

Ing. Václav T h i e l e, VÚHU

Jiří T ý c e, VÚHU

Porovnání geometrických parametrů dobývacího stroje a technologie
dobývání (část 2.)

Jestliže délka kolesového výložníku rozhodující měrou ovlivňuje parametry pracovního bloku a výkonnost dobývacího stroje, pak délka a konstrukce nakládacího výložníku ovlivňuje technologii dobývání v pracovním řezu. Je proto účelné při stanovení parametrů nakládacího výložníku věnovat zvýšenou pozornost podmínkám zasazení a očekávané technologii dobývání.

Při stanovení parametrů nakládacího výložníku se vychází z klasické funkce výložníku, který musí umožnit plynulé předávání těženého materiálu z rypadla na dopravní zařízení (pásový dopravník, vlakovou soupravu, základací most apod.) po celé délce pracovního řezu, včetně plynulého překonávání neúčinného prostoru u poháněcích stanic, vytváření zátinky, sjezdu a výjezdu mezi pracovními řezy a podobně. Při tom se vychází z nejčastěji opakovaného překonávání neúčinného prostoru. Nejplynulejší způsob překonávání spočívá v jednorázovém přetočení nakládacího výložníku, aniž rypadlo je nuceno zbytečně pojíždět, změnit směr postupu, nebo jiným způsobem přerušit dobývací proces.

Ke stanovení parametrů nakládacího výložníku je nutné aspoň orientačně určit některé základní předpoklady o technologii dobývání, parametrech pracovního bloku, rýpací části stroje a geotechnických podmínkách v místě zasazení. Na obr. 1a jsou znázorněny základní technologické parametry ovlivňující délku nakládacího výložníku. Jsou to především:

S_1 prostor pásového dopravníku včetně poháněcí stanice

S_2 prostor komunikace, odvodnění, rozvod el. energie, pojezd kabelového vozu, pojezd podpory výložníku a podobně

S_r prostor rozvalování svahu

S_s prostor bočního svahu = $H_i \cot \alpha_i$

S_B vzdálenost mezi osou rypadla a hranou svahu

B šířka bezpeč. plošiny mezi dvěma řezy

F_p šířka podvozku podpory výložníku

Na parametry a konstrukci nakládacího výložníku má vliv i konstrukce a parametry střední stavby rypadla a zejména parametry předávacího dopravníku, to je dopravníku, který zajišťuje předávání těživa z kolesového na nakládací výložník. Obecné schéma konstrukce rypadla s údaji o předpokládaných parametrech je znázorněno na obrázku 2.

Parametry nakládacího výložníku jsou pak stanoveny pro následující technologické postupy dobývání:

- jednořezová technologie dobývání - jeden horní řez
- dvouřezová technologie dobývání - dva horní řezy
- jeden horní a jeden spodní řez
- třířezová technologie dobývání - dva horní řezy a jeden spodní řez

Nakládací výložník pro jednořezovou technologii dobývání

K odvození parametrů nakládacího výložníku slouží nejlépe obr. 3, který představuje rypadlo při překonávání neúčinného prostoru, s předávacím dopravníkem vytočeným o $\varepsilon = 45^\circ$ od osy pojezdu.

Šířka pracovní plošiny je v tomto případě

$$S_p = S_1 + S_2 + S_r$$

Minimální délku výložníku potřebnou k nakládání na pásový dopravník lze vyjádřit vztahem

$$L_{M \min} = \sqrt{(S_p + S_B - L_p \sin \varepsilon)^2 + \Delta h^2}$$

kde S_p je šířka pracovní plošiny mezi osou pásového dopravníku a spodní hranou svahu

S_B vzdálenost osy pojezdu rypadla od kraje svahu

L_p délka předávacího výložníku

ε úhel vytočení předávacího výložníku od osy pojezdu

Δh rozdíl výšek mezi oběma konci výložníku

Skutečnou délku nakládacího výložníku potřebnou k plynulému přechodu přes neúčinný prostor pásové dopravy je možno určit podle vztahu

$$L_M = \sqrt{(S_p + S_B - L_p \sin \varepsilon)^2 + \left(\frac{P + m}{2}\right)^2 + \Delta h^2} = \sqrt{L_{M \min}^2 + \left(\frac{P + m}{2}\right)^2}$$

kde P délka neúčinného prostoru na pásovém dopravníku
 m délka pojezdu rypadla při přechodu z první na poslední
lávku a opačně

Nakládací výložník delší než 60 m je účelné opatřit nejméně jednou pohyblivou podporou, která umožní plynulý přechod přes neúčinný prostor pásové dopravy ve všech pracovních polohách výložníku. Je proto nutné určit krajní pozice podpory na nakládacím výložníku, tedy polohy středu podpory na výložníku při přechodu poháněcí stanice a tutéž polohu při náběhu do neúčinného prostoru. Je tak současně i určena poloha a délka dráhy pojezdu vůči výložníku. Při tom se vychází z předpokladu, že podpora se může přiblížit k ose dopravníku jen do určité vzdálenosti D

$$D \geq S_1 + P/2$$

Krajní pozice středu podpory nakládacího výložníku při přechodu přes poháněcí stanici lze určit podle vztahu

$$l_2 = \frac{S_p + S_B - L \sin \varepsilon - D}{\cos \delta_1}$$

kde δ_1 je úhel sklonu nakládacího výložníku $\sin \delta_1 = \frac{\Delta h_1}{L_M}$

Krajní pozice středu podpory nakládacího výložníku při náběhu na poháněcí stanici lze určit podle vztahu

$$l_1 = \frac{S_p + S_B - L \sin \varepsilon - D}{\cos \delta_2 \cos \mu}$$

kde δ_2 je úhel sklonu nakládacího výložníku při náběhu na poháněcí stanici $\sin \delta_2 = \frac{\Delta h_2}{L_M}$

μ je úhel vytočení výložníku $\tan \mu = \frac{P + m}{2(S_p + S_B - L \sin \varepsilon)}$

Úhel $\delta_1 \neq \delta_2$ a $\Delta h_1 \neq \Delta h_2$ rozdíl výšek mezi oběma konci a tak i jeho sklon (δ) se mění při nakládání na pásový dopravník a při přechodu přes poháněcí stanici.

Délka dráhy pojezdu výložníku vůči podpoře je dána rozdílem obou

krajních poloh podpory

$$l = l_1 - l_2$$

Nakládací výložník při technologii dvou horních řezů

Pro stanovení délky nakládacího výložníku při dvouřezové technologii platí prakticky stejné zásady jako při práci s jednořezovou technologií. Je však nutno uvažovat s tím, že s nakládacím výložníkem se překonává poháněcí stanice z obou pracovních horizontů. Na obrázku 4 je znázorněno překonání neúčinného prostoru při práci rypadla na prvním pracovním řezu. Pro posouzení práce na druhém pracovním řezu platí obrázek 3.

Platí zde stejné zásady jako při jednořezové technologii dobývání, je však třeba zvážit rozšíření pracovní plošiny o svah druhého řezu a plošinu mezi oběma řezy.

Pro stanovení pracovní plošiny pak bude platit

$$S_{ph_1} = S_1 + S_2 + S_r + H_2 \cotg \alpha_2 + B = S_p + H_2 \cotg \alpha_2 + B$$

Pro stanovení minimální potřebné délky

$$L_{Mmin} = \sqrt{(S_p + H_2 \cotg \alpha_2 + B + S_B - L_p \sin \varepsilon)^2 + \Delta h^2}$$

Pro stanovení celkové potřebné délky

$$L_M = \sqrt{L_{Mmin}^2 + \left(\frac{P+m}{2}\right)^2}$$

Také stanovení krajních pozic podpory se řídí stejnými zásadami jako při jednořezové technologii. Protože i v tomto případě je nutno zvážit případ práce na obou řezech, bude krajní poloha pro přechod poháněcí stanice určena podmínkami druhého řezu a krajní poloha při náběhu do neúčinného prostoru podmínkami prvního řezu.

Pak platí

$$l_2 = \frac{S_p + S_B - L_p \sin \varepsilon - D}{\cos \delta_1}$$

$$l_1 = \frac{S_p + H_2 \cotg \alpha_2 + B + S_B - L_p \sin \varepsilon - D}{\cos \delta_2 \cos \mu}$$

Délka pojezdové dráhy podpory na nakládacím výložníku je opět ur-

čena rozdílem obou krajních poloh

$$l = l_1 - l_2$$

Nakládací výložník pro technologii jednoho horního a jednoho spodního řezu

Při stanovení parametrů nakládacího výložníku je nutno tyto stanovit samostatně pro podmínky horního a spodního řezu. Pro podmínky horního řezu platí v plném rozsahu což už bylo řečeno o jednořezové technologii dobývání (obr. 3). Pro podmínky spodního řezu je nutno stanovit především šířku pracovní plošiny podle vztahu (obr. 5):

$$S_{ps} = S_1 + S_2 + S_r + H_3 \cotg \alpha_3 = S_p + H_3 \cotg \alpha_3$$

Pak minimální potřebná délka výložníku bude

$$L_{Mmin} = \sqrt{(S_r + H_3 \cotg \alpha_3 + S_B - L_p \sin \varepsilon)^2 + \Delta h^2}$$

A celková potřebná délka výložníku pro spodní řez bude

$$L_{Ms} = \sqrt{L_{Mmin}^2 + \left(\frac{P+m}{2}\right)^2}$$

Řešením pro oba pracovní horizonty se získají dvě základní potřebné délky nakládacího výložníku

$$L_{Mh} \quad \text{pro horní řez}$$

$$L_{Ms} \quad \text{pro spodní řez}$$

Technologii dobývání na obou pracovních horizontech pak bude vyhovovat nakládací výložník o délce L_M , pro kterou platí, že

$$L_{Ms} \leq L_M \leq L_{Mh}$$

Stanovení krajních pozic podpory výložníku se řídí stejnými zásadami jako stanovení celkové délky výložníku. Je opět nutno stanovit krajní pozice podpory pro podmínky obou horizontů, l_{1h} a l_{2h} pro podmínky horního řezu, l_{1s} a l_{2s} pro podmínky spodního řezu. Podmínkám provozu na obou horizontech pak budou vyhovovat krajní pozice podpory, pro které platí

$$l_{1s} \leq l_1 \leq l_{1h}$$

$$l_{2s} \leq l_2 \leq l_{2h}$$

Délka dráhy pojezdu podpory vůči výložníku je opět dána rozdílem krajních pozic.

Nakládací výložník pro podmínky třířezové technologie dobývání

Třířezová technologie dobývání spočívá vlastně v uplatnění obou způsobů dvouřezové technologie, to je v práci na dvou horních a jednom spodním řezu. Musí tedy nakládací výložník vyhovovat podmínkám práce na všech třech řezech. Stanovení potřebné délky nakládacího výložníku je pak shodné se stanovením jeho délky pro oba případy dvouřezové technologie a musí platit, že

$$L_{Ms} \leq L_M \leq L_{Mh}$$

Také stanovení krajních pozic podpory se řídí stejnými zásadami a musí zde proto opět platit podmínka

$$l_{1s} \leq l_1 \leq l_{1h_1}$$

$$l_{2s} \geq l_2 \geq l_{2h_2}$$

V podmínkách zasazení třířezové technologie dobývání, při posuzování stability soustavy tří řezů (případně i při technologii dvou horních řezů), vyžadují často geomechanické podmínky vytváření podstatně širších pracovních plošin, aby bylo dosaženo takového sklonu generálního svahu, který by zajistil bezpečné pracovní podmínky všech tří řezů. V takovém případě je pak nutno při určení parametrů nakládacího výložníku vycházet z šířek pracovních plošin stanovených na základě potřebného sklonu generálního svahu.

Pro obecné podmínky jaké se očekávají při dobývání nejhlubších partií SHR byly orientačně stanoveny sklony svahů pro třířezovou technologii dobývání, jak jsou naznačeny v obrázku 1b. Porovnáním obr. 1a (parametry řezů z hlediska technologie) a obr. 1b lze posoudit i vliv sklonu svahů na parametry nakládacího výložníku.

Příklad určení parametrů nakládacího výložníku

Určení základních parametrů nakládacích výložníků pro celou řadu podmínek, které vytváří rypadla s různou délkou kolesového výložníku a pro různé výšky svahů (1. část) nelze v rámci tohoto článku obsáhnout.

Pro ilustraci vlivu technologie dobývání a geotechnických podmínek byl vybrán příklad rypadla s délkou kolesového výložníku $L_k = 65$ m (viz 1. část).

Při stanovení parametrů nakládacího výložníku se vycházelo z následujících podmínek:

$$H_1 = 25 \text{ m}; H_2 = H_3 = 20 \text{ m}; \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 45^\circ; L_p = 30 \text{ m}; \\ \varepsilon = \pm 45^\circ; D = 18 \text{ m};$$

$$P = 120 \text{ m}; m = 10 \text{ m}; B = 25 \text{ m}; S_p (S_{ps}) = 53 \text{ až } 58 \text{ m}$$

Při respektování požadavku stability soustavy dvou až tří řezů z hlediska posuzovaných geotechnických podmínek nejhlubších partií SHR (viz obr. 1b) je nutno uvažovat s hodnotami $B = 45$ m; $S_p + S_{ps} = 182,5$ m. V tabulce č. 1 jsou pak vyhodnoceny potřebné délky nakládacích výložníků pro jednotlivé technologické způsoby dobývání. Je nutno zdůraznit, že orientačně stanovené parametry nakládacích výložníků vychází z určitých předpokladů ve vztahu k dobývacímu stroji, technologii dobývání i geotechnickým podmínkám. Změny těchto podmínek pochopitelně ovlivní i parametry nakládacích výložníků. Lze proto v tab. 1 uvedené údaje považovat jen za orientační, které však dovolují posoudit jakým způsobem technologie dobývání a geotechnické podmínky ovlivňují parametry nakládacích výložníků.

Především je zřejmé, že víceřezová technologie dobývání vyžaduje i podstatně delší nakládací výložníky než technologie jednořezová. Podle délky nakládacího výložníku se jeví při používání technologie dvou řezů výhodnější technologie jednoho spodního a jednoho horního řezu.

Respektování náročných podmínek bezpečnosti a stability vyplývajících z geotechnických podmínek znamená v naznačeném případě podstatně zvýšení nároků na délku a konstrukci nakládacího výložníku. Při technologii dobývání dvou horních řezů to znamená prodloužení celkové délky výložníku o cca 17 m, a to je v důsledku požadavku na rozšíření plošiny mezi oběma řezy z 25 m na 45 m. Při třířezové technologii dobývání je nakládací výložník prodloužen o cca 30 m. Je proto na pečlivém uvážení jak dalece jsou náročné podmínky bezpečnosti a stability, opírající se o geotechnické podmínky skutečně opodstatněné. Současně je nutno zvážit skutečný přínos k zajištění bezpečnosti technologického zařízení. Při rozhodování o zasazení technologického celku a volbě je-

ho parametrů je důležité zvážit konkrétní pracovní podmínky a podmínky technologie dobývání tak, aby délka nakládacího výložníku odpovídala podmínkám zasazení.

Recenzoval: Ing. Jaroslav Zelenka

S h r n u t í

Porovnání geometrických parametrů dobývacího stroje a technologie dobývání

Článek je věnován určení vlivu technologie dobývání (jedno nebo víceřezové) na parametry nakládacího výložníku kolesového rypadla. Jsou zde odvozeny vztahy určující parametry nakládacího výložníku podle technologie dobývání. Navazuje na článek v předchozím čísle, kde obdobně bylo řešeno určení délky kolesového výložníku podle technologie práce v bloku.

Р е з ю м е

Исследование соотношений между геометрическими параметрами экскаватора и принятой технологией разработки

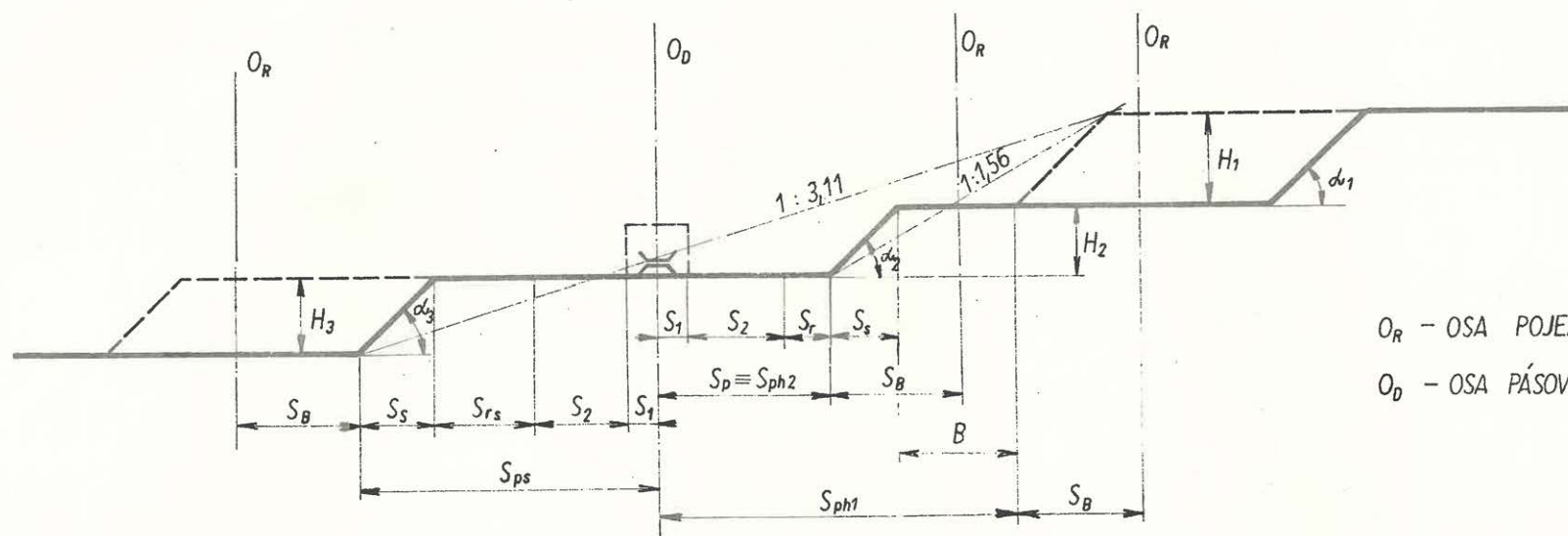
Статья ставит себе целью определить влияние данной технологии разработки (одно- или многоуступной) на линейные параметры роторной стрелы экскаватора. Выведены отношения позволяющие вычисление необходимых параметров роторной стрелы применительно к различным технологическим схемам разработки. Тема статьи логически связана со статьей опубликованной автором в предыдущем номере настоящего бюллетеня и занимавшейся проблематикой определения необходимой длины роторной стрелы экскаватора работающего по технологии разработки блоками.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Vergleich geometrischer Parameter der Abbaugeräte und der Abbautechnologie (2. Teil)

Der Artikel beschäftigt sich mit der Problematik des Einflusses der Abbautechnologie (Einschnitt- oder Mehrschmittetechnologie) auf die Parameter des Verladeauslegers eines Schaufelradbaggers. Es werden Beziehungen abgeleitet, die aufgrund der Abbautechnologie die Parameter des Verladeauslegers bestimmen. Dieser Artikel ist die Fortsetzung des Aufsatzes in der vorigen Nummer, wo die Bestimmung der Länge des Schaufelradauslegers aufgrund der Technologie der Blockgewinnung durchgeführt wird.

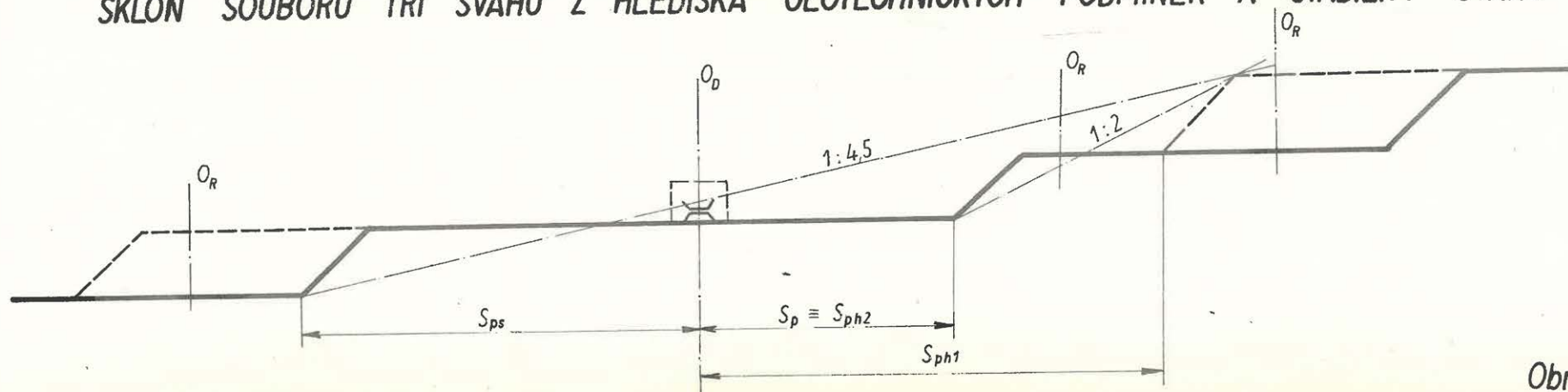
SKLON SOUBORU TŘÍ SVAHŮ Z HLEDISKA TECHNOLOGIE DOBÝVÁNÍ



O_R - OSA POJEZDU RYPADLA
 O_D - OSA PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU

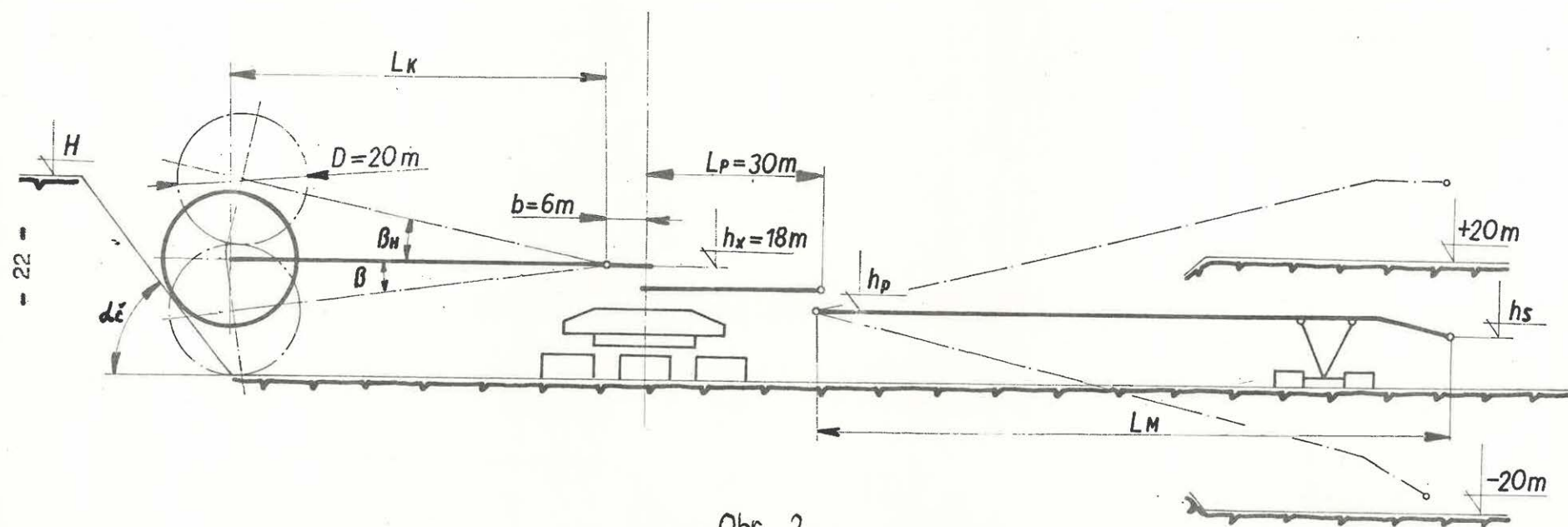
Obr. 1a

SKLON SOUBORU TŘÍ SVAHŮ Z HLEDISKA GEOTECHNICKÝCH PODMÍNEK A STABILITY SVAHU

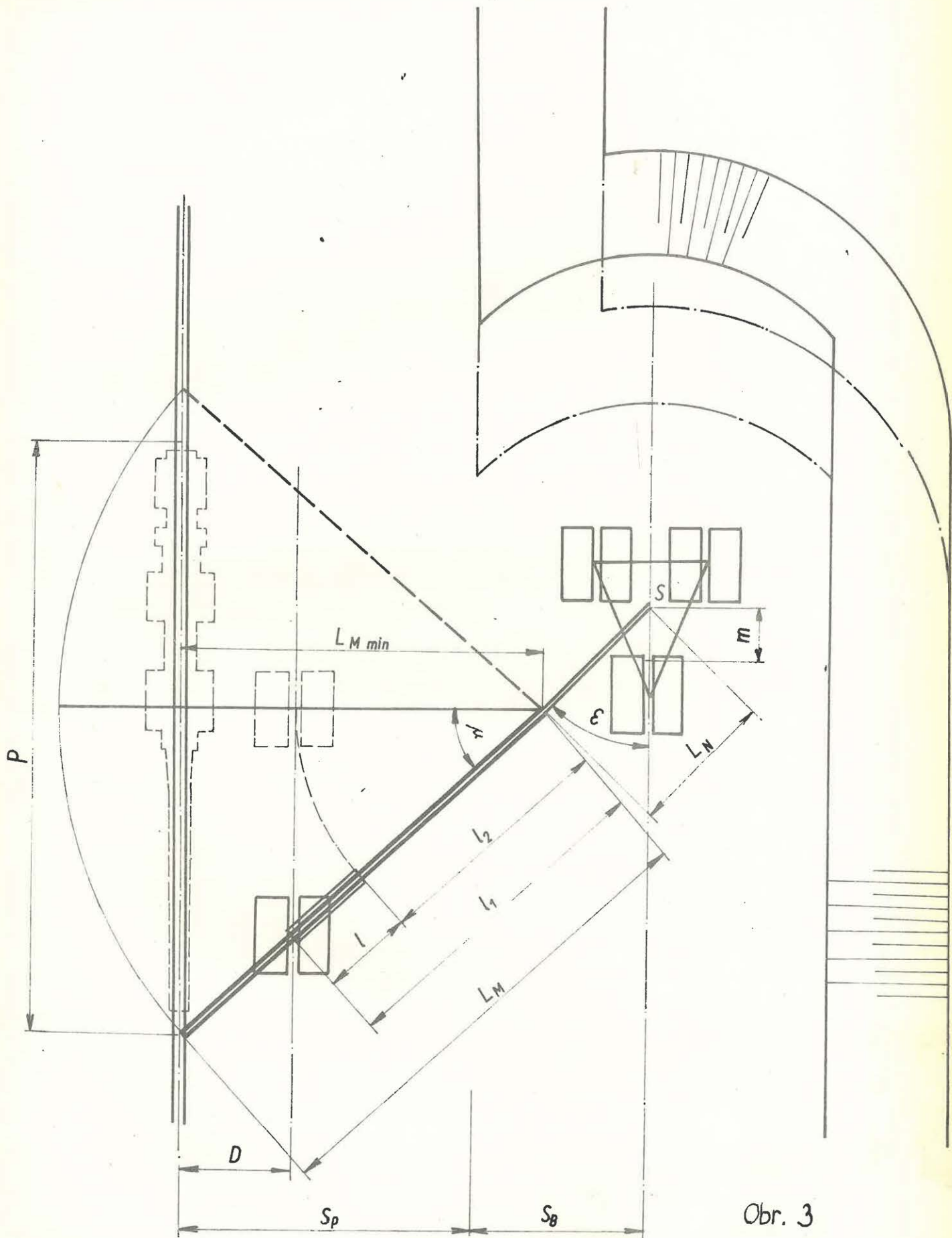


Obr. 1b

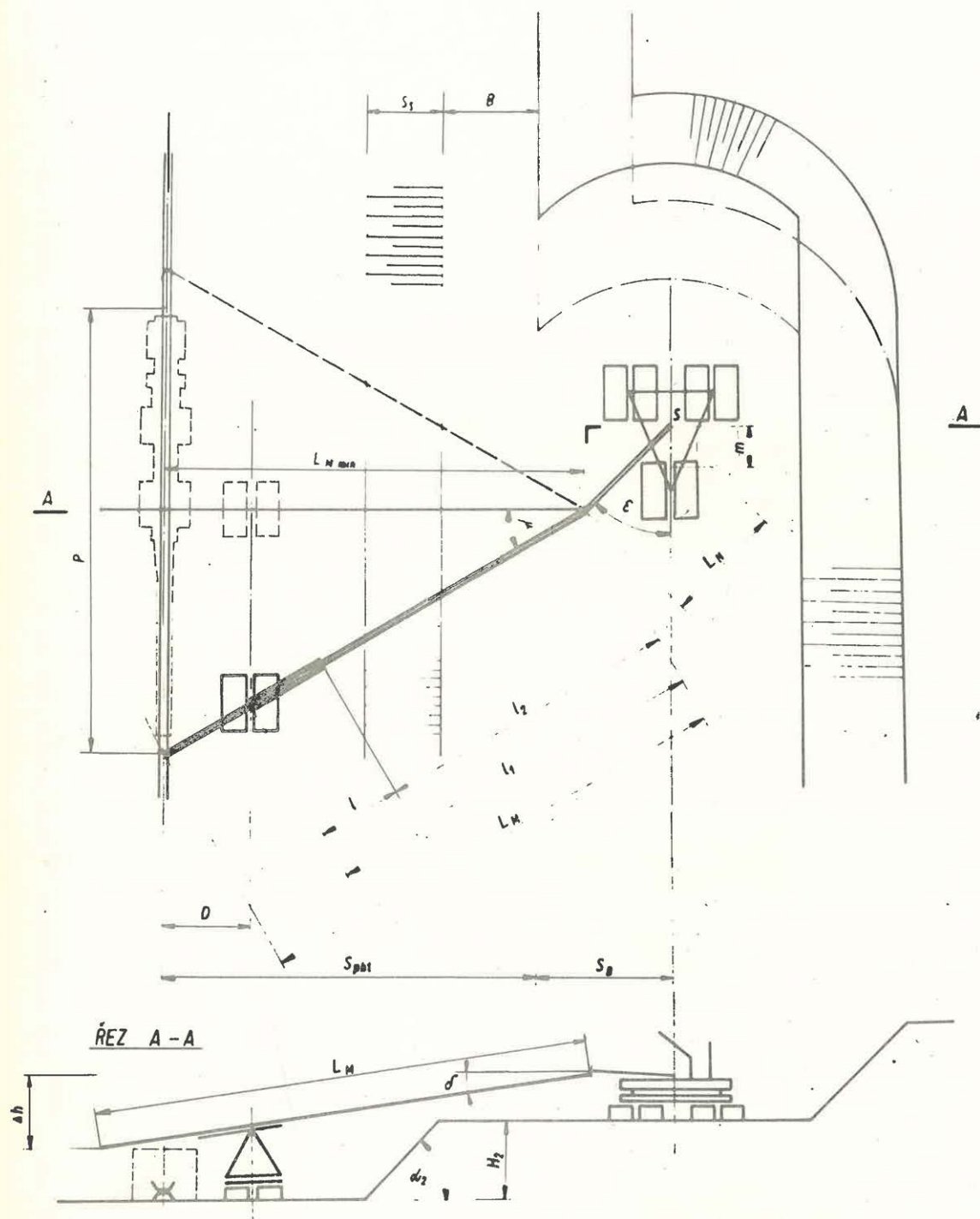
OBEČNÉ SCHÉMA RYPADLA



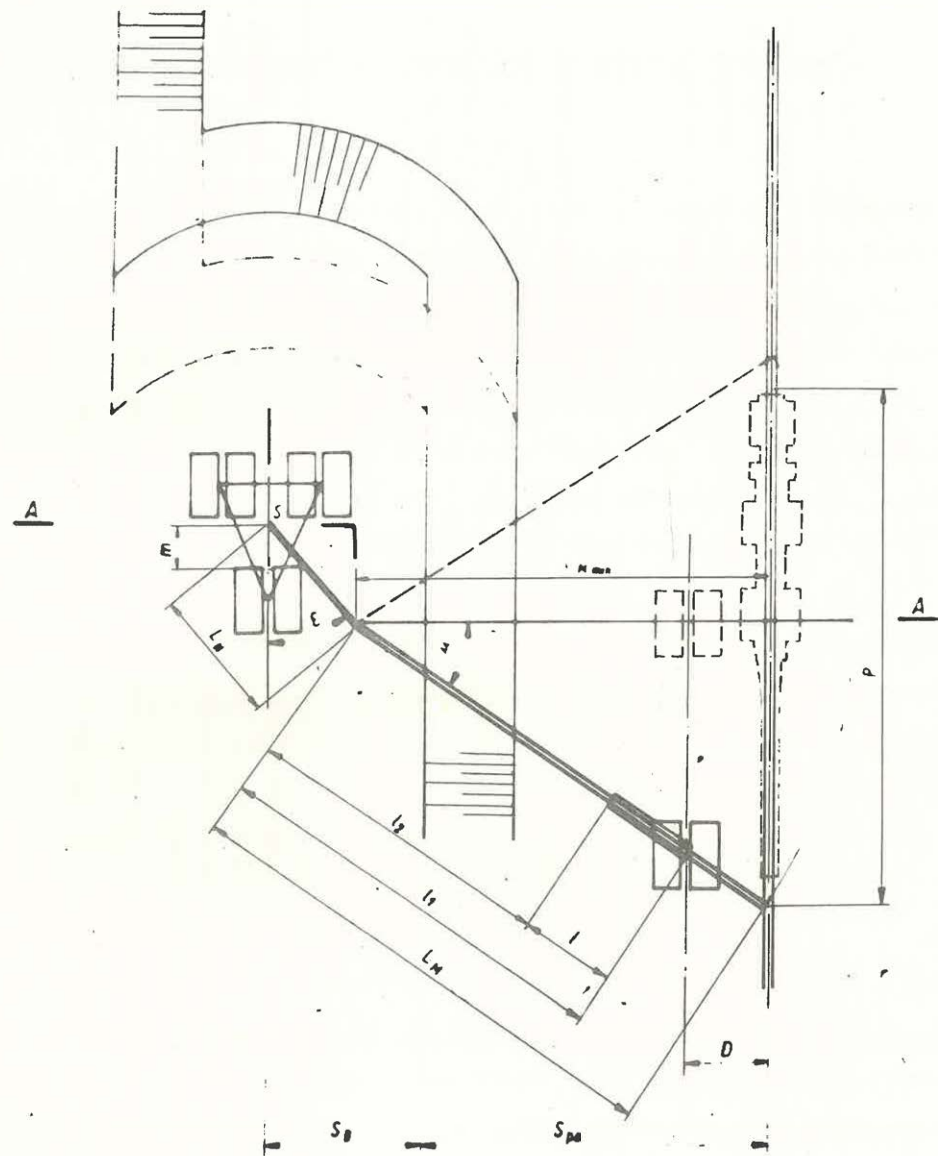
Obr. 2



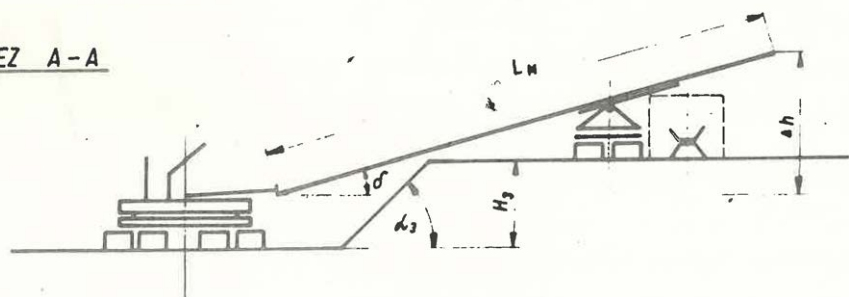
Obr. 3



Obr. 4



ŘEZ A-A



Obr. 5

Tabulka č. 1

Porovnání parametrů nakládacích výložníků podle technologie dobývání

Podmínky pro stanovení parametrů nakládacího výložníku	Jednořezová technologie dobývání	Dvouřezová technologie dobývání		Třířezová technologie dobývání
		Technologie dvou horních řezů	Technologie horního a spodního řezu	
Parametry stanoveny z hlediska podmínek technologie dobývání a podmínek bezpečnosti a stability jednotlivých řezů	$L = 96 \text{ m}$ $\varepsilon = \pm 45^\circ$ $l = 19 - 20 \text{ m}$ x)	$L = 132 \text{ m}$ $\varepsilon = \pm 45^\circ$ $l = 41 \text{ m}$ xx)	$L = 114 \text{ m}$ $\varepsilon = \pm 45^\circ$ $l = 18 \text{ m}$ x)	$L = 132 \text{ m}$ $\varepsilon = \pm 45^\circ$ $l = 41 \text{ m}$ xx)
Parametry stanoveny z hlediska podmínek bezpečnosti a stability souboru řezu a podmínek technologie dobývání ($B = 45 \text{ m}$)	$L = 96 \text{ m}$ $\varepsilon = \pm 45^\circ$ $l = 19 - 20 \text{ m}$ x)	$L = 149 \text{ m}$ $\varepsilon = \pm 45^\circ$ $l = 59 \text{ m}$ xx)	$L = 114 \text{ m}$ $\varepsilon = \pm 45^\circ$ $l = 18 \text{ m}$ x)	$L = 165 \text{ m}$ $\varepsilon = \pm 45^\circ$ $l = 58 \text{ m}$ xx)

x) pevná konstrukce s posuvnou podpěrou

xx) teleskopická konstrukce s pevnou podpěrou na konci