

REALIZACE SKLÁPĚNÍ A ŘÍZENÍ ZDVIHOVÉHO MECHANISMU JEŘÁBU DERIKOVÉHO TYPU

THE REALIZATION DUMPING AND CONTROL OF THE LIFTING DEVICE OF DERRICK CRANE

Leopold Hrabovský¹

Anotace: Předmětem výzkumu bylo docílit, aby dráha břemene při změně vyložení břemene, kterou zajišťuje výložník otočně uložený na horizontálním čepu, prostřednictvím sklápěcího mechanismu, byla při měnícím se vyložení přibližně vodorovná, čímž stavitelné výložníky standardně nedisponují.

Klíčová slova: stavitelný výložník, sklápěcí mechanismus, zdvihový mechanismus.

Summary: The subject of research was by, arrive at distance of weight at change in weight-liner, which clinching the gib, at change in weight-liner anywhere horizontal, whereby adjustable gib standardly are not powered. The gib is pivoted in horizontal journal, by means of dumping mechanism.

Key words: adjustable gib, dumping mechanism, lifting device.

ÚVOD

Sklápěcí ústrojí umožňuje dosáhnout změny vyložení břemene a současně slouží ke sklápění a vztyčování výložníků otočných jeřábů. Dle obecného pohledu je možno rozlišovat výložníky kyvné a stavitelné. U kyvného výložníku (1) dráha břemene zůstává v průběhu změny vyložení zcela, nebo přibližně, vodorovná a výložník bývá vyvážen. Dle (1) platí, že vyložení stavitelných výložníků se mění občas a zpravidla v nezatíženém stavu jeřábu. Při vztyčování bývá výložník nevyvážen a jeřábový hák (kladnice) se pohybuje směrem vzhůru ve vertikální rovině.

1. KYVNÝ VÝLOŽNÍK

V současné době je praxí využíváno několika konstrukčních systémů měnitelného vyložení kyvným výložníkem při zcela vodorovné, nebo přibližně vodorovné, dráze břemena.

Podle konstrukce výložníku jsou rozlišovány (1):

- systémy s jednoduchým výložníkem s kruhovou, nebo zvláštní, dráhou kladky,
- systémy s členěným výložníkem (s vodorovnou dráhou kladky na hrotu výložníku) s tuhým táhlem nebo bez tuhého táhla.

1.1 Systémy s jednoduchým výložníkem

Nejčastěji je výložník uložen otočně na pevném čepu, takže kladka na hrotu výložníku

¹ doc. Ing. Leopold Hrabovský, Ph.D., Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava - Poruba, Tel.: +420 596 993 185, E-mail: leopold.hrabovsky@vsb.cz

opisuje kruhovou dráhu. Vodorovného pohybu břemena se dosahuje vyrovnáváním rozdílů výšek hrotu výložníku zdvihovým lanem tak, aby jeřábový hák, případně kladnice, zůstával(a) při změně vyložení prakticky ve stejné výši. Nejznámější jsou dva způsoby vedení lana, kladkostrojem nebo vahačem.

1.1.1 Vedení lana kladkostrojem

Zdvihové lano je vedeno z lanového bubnu kladkostrojovým systémem přes pevné kladky a kladky na hrotu výložníku k jeřábovému háku. Při vztyčování výložníku o příslušné délce se postupně zkracuje délka kladkostroje ze své původní polohy do polohy konečné, zároveň se však prodlužuje konec lana přibližně o rozdíl výšek, takže hák zůstává prakticky ve stejné výši.

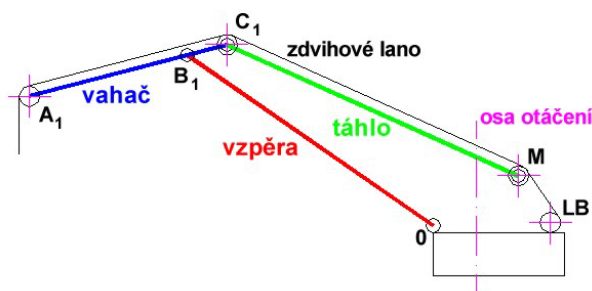
1.1.2 Vedení lana vahačem

U tohoto systému je výložník spojen táhlem s vahačem, na jehož konci je vodičí kladka přes kterou je vedeno zdvihací lano od bubnu ke kladce na hrotu výložníku. Při vztyčování výložníku se kladka na vahači pohybuje dolů, čímž se délka lana vyrovnává a břemeno zůstává přibližně ve stejné výši.

1.2 Systémy s členěným výložníkem

1.2.1 Systémy s tuhým táhlem

Členěný výložník s tuhým táhlem je složen ze vzpěry, táhla a vahače, viz obr. 1. Vzpěra je otočně uložena na pevném čepu O, takže se v podstatě jedná o čtyřkloubový mechanismus s vahačem jako těhlicí. Křivka, kterou opisuje při vztyčování výložníku koncový bod vahače A, je ve své spodní části přibližně vodorovná, takže mezi nejmenším a největším vyložení lze dosáhnout dostatečného přiblížení k vodorovné dráze. Zdvihací lano je vedeno z lanového bubnu LB přes volné lanové kladky v kloubech A₁, B₁ a C₁ ke kladnici nebo háku, takže při změně vyložení zachovává vzhledem ke členům táhla a vahače stále stejnou polohu.



Zdroj: Autor

Obr. 1: Členěný výložník s tuhým táhlem

1.2.2 Systémy bez tuhého táhla

U běžného systému členěného výložníku je horní vahač vytvořen jako segment a držen lanem místo tuhého táhla. Lano je oběma konci uchyceno na čepu a vedeno přes zakřivenou část vahače a zaklesnuto smyčkou v jeho přímé části. Při změně vyložení mění vahač svou polohu vzhledem ke vzpěře, takže se lano na jeho zakřivenou část navíjí nebo odvíjí.

Zakřivená část vahače je vytvořena tak, aby pól jeho pohybu byl stále na svislici tíhy zvedaného břemene.

2. STAVITELNÝ VÝLOŽNÍK

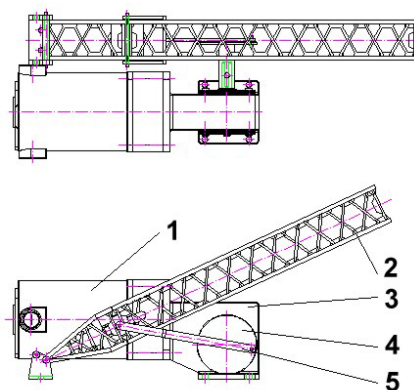
Dle praxí využívaných stavitelných výložníků se realizuje vyložení těchto výložníků v nezátíženém stavu jeřábu a mění se pouze v určitém časovém úseku. Výložník bývá nevyvážen a jeřábový hák se pohybuje, při vztyčování, směrem vzhůru ve vertikální rovině.

2.1 Realizace sklápění ramene jeřábu

Sklápění výložníků prostřednictvím klikového ústrojí (2) má zpravidla po stranách dvě kliky, jež jsou spojeny táhly s výložníkem. Kliky jsou nasazeny letmo na hřídeli a poháněny ozubenými koly od motoru. Kliky samočinně omezují krajní polohy výložníku, takže by mohly odpadnout koncové vypínače. Zpravidla není používáno natočení klik až do krajních poloh, nýbrž jen asi na 140 deg až 150 deg, kdy jsou uváděny v činnost koncové vypínače. Táhla ústrojí mívají pružinové tlumiče pro měkký záběr a tlumení rázů. Postupná rychlost břemena se při změně vyložení rychle mění z nuly na maximum (asi uprostřed) a zpět na nulu. Klikové ústrojí vyhovuje v provozu, avšak jeho velkou nevýhodou jsou značnější rozměry a velká vlastní hmotnost.

2.1.1 Návrh klikového ústrojí sklápění výložníku

Sklápění ramene výložníku jeřábu derikového typu, viz obr. 2, prostřednictvím klikového mechanismu je navrženo pro dva mezní úhly polohy výložníku. První mezní poloha ramene výložníku při maximálním sklopení je popsána úhlem α_1 [deg] mezi podélnou osou výložníku a vodorovnou rovinou a druhá poloha při maximálním vztyčení ramene výložníku je definována úhlem α_2 [deg], viz obr. 3.



Zdroj: Autor

Obr. 2: Sklápění ramene výložníku klikovým mechanismem

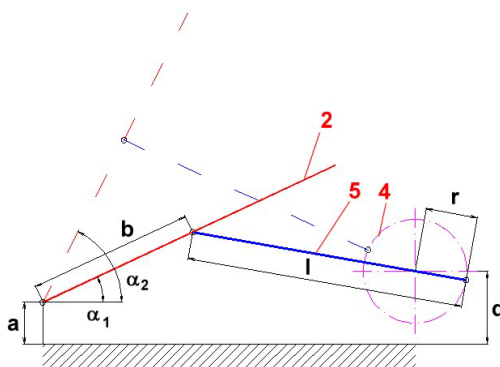
Jsou-li známy příslušné délkové rozměry a [m], b [m], vzdálenost osy otočného čepu od osy otáčení kliky c [m] a mezní úhly sklonu ramene α_1 [deg], α_2 [deg], viz obr. 3, pak je možno navrhnout klikový mechanismus skládající se s kliky (4) délky r [m] a ojnice (5) délky l [m].

Z obr. 4 vyplývají následující geometrické závislosti, pro které byl v programu Mathcad

Professional 2000 vytvořen postup výpočtu [3] pro známé délkové rozměry a úhel natočení kliky v rozmezí $\phi = 0$ až 180 deg.

$$l = l_1 + l_2 \text{ [m]} \tag{1}$$

$$\cos \beta_2 = \frac{c - b \cdot \cos \alpha}{l_1} \Rightarrow l_1 = \frac{c - b \cdot \cos \alpha}{\cos \beta_2} \text{ [m]} \tag{2}$$



Zdroj: Autor

Obr. 3: Sklápění ramene výložníku klikovým mechanismem

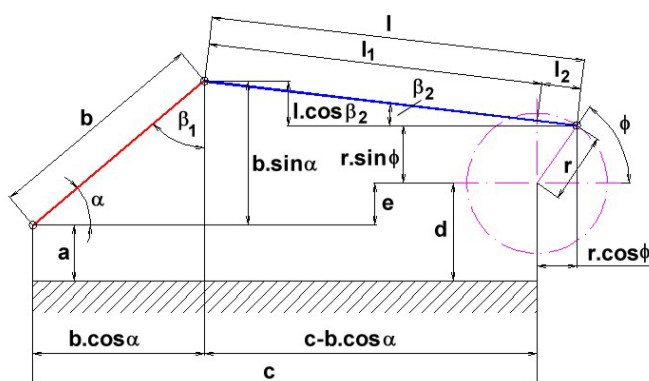
Úpravou vztahu (1) a dosazením za výraz l_1 [m] ze vztahu (2) získáváme:

$$l_2 = l - l_1 = l - \frac{c - b \cdot \cos \alpha}{\cos \beta_2} \text{ [m]} \tag{3}$$

$$\cos \beta_2 = \frac{r \cdot \cos \phi}{l_2} \Rightarrow l_2 = \frac{r \cdot \cos \phi}{\cos \beta_2} \text{ [m]} \tag{4}$$

Vzájemným porovnáním vztahu (3) a (4) získáváme:

$$l_2 = l - \frac{c - b \cdot \cos \alpha}{\cos \beta_2} = \frac{r \cdot \cos \phi}{\cos \beta_2} \text{ [m]} \tag{5}$$



Zdroj: Autor

Obr. 4: Rameno jeřábu sklápěné klikovým mechanismem

Rovnici (5) vynásobíme výrazem $\cos \beta_2$, čímž získáváme:

$$l \cdot \cos \beta_2 - (c - b \cdot \cos \alpha) = r \cdot \cos \phi \tag{6}$$

Dle obr. 4 platí:

$$l_1 \sin\beta_2 + r \sin\phi + e = b \sin\alpha \quad (7)$$

Úpravou vztahu (7) získáváme:

$$\beta_2 = \arcsin \frac{b \sin\alpha - r \sin\phi - e}{l_1} \text{ [deg]} \quad (8)$$

Úpravou vztahu (4), dosazením za $l_2 = l - l_1$ [m] a za l_1 [m] výraz (2) získáváme:

$$\beta_2 = \arccos\left(\frac{r \cos\phi}{l_2}\right) = \arccos\left(\frac{r \cos\phi}{l - l_1}\right) = \arccos\left(\frac{r \cos\phi}{l - \frac{c - b \cos\alpha}{\cos\beta_2}}\right) \text{ [deg]} \quad (9)$$

Dosadíme-li do vztahu (9) za úhel β_2 výraz (8) získáváme:

$$\beta_2 = \arccos\left(\frac{r \cos\phi}{l - \frac{c - b \cos\alpha}{\cos\beta_2}}\right) = \arccos\left(\frac{r \cos\phi}{l - \frac{c - b \cos\alpha}{\cos\left(\arcsin \frac{b \sin\alpha - r \sin\phi - e}{l}\right)}}\right) \quad (10)$$

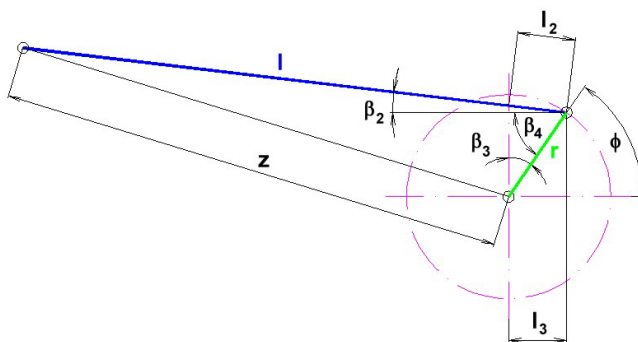
Vzájemným porovnáním vztahu (8) a (10) získáváme rovnici, která má jedinou proměnnou a to ϕ [deg]:

$$\arcsin \frac{b \sin\alpha - r \sin\phi - e}{l} = \arccos\left(\frac{r \cos\phi}{l - \frac{c - b \cos\alpha}{\cos\left(\arcsin \frac{b \sin\alpha - r \sin\phi - e}{l}\right)}}\right) \quad (11)$$

Analytické vztahy kinematiky klikového mechanismu popisující dráhu čepu dle obr. 5 (mechanicky svazujícího rameno a ojnice) jsou uvedeny ve vztazích (12) až (15).

Dle obr. 5 platí pro délku úsečky l_3 [m] vztah (12).

$$\cos\beta_2 = \frac{l_3}{l_2} \Rightarrow l_3 = l_2 \cdot \cos\beta_2 \text{ [m]} \quad (12)$$



Zdroj: Autor

Obr. 5: Zdvih klikového mechanismu

Velikost úhlu β_3 [deg], dle obr. 5, lze určit dle vztahu (13).

$$\sin \beta_3 = \frac{l_3}{r} \Rightarrow \beta_3 = \arcsin\left(\frac{l_3}{r}\right) = \arcsin\left(\frac{l_2 \cdot \cos \beta_2}{r}\right) \text{ [deg]} \quad (13)$$

Velikost úhlu β_4 [deg], dle obr. 5, lze určit dle vztahu (14).

$$\beta_4 = 90^\circ - \beta_3 = \phi \text{ [deg]} \quad (14)$$

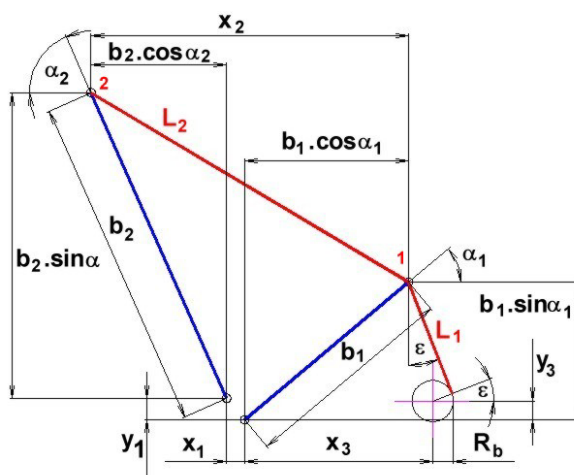
Dle Kosinovy věty lze určit délku úsečky z [m], což je zdvih klikového mechanismu.

$$z = \sqrt{r^2 + l^2 - 2 \cdot r \cdot l \cdot \cos(\beta_2 + \beta_4)} \text{ [m]} \quad (15)$$

2.2 Návrh zdvihacího ústrojí jeřábu

Sklopné rameno výložníku jeřábu délky b_2 [m] je sklápěno (nebo vztyčováno) prostřednictvím lana, které je navijeno na lanový buben, viz obr. 6. Horizontální vzdálenost x_2 [m] os pevných kladek, uložených na koncích ramen, je možno určit dle vztahu (16).

$$x_2 = b_2 \cdot \cos \alpha_2 + x_1 + b_1 \cdot \cos \alpha_1 \text{ [m]} \quad (16)$$



Zdroj: Autor

Obr. 6: Kinematické schéma jeřábu

Označíme-li rozdíl vertikálních výšek bodů 2 a 1 jako y_2 [m], viz obr. 6, pak platí:

$$y_2 = b_2 \cdot \sin \alpha_2 + y_1 - b_1 \cdot \sin \alpha_1 \text{ [m]} \quad (17)$$

Dle obr. 6 platí, že:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \delta &= \frac{y_2}{x_2} = \frac{b_2 \cdot \sin \alpha_2 + y_1 - b_1 \cdot \sin \alpha_1}{b_2 \cdot \cos \alpha_2 + x_1 + b_1 \cdot \cos \alpha_1} \Rightarrow \\ \Rightarrow \delta &= \operatorname{arctg} \left(\frac{b_2 \cdot \sin \alpha_2 + y_1 - b_1 \cdot \sin \alpha_1}{b_2 \cdot \cos \alpha_2 + x_1 + b_1 \cdot \cos \alpha_1} \right) \text{ [deg]} \end{aligned} \quad (18)$$

Délka úsečky 2-1 je dle obr. 6 označena jako L_2 [m], její velikost je možno určit dle vztahu (19).

$$\cos \delta = \frac{x_2}{L_2} \Rightarrow L_2 = \frac{b_2 \cdot \sin \alpha_2 + y_1 - b_1 \cdot \sin \alpha_1}{\cos \delta} \text{ [m]} \quad (19)$$

Dle obr. obr. 7, s využitím obr. 6, platí, že je možno horizontální a vertikální vzdálenost osy pevné kladky ramene jeřábu délky b_1 [m] od osy lanového bubnu, popsat vztahy (20) a

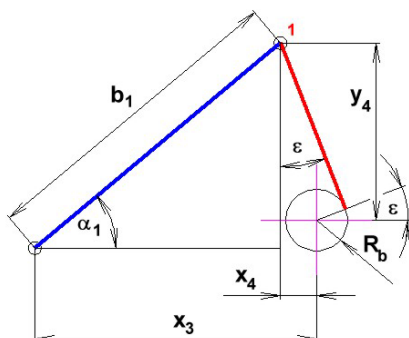
(21).

$$x_4 = x_3 - b_1 \cdot \cos\alpha_1 \text{ [m]} \quad (20)$$

$$y_4 = b_1 \cdot \sin\alpha_1 - y_3 \text{ [m]} \quad (21)$$

Dle obr. 8 s využitím obr. 6 platí:

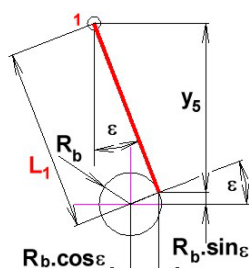
$$y_5 = y_4 - R_b \cdot \sin\varepsilon \text{ [m]} \quad (22)$$



Zdroj: Autor

Obr. 7: Vzdálenost osy pevné kladky ramene jeřábu od osy lanového bubnu

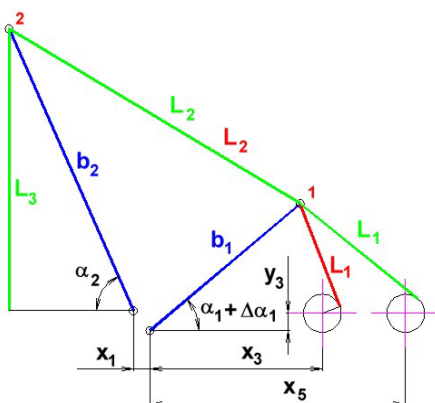
$$\cos\varepsilon = \frac{y_5}{L_1} \Rightarrow L_1 = \frac{y_5}{\cos\varepsilon} = \frac{y_4 - R_b \cdot \sin\varepsilon}{\cos\varepsilon} = \frac{b_1 \cdot \sin\alpha_1 - y_3 - R_b \cdot \sin\varepsilon}{\cos\varepsilon} \text{ [m]} \quad (23)$$



Zdroj: Autor

Obr. 8: Vertikální vzdálenost osy pevné kladky ramene jeřábu od místa náběhu lana na lanový bubnu

A) Změna úhlu sklonu výložníku délky b_1 [m] o úhel $\alpha_1 + \Delta\alpha_1$ [deg], viz obr. 9.



Zdroj: Autor

Obr. 9: Sklápění ramene výložníku o délce b_1 [m]

Při změně úhlu sklonu ramene délky b_1 [m] jeřábu o úhel $\alpha_1 + \Delta\alpha_1$ [deg] platí dle vztahu (19) že vzdálenost mezi hroty výložníků je, viz (24).

$$L_{21} = \frac{b_2 \cdot \sin\alpha_2 + y_1 - b_1 \cdot \sin(\alpha_1 + \Delta\alpha_1)}{\cos\delta} = \frac{b_2 \cdot \sin\alpha_2 + y_1 - b_1 \cdot \sin(\alpha_1 + \Delta\alpha_1)}{\cos\left(\arctg\left(\frac{b_2 \cdot \sin\alpha_2 + y_1 - b_1 \cdot \sin(\alpha_1 + \Delta\alpha_1)}{b_2 \cdot \cos\alpha_2 + x_1 + b_1 \cdot \cos(\alpha_1 + \Delta\alpha_1)}\right)\right)} \quad [\text{m}] \quad (24)$$

Aby nedošlo ke změně úhlu sklonu α_2 [deg] výložníku b_2 [m] je nutno, dle obr. 9, navinout na levý lanový buben délku L_s [m] sklápěcího lana, která se rovná:

$$L_s = L_2 - L_{21} \quad [\text{m}] \quad (25)$$

Je-li znám průměr R_{bs} [m] lanového bubnu sklápěcího mechanismu výložníku, pak, aby byl úhel sklonu α_2 [deg] výložníku b_2 [m] zachován, je nutno pootočit levým lanovým bubnem o úhel β_{bs} [deg]:

$$L_s = R_{bs} \cdot \beta_{bs} \Rightarrow \beta_{bs} = \frac{L_s}{R_{bs}} \quad [\text{deg}] \quad (26)$$

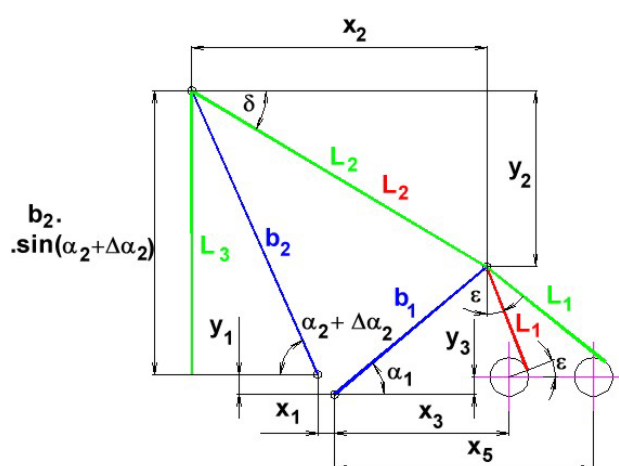
Aby nedošlo k posunu háku, tedy změně délky L_3 [m], viz obr. 9, je nutno navinout na pravý lanový buben délku L_z [m] zdvihového lana, která se rovná:

$$L_z = L_2 - L_{21} \quad [\text{m}]$$

Je-li znám průměr R_{bz} [m] lanového bubnu zdvihového mechanismu, pak, aby nedošlo k posunu háku, tedy změně délky L_3 [m], je nutno pootočit pravým lanovým bubnem o úhel β_{bz} [deg]:

$$L_z = R_{bz} \cdot \beta_{bz} \Rightarrow \beta_{bz} = \frac{L_z}{R_{bz}} \quad [\text{deg}] \quad (27)$$

B) Změně úhlu sklonu výložníku délky b_2 [m] o úhel $\alpha_2 + \Delta\alpha_2$ [deg], viz obr. 10.



Zdroj: Autor

Obr. 10: Kinematické schéma jeřábu

Při změně úhlu sklonu ramene délky b_2 [m] jeřábu o úhel $\alpha_2 + \Delta\alpha_2$ [deg] platí pro

horizontální vzdálenost x_2 [m] mezi hroty výložníků vztah (28), pro vertikální vzdálenost y_2 [m] vztah (29).

$$x_2 = b_2 \cdot \cos(\alpha_2 + \Delta\alpha_2) + x_1 + b_1 \cdot \cos\alpha_1 \quad [m] \quad (28)$$

$$y_2 = b_2 \cdot \sin(\alpha_2 + \Delta\alpha_2) + y_1 - b_1 \cdot \sin\alpha_1 \quad [m] \quad (29)$$

Dle obr. 10 je možno určit úhel sklonu δ [deg] sklápěcího lana od horizontální roviny dle vztahu (30).

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{y_2}{x_2} \Rightarrow \delta = \operatorname{arctg} \frac{y_2}{x_2} = \operatorname{arctg} \frac{b_2 \cdot \sin(\alpha_2 + \Delta\alpha_2) + y_1 - b_1 \cdot \sin\alpha_1}{b_2 \cdot \cos(\alpha_2 + \Delta\alpha_2) + x_1 + b_1 \cdot \cos\alpha_1} \quad (30)$$

Při změně úhlu sklonu ramene výložníku délky b_2 [m] jeřábu o úhel $\alpha_2 + \Delta\alpha_2$ [deg] platí dle vztahu (19) pro vzdálenost mezi hroty výložníků vztah (31).

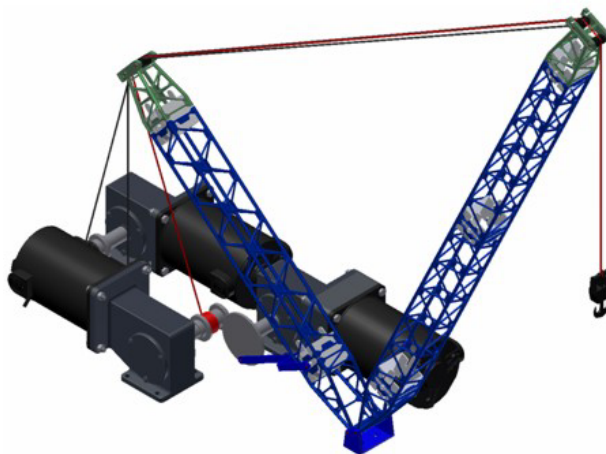
$$L_{22} = \frac{x_2}{\cos\delta} = \frac{b_2 \cdot \cos(\alpha_2 + \Delta\alpha_2) + x_1 + b_1 \cdot \cos\alpha_1}{\cos\delta} \quad [m] \quad (31)$$

Je-li znám průměr R_{bz} [m] lanového bubnu zdvihového mechanismu, pak, aby nedošlo k posunu háku, tedy změně délky L_3 [m], je nutno pootočit pravým lanovým bubnem o úhel β_{bz} [deg]:

$$L_z = R_{bz} \cdot \beta_{bz} \Rightarrow \beta_{bz} = \frac{L_z}{R_{bz}} \quad [\text{deg}] \quad (32)$$

kde $L_z = L_{21} - L_1$ [m]

Vizualizace, následně realizovaného, standu jeřábu derikového typu, vytvořený v prostředí 3D modeláře Inventor, je uvedena na obr. 11.



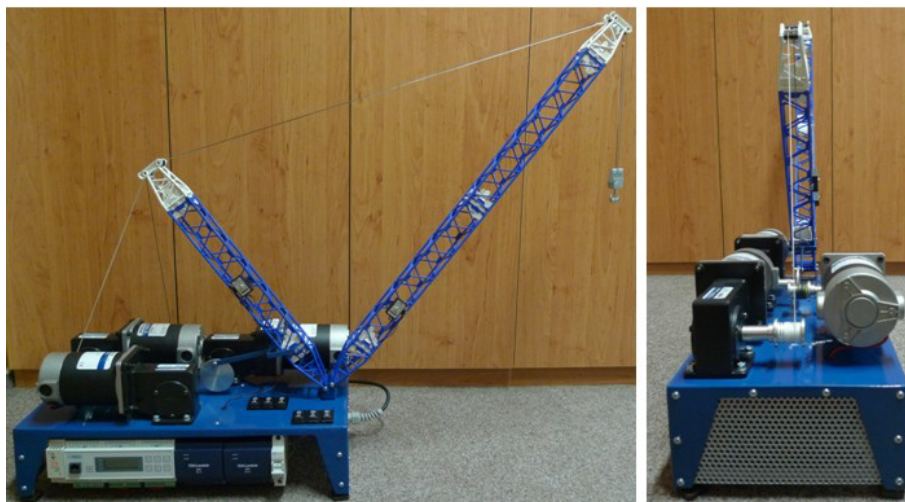
Zdroj: Autor

Obr. 11: Model standu jeřábu derikového typu

Na obr. 12 je zobrazen realizovaný stand jeřábu derikového typu, jehož obě ramena je možno naklápět.

Rameno stabilizující jeřáb je sklápěno a vztyčováno prostřednictvím klikového mechanismu. Ojnice je prostřednictvím čepu svázána s příhradovou konstrukcí ramene, kliku tvoří kotouč nasazený na výstupním hřídeli šnekové převodovky. Výstupní otáčky stejnosměrného motoru typového označení 8DCW24-25-30 ($n = 3000$ ot/min.) jsou sníženy celkovým převodovým poměrem dvou převodovek - paralelní převodovkou typového

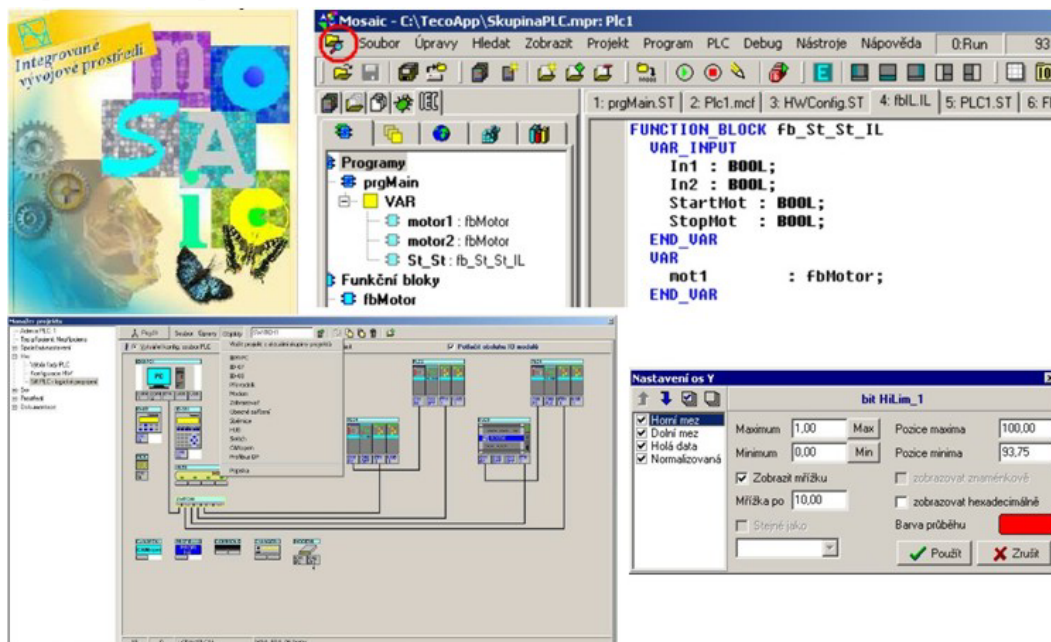
označení 8XD10MW (s převodovým poměrem $i = 10$) a šnekovou převodovku 8WD60BL (s převodovým poměrem $i = 60$).



Zdroj: Autor

Obr. 12: Realizovaný stand jeřábu derikového typu

Výložník jeřábu je sklápěn a vztyčován prostřednictvím lanového kladkostroje. Volný konec sklápěcího lana je lanovými svorkami uchycen k volné kladce na hrotu výložníku. Sklápěcí lano je vedeno přes volné kladky na hrotu stabilizujícího ramene jeřábu, volnou kladku na hrotu výložníku a následně je druhý volný konec lana navíjen na lanový buben, který je osazen na hřídeli šnekové převodovky 8WD50BL (s převodovým poměrem $i = 50$). Pohon sklápěcího mechanismu výložníku je realizován obdobným elektromotorem, jež byl použit u pohonu sklápění ramene jeřábu.



Zdroj: www.tecomat.cz

Obr. 13: Komplexní vývojové nástroj Mosaic (nástroj pro programování aplikací systémů Tecomat)

Zdvih břemene je ovládán pomocí lanového kladkostroje. Volný konec zdvihacího lana je lanovými svorkami uchycen k volné kladce na hrotu výložníku. Zdvihací lano je následně vedeno přes volné kladky kladnice, volnou kladku na hrotu výložníku (tolikrát, kolikrát je požadováno, aby byla tíha břemene rozložena do nosných průřezů nosného lana, tzv. lanový převod) a druhý volný konec lana navíjen na lanový buben, který je osazen na hřídeli šnekové převodovky. Poháněcí jednotku zdvihového mechanismu tvoří shodný elektromotor i šneková převodovka jako u pohonu sklápění výložníku.

Řízení pohonu zdvihového mechanismu jeřábu s ohledem na změnu polohy vyložení ramene i výložníku u jeřábu derikového typu je zprostředkováno pomocí programovatelného automatu PLC Tecomat Foxtrot CP-1016, pro který byl vytvořen v komplexním vývojovém nástroji Mosaic (nástroj pro programování aplikací systémů Tecomat), speciální ovládací software, tj. program viz obr. 13, pro řízení pohonu zdvihu břemene v závislosti na úhlu naklonění ramene i výložníku jeřábu. Řízení pohonu zdvihu břemene umožňuje dosáhnout, aby jeřábový hák, instalovaný v kladnici, dosahoval stále stejné vertikální vzdálenosti od požadované horizontální roviny při vztyčování nebo spouštění výložníku i změně úhlu naklonění ramene jeřábu.

ZÁVĚR

Příspěvek se zabývá teoretickými předpoklady, které vyústí v návrh řízení pohonu zdvihového mechanismu jeřábu s ohledem na změnu polohy vyložení ramene výložníku u jeřábu derikového typu. Účelem výzkumu bylo docílit, aby dráha břemene při změně vyložení břemene, kterou zajišťuje výložník otočně uložený na horizontálním čepu, prostřednictvím sklápěcího mechanismu, byla při měnícím se vyložení přibližně vodorovná, čímž stavitelné výložníky standardně nedisponují. Vyložení se u nich mění občas, při změně pracovních podmínek a většinou při nezatíženém jeřábu. Výložník bývá nevyvážen a při jeho vztyčování se nezbytně hák zdvíhá do výše.

POUŽITÁ LITERATURA

- (1) REMTA, F.; KUPKA, L. *Jeřáby II. díl*. SNTL 1958, 389 str.
- (2) DRAŽAN, F., KUPKA, L.: *Jeřáby*. Technický průvodce 13. SNTL 1968, 661 str.
- (3) HRABOVSKÝ, L. *Návrh sklápěcího a zdvihového mechanismu jeřábu derikového typu*. Horní Bečva: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2013. ISBN 978-80-248-3124-4.