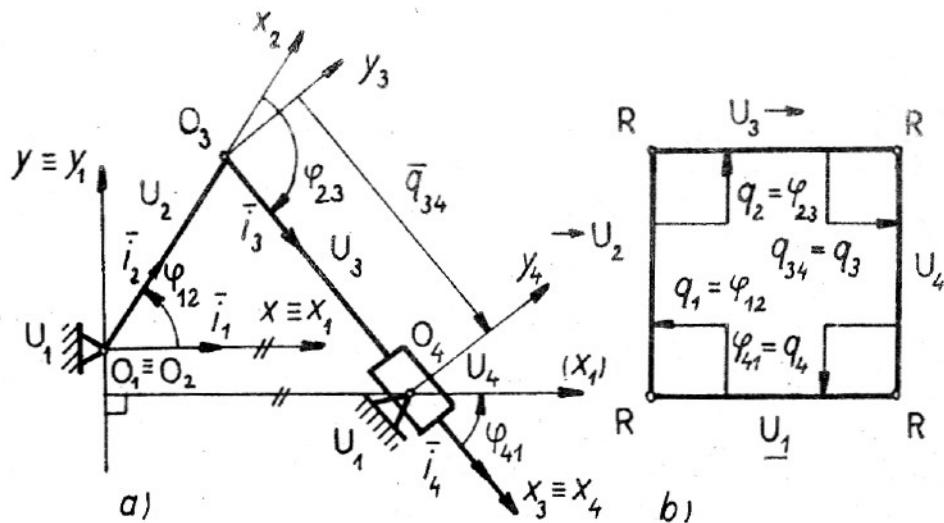
Príklad 1.1

Stanovte lokálne súradnice polohy členov pre mechanizmus z obr. 1.1a.

Riešenie

Pre $g = 2: u_2 = u = 4$, pre $t = 2: s_2 = 3(R) + 1(P) = s_{22} = s = 4$, $n_2 = 1$, $c = 4$, $k = 1$, $n_v = 3$, $z = 3$, $n_k = 1$. Ak bude vstupný hnací člen U_2 , potom je daná funkcia času $g(t)$ a lokálne súradnice budú:

$$\begin{aligned} q_1 &= q_{n1} = \varphi_{12} = g(t) \\ q_2 &= q_{z1} = \varphi_{23} = f_1(\varphi_{12}) \\ q_3 &= q_{z2} = \varphi_{34} = f_2(\varphi_{12}) \\ q_4 &= q_{z3} = \varphi_{41} = f_3(\varphi_{12}) \end{aligned} \quad (1.31a)$$

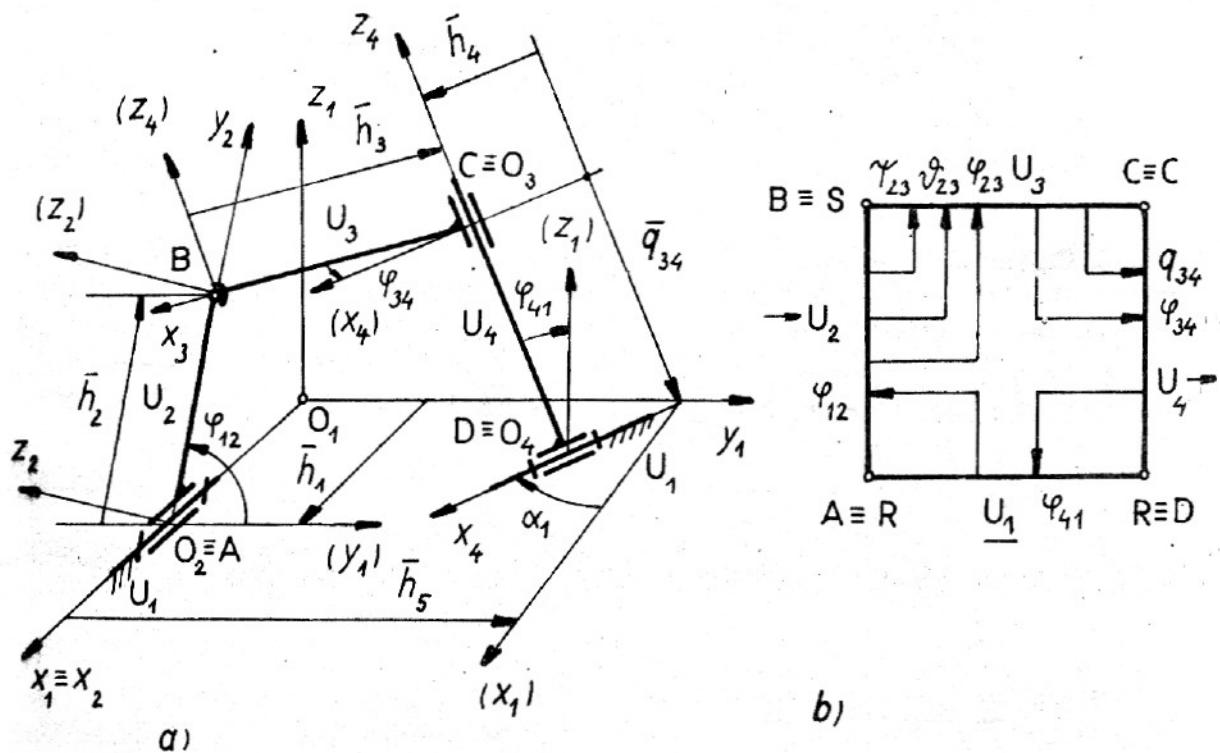


Obr. 1.1

Lokálne súradnice polohy členov v
a) kinematickej, b) štruktúrnej schéme rovinného
mechanizmu

Príklad 1.2

Stanovte lokálne súradnice polohy členov mechanizmu na obr. 1.2a.



Obr. 1.2

Lokálne súradnice polohy členov priestorového mechanizmu
a) mechanizmus RSCR, b) štruktúrna schéma

Riešenie

Pre $g = 2$: $u_2 = u = 4$, pre $t = 5$: $s_5 = 2(R)$, $n_5 = 1$, $t = 4$: $s_4 = 1(C)$, $n_4 = 2$, $t = 3$: $s_3 = 1(S)$, $n_3 = 3$, $s = 4$, $c = 7$, $n_v = 3$, $z = 6$, $n_k = 1$. Nech je U_2 hnací člen a $\psi_{23}, \vartheta_{23}, \varphi_{23}$ budú Eulerove uhly, potom lokálne súradnice polohy členov budú:

$$\begin{aligned} q_1 &= q_{n1} = \varphi_{12} \\ q_2 &= q_{z1} = \psi_{23} \\ q_3 &= q_{z2} = \vartheta_{23} \\ q_4 &= q_{z3} = \varphi_{23} \\ q_5 &= q_{z4} = \varphi_{34} \\ q_6 &= q_{z5} = \varphi_{34} \\ q_7 &= q_{z6} = \varphi_{41} \end{aligned} \tag{1.31b}$$

1.2 GLOBÁLNE SÚRADNICE POLOHY ČLENOV V SVT

$$\psi_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \tag{1.32a}$$

Globálne súradnice polohy členov RM budú premenlivé dĺžky a uhly potrebné na opisanie vzájomnej polohy lôkálnych súradnicových systémov na členoch voči globálnemu súradnicovému systému základného vzťažného priestoru (obr. 1.3a).

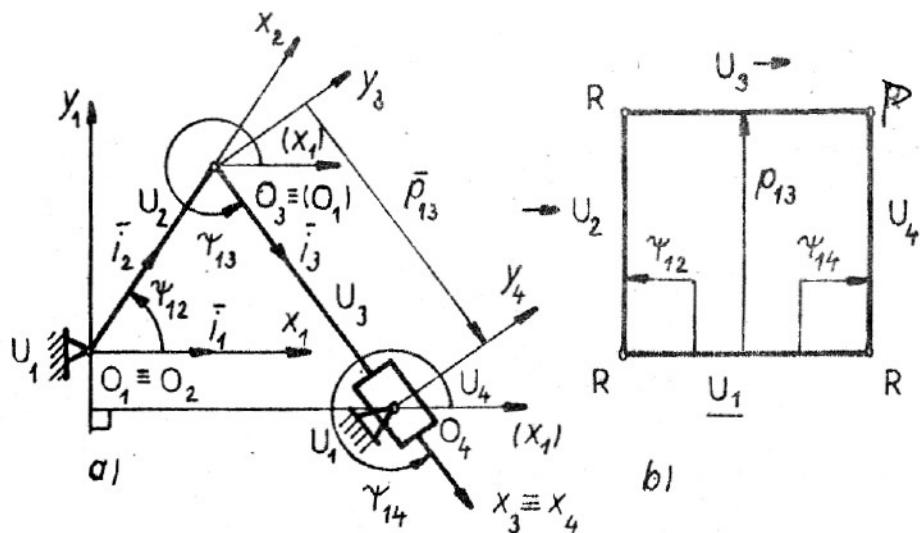
Navzájom nezávislé globálne súradnice polohy hnacích členov sú ψ_{ni}

$$\psi_{ni}, \quad i = 1, 2, \dots, n \tag{1.32b}$$

Závislé globálne súradnice polohy hnaných členov, ktoré závisia od ψ_{ni} sú

$$\psi_{zi}, \quad i = 1, 2, \dots, d \tag{1.32c}$$

Označme ψ_{1i} velkosti globálnych súradníc polohy členov v tvare premenlivých uhlov, ktorými opisujeme pootočenie člena U_i voči translačne posunutému vzťažnému súradnicovému systému so začiatkom (O_i) v rotačnom spojení $S_{i-1,i}$ člena U_i so susedným členom U_{i-1} (obr. 1.3a). Všeobecny zápis velkostí globálnych súradníc v tvare premenlivých uhlov bude



Obr. 1.3

Globálne súradnice polohy členov v
a) kinematickej, b) štruktúrnej schéme RM

$$\Psi_{1i} = \psi(\bar{i}_1, \bar{j}_i) \quad (1.33)$$

kde i je číslo príslušného člena U_i a kladná orientácia premenlivého uhla je v zmysle vektorového súčinu $\bar{k}_1 = \bar{i}_1 \times \bar{j}_1$.

Ak sú dva členy RM vzájomne spojené posuvným spojením a so susednými členmi rotačnými spojeniami (obr. 1.3a), potom globálnymi súradnicami (v tvare premenlivej dĺžky) polohy členov opisujeme okamžité veľkosti vzdialostí rotačných spojení, v ktorých sú umiestnené začiatky lokálnych súradnicových systémov. Všeobecný zápis veľkosti globálnych súradníc v tvare premenlivých dĺžok je

$$\bar{p}_{1i} = \overrightarrow{O_1 O_i} \quad (1.34)$$

kde O_1 je začiatok základného vzťažného súradnicového systému (prípadne translačne posunutého), pričom i je číslo posúvajúceho sa telesa U_i .

1.2.1 Globálne súradnice polohy členov RM s R a P spojeniami

Podľa čl. 1.2 môžeme vzťahy (1.33), (1.34) priamo aplikovať na opisanie polohy členov RM viazaných rotačnými R, alebo posuvnými P spojeniami.

Príklad 1.3

Stanovte globálne súradnice polohy členov RM z obr. 1.3a.

Riešenie

Pre $g = 2$: $u_2 = u = 4$, pre $t = 2$: $s_2 = 3(R) + 1(P) = s_{22} = s = 4$, $n_2 = 1$, $c = 4$, $k = 1$, $n_v = 3$, $n_k = 1$, $z = 3$, $m = 3$, $d = 2$. Nech je U_2 vstupný (hnací) člen, potom globálne súradnice sú:

$$\begin{aligned}\psi_1 &= \psi_{n1} = \psi_{12} \\ \psi_2 &= \psi_{z1} = p_{13} \\ \psi_3 &= \psi_{z2} = \psi_{14} = \psi_{13}\end{aligned}\tag{1.35}$$

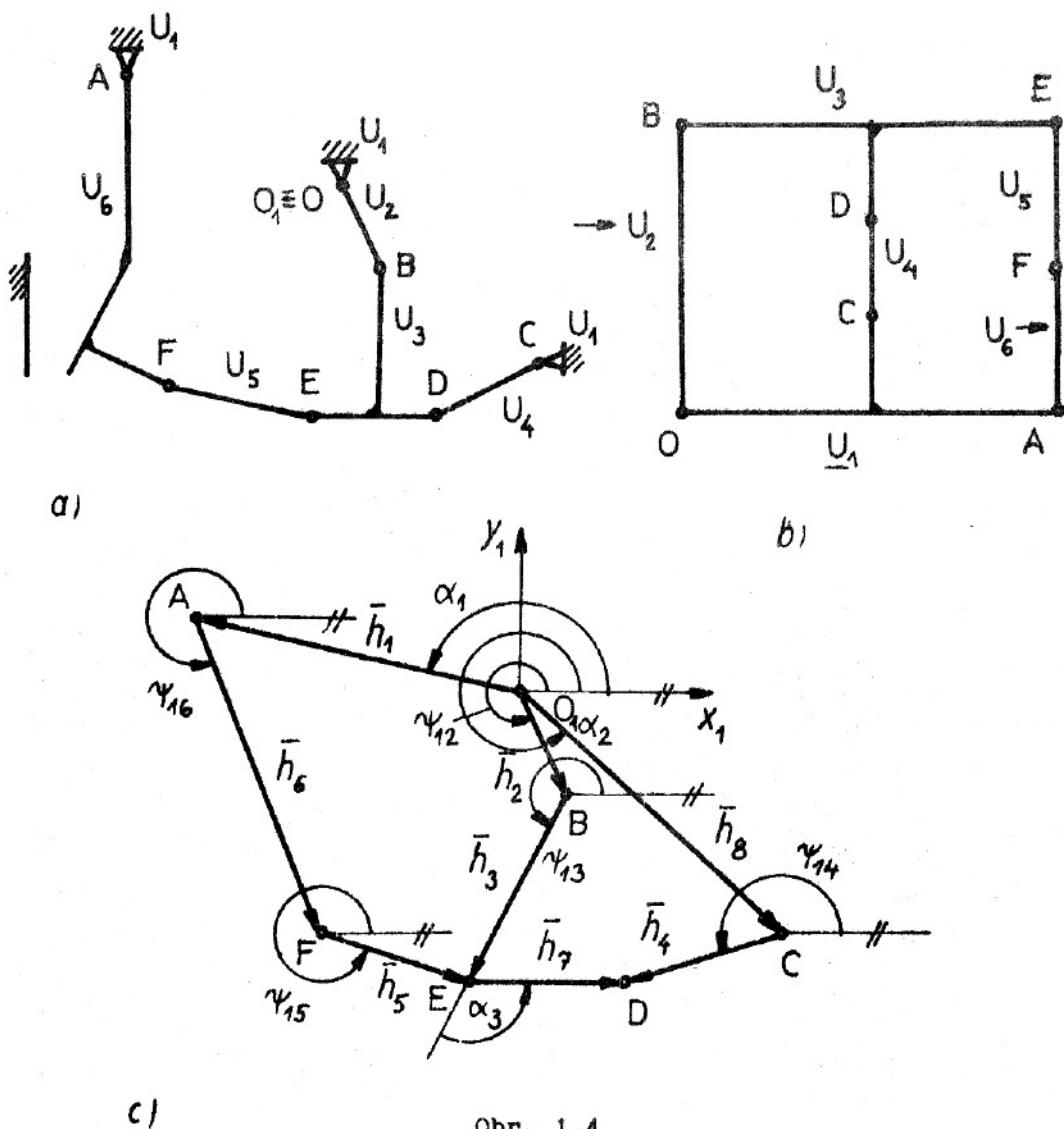
Príklad 1.4

Zostavte skalárne slučkové rovnice polohy členov pre mechanizmus 7R dvojvzperného čelustového drviča z obr. 1.4a za predpokladu, že poznáme veľkosti konštantných rozmerov (dĺžok a uhlov), začiatočné hodnoty premenných dĺžok a uhlov a priebeh pohybu vstupného hnacieho člena, v tomto prípade člena U_2 .

Riešenie

Uvedieme všeobecny postup

1. nakreslíme štruktúrnu schému,
2. označíme členov U_i , $i = 1, 2, \dots, u$,
3. v kinematickej aj štruktúrnej schéme označíme písmenami spojenia členov,
4. postupne určíme:
 - pre v_m , t_m : $s_{12} \div s_{tmvm}$, $s_1 \div s_{tm}$, s , n_v , $n_1 \div n_{tm}$,
 - pre g_m : $u_1 \div u_{gm}$, u
 - k , c , n_k , n_h , n_n , n^s , n , z , z^s , m , d , d^s ,
5. rozdelíme členy pre ZR a prislúchajúce ZS
 - $r_1 \div r_k$, $k_1 \div k_k$,
6. v kinematickej schéme vhodne zvolíme základný vzťažný súradnicový systém $O_1(x_1, y_1)$ a na každom člene lokálne súradnicové systémy $O_k(x_k, y_k)$, $k = 2, \dots, u$,
7. ak v zadani nie sú predpísané, tak podľa poslania RM vhodne zvolíme vstupné hnacie členy,



Obr. 1.4

RM dvojvzperného čelustového drviča
a) kinematická, b) štrukturálna téma, c) globálne súradnice polohy členov

8. podľa ZS zvolíme a vyznačíme v kinematickej schéma orientované strany a príslušné uhly, pričom tie, ktoré pri pohybe členov zostávajú konštantné, budú rozmerы h_i , resp. α_i , ostatné budú globálne súradnice polohy ψ_{ij} , p_{ij} členov RM,
9. zostavíme vektorové slučkové rovnice pre každú ZS,
10. skalárne rovnice prislúchajúce slučkovým rovniciam majú tie isté zmienka pri odpovedajúcich si členoch, potom vyčíslime goniometrické funkcie konštantných uhlov α_i a v konečnom tvaru takto získaných väzobných rovníc vyznačíme nezávislé a závislé globálne súradnice polohy podľa rovnice TM (2.2).

Realizácia postupu

1. obr. 1.4b

2. $U_1 \div U_6$, obr. 1.4ab

3. OABCDEF, obr. 1.4ab

4. pre $v_m = 2$, $z_m = 2$: $s_{22} = s_2 = s = 7$, $n_y = 3$, $n_2 = 1$

pre $g_m = 3$: $u_2 = 4$, $u_3 = 2$, $u = 6$

$k = 2$, $c = 7$, $n_k = n_h = n^8 = n = 1$, $n_n = 0$, $z = z^8 = 6$, $m = 5$, $d = d^8 = 3$

5. Členy: 123456 ZS ZS

ZJR: $r_1: 1234$ $k_1: 12341$ $k_1: OCDEBO$

ZOROV: $r_2: 56$ $k_2: 561435$ $k_2: EFAOBE$

6. $O = O_1(x_1, y_1)$, $O_2 = O$, $O_3 = B$, $O_4 = C$, $O_5 = F$, $O_6 = A$, obr. 1.4c

7. podľa zadania je hnací člen U_2

8. konštantné rozmerky sú $h_1 \neq h_8$, $\alpha_1 \neq \alpha_3$
globálne súradnice polohy členov budú:

$$\begin{aligned}
 \psi_1 &= \psi_{n1} = \psi_{12} \\
 \psi_2 &= \psi_{z1} = \psi_{15} \\
 \psi_3 &= \psi_{z2} = \psi_{16} \\
 \psi_4 &= \psi_{z3} = \psi_{13} \\
 \psi_5 &= \psi_{z4} = \psi_{14}
 \end{aligned} \tag{1.36}$$

9., 10. $k_1: 12341$, $k_1: OCDEBO$

$$h_2 + h_3 + h_7 - h_4 - h_8 = 0 \tag{1.37}$$

$$x: h_2 \cdot \psi_{12} + h_3 \cdot \psi_{13} + h_7 \cdot (\psi_{13} + \alpha_3) - h_4 \cdot \psi_{14} - h_8 \cdot \alpha_2 = 0$$

$$x: h_2 \cdot \psi_{n1} + h_3 \cdot \psi_{z3} + h_7 \cdot (\psi_{z3} + \alpha_3) - h_4 \cdot \psi_{z4} - h_8 \cdot \alpha_2 = 0$$

rovnica pre y je analogická (s goniometrickými funk. sínus)

$k_2: 561435$, $k_2: EFAOBE$

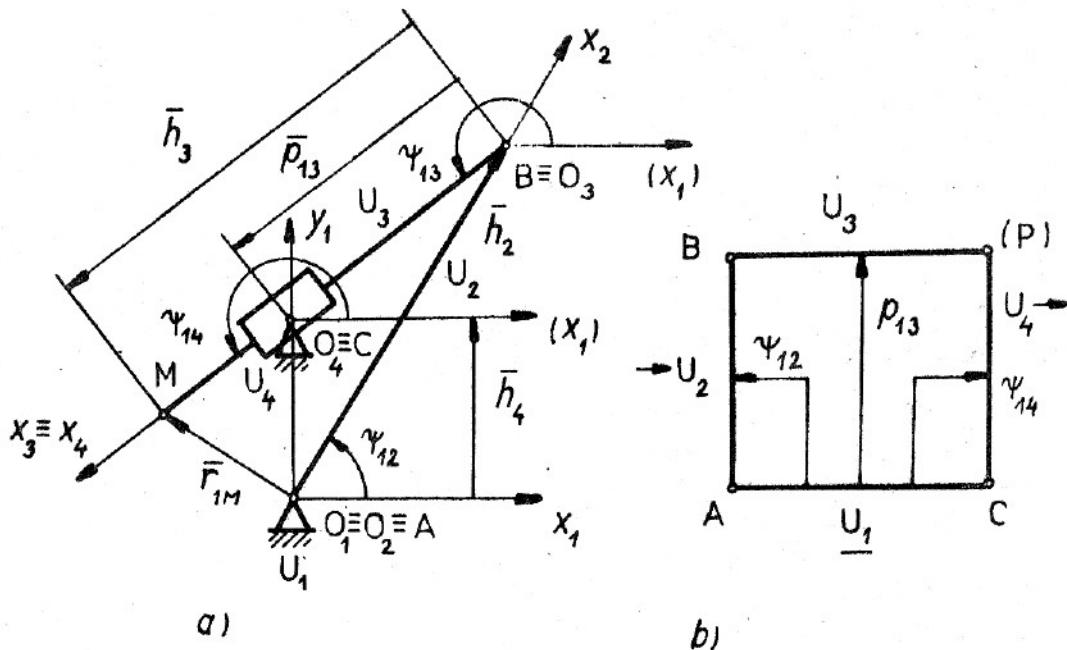
$$-h_5 - h_6 - h_1 + h_2 + h_3 = 0 \tag{1.38}$$

$$x: -h_5 \cdot \psi_{15} - h_6 \cdot \psi_{16} - h_1 \cdot \alpha_1 + h_2 \cdot \psi_{12} + h_3 \cdot \psi_{13} = 0$$

$$x: -h_5 \cdot \psi_{z1} - h_6 \cdot \psi_{z2} - h_1 \cdot \alpha_1 + h_2 \cdot \psi_{n1} + h_3 \cdot \psi_{z3} = 0$$

Priklad 1.5

Na obr. 1.5a je mechanizmus kontinuálneho plniaceho zariadenia pre komunálne vozidlá, pričom hnací člen je U_2 . Utvorte matematický model pre kinematickú analýzu, ktorý budú tvoriť skalárne slučkové rovnice a parametrické rovnice dráhy budú $M \in U_3$.



Obr. 1.5

a) kinematická, b) štruktúrna schéma, c) globálne súradnice polohy členov

Riešenie

Podľa všeobecného postupu

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

$$\text{pre } g_m = 2, u_2 = u = 4$$

$$k = 1, c = 4, n_k = n_h - n^s = n = 1, n_n = 0, z = z^s = 3, m = 3, d = d^s = 2$$

$$5. \quad 1234$$

$$r_1: 1234 \quad k_1: 12341 \quad k_1: ABCA$$

$$8. \text{ konštantné rozmery: } h_1, h_2, h_3$$

globálne súradnice polohy:

$$\Psi_1 = \Psi_{n1} = \Psi_{12}$$

$$\psi_2 = \psi_{z1} = p_{13} \quad (1.39)$$

$$\psi_3 = \psi_{z2} = \psi_{14} = \psi_{13}$$

9. $k_1: \bar{h}_2 + \bar{p}_{13} - \bar{h}_1 = 0 \quad (1.40)$

$$x: h_2 \circ \psi_{12} + p_{13} \circ \psi_{14} = 0$$

$$y: h_2 \circ \psi_{12} + p_{13} \circ \psi_{14} = 0$$

polohový vektor \bar{r}_{1M} bodu M bude

$$\bar{r}_{1M} = \bar{h}_2 + \bar{h}_3 \quad (1.41)$$

$$\bar{r}_{1M} = x_{1M} \bar{i}_1 + y_{1M} \bar{j}_1$$

parametrické rovnice dráhy bodu M sú potom:

$$x_{1M} = h_2 \circ \psi_{12} + h_3 \circ \psi_{14} \quad (1.42)$$

$$y_{1M} = h_2 \circ \psi_{12} + h_3 \circ \psi_{14}$$

Priklad 1.6

Zadanie je podľa príkladu 1.4 pre mechanizmus na polohovanie plochu z obr. 1.6a.

Riešenie

4. $v_m = 2, t_m = 2, s_{22} = s_2 = s = 10, n_y = 3, n_2 = 1$

$$g_m = 4, u_2 = 5, u_3 = 2, u_4 = 1, u = 8$$

$$k = 3, c = 10, n_k = n^B = n = 1, n_n = 0, z = z^B = 9, m = 7,$$

$$d = d^B = 6$$

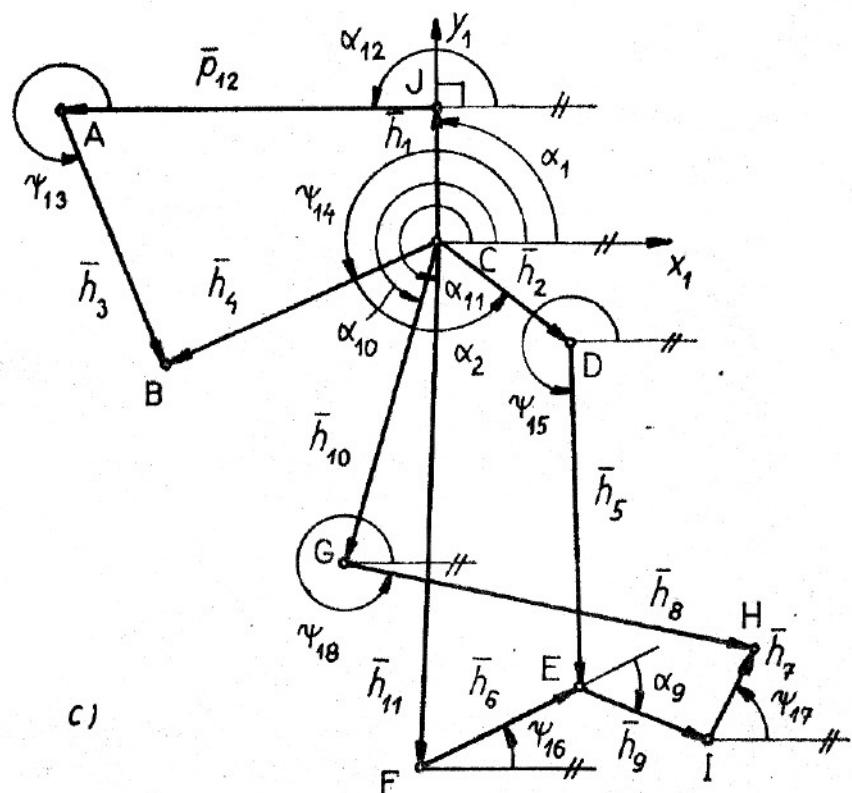
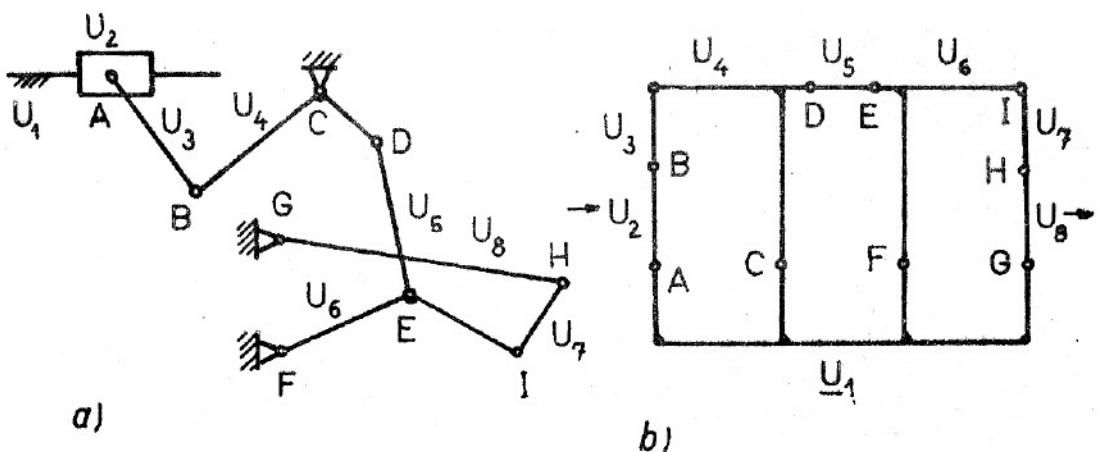
5. 12345678

$$r_1: 1234 \quad k_1: 12341 \quad k_1: JABCJ$$

$$r_2: 56 \quad k_2: 14561 \quad k_2: CDEF$$

$$r_3: 78 \quad k_3: 16871 \quad k_3: FEIHGCF$$

8. $h_1 \div h_{11}, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_9, \alpha_{10}, \alpha_{11}$



Obr. 1.6

RM na polohovanie pluhu
a) kinematická, b) štruktúrna schéma, c) globálne
súradnice polohy členov

globálne súradnice polohy členov budú:

$$\Psi_1 = \Psi_{n1} = p_{12}$$

$$\Psi_2 = \Psi_{z1} = \Psi_{17}$$

$$\Psi_3 = \Psi_{z2} = \Psi_{18}$$

$$\Psi_4 = \Psi_{z3} = \Psi_{13} \quad (1.43)$$

$$\Psi_5 = \Psi_{z4} = \Psi_{14}$$

$$\Psi_6 = \Psi_{z5} = \Psi_{15}$$

$$\Psi_7 = \Psi_{z6} = \Psi_{16}$$

9. $k_1: 12341 \quad k_1: JABCOJ$

$$\bar{P}_{12} + \bar{h}_3 - \bar{h}_4 + \bar{h}_1 = \bar{0} \quad (1.44)$$

$$x: p_{12} \circ \alpha_{12} + h_3 \circ \Psi_{13} - h_4 \circ \Psi_{14} = 0$$

$k_2: 14561 \quad k_1: CDEFC$

$$\bar{h}_2 + \bar{h}_5 - \bar{h}_6 - \bar{h}_{11} = \bar{0} \quad (1.45)$$

$$x: h_2 \circ (\Psi_{14} + \alpha_2) + h_5 \circ \Psi_{15} - h_6 \circ \Psi_{16} - h_{11} \circ \alpha_{11} = 0$$

$k_3: 16781 \quad k_3: FEIHGCF$

$$\bar{h}_6 + \bar{h}_9 + \bar{h}_7 - \bar{h}_8 - \bar{h}_{10} + \bar{h}_{11} = \bar{0} \quad (1.46)$$

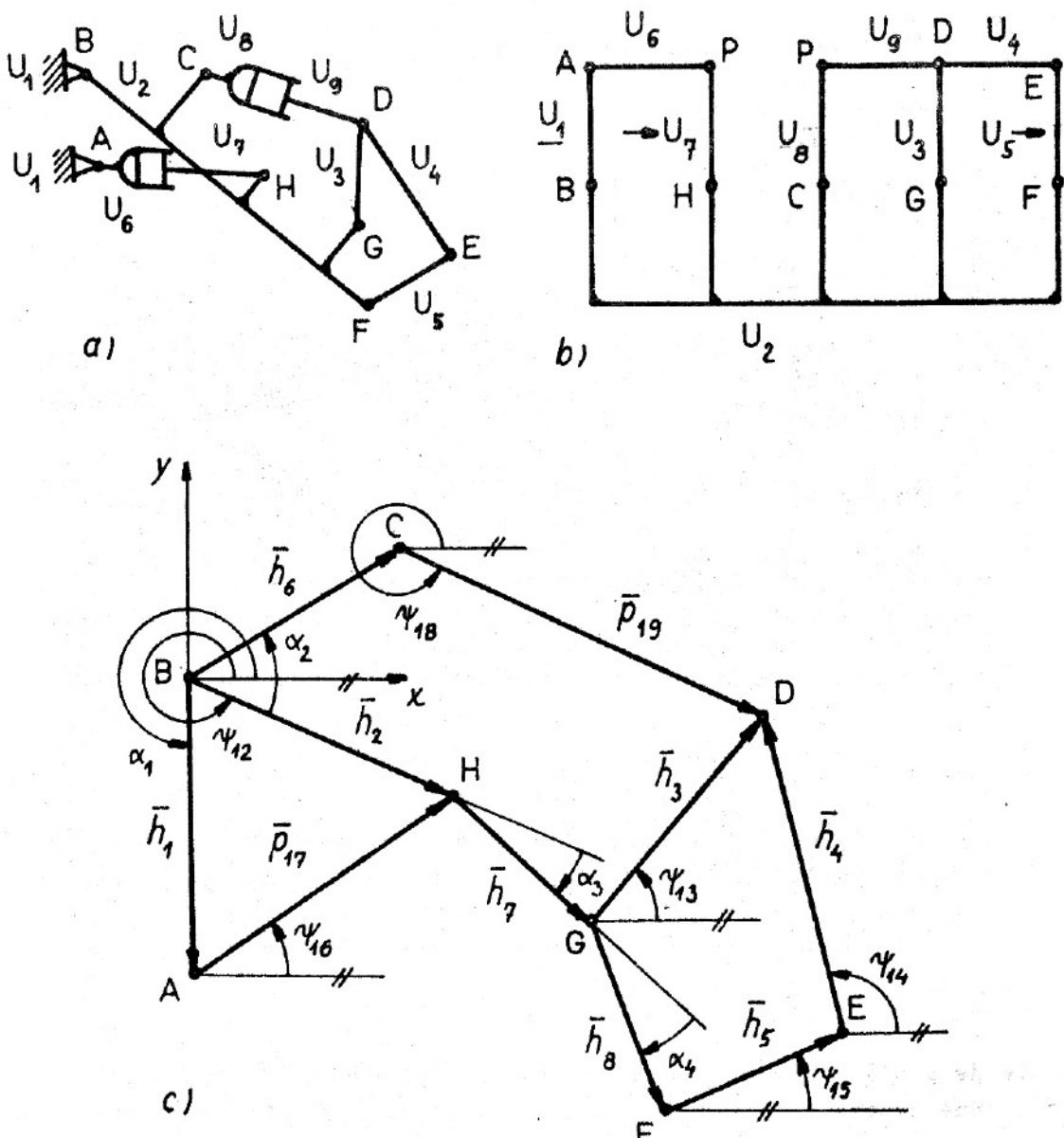
$$x: h_6 \circ \Psi_{16} + h_9 \circ (\Psi_{16} + \alpha_9) + h_7 \circ \Psi_{17} - s \circ \Psi_{18} - \\ - h_{10} \circ \alpha_{10} + h_{11} \circ \alpha_{11} = 0$$

Príklad 1.7

Zadanie je podľa príkladu 1.4 mechanizmus UNC-050 z obr. 1.7a, pričom hnacie členy sú U_7, U_9 .

Riešenie

4. $v_m = 3, t_m = 2, s_{22} = 9, s_{23} = 1, s_2 = s = 11, n_v = 3, n_2 = 1$
 $g_m = 5, u_2 = 8, u_5 = 1, u = 9$
 $k = 3, c = 11, n_k = n_h = n^s = 2, n_m = 0, z = z^s = 9, m = 8,$
 $d = d^s = 6$



Obr. 1.7

Rovinný mechanizmus UNC - 050
 a) kinematická, b) štrukturálna schéma, c) globálne
 súradnice polohy členov

5.

123456789

$r_1: 12 \quad 67$

$k_1: 12761$

$r_2: \quad 345$

$k_2: 23452$

$r_3: \quad \quad 89$

$k_3: 28932$

6.

$h_1 \neq h_8, \quad \alpha_1 \neq \alpha_4$

$$\begin{aligned}\psi_1 &= \psi_{n1} = \psi_{17} \\ \psi_2 &= \psi_{\underline{n2}} = \psi_{19} \\ \psi_3 &= \psi_{z\underline{2}} = \psi_{18} \\ \psi_4 &= \psi_{z\underline{3}} = \psi_{12} \\ \psi_5 &= \psi_{z\underline{4}} = \psi_{13} \\ \psi_6 &= \psi_{z\underline{5}} = \psi_{14} \\ \psi_7 &= \psi_{z\underline{6}} = \psi_{15} \\ \psi_8 &= \psi_{z\underline{7}} = \psi_{16}\end{aligned}\tag{1.47}$$

9., 10. riešenie doplnťte podľa obr. 1.7c.

Priklad 1.8

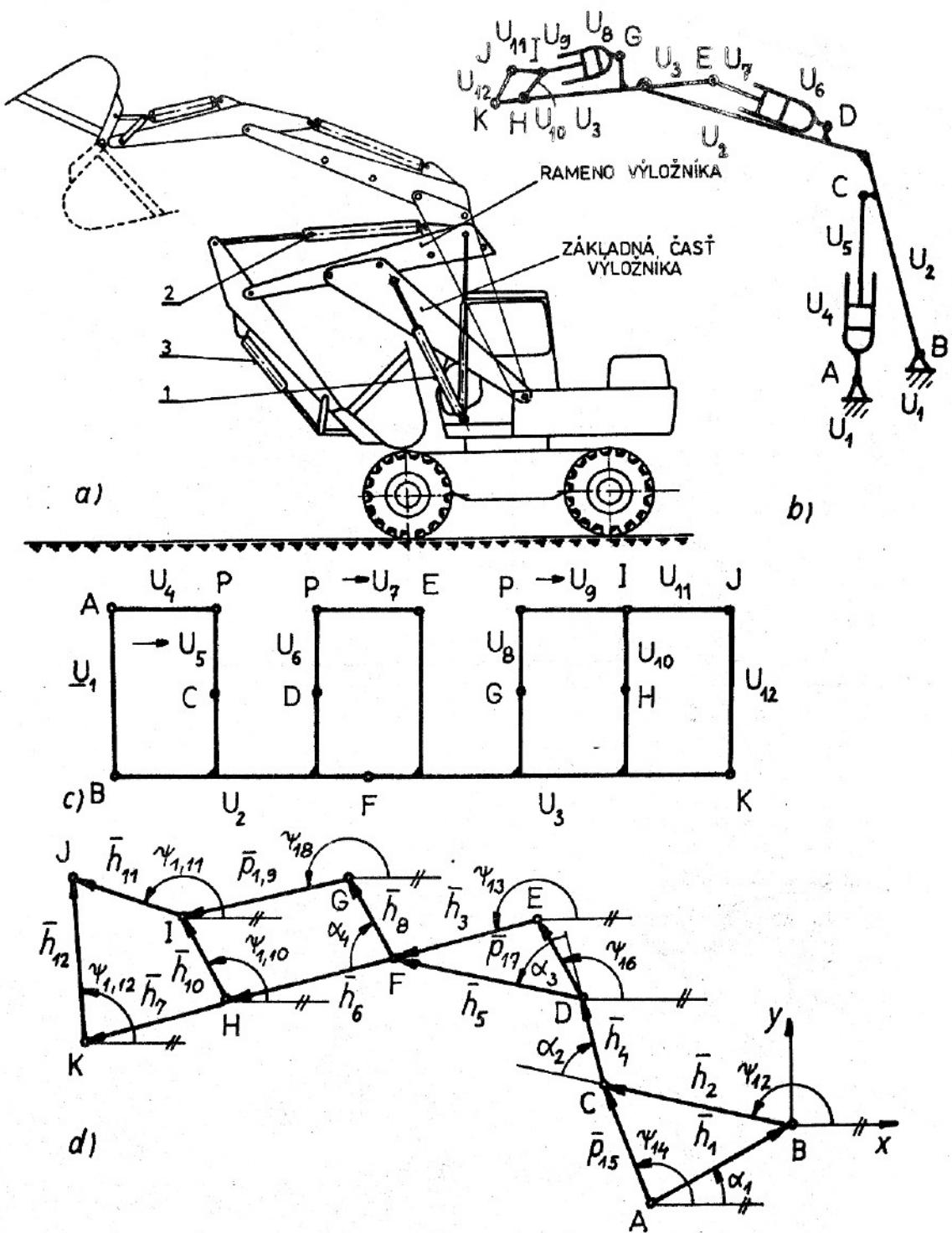
Zadanie je podľa príkladu 1.4 pre mechanizmus deleného výložníka z obr. 1.8b, pričom vstupné hnacie členy budú U_7, U_9 . Doplňte riešenie podľa obr. 1.8c,d.

Priklad 1.9

Zadanie je podľa príkladu 1.4 pre mechanizmus rýpadla DH 113 z obr. 1.9a, pričom vstupné hnacie členy sú U_5, U_7, U_9 . Doplňte riešenie podľa obr. 1.9b,c.

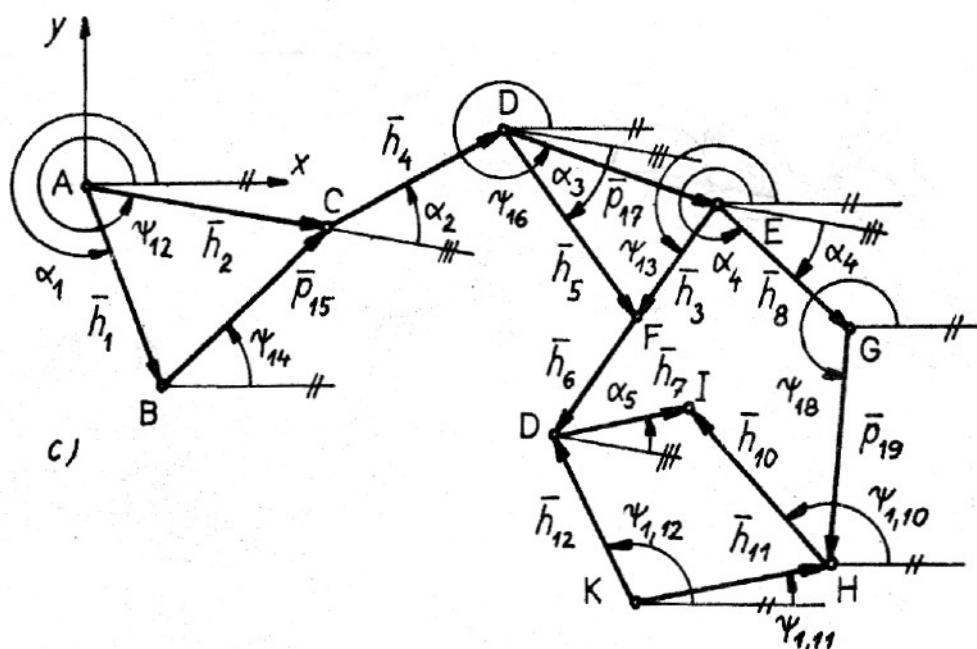
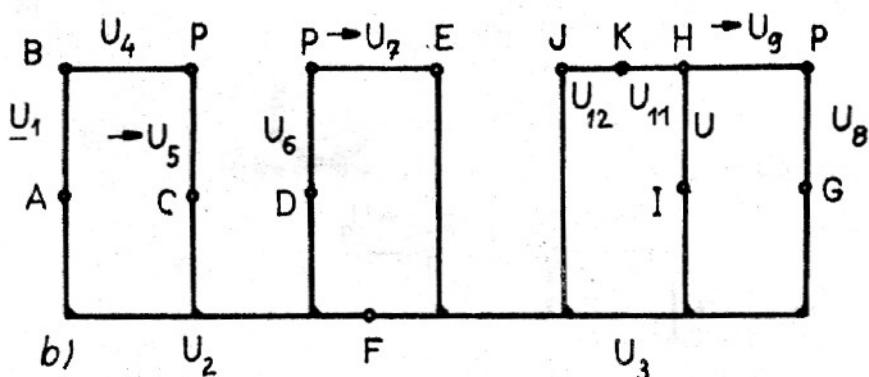
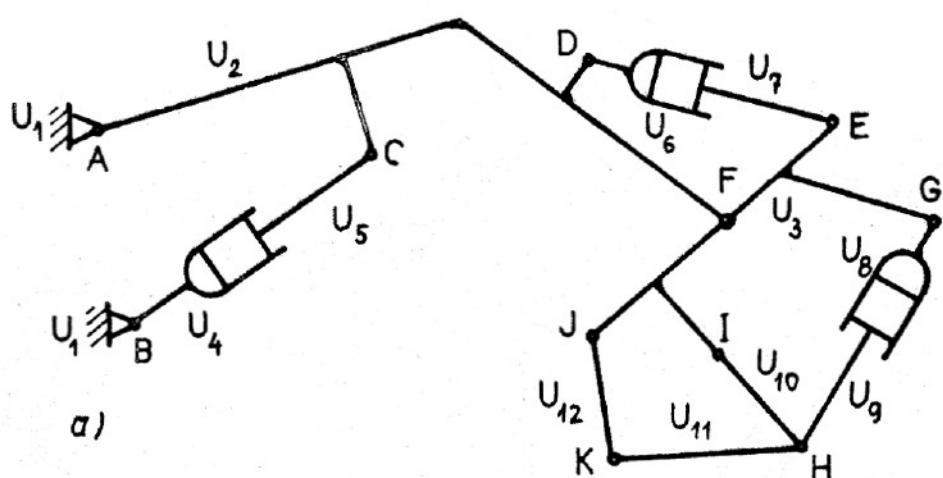
Priklad 1.10

Členy mechanizmu plniaceho zariadenia pre komunálne vozidlá majú hlavné pracovné polohy na obr. 1.10a,b,c,d. Utvorte matematický model pre kinematickú analýzu (skalárne slučkové rovnice), pričom hnacie členy budú U_3, U_6 .



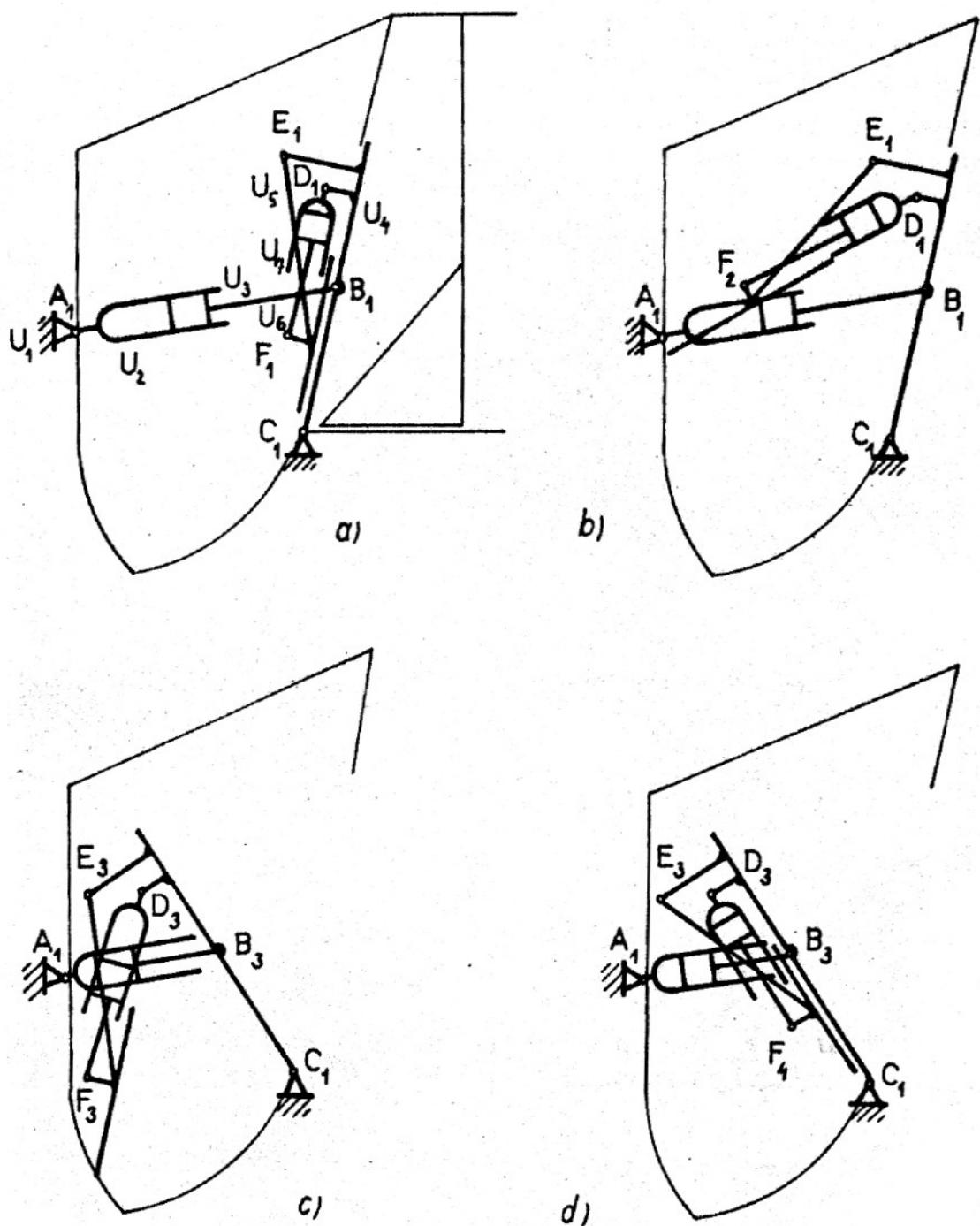
Obr. 1.8

RM deleného výložníka
 a) výložník s podvozkom, b) kinematická,
 c) štrukturálna schéma, d) globálne súradnice
 polohy členov



Obr. 1.9

RM rýpadla DH 113
 a) kinematická, b) štrukturálna schéma,
 c) globálne súradnice polohy členov

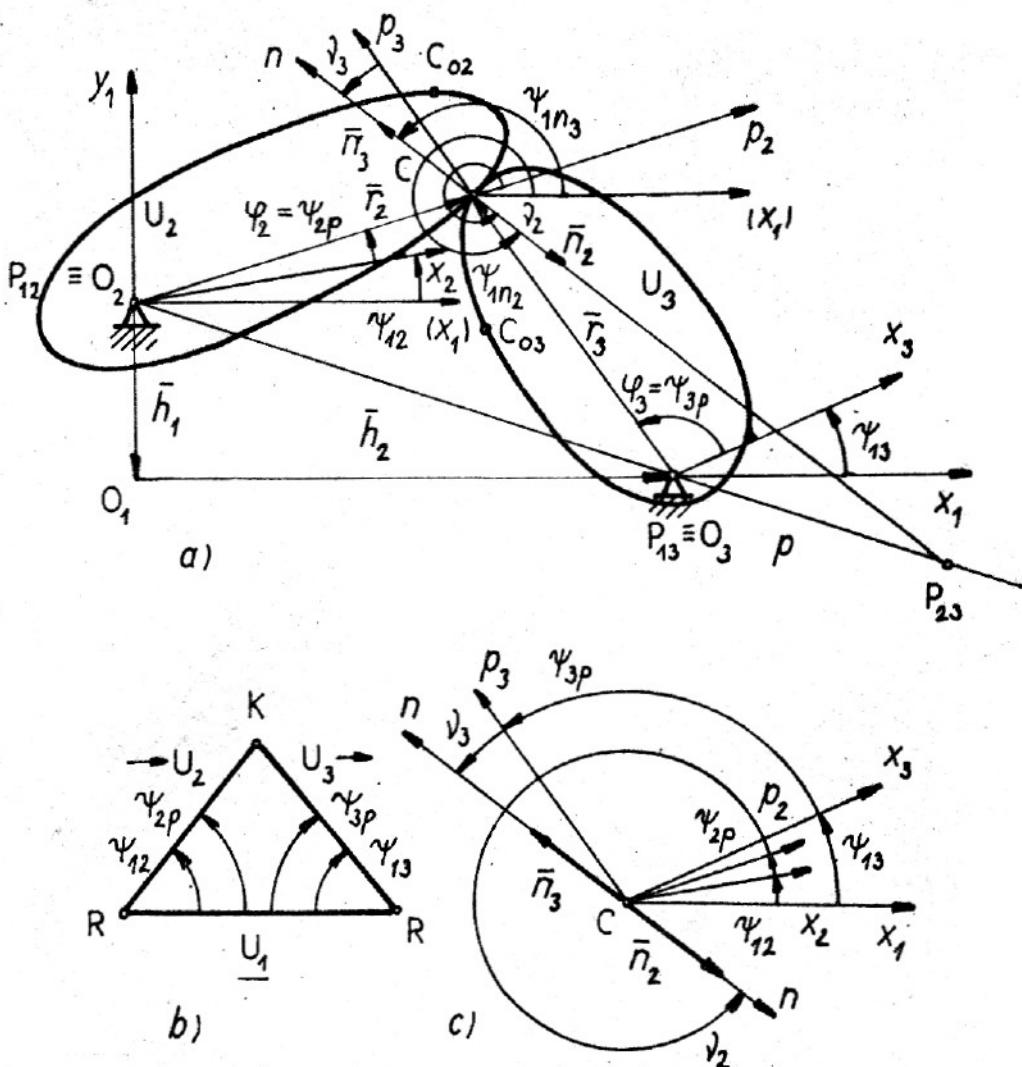


Obr. 1.10

Štyri hlavné polohy a,b,c,d RM plniaceho zariadenia
pre komunálne vozidlá

1.2.2 Globálne súradnice polohy členov RM s korektným prekízačím K spojením

Uvažujme RM, ktorého členy U_2, U_3 sa pri vzájomnom pohybe trvalo dotýkajú danými nekruhovými profilmi v tvere uzavorených kriviek (obr. 1.11a). Ak dotykový bod C neleží trvalo na príslušnej pólovej priamke p, potom je prekízačajúce K spojenie korektné a má triedu t = 1.



Obr. 1.11

a) kinematická, b) štruktúrna schéma, c) príslušné uhly v rovinnom mechanizme s K spojeniami členov U_2, U_3

Konfigurácia telies RM s K spojením členov závisí od okamžitých velkostí polohových vektorov r_k , $k = 2, 3$ a polohy ich nositeľiek p_k , preto globálne súradnicu $(\psi_{1k})_2$ polohy člena U_k budú tvoriť dva premenné uhly

$$(\psi_{1k})_2 = \psi_{1k} + \psi_{kp} \quad (1.48)$$

kde

$$\psi_{1k} = \varphi(x_1, x_k) \quad (1.49)$$

$$\psi_{kp} = \varphi(x_k, p_k)$$

Potom podľa TM (164a) máme pre K spojenie príavnú väzobnú rovnicu

$$(\psi_{13} - \psi_{12}) + (\psi_{3p} - \psi_{2p}) + (\gamma_3 - \nu_2) = \mathcal{M} + b\mathcal{N} \quad (1.50)$$

Konštantné celé číslo b v rovnici (1.50) určíme zo začiatocnej polohy členov, lebo podľa obr. 1.11a sú normálové vektoru \bar{n}_k kolineárne, teda

$$\psi_{1n3} - \psi_{1n2} = \mathcal{M} + b\mathcal{N} \quad (1.51)$$

kde

$$\psi_{1nk} = \psi_{1k} + \psi_{kp} + \gamma_k, \quad k = 2, 3 \quad (1.52)$$

pričom

$$\psi_{1nk} = \varphi(I_1, \bar{n}_k) \quad k = 2, 3 \quad (1.53)$$

Príklad 1.11

Stanovte globálne súradnice polohy členov v RM podľa obr. 1.11a.

Riešenie

$$v_m = 2, t_m = 2, t = 1: s_{12} = s_1 = 1(K), t = 2: s_{22} = s_2 = 2(R),$$

$$s = 3, n_v = 3, n_1 = 2, n_2 = 1, g_m = 2, u_2 = u = 3$$

$$k = 1, c = 4, n_k = n_h = n^s = n = 1, n_n = 0, z = z^s = 3,$$

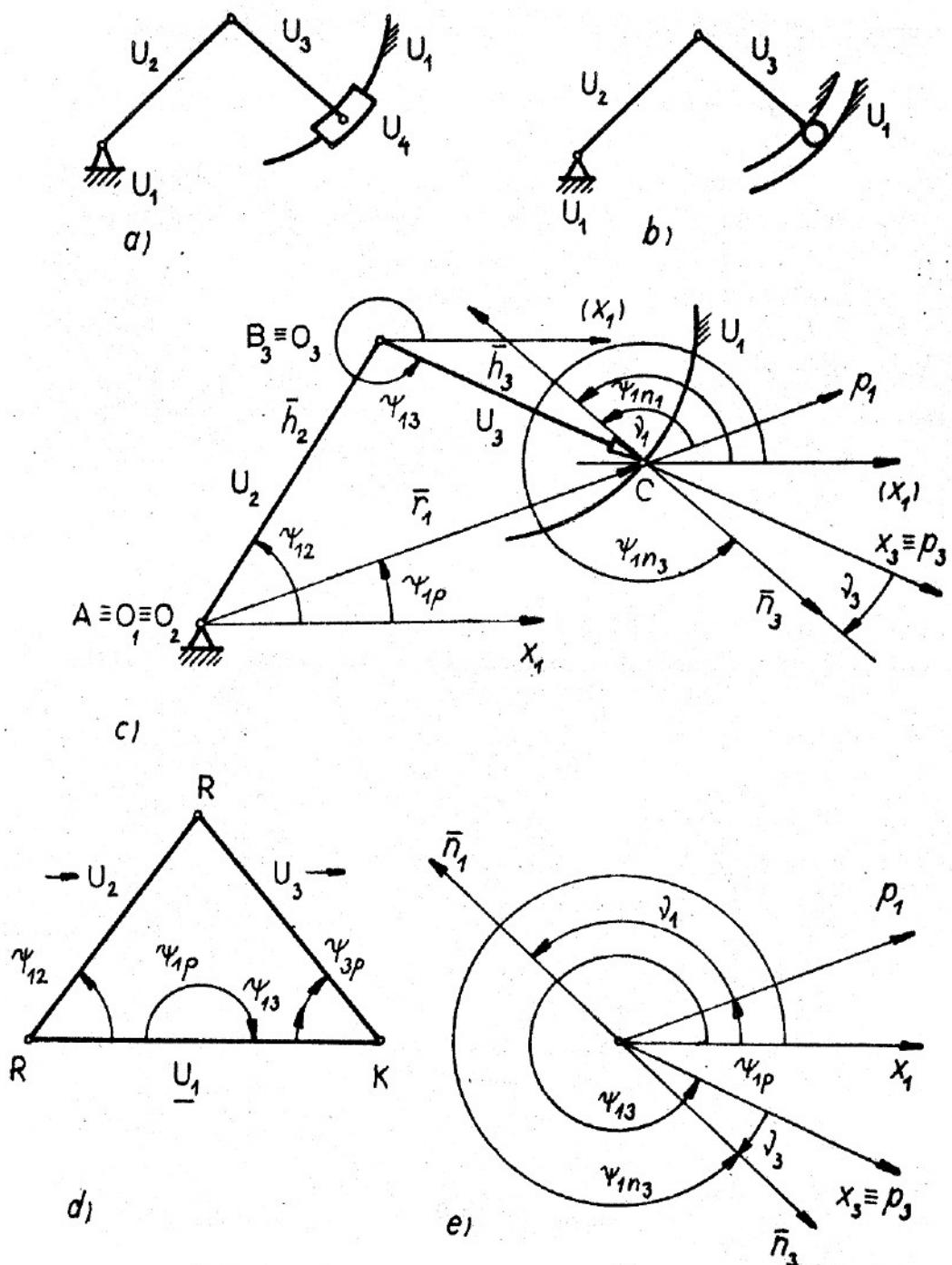
$$m = 4, d = d^s = 3$$

Ak bude člen U_2 hnací, potom globálne súradnice polohy členov budú:

$$\begin{aligned} \psi_1 &= \psi_{n1} = \psi_{12} \\ \psi_2 &= \psi_{z1} = \psi_{2p} \\ \psi_3 &= \psi_{z2} = \psi_{13} \\ \psi_4 &= \psi_{z3} = \psi_{3p} \end{aligned} \quad (1.54)$$

Príklad 1.12

Utvorte matematický model pre kinematicky ekvivalentné RM z obr. 1.12a,b,c, pričom hnací člen bude U_2 .



Obr. 1.12

Kinematicky ekvivalentné RM
 a) s kulisou, b) s čapom v drážke, c) s hrotom viazaným na kružnicu, d) štruktúrna schéma, e) uhly pre určenie koeficienta b

R i e š e n i e

podľa obr. 1.12c

4. Všetky hodnoty sú rovnaké ako v príklade 1.11.

5. $r_1: \overset{123}{123}$ $k_1: 1231$ $k_1: ABCA$

8. h_2, h_3

$$\psi_1 = \psi_{n1} = \psi_{12}$$

$$\psi_2 = \psi_{z1} = \psi_{13}$$

$$\psi_3 = \psi_{z2} = \psi_{3p}$$

$$\psi_4 = \psi_{z3} = \psi_{1p}$$

9., 10. $k_1: ABCA$

$$\bar{h}_2 + \bar{h}_3 - \bar{r}_1 = 0$$

$$x: h_2 \circ \psi_{12} + h_3 \circ \psi_{13} - r_1 \circ \psi_{1p} = 0$$

$$y: h_2 \circ \psi_{12} + h_3 \circ \psi_{13} - r_1 \circ \psi_{1p} = 0$$

Pre pričinnú väzobnú rovnicu je podľa (1.52), (1.53)

$$\psi_{1n1} = \psi_{11} + \psi_{1p} + \gamma_1 \quad (1.57)$$

kde podľa obr. 1.12c je trvalo $\gamma_{11} = 0$

$$\psi_{1n3} = \psi_{13} + \psi_{3p} + \gamma_3 \quad (1.58)$$

$$\psi_{1n1} - \psi_{1n3} = - \beta \quad (1.59)$$

teda

$$b = -2$$

Uhол γ_1 určíme podľa TM (1.62) z danej rovnice väzobného profilu

$$r_1 = f(\psi_{1p}) \quad (1.60)$$

Z obr. 1.12e vyplýva, že uhol γ_3 bude

$$\gamma_3 = \psi_{13} - (\psi_{1p} + \gamma_1 + \gamma) \quad (1.61)$$

Príklad 1.13

Utvorte matematický model pre náhradný mechanizmus k vačkovému mechanizmu z obr. 1.13a, pričom hnací člen bude U_2 .

Riešenie

Kedže lokálna nadbytočná pohyblivosť kladky nevplyvuje na priebeh pohybu zdviháka, urobíme kinematickú analýzu pre náhradný mechanizmus z obr. 1.13b.

4. Väetky hodnoty sú rovnaké ako v príklade 1.11.

5. $r_1: 123$
 $k_1: 1231$ $k_1: ACDBA$

8. konštantné rozmery:

$$h_1, h_3 = r_3$$

rovnica profilu vačky:

$$r_2 = f_2(\psi_{2p})$$

globálne súradnice polohy členov:

$$\psi_1 = \psi_{n1} = \psi_{12}$$

$$\psi_2 = \psi_{z1} = \psi_{2p}$$

$$\psi_3 = \psi_{z2} = \psi_{13}$$

$$\psi_4 = \psi_{z3} = \psi_{3p}$$

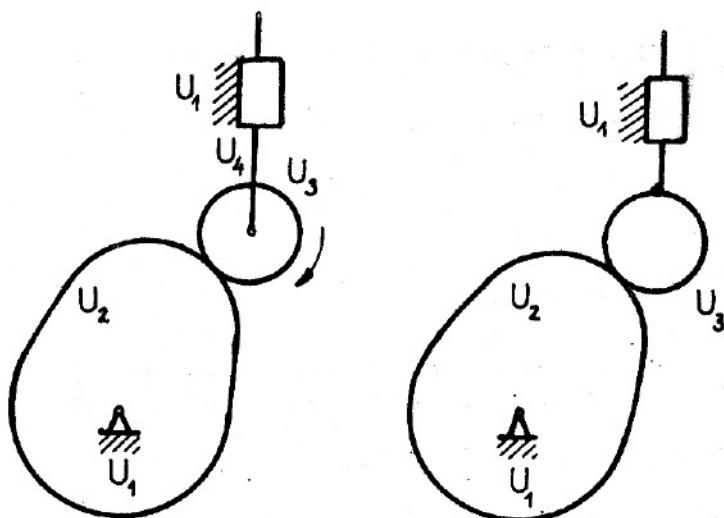
9. $k_1: 1231$ $k_1: ACDBA$

$$\bar{r}_2 - \bar{r}_3 - \bar{p}_{13} - \bar{h}_1 = \bar{o}$$

(1.62)

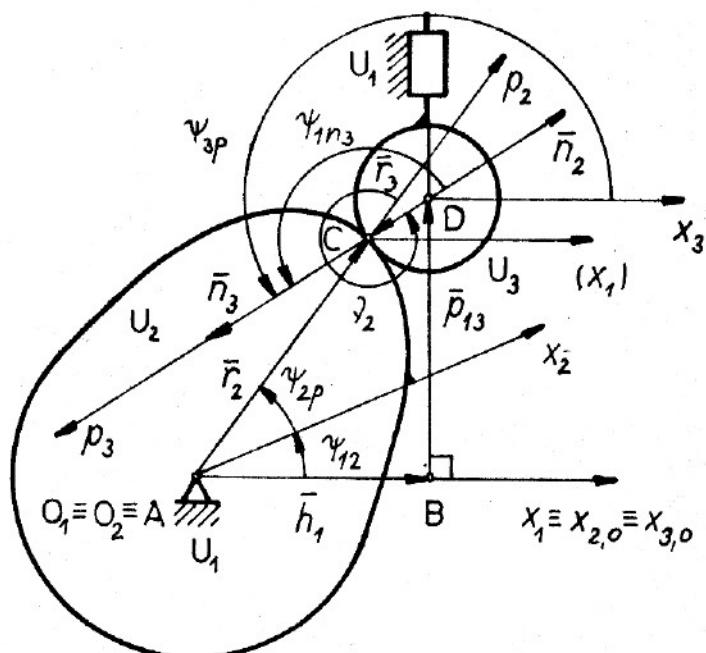
Obr. 1.13 a) vačkový mechanizmus so zdvihákom s kladkou, b) náhradný vačkový mechanizmus, c) globálne súradnice polohy členov, d) štruktúrna schéma, e) uhly pre určenie koeficienta b

(1.63)

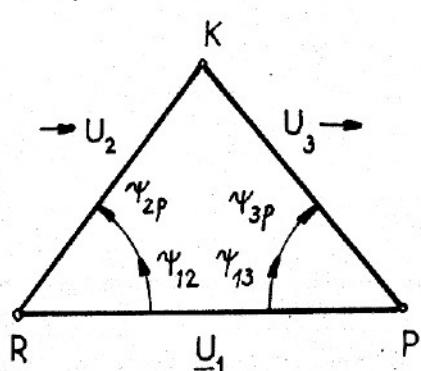


a)

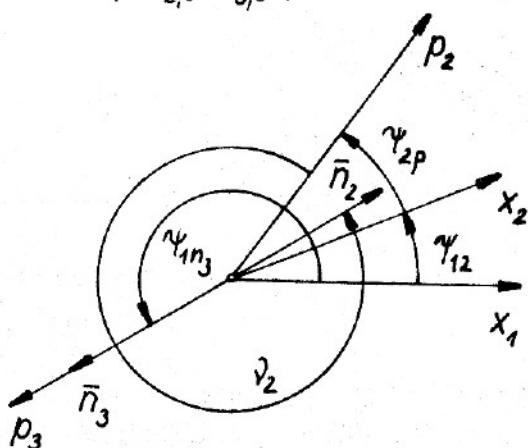
b)



c)



d)



e)

$$10. \quad x: r_2 \circ (\psi_{12} + \psi_{2p}) - r_3 \circ \psi_{3p} - h_1 = 0$$

$$y: r_2 \circ (\psi_{12} + \psi_{2p}) - r_3 \circ \psi_{3p} - p_{13} = 0$$

Z prípadnej rovnice pre K spojenie vyplýva, že

$$\psi_{1n3} - \psi_{1n2} = -\pi \quad (1.64)$$

teda

$$b = -2$$

Uhол γ_2 určíme podľa TM (1.62)

$$\gamma_2 = \operatorname{arctg}_2 \left[-\delta_2 \frac{\partial f_2}{\partial \psi_{2p}}, \delta_2 f_2 \right] = \operatorname{arctg}_2 [y, x] \quad (1.65)$$

Kedže pre $x_C > 0$ je aj $\frac{d \psi_{1p}}{ds} > 0$, potom $\delta_2' = 1$, teda

$$\gamma_2 = \operatorname{arctg} \left(\frac{y}{x} \right) \quad (1.66)$$

Príklad 1.14

Utvorte matematický model pre vačkový mechanizmus s plochým centrickým zdvihákom podľa obr. 1.14a,b,c keď hnací člen bude U_2 . Pri riešení aplikujte vzťah (1.48) na posúvajúci sa člen U_3 , teda

$$(p_{13})_2 = p_{13} + p_{3p} \quad (1.67)$$

1.2.3 Globálne a lokálne súradnice polohy členov RM s nekorektným prekízajúcim K spojením

Ak kótykový bod prekízajúcich profilov členov U_i, U_j spojených K spojením (na obr. 1.14a Bod C telies U_2, U_3) bude trvalo bodom poloovej priamky, potom z dôvodu trvalej singularity vzájomnej polohy členov sa K spojenie neuplatní a počet $n_n = 1$. Rovnica (1.30) platí pre lokálne súradnice polohy telies spojených korektným K spojením a V spojením, teda pre nekorektné K spojenie podľa obr. 1.15a bude

$$q_{oij} = \widehat{C_{oi}C} \neq \widehat{C_{oj}C} = q_{oji} \quad (1.68)$$