

s := sec

## EL\_DYN I\_09a\_m

RPT9.mcd

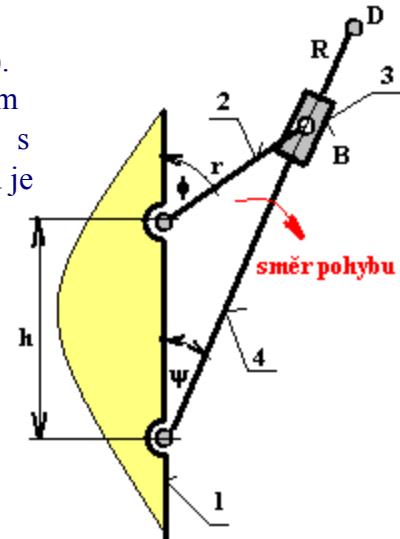
Kulisový mechanismus je tvořen hnací klikou (2) o poloměru  $r$ , ramenem (4) celkové délky  $R$  a kulisou (3). Vzdálenost otočných bodů kliky a ramene je  $h$ . V jistém okamžiku se hnací klika (2) otáčí úhlovou rychlostí  $\omega_{21}$  s úhlovým zrychlením  $\alpha_{21}$ . Okamžitá poloha mechanismu je dána úhlem  $\phi$ .

- 1) Určete rychlosť  $v_D$  bodu D
- 2) Určete zrychlení  $a_D$  bodu D.
- 3) Správnosť vypočtených výsledků zkонтrolujte jinou metodou -( analyticky ).

$$\begin{aligned} \text{Dáno: } R &:= 1300 \cdot \text{mm} & \omega_{21} &:= 8 \cdot \text{s}^{-1} \\ r &:= 300 \cdot \text{mm} & \alpha_{21} &:= 4 \cdot \text{s}^{-2} \\ \phi &:= 50 \cdot \text{deg} & h &:= 600 \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

Určení úhlu  $\psi(t)$

$$\frac{r \cdot \sin(\phi)}{r \cdot \cos(\phi) + h} = \tan(\psi) \quad \psi := \arctan\left(\frac{r \cdot \sin(\phi)}{r \cdot \cos(\phi) + h}\right) \quad \psi = 16.165 \text{ deg}$$



- 1) Určení rychlosťi  $v_D$  bodu D

$$\begin{aligned} \text{Rychlosť bodu B} \quad v_{B21} &:= r \cdot \omega_{21} \\ &v_{B21} = 2.4 \text{ m sec}^{-1} \end{aligned}$$

Celková rychlosť bodu B- $v_{B21}=v_{B31}$  je zároveň vektorovým součtem

$$\overrightarrow{v_{B21}} = \overrightarrow{v_{B31}} = \overrightarrow{v_{B34}} + \overrightarrow{v_{B41}} \quad v_{B41} := 1 \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \quad v_{B34} := 1 \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Given

$$v_{B21} \cdot \cos(\phi) = -v_{B34} \cdot \sin(\psi) + v_{B41} \cdot \cos(\psi)$$

$$-v_{B21} \cdot \sin(\phi) = -v_{B34} \cdot \cos(\psi) - v_{B41} \cdot \sin(\psi)$$

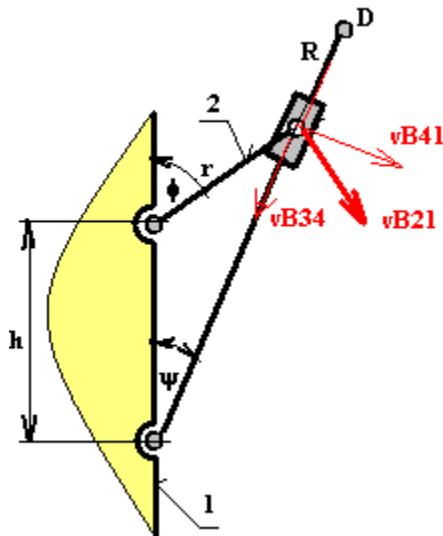
$$V := \text{Find}(v_{B34}, v_{B41}) \quad V = \begin{pmatrix} 1.336 \\ 1.994 \end{pmatrix} \text{m sec}^{-1}$$

$$v_{B34} := V_0 \quad v_{B34} = 1.336 \text{ m sec}^{-1}$$

$$v_{B41} := V_1 \quad v_{B41} = 1.994 \text{ m sec}^{-1}$$

Určení velikosti úhlové rychlosťi  $\omega_{41}$

$$\omega_{41} := \frac{v_{B41}}{\left( \frac{h + r \cdot \cos(\phi)}{\cos(\psi)} \right)} \quad \omega_{41} = 2.415 \text{ sec}^{-1}$$



Rychlosť bodu **D** -  $v_{D41}$

$$v_{D41} := \omega_{41} \cdot R$$

$$v_{D41} = 3.14 \text{ m sec}^{-1}$$

## 2) Určení velikosti zrychlení

$$a_{B21n} := r \cdot \omega_{21}^2$$

$$a_{Bcor} := 2 \cdot \omega_{41} \cdot v_{B34}$$

$$a_{B21n} = 19.2 \text{ m sec}^{-2}$$

$$a_{Bcor} = 6.455 \text{ m sec}^{-2}$$

$$a_{B21t} := \alpha_{21} \cdot r$$

$$a_{B41n} := \frac{v_{B41}^2}{\frac{h+r \cdot \cos(\phi)}{\cos(\psi)}}$$

Pro zrychlení bodu **B** jako součásti členu (3) je vektorový součet složek zrychlení

$$\overrightarrow{a_{B31}} = \overrightarrow{a_{B34}} + \overrightarrow{a_{B41t}} + \overrightarrow{a_{B41n}} + \overrightarrow{a_{corB}} = \overrightarrow{a_{B21n}} + \overrightarrow{a_{B21t}}$$

$$a_{34} := 1 \cdot \frac{m}{s^2} \quad a_{B41t} := 1 \cdot \frac{m}{s^2}$$

Given

$$-a_{B21n} \cdot \sin(\phi) + a_{B21t} \cdot \cos(\phi) = -a_{34} \cdot \sin(\psi) - a_{B41n} \cdot \sin(\psi) + a_{B41t} \cdot \cos(\psi) - a$$

$$-a_{B21n} \cdot \cos(\phi) - a_{B21t} \cdot \sin(\phi) = -\cos(\psi) \cdot (a_{B41n} + a_{34}) + a_{Bcor} \cdot \sin(\psi) - a_{B41t}$$

$$V := \text{Find}(a_{34}, a_{B41t})$$

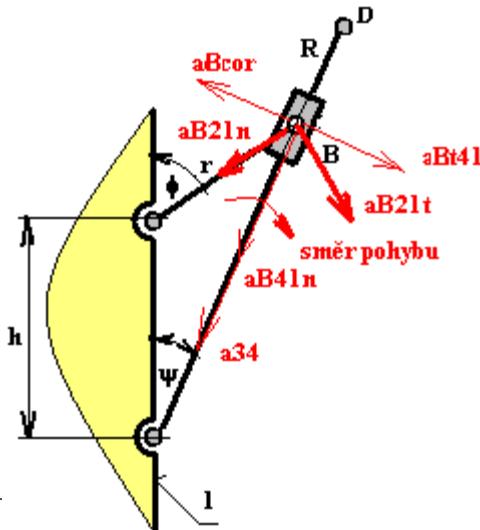
$$V = \begin{pmatrix} 11.802 \\ -3.239 \end{pmatrix} \text{ m sec}^{-2}$$

$$a_{B41t} := V_1$$

$$\alpha_{41} := \frac{a_{B41t}}{\frac{h+r \cdot \cos(\phi)}{\cos(\psi)}} \quad \alpha_{41} = -3.924 \text{ sec}^{-2}$$

$$a_{D41t} := \alpha_{41} \cdot R$$

$$a_{D41t} = -5.101 \text{ m sec}^{-1}$$



## Kontrola výsledků - metoda analytická

Převodový poměr  $p$  není konstantní, ale je funkcí úhlu  $\phi$

$$p(\phi) = \frac{\omega_{41}}{\omega_{21}} = \frac{\frac{d}{dt}\psi}{\frac{d}{dt}\phi} = \frac{d\psi}{d\phi} = \frac{d\left(\arctan\left(\frac{r \cdot \sin(\phi)}{r \cdot \cos(\phi) + h}\right)\right)}{d\phi}$$

$$, := \arctan\left(\frac{r \cdot \sin(\phi)}{r \cdot \cos(\phi) + h}\right)$$

$$p(\phi) := \frac{r \cdot \frac{\cos(\phi)}{r \cdot \cos(\phi) + h} + r^2 \cdot \frac{\sin(\phi)^2}{(r \cdot \cos(\phi) + h)^2}}{1 + r^2 \cdot \frac{\sin(\phi)^2}{(r \cdot \cos(\phi) + h)^2}}$$

$$p(\phi) = 0.302$$

## Výpočet rychlosti bodu D

$$\omega_{41} := \omega_{21} \cdot p(\phi) \quad \omega_{41} = 2.415 \text{ sec}^{-1} \quad vD := \omega_{41} \cdot R \quad vD = 3.14 \text{ m sec}^{-1}$$

## Výpočet tečné složky zrychlení aD41t bodu D

$$\alpha_{41} = \frac{d}{dt}(\omega_{21} \cdot p(\phi)) = \left( \alpha_{21} \cdot p(\phi) + \omega_{21} \cdot \frac{dp(\phi)}{dt} \cdot \frac{d\phi}{d\phi} \right) = \left( \alpha_{21} \cdot p(\phi) + \omega_{21}^2 \cdot \frac{dp(\phi)}{d\phi} \right)$$

$$\alpha_{41} := \left( \alpha_{21} \cdot p(\phi) + \omega_{21}^2 \cdot \frac{d}{d\phi} p(\phi) \right) \quad \alpha_{41} = -3.924 \text{ sec}^{-2}$$

$$aD41t := \alpha_{41} \cdot R \quad aD41t = -5.101 \text{ m sec}^{-2}$$