

Technologie korečkového rypadla RK 400 s kráčivým podvozkem při dobývání v bloku

Na skrývce Dolu A. Zápotocký bylo koncem minulého roku dáno do provozu prototypové korečkové rypadlo RK 400. Skrývka tohoto dolu byla rozdělena na dva pracovní horizonty. Na prvním horizontu je nasazeno kolesové rypadlo K 300, které snímá řez vysoký cca 15 m. Druhý pracovní horizont byl obsazen uvedeným prototypem korečkového rypadla RK 400 (obr. 1), které je otočné, a proto je způsobilé k dobývání horního i spodního řezu. Oba dva pracovní horizonty jsou vybaveny pásovou dopravou šířky 1000 mm a každý z nich tvoří jeden ucelený technologický celek, ukončený na výsypkové straně pásovým zakladačem ZP 1500 s kráčivým podvozkem. Zahájením provozu technologického celku na druhém pracovním horizontu bylo prakticky ukončeno zavedení nové technologie při dobývání, dopravě a zakládání nadložních zemin.

Vzhledem k tomu, že k dopravě nadloží bylo použito pásové dopravy, bylo nutné přizpůsobit těmto podmínkám i dobývací a zakládací stroje. Zatím u kolesového rypadla K 300 byly úpravy na rypadle minimálního rozsahu a také technologický postup při dobývání se prakticky nezměnil; bylo třeba vyvinout zcela nový typ korečkového rypadla a pro něj stanovit i novou technologii dobývání. Proti dosavadním typům v revíru používaných korečkových rypadel D 800, Do 800 a RO 400, která pracují tzv. „po frontě“ nebo „čelně“ a která při práci pojíždějí na kolejovém roštu ve vazbě na vlakovou dopravu, byl prototyp konstruován pro dobývání „v bloku“ otáčením horní stavby rypadla, zatím co celé rypadlo zůstává po celou dobu práce na jednom místě. Rypadlo je konstruováno jako otočné, a proto je schopné snímat horní a spodní řez, tedy má poměrně značné dosahové parametry. Kráčivý podvozek je po pásových zakladačích ZP 1500 poprvé použit pro dobývací stroj. Hlavními důvody jeho použití byly přednosti kráčivého podvozku, to je hlavně rozložení váhy rypadla na velkou plochu, čímž se dosáhlo dosud nejnižších hodnot specifického tlaku na podložku u rypadel, který u RK 400 dosahuje střední hodnoty při kráčení $0,8 \text{ kp/cm}^2$ a který je možno snížit při rýpání až na $0,4 \text{ kp/cm}^2$. Dále umožňuje kráčení rypadla ve kterémkoliv směru a změny ve směru kráčení provádí prakticky na místě, a to v rozmezí 360° , což není možné u žádného jiného typu podvozku.

S ohledem na geologické a úložní poměry na Dole A. Zápotocký a na zjištěnou mocnost nadloží zbývá pro druhý skrývkový řez ke skrývání maximálně 28 m nadloží. Tuto cel-

kovou snímací výšku bude nejvhodnější rozdělit takto:

horní řez $H_h = 13,66 \text{ m}$;

max. svahový úhel $\alpha_h = 38^\circ$

spodní řez $H_s = 14,34 \text{ m}$;

max. svahový úhel $\alpha_s = 34^\circ 41'$

Hlavním technologickým pohybem při dobývání spodního řezu bude otáčení horní stavby rypadla. Hloubka třísky bude dána spouštěním korečkového vodiče ve směru vertikálním. Sklon korečkového vodiče od horizontální roviny se tedy bude měnit od 0° do max. $34^\circ 41'$. Také úhel otáčení horní stavby rypadla bude proměnný, jak o tom bude zmínka dále.

Pro snadnější popis položme si nulovou polohu korečkového vodiče za rypadlo tak, aby se směrem postupu rypadla svírala jeho osa úhel 180° . Korečkový vodič bude vodorovný. Popuštěním korečkového vodiče za chodu korečkového řetězu ve směru vertikálním bude nastavena hloubka odebírané třísky. S takto nastavenou třískou bude za chodu korečkového řetězu provedeno otočení horní stavby rypadla o úhel $\omega = 103^\circ$ proti směru hodinových ručiček (viz obr. č. 2). V této poloze bude otoč horní stavby zastaven a tím byla i odebrána první tříska. Druhá a následující třísky budou odebírány obdobným způsobem, přičemž jejich hloubka bude opět dána popuštěním korečkového vodiče ve směru vertikálním. Směr otáčení horní stavby se bude měnit, a to tak, že třísky v počtu liché budou snímány při otáčení proti směru hodinových ručiček a třísky v počtu sudé v obráceném směru otáčení. Korečkový řetěz pochopitelně zůstává stále v pohybu, a to jak při otáčení horní stavby v obou směrech, tak při popuštění korečkového vodiče.

Úhel otáčení horní stavby se bude z původní hodnoty od 0° do 103° zmenšovat, a to proto, aby byl vytvořen odpovídající boční svah a výběh čelného svahu. Minimální hodnotu 59° bude mít v poloze, kdy korečkový vodič bude popuštěn do mezní polohy a kdy bude s horizontální rovinou svírat úhel $34^\circ 41'$. Zmenšování úhlu otáčení bude probíhat tak, že krajní polohy korečkového vodiče při změně otáčení a při odebírání spodnější třísky se budou posunovat směrem k sobě tak, že se z původní nulové polohy dostane do polohy, svírající s touto polohou úhel 21° (proti směru hodinových ručiček) a z polohy 103° se posune do polohy, svírající s nulovou polohou úhel 80° opět proti směru hodinových ručiček. Úchylka úhlu otáčení z původních polohy při zahájení práce rypadla od nulové polohy 21° a od polohy 103°

bude 23°. Změny úhlu otáčení horní stavby v rozmezích 0°–21° a 103°–80° jsou závislé nejen na svahovém úhlu bočního svahu a na svahovém úhlu výběhu čelního pracovního svahu, ale i na hloubce snímané třísky. Hloubka snímané třísky je pak odvislá od rypných odporů zeminy a délky řezné dráhy korečků. Proto by bylo vyjádření vztahů, které určují úhel otáčení horní stavby rypadla, velmi komplikované, vyžadovalo by celou řadu předpokladů a pro praktické použití by nemělo valného významu.

S ohledem na to, že rypadlo RK 400 má skrývat a zčišťovat hlavu uhelné sloje bez používání dalších mechanizačních prostředků, bude nutné k tomuto účelu plně využít funkci zarovnávače korečkového vodiče. V průběhu rozpojování od horizontální polohy korečkového vodiče bude nejvýhodnější, když osa zarovnávače bude v jedné přímce s osami ostatních dílů vodiče. Teprve v tom okamžiku, kdy korečky na konci zarovnávače při počínajícím záběru začnou obnažovat hlavu uhelné sloje, tj. v poloze, kdy korečkový vodič bude s vodorovnou rovinou svírat úhel cca 29° 25', dojde k odchylování osy zarovnávače od osy vodiče. K odchylování dojde vždy při popouštění korečkového vodiče při záběru další třísky, a to tak, aby konec zarovnávače (vratný kotouč) zůstal v neproměnné výšce. Při mezním sklonu korečkového vodiče, tj. při úhlu s vodorovnou rovinou 34° 41', by měl být zarovnávač vodorovný nebo mírně od horizontální roviny odkloněný podle místního průběhu hlavy uhelné sloje.

Přemístěním rypadla ve směru postupu, tj. ve směru rovnoběžném s osou pásového dopravníku, bude ukončen jeden pracovní cyklus, tj. bude odtěžena veškerá zemina dosažitelná parametry rypadla z jednoho postavení. Vzdálenost mezi jedním a následujícím postavením rypadla je dána délkou zarovnávače korečkového vodiče. Tato závislost je zdůvodněna požadavkem na úplné a dokonalé zčištění hlavy sloje. Délka jednoho kráčení bude tedy rovna délce zarovnávače, tj. cca 4 m.

Čelní pracovní svah bude tvořen částí pravidelné plochy pláště komolého rotačního kužele, jehož vrchol leží na vertikální ose otáčení horní stavby rypadla. Svahový úhel čelního svahu bude mít maximální hodnotu:

$$\sin \alpha_s \max = \frac{H_s}{V_s} \text{ kde } H_s = \text{výška spodního řezu}$$

V_s = celková délka korečkového vodiče bez zarovnávače

$$\sin \alpha_s \max = \frac{14,34}{25,2} = 0,56904$$

$$\alpha_s \max = 34^\circ 41'$$

Tvar svahu vznikne již výše popsaným snímáním jednotlivých třísek popouštěním korečkového vodiče o hloubce jednotlivých třísek

a otáčením horní stavby rypadla. Při snímání spodního řezu bude sklon korečkového vodiče proměnný od 0° do 34° 41' a všechny díly korečkového vodiče až na zarovnávač budou souosé.

Boční svah bude vytvořen postupným osazováním, tj. ponecháváním malých ústupků mezi snímáním jednotlivých třísek zmenšováním úhlu otáčení horní stavby rypadla v hodnotách od 0° do 21°. Boční svah bude tvořen plochou zborcenou omezenou na jedné straně (u urovňovače pevného žlabu) horizontálně situovanou kruhovou úsečí a na druhé straně (u korečkového zarovnávače) opět kruhovou úsečí v rovině odklonění od horizontu o 50°. Plocha je proložitelná přímkami, jejichž koncové body budou situovány na obou omezujících kružnicích, a kteréžto přímky jsou totožné s jednotlivými polohami korečkového vodiče při ukončení snímání jedné třísky a počátkem snímání následující další třísky.

Svahový úhel bočního svahu navrhujeme 50°, který, jak bylo propočítáno, má dostatečnou bezpečnost. Horní hrana bočního svahu bude rovnoběžná s podélnou osou pásového dopravníku a bude sledovat etapu vertikální osy rypadla, totožnou se středem kráčivého podvozku.

Výběh čelního svahu, který je přechodem mezi čelním svahem a dříve vytvořeným bočním svahem, bude mít podobný tvar jako svah boční. Jeho svahový úhel bude mít hodnotu 45°. Bude vytvořen opět osazováním svahu, tj. zmenšováním úhlu otáčení horní stavby v rozmezí od 103° do 80°. Svahový úhel byl volen v hodnotě 45°, tj. o 5° menší proti bočnímu svahu, proto, že by se zde mohly projevit nepříznivé vlivy konvexnosti bočního svahu a výběhu svahu čelního.

Pro využití dosahových parametrů rypadla lze jako základní šířku bloku vzít v úvahu tento propočet:

$$\dot{S}_{bs} = DZ + P_{cs} + P_r + \frac{D_k}{2} - P_{bs},$$

kde $\dot{S}_{bs}$ je šířkou spodního bloku,

DZ = délka zarovnávače korečkového vodiče,

P_{cs} = průměr čelního svahu,

P_r = délka předpolí,

D_k = průměr vnější opory kráčivého podvozku a

P_{bs} = průměr bočního svahu.

Pak základní šířka bloku:

$$\dot{S}_{bs} = 4000 + 20\,722 + 6350 + 7750 - 12\,032 = 26\,790 \text{ mm.}$$

Tato šířka může být zmenšována z různých provozních příčin, minimální šířka bloku při spodním řezu je pak dána minimální vzdáleností okraje vnější podpory kráčivého podvozku k horní hraně starého bočního svahu.

Z jednoho postavení rypadla bude možno odtěžit kubaturu zeminy rovnající se součinu šířky a výšky bloku a délce maximálně možného dosahu mezi jednotlivými postaveními rypadla (délce zarovnávače):

$$K_{zakl\ s} = \dot{S}_{bs} \cdot H_s$$

$$DZ = 26,790 \cdot 14,340 \cdot 4,000 = 1536,67 \text{ m}^3$$

Při teoretickém výkonu rypadla $Q_{th} = 720 \text{ m}^3$ syp/hod a koeficientu nakypření (podle odhadu) 1,5 a při 100% využití by došlo k odkrácení rypadla po 3 hod. 21 min. nepřetržitého provozu. Při využití na 80 % výkonu při stejném koeficientu nakypření bude rypadlo kráčet do dalšího postavení po 4 hod. 11 min. nepřetržitého provozu.

Vzhledem k tomu, že mezi jednotlivými postaveními rypadla je vzdálenost 4 m, které musí rypadlo odkráčet, a na kterýžto úkon lze reálně počítat potřebnou dobu asi 5 minut, budou technologické ztráty způsobené přesunem rypadla minimální, možno říci zanedbatelné.

Pro výkon rypadla je jedním z rozhodujících faktorů snímaná tříska. Při výpočtu dimensí třísky musí být vzata na zřetel dvě zásadní hlediska:

a) Maximální hloubka třísky nesmí přesáhnout výšku břitu korečků, tj. může mít maximální hloubku 350 mm.

b) Hloubka a šířka třísky musí být v takové závislosti, aby po celé délce řezné dráhy došlo k naplnění korečků v optimální možné míře.

S ohledem na to, že při naplňování korečku dochází nejen k nakypření zeminy, ale i k velmi složitému a možno říci nevyjádřitelnému pohybu jednotlivých kusů zeminy (turbulence), při jejich přesunu od řezající části břitu do prostoru celého korečku, bude vhodné zvolit si koeficient účinnosti korečků η_k . Koeficient nakypření zeminy v korečku není dost dobře možné stanovit s přijatelnou přesností. Dále bylo již mnohokrát ověřeno, že plnění korečků, obzvláště při dobývání spodního řezu, může o 20—50 % překročit geometricky obsah korečků. Při empirickém podchycení těchto vlivů bude výkon rypadla:

$$Q = J \cdot \eta \cdot n \cdot 60 \text{ [m}^3 \text{ rostl/hod]}, \text{ kde}$$

$$J = \text{geometr. obsah korečků [m}^3]$$

$$\eta_k = \text{koef. účinnosti korečku}$$

$$n = \text{počet výsypů za minutu.}$$

Hodnota koeficientu η_k se pohybuje v rozmezí 0,8—1,2 podle kusovitosti dobývané zeminy a jejího koeficientu nakypření.

Při optimálním výkonu RK 400 600 m³ rostl/hod s ohledem na výkon pásové dopravy, bude hodnota $\eta_k = 0,833$.

Dále platí vztah pro výkon rypadla:

$$Q = h \cdot B \cdot l_k \cdot n_k \cdot v_k \cdot 3600 \text{ [m}^3 \text{ rostl/hod]}, \text{ kde}$$

h = hloubka třísky (m)

B = šířka třísky (m)

l_k = řezná dráha korečku (m)

n_k = počet korečků v záběru

v_k = rychlost korečkového řetězu (m/sec).

Řezná dráha korečku je dána sklonem korečkového vodiče β .

Platí, že

$$l_k = \frac{Dk \sin \alpha}{\sin (\alpha - \beta)}, \text{ kde}$$

Dk = délka kráčení (4 m)

α = svahový úhel, čelního svahu ($\alpha = 34^\circ 41'$) dříve snímaného.

Počet korečků v současném záběru n_k bude závislý na rozteči korečků a a délce řezné dráhy l_k .

Platí:

$$n_k = \frac{l}{a} \cdot \frac{Dk \sin \alpha}{\sin (\alpha \cdot \beta)}$$

Rychlost korečkového řetězu u RK 400 je konstantní a je 1 m/sec. V kapitole, pojednávající o technologickém postupu při dobývání rypadlem RK 400 v bloku, bylo uvedeno, že hlavním funkčním pohybem je otáčení horní stavby rypadla, čímž je snímána každá jednotlivá tříska a druhým pohybem je popouštění korečkového vodiče, jímž je nastavována hloubka třísky. Z popsaného technologického postupu je zřejmý i tvar třísky, který bude klínovitý. V řezu vertikální rovinou má tříska tvar trojúhelníka, jehož výškou je hloubka třísky h ; v rovině snímané třísky (terá se bude měnit podle sklonu korečkového vodiče) bude tvar třísky zhruba úseč mezikružní, která bude omezena vnitřní kružnicí konstantního poloměru daného konstrukcí rypadla, vnější kružnicí, jejíž průměr bude proměnný opět podle sklonu korečkového vodiče a dvěma po sobě následujícími řeznými drahami korečků. Délka úsečí obou ohraničujících kružnic (vnější a vnitřní) bude proměnná a bude záviset na úhlové, resp. obvodové rychlosti otáčení horní stavby rypadla. Rychlost otáčení horní stavby je volitelná v rozmezí hodnot 11—88 minut na 1 otočení o 360° , tj. od $4^\circ 50' 28''$ (min. do $32^\circ 43' 38''$) min.

Pro výpočet dimensí třísky bude platit:

$$J \cdot \eta_k = \frac{h \cdot B_s}{2} \cdot S, \text{ kde}$$

J = geometrický obsah korečků

η_k = koeficient účinnosti korečků

h = hloubka třísky

B_s = střední hodnota šířky třísky

S = délka řezné dráhy korečků.

Každá z uvedených hodnot je proměnná, a to tak, že hloubka třísky h i její šířka B jsou

volitelné, byť v určité závislosti na sobě, s ohledem na požadovaný výkon rypadla, a délka řezné dráhy S je závislá na úhlu sklonu korečkového vodiče a úhlové nebo obvodové rychlosti otáčení horní stavby, čímž je vázána též střední šířka třísky. Jejich vzájemné vazby lze vyjádřit takto:

Hloubka třísky h bude v průběhu dobývání z jednoho postavení rypadla proměnná v závislosti na úhlu korečkového vodiče β . Tento úhel se bude v průběhu práce rypadla měnit z obecného sklonu vodiče β_1 na β_2 , který je úhlem sklonu vodiče při snímání další třísky; přitom $\beta_1 < \beta_2$. Původní sklon rýpaného svahu (dřívější maximální svahový úhel čelního svahu) je dán úhlem α a jeho velikost je $34^\circ 41'$.

Platí: $h = l_k \cdot \sin(\beta_2 - \beta_1)$ a dosazením na l_k

$$h = \frac{D_k \cdot \sin \alpha \cdot \sin(\beta_2 - \beta_1)}{\sin(\alpha - \beta_1)}$$

Délka řezné dráhy S bude výslednicí složení dvou pohybů, a to pohybu korečkového řetězu a otáčení horní stavby rypadla. Při obecném poloměru vnější kružnice omezující třísku r_0 bude platit pro elementární délku dráhy:

$$dS^2 = (v_k dt)^2 + (r_0 - v_k t)^2 \omega^2 dt^2, \text{ kde}$$

ω = úhlová rychlost otáčení po úpravě

$$S = \int_{t_0}^{t_1} \sqrt{v_k^2 + \omega^2 (r_0 - v_k t)^2} dt.$$

Řešení integrálu:

$$S = \int_{t_0}^{t_1} \sqrt{v_k^2 \omega^2 t^2 - 2r_0 v_k \omega^2 t + r_0^2 \omega^2 + v_k^2} dt,$$

úpravou:

$$a = v_k^2 \omega^2; b = 2 r_0 v_k \omega^2; c = v_k^2 + r_0^2 \omega^2;$$

$$t_0 = 0 \quad t_1 = \frac{l_k}{v_k}$$

$$S = \int_{t_0}^{t_1} \sqrt{at^2 + bt + c} dt$$

Řešíme substitucí:

$$\sqrt{at^2 + bt + c} = \sqrt{at + x}$$

$$\text{Tedy: } t = \frac{x^2 - c}{-2\sqrt{ax} + b}; dt = 2 \frac{-\sqrt{ax} + bx - \sqrt{ac}}{(b - 2\sqrt{a})^2} \cdot dx$$

Touto substitucí převedeme uvedený integrál na integrál funkce radionální lomené:

$$S = \int_{x_0}^{x_1} \left(\sqrt{a} \cdot \frac{x^2 - c}{b - 2\sqrt{ax}} + x \right) \cdot 2 \frac{-\sqrt{ax} + bx - \sqrt{ac}}{(b - 2\sqrt{a})^2} dx$$

$$S = 2 \int_{x_0}^{x_1} \frac{x^4 3ab + x^3 (-4\sqrt{ab^2 - 2a\sqrt{ac}}) + x^2 (6abc + b^3) + x (-2\sqrt{ab^2 - 2a\sqrt{ac}}) + abc}{R 4ax^2 - 4abx + b^2} \cdot dx$$

Ze substituce:

$$x = -\sqrt{a}t + \sqrt{at^2 + bt + c}; \text{ pro } t = 0 \quad x_0 = +\sqrt{c}$$

$$\text{a pro } t = \frac{l_k}{v_k} \quad x_1 = -\sqrt{a} \frac{l_k}{v_k} + \sqrt{a \frac{l_k^2}{v_k^2} + b \frac{l_k}{v_k} + c}$$

Obecné řešení integrálu by bylo poměrně složité a i po dosazení konkrétních hodnot a , b , c by bylo velmi pracné. Řešení bylo provedeno Simpsonovým pravidlem.

Z uvedeného vyplývá, že délka řezné dráhy S vzrůstá v závislosti na zvětšování úhlové rychlosti otáčení ω a na průměru vnější kružnice úseče mezikruží, který se zvětšuje s rostoucím úhlem sklonu korečkového vodiče. Konkrétní hodnoty jsou uvedeny v přehledné tabulce.

Šířka třísky B je po délce řezné dráhy proměnná v závislosti na vzdálenosti od středu otáčení. Podle výše popsaného pohybu korečku platí, že okamžitá šířka třísky B se rovná:

$$B = v_0 \cdot t_k \cdot \frac{1}{n_k}$$

$$B = r \omega \cdot \frac{1}{v_k} \cdot \frac{1}{n_k}$$

$$B = (r_0 - v_k t) \omega \frac{1}{v_k} \cdot \frac{1}{n_k}$$

přitom.

$$r_0 = \frac{Z}{\cos \beta_2} + \frac{D_k \sin \alpha}{\sin(\alpha - \beta_2)}$$

kde r = délka proměnného ramene

ω = úhlová rychlost otáčení

l = délka korečkového řetězu v záběru

v_k = rychlost korečkového řetězu

v_0 = obvodová rychlost otáčení

t_k = čas k projití délky l

z = vodorovná vzdálenost urovnávače od osy otáčení

n_k = počet korečků současně v záběru.

Pro zjednodušení zavedeme střední hodnotu šířky třísky B stř, která podle věty o střední hodnotě bude:

$$B_{stř} = \frac{\frac{1}{n_k} \cdot \frac{z}{\cos \beta_2} \int \frac{D_k \sin \alpha + \frac{z}{\cos \beta_2}}{r \cdot \omega \cdot \frac{1}{v_k}} \cdot dr}{\frac{D_k \sin \alpha}{\sin(\alpha - \beta_2)}}$$

$$B_{stř} = \frac{\frac{1}{n_k} \cdot \frac{\omega l}{v_k} \left[\frac{r^2}{2} \right] \frac{D_k \sin \alpha}{\sin(\alpha - \beta_2)} + \frac{z}{\cos \beta}}{\frac{D_k \cdot \sin \alpha}{\sin(\alpha - \beta_2)}}$$

$$B_{stř} = \frac{\omega \cdot D_k \sin \alpha}{n_k \cdot v_k \cdot \sin(\alpha - \beta_2)} \left(\frac{2z}{\cos \beta} + \frac{D_k \sin \alpha}{\sin(\alpha - \beta_2)} \right)$$

Konkrétní hodnoty jsou opět v přehledné tabulce.

Pro další postup propočtů byly voleny hodnoty sklonu korečkového vodiče po intervalech 5° , k nimž byly vypočítány hodnoty $\underline{l}$, r_0 , n_k ; dále byla volena úhlová rychlost otáčení horní stavby v hodnotách 0,06; 0,12; 0,24; 0,36; 0,48 a 0,60 v míře obloukové za 1 minutu, k nimž byly spočítány hodnoty S , B stř. Z takto volených dvou základních faktorů byla vypočítána hloubka třísky h . Škála volených hodnot úhlu β byla volena v intencích skutečných parametrů rypadla RK 400, kdežto úhlová rychlost ω byla volena v hodnotách pod i přes hodnoty možností rypadla, a to pro upřesnění průběhu hodnot h hlavně v grafickém vyjádření s ohledem na průběh křivek znázorňujících hledané hodnoty při různém sklonu korečkového vodiče.

Grafické znázornění závislostí hodnot hloubky třísky h , úhlové rychlosti otáčení a sklonu korečkového vodiče bylo provedeno v příloženém grafu, na jehož vodorovné ose směrem vpravo stoupá hodnota úhlové rychlosti otáčení a na svislé ose vzrůstá směrem nahoru hodnota hloubky třísky. Na sedmi křivkách označených $\beta = 0^\circ$, $\beta = 5^\circ$ až 30° v intervalech po 5 stupních jsou vyjádřeny závislosti hodnot h a ω na sklonu korečkového vodiče.

Praktické čtení v grafu je jednoduché a bude vhodné jej dát k dispozici přímo na rypadlo k běžnému používání.

Odečítání hodnot se provádí takto:

Při známém sklonu korečkového vodiče například 20° si vyhledáme křivku označenou $\beta = 20^\circ$, která je spojnicí průsečíků hodnot h a ω . Volíme si hodnotu hloubky třísky h například 11,9 cm na vertikální stupnici pro hodnotu h ; rovnoběžkou s osou ω z tohoto bodu protneme křivku $\beta = 20^\circ$ a z tohoto průsečíku vedeme rovnoběžku s osou h a na ose ω odečteme velikost úhlové rychlosti otáčení ω , které v našem případě je $7^\circ 30'/\text{min}$. Pocho-

pitelně, že lze postupovat i obráceným směrem, a to tak, že volíme velikost rychlosti ω , jejíž hodnotou na stupnici osy ω vztyčíme kolmici, až protne křivku odpovídající úhlu sklonu korečkového vodiče a z tohoto průsečíku horizontálou protneme osu h , na níž na stupnici odečteme hloubku třísky. S ohledem na průběh křivek je snadná i interpolace pro případy jiného sklonu korečkového vodiče, než který je těmito křivkami vyznačen.

Praktický význam používání popsaného grafu při stanovování dimensí snímané třísky vidíme v tom, že vhodnou a vyzkoušenou volbou hodnot h a ω odpovídající hodnotou ω by měla být zlepšena kusovitost rozpojované zeminy při určité záruce dodržení optimálního výkonu rypadla.

V žádném případě však nesmí být zanedbána funkce spojky mezi hnacím soustrojím korečkového řetězu a stále musí být sledováno zatížení motoru z hlediska ampérického zatížení. Volba hodnot h a ω podle grafu je podřízena ustanovením provozního předpisu pro práci a obsluhu rypadla. Výsledky shrnuté do grafu mají za účel v rámci předpisů najít optimální podmínky a vztahy pro optimální výkon rypadla.

Při snímání horního řezu, jehož výška bude 13,66 m a svahový úhel $\alpha_h = 38^\circ$, bude opět hlavním úkonem otáčení horní stavby rypadla. Hloubka snímané třísky bude opět dána popuštěním korečkového vodiče ve směru vertikálním. Na rozdíl od snímání spodního řezu bude korečkový vodič také prolamován. Prolamování bude prováděno v kloubu spojujícím sedmimetrový střední díl vodiče s dalšími částmi vodiče. Sedmimetrový střední díl bude měnit svůj sklon k horizontále, a to v hodnotě od 38° do 0° . Kloub, jímž je střední díl konstrukčně svázán se žlabem, nebude výškově měněn a okolo něho opíše střední díl úhel od 38° do 0° . K dalšímu vychýlení dojde v kloubu mezi středním (sedmimetrovým) dílem a ostatními částmi korečkového vodiče, a to tak, že na začátku rozpojování bude sklon středního dílu 38° , tedy bude souosý se všemi dalšími díly vodiče a při ukončení rozpojování bude sklon 0° , tedy střední díl bude horizontální. Ostatní díly korečkového vodiče, tj. dva hlavní díly v délce 18,2 m a zarovnávač, budou po celou dobu souosé a budou mít neproměnný úklon 38° . Polohy korečkového vodiče mezi odebíráním jednotlivých třisek mimo sedmimetrový střední díl budou tedy rovnoběžné, vždy jen popuštěné o hloubku třísky.

Pro usnadnění popisu položíme si nulovou plochu vodiče do směru kolmého na směr postupu rypadla a procházející středem rypadla. Sklon celého vodiče bude 38° . Za chodu korečkového řetězu bude vodič popuštěn a pak otáčením horní stavby rypadla bude odebírána první tříska. Úhel otáčení horní stavby bude závislý na šířce odebíraného bloku a bude o něm zmínka dále.

Po otočení horní stavby a tím i vodiče do polohy např. 120° proti směru hodinových ručiček bude za chodu korečkového řetězu vodič opět popuštěn a prolomen o hloubku další třísky a otáčení horní stavby bude probíhat v obráceném směru. Tyto technologické úkony se budou střídát až do toho okamžiku, kdy sedmimetrový střední díl bude horizontální.

Tím byla odtěžena veškerá zemina v dosahu rypadla v jednom postavení.

Při odebírání nejlépe poslední nebo předposlední třísky bude vhodné, i když ne nutné, zvětšit úhel otáčení na nulovou polohu o 90° 45°, a to z toho důvodu, aby byl zmenšen výstupek ve svahu vzniklý neúplným překrytím kuželových ploch, jejichž rotační osy jsou od sebe vzdáleny o délku kroku, jak o tom bude zmínka dále.

Na úhlu otáčení horní stavby je závislá šířka odebíraného bloku. Pro přehled uvádíme úhly otáčení a jim odpovídající šířky bloků:

úhel otáčení:	šířka bloku:
90°	21,10 m
100°	24,76 m
110°	28,31 m
120°	31,65 m
130°	34,56 m
135°	36,02 m
140°	37,26 m
150°	39,28 m
160°	40,93 m
170°	41,88 m
180°	42,20 m

V průběhu dobývání bude možné úhel otáčení zmenšovat, a to tak, že poloha, v níž bude měněn směr otáčení a v němž bude nastavována hloubka další třísky, se bude z nulové polohy posunovat postupně proti směru hodinových ručiček.

Tento posun je způsoben srpkovitým tvarem půdorysného průmětu odebírané kubatury podobně jako u kolesových rypadel.

Rypadlo musí svým středem (vertikální osou) být postaveno tak, aby pata starého bočního svahu byla v dosahu sedmimetrového středního dílu vodiče při jeho konečné, tj. vodorovné poloze. Postavením rypadla vůči dobývanému řezu je dán úhel otáčení horní stavby a šířka bloku a obráceně.

Délka řezné dráhy korečků bude opět proměnná, ovšem již ne v tak velkém rozptýlu jako při dobývání spodního řezu. Při zahájení rýpání bude délka řezné dráhy korečků minimální a bude mít délku 22,19 m. V záběru budou korečky vedené středním sedmimetrovým, hlavním devítimetrovým a částí dalšího hlavního dílu korečkového vodiče. S postupným popouštěním a prolamováním korečkového vo-

diče bude se řezná dráha prodlužovat až na délku 29,2 m, tedy na plnou délku korečkového vodiče. Tato maximální délka bude dosažena při poslední třisce, kdy střední díl vodiče bude horizontální.

Odrýpáním veškeré zeminy z jednoho postavení rypadla, jak bylo výše popsáno, vznikne před rypadlem plošina, jejíž délka ve směru postupu rypadla je rovna délce středního dílu korečkového vodiče, tj. 7 m. O tuto délku je možno rýpadlo přemístit ve směru postupu. Délka jednoho kráčení mezi jednotlivými postaveními rypadla bude tedy 7 m.

Čelní — pracovní — svah je tvořen částí pláště komolého rotačního kužele, jehož osa je totožná s osou otáčení horní stavby rypadla. Sklon svahu je vždy stálý a je 38°.

Boční svah je tvořen opět částmi pláště rotačního komolého kužele; prakticky je možné jej považovat za rovinu, neboť zaoblení a průniky plášťových ploch kuželů navazují na sebe tak, že jejich výstupky v průnicích vybočují maximálně o 30 cm. Sklon bočního svahu je 38°.

Šířka bloku je přímo závislá na úhlu otáčení. Maximální šířka bloku by byla dosažena při úhlu otáčení horní stavby 180° a dosáhla by 42,206 m.

Jak bude dále odůvodněno, nebude obvykle zapotřebí používat maximální šířky záběru v bloku. Prakticky používaná šířka bloku je závislá na šířce bloku spodního řezu a bude se tedy pohybovat kolem 25—26 m.

Minimální šířku bloku není třeba stanovovat, neboť tato může ve výjimečných případech klesat až na několik metrů a může prakticky přecházet v dobývání čelní, pochopitelně se značným poklesem výkonu z důvodů přemísťování rypadla.

Obdobně jako při dobývání spodního řezu bude kubatura odtěžená z jednoho postavení rypadla rovna součinu výšky a šířky bloku a maximálního dosahu rypadla ve směru postupu. Vzhledem k tomu, že šířka bloku při dobývání spodního a horního řezu by měla být v souladu, volíme šířku 26,79 m.

$$K_{\text{zákl}} = \dot{S}_{\text{bh}} \cdot H_{\text{h}} \cdot \text{DK}$$

$$K_{\text{zákl}} = 26,79 \cdot 13,66 \cdot 70$$

$$K_{\text{zákl}} = 2561,66 \text{ m}^3$$

Při volených podmínkách koeficientu nakypření $K=1,5$ a 100% využití dojde k přemísťování rypadla do nového postavení po 5 hod. 20 min. nepřetržitého provozu; při využití na 80 % bude rýpadlo kráčet do dalšího postavení po 6 hod. 40 min. nepřetržitého provozu.

S ohledem na vzdálenost mezi jednotlivými postaveními rypadla, která bude rovna délce středního dílu korečkového vodiče, tj. 7 m, a s ohledem na maximální délku jednoho kroku 1000 mm, odhadujeme délku doby, potřebnou k odkráčení rypadla, na 8—9 minut i se

směrovou úpravou. Časové ztráty vznikající kráčením rypadla budou tedy opět minimální.

V průběhu I. kvartálu 1964 došlo na rypadle RK 400 k rekonstrukci, která se týká i nakládacího pásu a pásového vozu. Tyto části byly nahrazeny nakládacím výložníkem, který ve své maximální délce umožní postavení rypadla na maximální vzdálenost 23 m od středu rypadla k okraji pásového dopravníku. Tím jsou dány i šířky jednotlivých bloků s ohledem na minimální vzdálenost rypadla od horní hrany spodního řezu při rýpání spodního řezu a také šířky bloků horního řezu.

Vezmeme-li jako nejvýhodnější způsob postupu rypadla podél pásového dopravníku na řezu systém záběru dvou bloků na každé straně dopravníků, bude rypadlo postupovat takto:

Jako první bude odebírán blok horního řezu v těsné blízkosti pásového dopravníku. Šířka bloku je volitelná (na obrázku byla volena 20 m), tj. jako polovina celkové šířky, tj. 40,04 m. Osa rypadla bude od kraje pásového dopravníku 9,75 m. Nově konstruovaný nakládací výložník bude sklopen ve směru toku zeminy na pásového dopravníku. Rypadlo bude postupovat ve směru ke stabilnímu dopravníku. Úhel otáčení horní stavby bude těsně pod 90°. Mezi okrajem kráčivého podvozku a pásovým dopravníkem na řezu je volena manipulační mezera 2 m.

Dalším záběrem bude druhý blok horního řezu. Při něm bude osa rypadla vzdálena od okraje pásového dopravníku 23 m, tj. na maximální délku nakládacího výložníku. Šířka bloku je volena na 20,04 m, tj. zbytek šířky do 40,04 m, která bude odvozena ze spodního řezu. Úhel otáčení horní stavby rypadla bude těsně pod 90°. Rypadlo bude postupovat proti toku zeminy na dopravníku na řezu. Na konci dopravníku na řezu bude rypadlem překráčeno na jeho opačnou stranu a bude odebírán první blok spodního řezu. Osa rypadla bude od okraje pásu vzdálena 23 m, tj. na plný dosah rekonstruovaného nakládacího výložníku. Postup rypadla bude shodný s tokem zeminy na dopravníku. Šířka bloku bude muset být zúžena na 21,79 m. Zúžení proti základní dosažitelné šířce 26,79 m je nutné proto, aby při záběru druhého bloku stálo rypadlo v bezpečné vzdálenosti od hrany svahu. Pro bezpečnost rypadla při odtěžování druhého bloku spodního řezu je nutné ponechat volnou šířku mezi pásovým dopravníkem a horní hranou tvořeného bočního svahu, sestávající z těchto šířek: 2 m manipulační šířka mezi pásem a okrajem kráčivého podvozku; 15,5 m vnější průměr vnější podpory podvozku a dostatečné předpolí od okraje podvozku a horní hranou bočního svahu, zaokrouhleně 28 m. To znamená, že první blok spodního řezu musí ponechat horní hranu bočního svahu 28 m od pásovky a že tedy bude zúžen o 5 m. Stopa středu rypadla nebude tedy totožná s horní hranou bočního svahu, ale hrana bude posunuta o 5 m od ní na úkor

šířky bloku. Úhel otáčení horní stavby rypadla se změní tak, že nulová poloha se posune o úhel $\omega_0 = 20^\circ 46'$. Další změny budou popsány dále.

Poslední fází cyklického postupu rypadla podél pásového dopravníku na řezu bude odebrání druhého bloku spodního řezu. Rypadlo bude svým středem vzdáleno 9,750 m od okraje pásovky a bude postupovat proti směru toku zeminy na pohyblivém pásovém dopravníku. Šířka bloku bude 18,25 m. Nulová poloha korečkového vodiče bude totožná se stopou středu rypadla a technologický postup dobývání bude totožný s postupem při základní šířce jen s tím, že výběh čelního svahu se plošně podstatně zmenší.

Úhel otáčení horní stavby bude tentýž jako při plné šířce bloku. Tímto záběrem bude ukončen cyklický postup rypadla podél pásového dopravníku a bude následovat přestavba dopravníku, který bude posunut o 40,04 m.

Technologický postup při dobývání v bloku zúžení šířky na spodním řezu bude v zásadě podobný jako při postupu se základní šířkou. Dojde jen k těmto úpravám:

Nulovou polohu korečkového vodiče opět položíme do směru odchýleného od postupu rypadla o 180°. Před zahájením rýpání bude vodič v poloze odkloněné od nulové polohy o úhel ω_0 (jehož hodnota je závislá na velikosti zúžení) a obecně platí, že

$$\sin \omega_0 = \frac{\text{zúžení}}{\text{vzdálenosti urovnávače od středu rypadla}}$$

v našem případě, kdy zúžení je 5 m, platí

$$\sin \omega_0 = \frac{5.000}{14.100} = 0,354461$$

$$\omega_0 = 20^\circ 46'.$$

V této poloze bude vodič horizontální, v obrázku je označeno body A, 1, 2. Z této polohy za chodu korečkového řetězu bude nastavena popouštěním vodiče hloubka první snímané třísky. Otáčením horní stavby rypadla bude sejmuta první tříska, při níž bude úhel otáčení $\omega = 82^\circ 14'$, tj. mezi polohami $20^\circ 46'$ a 103° . Změny úhlu otáčení závislé na výběhu čelního svahu budou stejné, jak popsáno.

Při zachování svahového úhlu bočního svahu $\omega_b = 50^\circ$, nesmí být rýpáním narušena ani hlava, ani pata (jejich průřezy) a ani rovina určená těmito průměty. Na druhé straně je třeba, aby zemina byla odtěžena co nejtěsněji k rovině bočního svahu. Tento předpoklad se dá nejlépe splnit tak, že postupným snímáním jednotlivých třísek popuštěním vodiče se bude zmenšovat úhel otáčení horní stavby, a to tak, že v poloze, kdy všechny jeho díly jsou souosé včetně zarovnávače a kdy úhel vodiče od horizontály bude $29^\circ 25'$, tedy kdy břity korečků na konci zarovnávače dosáhnou na kótu — 14,34 m, bude vodič (prů-

mět) s nulovou polohou svírat úhel $\omega_2 = 25^\circ 31'$. Tato poloha bude mezní polohou, neboť konec zarovnávače se přibližuje rovině bočního svahu. V obrázku je poloha značena čárkovaně a je dána body OF. Při dalším snímání třísek se bude opět úhel otáčení horní stavby zmenšovat a také se bude měnit úklon korečkového vodiče; bude též docházet k odchýlení zarovnávače, takže jeho sklon se bude zmenšovat, až se dostane do horizontální polohy. V tomto stadiu, tj. že zarovnávač bude horizontální, bude sklon ostatních dílů vodiče proti horizontále $34^\circ 41'$. Průmět této polohy vodiče dané v obrázku body BHG bude s nulovou polohou svírat úhel $\omega_1 = 29^\circ 17'$. Úsek mezi body BH znázorňuje střední a oba hlavní díly vodiče, bod H je totožný s kloubem mezi zarovnávačem a úsek HG odpovídá zarovnávači.

Tvar horní a spodní hrany bočního svahu bude mít tvar pilovitý a bude dán úsekem kružnice opsané urovnávacím v úseku AB a spodní hrana zhruba trojúhelníkem daného body FGH. Při tom boční svah bude tvořen zhruba trojbokými žebry odpovídajícími trojúhelníkovým výstupkům jak v horní, tak spodní hraně bočního svahu. Přesně řečeno budou žebra tvořena velmi komplikovanými průniky a částmi systému vnějšího pláště anuloidu, parabolického hyperboloidu a části prostorových spirál, jejichž matematické a deskriptivní vyjádření k jejich praktickému významu je příliš náročné a prakticky nepotřebné. Za zmínku stojí pouze to, že kubatura zeminy nad půdorysem trojúhelníka FGH bude malá vzhledem k malé výšce tohoto tělesa, která je dána rovnáním zarovnávače do horizontální polohy. Délka kráčení rypadla, má-li toto dokonale zčišťovat hlavu sloje na kótě — 14,34 m, bude maximálně taková, aby v dalším postavení rypadla dosáhl konec vodiče se všemi díly souosými a při úklonu vodiče $29^\circ 25'$ do bodu H, tj. bodu, kde byla v předcházejícím postavení zčištěna hlava sloje. Z výpočtu souřadnic jednotlivých zlomových bodů vychází délka kráčení 5309 mm. V tomto novém postavení se bude technologický postup opakovat jen s tím, že původní bod B, omezující vrchol výstupku horní hrany, bude odrýpán a přesunut do polohy B', neboť i z nového postavení rypadla bude při začátku rýpání mezní polohou vodiče poloha daná úhlem ω_0 .

Celý postup se bude analogicky opakovat.

Při cyklickém postupu podél pásového dopravníku se bude sklon generálního svahu měnit takto:

- a) před odebráním prvního bloku horního řezu bude sklon $1 : 3,01$; $\alpha = 18^\circ 21'$;
- b) po odebrání prvního bloku horního řezu se sklon změní na $1 : 3,73$; $\alpha = 15^\circ 01'$;
- c) po odebrání druhého bloku horního řezu se sklon dále zmírní na $1 : 4,44$; $\alpha = 12^\circ 41'$;

d) odebráním prvního bloku spodního řezu se sklon změní na $1 : 3,66$; $\alpha = 15^\circ 16'$;

e) odebráním druhého spodního bloku dojde k generálnímu svahu hodnotu opět $1 : 3,01$; $\alpha = 18^\circ 21'$.

Provedenou rekonstrukcí nakládacího výložníku bude funkčně nevyužit dosavadní pásový vůz. Pro jeho plné využití bude nejvhodnější použít ho jako samostatného pásového vozu pro rozšíření záběrů bloků při jednom postavení pásového dopravníku na řezu. Při cyklickosti postupu rypadla bude opět nejvýhodnější odebírat vždy dva bloky na horním i spodním řezu. Jednotlivé fáze cyklu budou tyto:

Při odebrání prvního bloku horního řezu šířky 33,38 m bude rypadlo svou vertikální osou vzdáleno od okraje pásu na řezu 16,35 m. Postup rypadla bude souhlasný s tokem zeminy na pohyblivém dopravníku.

Jako druhý bude odebírán druhý blok horního řezu. Jeho šířka bude 31,65 m a úhel otáčení horní stavby $\omega = 120^\circ$. Vertikální osa rypadla bude vzdálena od okraje pásového dopravníku 48 m, tedy na plný dosah jak nakládacího výložníku, tak pásového vozu. Postup rypadla bude směřovat proti toku zeminy na pohyblivém dopravníku. Při odebrání tohoto bloku bude dosavadní pásový vůz využit.

Po přetransportování rypadla na druhou stranu dopravníku na řezu, kterýžto transport bude proveden za vratnou stranicí dopravníku na řezu, bude odebrán první blok spodního řezu. Jeho šířka bude 38,82 m. Vertikální osa rypadla bude od okraje dopravníku vzdálena 48 m, tj. opět na plné rozpětí nakládacího výložníku a pásového vozu. Rypadlo bude postupovat ve směru toku zeminy na pásovém dopravníku. Bude opět využíván dosavadní pásový vůz. Šířka bloku je proti základní dřívě odvozené užší cca o 12 m a o změnách technologického postupu bude zmínka dále.

Posledním blokem bude druhý blok spodního řezu šířky 26,22 m. Vertikální osa rypadla bude ve vzdálenosti 9,75 m od okraje dopravníku na řezu. Postup rypadla bude protisměrný proti toku zeminy na pohyblivém dopravníku. V této fázi cyklického postupu nebude zapotřebí pásového vozu. Tím bude celý cyklus postupu ukončen. Celková šířka odebraných bloků bude 65,03 m a o ni bude provedena přestavba pásového dopravníku na řezu.

Dosavadní pásový vůz bude tedy využit ve dvou fázích cyklického postupu, a to při odebrání druhého bloku horního a prvního bloku spodního řezu, tj. zhruba na polovinu časového trvání celého cyklu.

Pro druhou polovinu cyklu, tj. při odebrání prvního bloku a druhého bloku spodního řezu, bude pásový vůz volný a bude ho možno využít pro K 300 na prvním horizontu k týmž účelům.

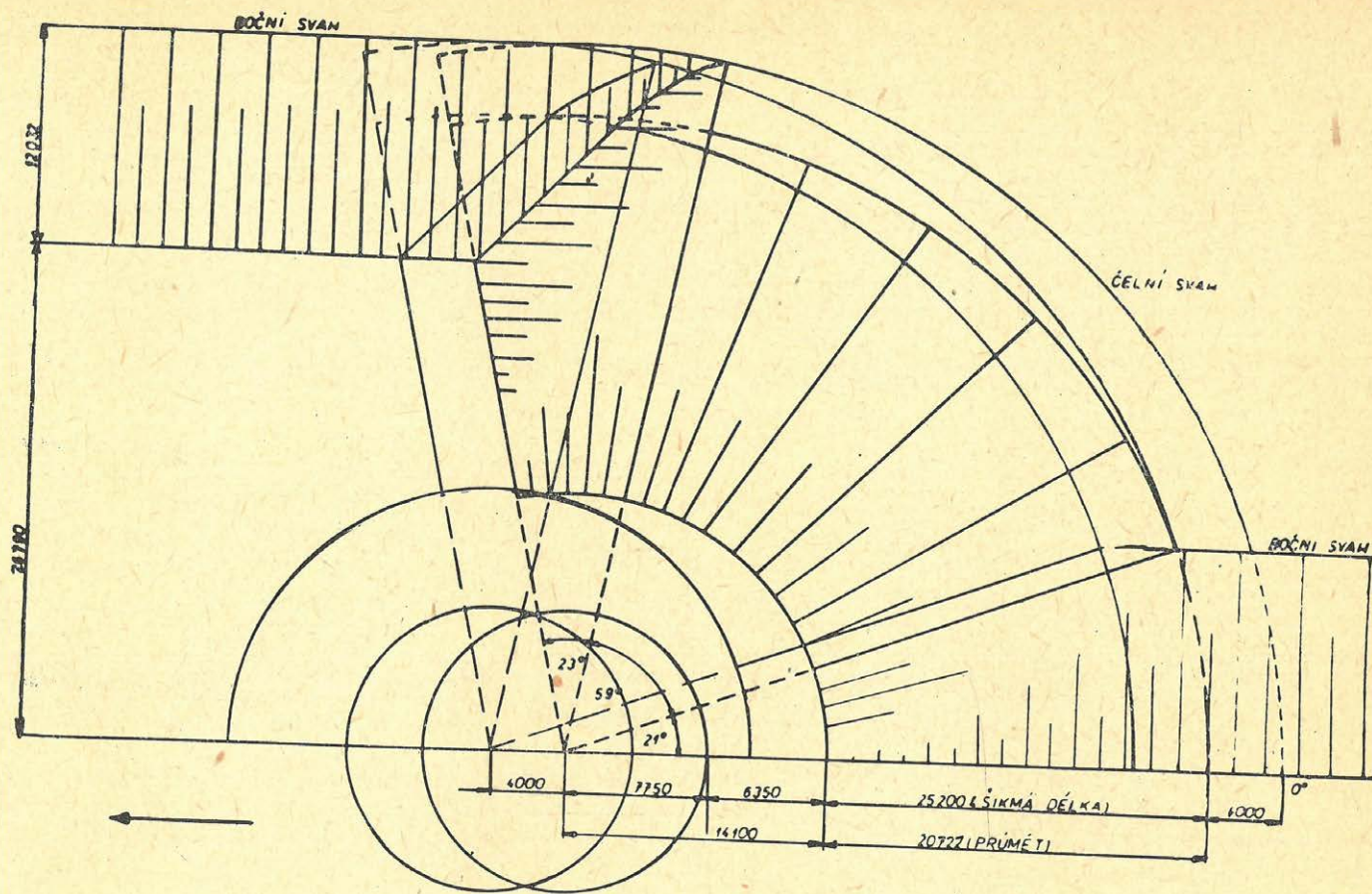
Generální svahy se budou opět měnit, a to tak, že před zahájením cyklu postupu a po provedené přestavbě bude generální sklon svahu $1:3,906$ s úhlem $14^{\circ} 21'$. Po odebrání prvního bloku horního řezu se úklon zmírní na $1:5,098$ s úhlem $11^{\circ} 05'$. Odebráním druhého bloku horního řezu se úklon opět zmírní na hodnotu $1:6,284$ a úhel $9^{\circ} 02'$. Odebráním prvního bloku spodního řezu dosáhne generální svah hodnot $1:4,842$ a úhlu $11^{\circ} 40'$ a odebráním druhého bloku spodního řezu se vrátí na původní hodnotu $1:3,906$ a úhel $14^{\circ} 21'$.

Z průběhu změn generálního sklonu řezu je zřejmé, že tento bude vždy bezpečný.

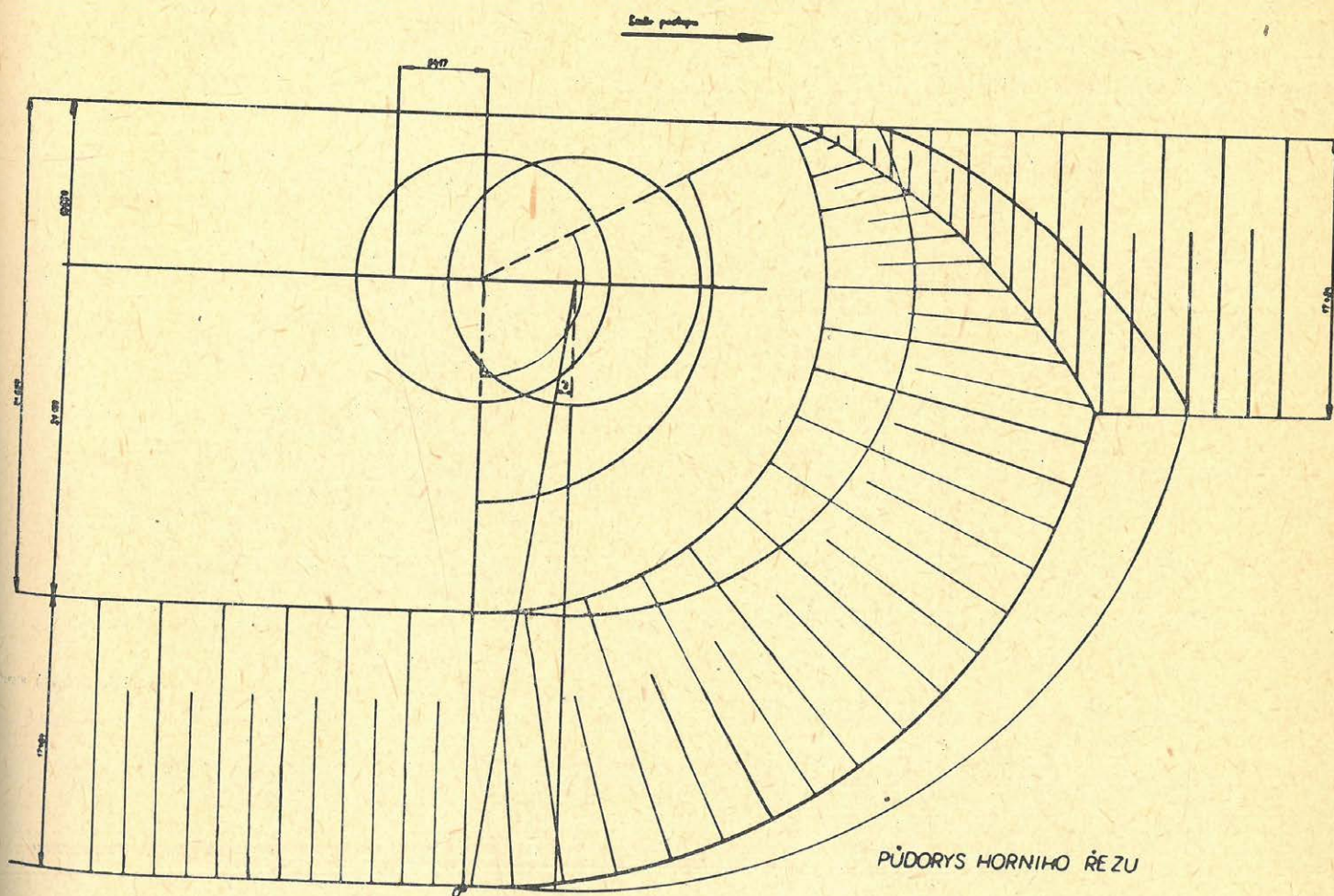
V předešlém odstavci byl vyjádřen požadavek zvětšení šířky bloku při snímání spodního řezu. Optimální řešení tohoto požadavku je takové, že blok může být rozšířen až na $38,82$ m.

Tuto šířku je třeba považovat za meznou, neboť i když lze teoreticky odvodit šířky ještě větší, dochází při nich ke komplikacím při sva-

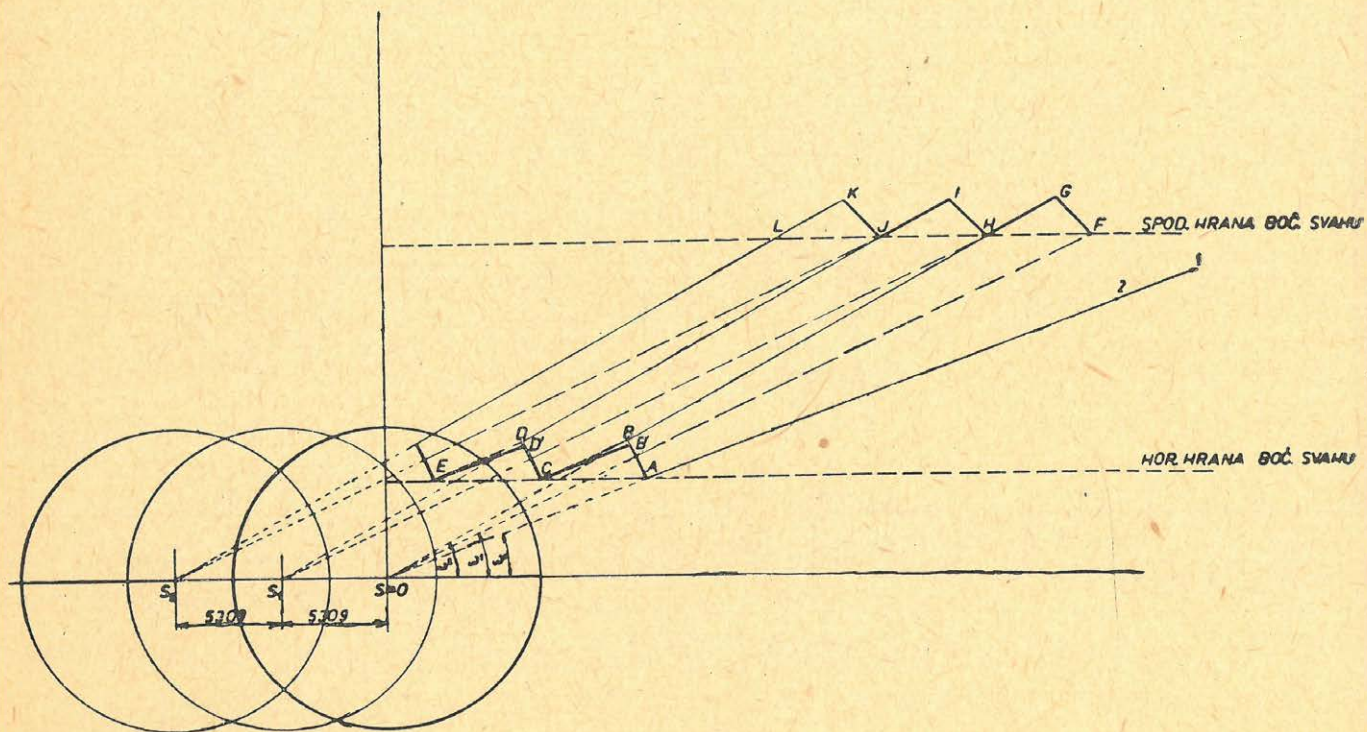
hování bočního svahu a tento vlivem strmých výstupků (žeber) by ztrácel na bezpečnosti. Technologický postup při záběru bloku šířky na $38,82$ m bude prakticky tentýž jako při základní šířce bloku. Rozdíl je ten, že svahování bočního svahu bude prováděno tak, že v nulové poloze, jak byla vysvětlena dříve, bude korečkový vodič ještě pod maximálním úklonem $34^{\circ} 41'$ se zarovnávačem vodorovným; spodní hrana svahu bude tedy v průběhu totožná s nulovou polohou. Sesvahování bočního svahu bude prováděno tak, že korečkový vodič bude vodorovný v poloze svírající s nulovou polohou úhel $16^{\circ} 08'$, a to ve směru za nulovou polohou k pohyblivému dopravníku. Úhel otáčení horní stavby se zvětší, a to tak, že při snímání první třísky bude mít hodnotu $129^{\circ} 08'$ a při snímání poslední třísky 80° . Výběh čelního svahu bude proveden tímž způsobem, jak dříve uvedeno u základní šířky bloku. Délka kráčení při rozšíření bloku bude rovna délce zarovnávače, tj. 4 m.



PŮDORYS SPOD BLOKU ZÁKL. ŠÍŘKY

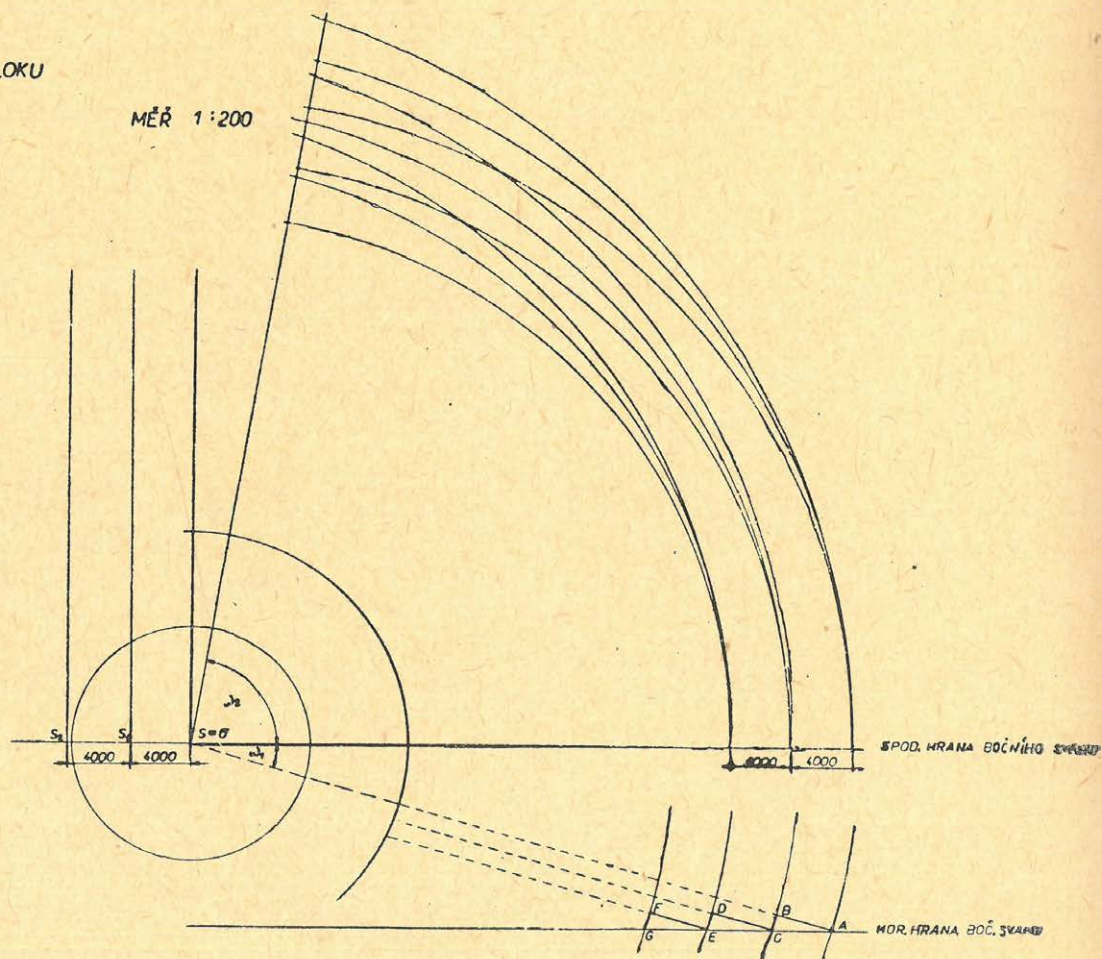


PŮDORYS HORNÍHO ŘEZU

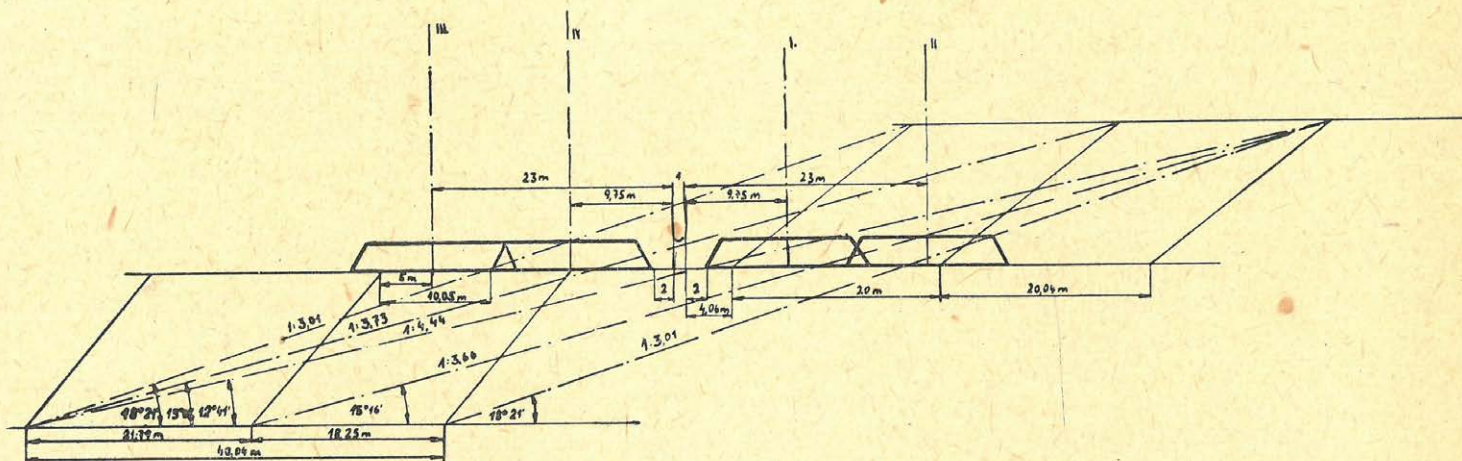


PŮDORYS ROZŠÍŘENÉHO SPOD BLOKU

MĚŘ 1:200



Příčný profil při zúženém spodním bloku



PŘÍČNÝ PROFIL PŘI ROZŠÍŘENÉM BLOKU A GENERÁLNÍ SVAHY

