

Ing. Oldřich Klimecký, VÚHU,
Ing. Tomáš Kratochvíl, VÚHU:

Teorie skluzů a její použití v úpravářenských provozech

Ú v o d

Při dopravě sypkých hmot v úpravářenských provozech je nutno zajistit převádění toku materiálu (uhlí, briket) z jedné dopravní linky na druhou, jeho rozdělování, resp. spojování.

V těchto provozech jsou dopravníky (převážně pásové) situovány v jednotlivých patrech budov a jsou navzájem spojovány přesypy - předávacími místy. Velmi častým prvkem těchto přesypů jsou skluzy, které slouží k vedení a přemisťování materiálu vlastní vahou z výše položených míst do nižších. Dle tvaru je lze rozdělit na:

1/ Rovinné skluzy - přímé

křivkové

2/ Prostorové skluzy - šroubové (tobogany).

Tyto skluzy mají řadu závažných nedostatků, projevujících se:

- destrukcí dopravovaného materiálu (tříděné uhlí, resp. brikety ztrácí na kvalitě)
- zahlcováním dopravovaným materiálem
- nadměrným vývinem prachu
- vysokou hlučností aj.

Tento článek se bude zabývat teoretickým rozбором výše uvedených nedostatků s návrhy na konkrétní řešení.

Základy teorie toku sypkých hmot

Nejdůležitějšími vlastnostmi sypké hmoty jsou její pohybové vlastnosti.

V podstatě zde rozlišujeme dva základní pohyby:

- a/ primární - pohybující se zrno hmoty nemění svou polohu vzhledem k ostatnímu společenství zrn; pohyb je přímočarý, resp. po křivce
- b/ sekundární - zrno jej vykonává současně s pohybem primárním a je charakterizováno otáčením, překlápěním zrna; pohyb je různosměrně vířivý, spirálový, protisměrný i různě lomený.

Podmínkou vzniku sekundárního pohybu je působení libovolné vnější síly, která způsobuje změnu směru pohybu (i místní). V dalším pak uvedeme obecně platné zákonitosti toku sypkých hmot, aplikované na skluzy dle /1/. Platí :

- sekundární pohyb sypké hmoty způsobuje zhuštění a zmenšuje její pohyblivost. Z požadavku na plynulost toku vyplývá nutnost vyloučení možnosti jeho vzniku, resp. omezení na minimum;
 - primární pohyb, vyznačující se tím, že součásti hmoty mají stejný směr svého pohybu, nemění polohu zrna vzhledem k ostatnímu společenství, nedochází ke zhuštění sypké hmoty, je optimálním faktorem pro plynulost toku sypkých hmot;
 - má-li tok sypké hmoty probíhat ve skluzu plynule, tj. primárním pohybem, musí být povrchové příčky vnitřního povrchu skluzu vzájemně rovnoběžné se směrem primárního pohybu;
 - tření na styku sypké hmoty s rovinou (stěnou), která ji ohraničuje, způsobuje místní sekundární pohyb součástí sypké hmoty;
 - plynulost toku sypké hmoty ve skluzu je podmíněna tím, že oblasti jejího sekundárního pohybu jsou co nejmenší. V praxi to znamená splnit dvě zá-
kladní podmínky:
- 1/ maximální hladkost vnitřního povrchu skluzu
 - 2/ minimální styčná plocha vnitřního povrchu skluzu se sypkou hmotou.

Tyto shora uvedené obecné zákonitosti toku sypkých hmot ve skluzech budou použity při dalších teoretických odvozeních a úvahách v následujících kapi-
tolách.

Stanovení odporových koeficientů pohybu sypkých hmot ve skluzech

Při stanovení odporových koeficientů pohybu sypkých hmot ve skluzech vy-
jdeme z předpokladu platnosti rovnice kontinuity

$$I = F \cdot v = \frac{Q}{3600} = \frac{Q_t}{3,6 \cdot \gamma} = \text{konst.} \quad /1/$$

kde: I / m³/sec/ - dopravované objemové množství za sec.

F / m²/ - průřez materiálu ve skluzu

v / m/sec/ - rychlost materiálu ve skluzu (v obecném místě)

Q / m³/h/ - dopravované objemové množství za hod.

Q_t / Mp/h/ - dopravované váhové množství za hod.

γ / Mp/m³/ - sypná váha dopravovaného materiálu

a Rankinovy teorie o tlaku v sypkých materiálech

$$p_x = k \cdot p_y, \quad k = \frac{1 - \sin \rho}{1 + \sin \rho} \quad /2/$$

kde: p_x /kp/m²/ - měrný tlak materiálu ve směru horizontálním

p_y /kp/m²/ - měrný tlak materiálu ve směru vertikálním

ρ /°/ - sypný úhel dopravovaného materiálu.

Uvažujeme-li sloupec materiálu ve skluzu o průřezu F (okamžitý pro dané y), o šířce b , výšce h (okamžitá) a jednotkové délce, platí pro vertikální a boční sílu (viz obr. č. 1):

$$N_1 = F \cdot \gamma \cdot 1 \quad (\text{vertikální síla}) \quad /3/$$

$$N_2 = 2 \cdot \frac{N_2}{2} = h^2 \cdot k \cdot \gamma \cdot 1 \quad (\text{horizontální síla}) \quad /4/$$

Pro vztah mezi boční a vertikální silou platí:

$$N_2 = N_1 \cdot \frac{h^2 \cdot k}{F} \quad /5/$$

Výsledný odpor proti pohybu materiálu ve skluzu:

$$T = N_1 \cdot f / 1 + \frac{h^2 \cdot k}{F} / \quad /6/$$

Položíme-li $F = h \cdot b$, dosazením z předchozího do rovnice /6/ a úpravou dostaneme:

$$T = \frac{l \cdot \gamma}{v} \cdot f / 1 + \frac{h \cdot k}{b} / = \frac{l \cdot \gamma}{v} \cdot w \quad /7/$$

Z toho odporový koeficient w se rovná:

$$w = f \cdot / 1 + \frac{h \cdot k}{b} / \quad (\text{platí pro profil skluzu dle obr. č. 1}), \quad /8/$$

kde: f - koeficient tření mezi dopravovaným materiálem a skluzem

b /cm/ - šířka skluzu

h /cm/ - výška vrstvy materiálu ve skluzu (okamžitá).

Z uvedeného tedy plyne, že odporový koeficient w , (jehož velikost je dána rovnicí 8), závisí na:

a) fyzikálně-mechanických vlastnostech dopravovaného materiálu, vyjádřených veličinou k

$$k = \frac{1 - \sin \rho}{1 + \sin \rho} = f / \rho / \quad /9/$$

Vliv velikosti rozměru zrn a (kusovitosti), tvaru kusů a množství vody W na ρ a tím i na velikost odporového koeficientu $\underline{w}$ je patrný z obr. č. 2 dle [2].

Jako kritéria pro posouzení vhodnosti dopravy sypkých hmot skluzu lze použít koeficient pohyblivosti $\underline{m}$ (Zenkov), definovaný vztahem dle [3]:

$$m = 1 + 2 \cdot \frac{\tan \rho}{\tan \rho_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \tan^2 \rho_0}} \quad /10/$$

Hodnoty koeficientu pohyblivosti $\underline{m}$ v závislosti na ρ jsou uvedeny v grafu na obr. č. 3 ($m = 1$ má voda). Dále platí, že sekundární pohyb zmenšuje koeficient pohyblivosti (plyne to z toho, že sekundární pohyb zvyšuje hustotu sypké hmoty - viz předchozí text).

b) výšce vrstvy materiálu ve skluzu h , která je funkcí rychlosti v , jak plyne z rovnice /1/ a vztahu pro F :

$$h = \frac{1}{b} \cdot \frac{1}{v} = f / \frac{1}{v} / \quad /11/$$

Vydeme-li z obdélníkového průřezu skluzu dle obr. č. 1, můžeme stanovit velikost odporového koeficientu $\underline{w}$ v závislosti na různých funkčních vztazích mezi h a v .

$$1) \quad h = f / \frac{1}{v} /$$

$$F = b \cdot h, \quad h = \frac{1}{b \cdot v}$$

$$w = f / 1 + \frac{1 \cdot k}{b^2 \cdot v} / = f / 1 + \frac{0}{v} / \quad /12/$$

$$\text{kde: } 0 = \frac{1 \cdot k}{b^2}$$

2) $h = \text{konst.}$ (h je konstantní a je dané počátečními a koncovými podmínkami - obr. č. 4)

$$h = h_{\text{stř}} = \frac{h_1 + h_2}{2} = \frac{1}{2 \cdot b} \cdot \frac{v_1 + v_2}{v_1 \cdot v_2}$$

$$w = f / 1 + 0,5 \cdot \frac{1 \cdot k}{b^2 \cdot v_1} + 0,5 \cdot \frac{1 \cdot k}{b^2 \cdot v_2} / = f [1 + 0,5 / 0_1 + 0_2 /], \quad /13/$$

$$\text{kde: } 0_1 = \frac{1 \cdot k}{b^2 \cdot v_1}, \quad 0_2 = \frac{1 \cdot k}{b^2 \cdot v_2}$$

3) $h = 0$ (vliv tření o boky skluzu neuvažujeme)

$$w = f$$

/14/

Závislost $w = f/v$ dle předpokladů ad 1) - ad 3) je vynesena v grafu na obr. č. 5.

c) tvaru profilu skluzu, kde je nutno dodržet podmínku (viz předchozí text) minimální styčné plochy vnitřního povrchu se sypkou hmotou. Kritériem zde bude velikost hydraulického poloměru, definovaného vztahem:

$$R = \frac{F}{O} \text{ /m/}$$

/15/

kde: $F \text{ /m}^2$ - průřez materiálu ve skluzu

$O \text{ /m/}$ - obvod vnitřního povrchu skluzu, který je ve styku s materiálem.

Aby odpor toku sypkého materiálu ve skluzu byl co nejmenší, je třeba volit profil nejmenšího odporu, tj. s největším hydraulickým poloměrem. Účinnost průtoku materiálu skluzu bude tedy v závislosti na profilu skluzu dána dle [4] grafem na obr. č. 6.

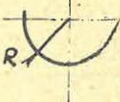
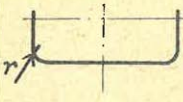
Pro zjednodušení dalšího řešení a úvah budeme pro w používat vztah

$$w = f \left[1 + \chi / O_1 + O_2 / \right] \text{ (platí pro } h = h_{\text{stř}} = \text{konst.)}$$

/16/

kde: χ - charakterizuje tvar profilu skluzu (hodnoty viz tab. č. 1).

Tab. č. 1 (odvozena z obr. č. 6)

χ	0,42	0,5	0,794	1,042
Tvar profilu skluzu				

d) šířce skluzu b , která závisí na kusovitosti a druhu dopravovaného materiálu a nemůže být volena libovolně. Minimální šířky skluzu b v závislosti na kusovitosti materiálu a jsou vyneseny v grafu na obr. čís. 7 dle [4].

e) koefficientu tření mezi dopravovaným materiálem a skluzem f

Podmínka pohybu materiálu na skluzu bude dána (platí pro přímý skluz a počáteční rychlost $v_1 = 0$):

$$mg \cos \delta \cdot w \leq mg \sin \delta,$$

/17/

z toho:

$$\operatorname{tg} \delta \geq w = f / 1 + \frac{h \cdot k}{b} / \quad /18/$$

Bude tedy obecně sklon skluzu $\delta_{\min}$ záviset na faktorech dříve uvede -
ných, a to:

- fyzikálně-mechanických vlastnostech dopravovaného materiálu
- výšce vrstvy materiálu ve skluzu h
- tvaru profilu skluzu
- šířce skluzu b
- koeficientu tření mezi dopravovaným materiálem a skluzem f .

Za účelem stanovení $\delta_{\min}$ pro různé podmínky toku sypkých hmot ve skluzech byla provedena ve VÚHU Most na zkušebním zařízení (viz obr. č. 8) měření, která jsou zpracována v grafech na obr. č. 9 (platí pro hnědé uhlí z dolů SHD).

Základní rovnice pohybu sypkých hmot ve skluzech

a) Rovinný skluz

přímý:

dle obr. č. 10 platí:

$$ma = mg \sin \delta - w mg \cos \delta \quad /19/$$

Úpravou a dosazením za zrychlení a dostaneme diferenciální rovnici, řešitelnou separací proměnných (řešení existuje a je jednoznačné, jak plyne ze spojitosti pravé strany).

$$\frac{dv^2}{ds} = g / \sin \delta - w \cos \delta /$$

$$\int dv^2 = 2g \int / \sin \delta - w \cos \delta / ds$$

$$v^2 = 2g / \sin \delta - w \cos \delta / s + C_1$$

Pro počáteční podmínky: $s = 0$, $v = v_1$ (viz obr. č. 10) platí:

$$v = \sqrt{v_1^2 + 2g / \sin \delta - w \cos \delta / s} \quad /20/$$

$$s = \frac{v^2 - v_1^2}{2g / \sin \delta - w \cos \delta /} \quad /21/$$

křivkový (kruhový oblouk):

dle obr. č. 11 platí základní dynamická rovnice ve směru tečny $/t/$ ve tvaru:

$$ma = mg \sin \varphi - w mg \cos \varphi - f \frac{mv^2}{R}, \quad /22/$$

kde: R /m/ - poloměr křivosti (poloměr kruhu).

Úpravou a dosazením za zrychlení a :

$$\frac{dv^2}{ds} + 2f \frac{v^2}{R} = 2g / \sin \varphi - w \cos \varphi / \quad /23/$$

Substitucí $y = v^2$ a dosazením za $ds = R d\varphi$ zjistíme, že platí:

$$\frac{dy}{d\varphi} + 2fy = 2Rg / \sin \varphi - w \cos \varphi / \quad /24/$$

Diferenciální rovnici /24/, která je nehomogenní 1. řádu, lze řešit variací konstanty (řešení existuje a je jednoznačné, jak plyne ze spojitosti pravé strany).

$$y = C e^{-2f\varphi}$$

$$C = f / \varphi /$$

$$y' = dC e^{-2f\varphi} - C 2f e^{-2f\varphi}$$

$$dC = e^{2f\varphi} 2Rg / \sin \varphi - w \cos \varphi / d\varphi$$

$$C = \frac{2Rg}{4f^2 + 1} e^{2f\varphi} \left[\sin \varphi / 2f - w / - \cos \varphi / 2fw + 1 / \right] + C_1$$

$$y = e^{-2f\varphi} \left\{ \frac{2Rg}{4f^2 + 1} e^{2f\varphi} \left[/ 2f - w / \sin \varphi - / 2fw + 1 / \cos \varphi \right] + C_1 \right\}$$

Pro počáteční podmínky: $y = v_1^2$, $\varphi = \varphi_0$ (viz obr. 11) platí:

$$C_1 = v_1^2 e^{2f\varphi_0} - \frac{2Rg}{4f^2 + 1} e^{2f\varphi_0} \left[/ 2f - w / \sin \varphi_0 - / 2fw + 1 / \cos \varphi_0 \right]$$

Výsledná rovnice má pak tvar:

$$v = e^{f/\varphi_0 - \varphi /} \cdot \sqrt{v_1^2 + \frac{2Rg}{4f^2 + 1} \left\{ e^{-2f/\varphi_0 - \varphi /} \left[/ 2f - w / \sin \varphi - / 2fw + 1 / \cos \varphi \right] - \left[/ 2f - w / \sin \varphi_0 - / 2fw + 1 / \cos \varphi_0 \right] \right\}} \quad /25/$$

Vzorce /20/, /25/ ukazují, že konečná rychlost v_2 nezávisí na dopravovaných hmotách, ale na počáteční rychlosti v_1 , součiniteli tření mezi materiálem a skuzem f , koeficientem odporu w a u křivkového skluzu na rozdílu úhlu $\varphi_0 - \varphi$ a poloměru R .

b) Prostorový skluz

Typickým představitelem je šroubový skluz tzv. tobogan. Vyjdeme-li z obr.č.12,

platí pro šroubový skluz základní dynamická rovnice ve směru tečny:

$$ma = mg \sin \delta - w mg \cos \delta - f \frac{mv^2}{r}, \quad /26/$$

$$\text{kde: } r = \frac{R}{\cos^2 \delta} \quad /m/ - \text{poloměr křivosti šroubovice.}$$

Úpravou a dosazením za a , r dostaneme:

$$\frac{dv^2}{ds} + \frac{2f \cos^2 \delta}{R} v^2 = 2g / \sin \delta - w \cos \delta / \quad /27/$$

Tato nehomogenní diferenciální rovnice 1. řádu je řešitelná variací konstanty (řešení existuje a je jednoznačné, jak plyne ze spojitosti pravé strany).

Substitucí

$$y = v^2$$

a řešením

$$\frac{dy}{ds} + 2f \frac{\cos^2 \delta}{R} y = 0$$

$$y = C \cdot e^{\frac{-2f \cos^2 \delta \cdot s}{R}}$$

$$C = f / s /$$

$$dC = 2g / \sin \delta - w \cos \delta / \cdot e^{\frac{2f \cos^2 \delta}{R} s} ds$$

$$C = 2g / \sin \delta - w \cos \delta /$$

$$y = \frac{Rg / \sin \delta - w \cos \delta /}{f \cos^2 \delta} + C_1 e^{\frac{-2f \cos^2 \delta}{R} s}$$

Pro počáteční podmínky: $s = 0, y = v_1^2$ (viz obr. č. 12):

$$C_1 = v_1^2 - \frac{Rg / \sin \delta - w \cos \delta /}{f \cos^2 \delta}$$

Výsledný vztah pro rychlost v má tvar:

$$v = \sqrt{v_1^2 e^{\frac{-2f \cos^2 \delta}{R} s} + \frac{Rg \sin \delta - w \cos \delta}{f \cos^2 \delta} (1 - e^{\frac{-2f \cos^2 \delta}{R} s})} \quad /28/$$

Pro dráhu s pak platí:

$$s = \frac{R}{f \cos^2 \delta} \lg \frac{v_1^2 - Rg / \sin \delta - w \cos \delta /}{v^2 - Rg / \sin \delta - w \cos \delta /} \quad /29/$$

Vyjdeme-li z dispozice přesypu pro šroubový skluz dle obr. č. 13, pro dané A, H, α platí:

$$R = \frac{A}{1 - \cos \alpha}, \quad \delta = \arctg \frac{H}{R \cdot \alpha} \quad /30/$$

Na základě dříve uvedených rovnic můžeme provést správný výpočet a optimální návrh skluzů v jednotlivých konkrétních provozních případech.

V dalším budou pak uvedeny další podmínky a kritéria správné činnosti skluzů.

Podmínky správné činnosti skluzů

- 1) Základní podmínka průchodnosti materiálu skluzem (nedojde k zahlcování) je dána výrazem

$$\underline{\underline{\operatorname{tg} \delta_{\min} > w}} \quad /31/$$

Například pro šroubový skluz

$$\frac{H}{R \cdot \alpha} > \operatorname{tg} \delta_{\min} > w \quad / \delta_{\min} - \text{viz obr. č. 9} /$$

$$\frac{2f \cos^2 \delta \cdot s}{R}$$

$v_{1\min} = Rg / \sin \delta - w \cos \delta / \cdot 1 - e$ / - minimální počáteční rychlost, pro kterou nedojde k zastavení pohybu materiálu na skluzu.

- 2) Výstupní rychlost ze skluzu v_2 lze dle požadavku na velikost i směr ovlivnit parametry a konstrukcí skluzů, jak plyne z dříve uvedených rovnic. Například provedením předávacího místa dle obr. č. 14 lze dosáhnout snížení destrukce uhlí (briket) při předávání na následující dopravní linku i snížení opotřebení následujícího dopravního pásu.

- 3) Vycházíme-li z požadavku maximální šetrnosti vůči dopravovanému materiálu (uhlí, brikety aj.), je nutné dodržet správné a optimální podmínky pro dopad materiálu na skluz, jak plyne z rovnice /32/ pro uhlí:

$$\Delta G_1 = 1,12 - 0,69 \cdot 1_t / v_d^2 \cdot \sin^2 \alpha_d \cdot k_t \cdot Q \text{ /Mp/} - \text{experimentálně zjištěno ve VÚHU Most} \quad /32/$$

kde: ΔG_1 /Mp/ - přírůstek frakce uhlí 0 - 12 mm
 Q /Mp/ - celkové množství uhlí

- l_t - index tříštivosti uhlí
 k_t - koeficient místa dopadu (viz tab. č. 2)
 v_d /m/s/ - rychlost dopadu uhlí na skluz
 α_d /°/ - úhel dopadu uhlí na skluz.

Tab. č. 2

k_t	1,0	1,265
		

Z uvedeného je zřejmé, že pro dané l_t , Q lze velikostí v_d , α_d a tvarem profilu skluzu ovlivnit velikost destrukce uhlí, charakterizované negativním přírůstkem frakce 0 - 12 mm. Ze stejného důvodu bude rychlost pohybu materiálu ve skluzu omezená, a to jeho vlastnostmi, konkrétně drtivostí a sklonem k odírání. U uhlí se např. udává $v_{\max} = 2,0$ m/s.

4) Vlastní tvar (druh) skluzu je v podstatě dán dispozicí (stavební) předávacího místa. Při konstrukci je nutno brát zřetel na výše uvedené požadavky. Vlastní provedení musí v maximální míře omezovat vznik sekundárního pohybu, tj. musí být bez ostrých přechodů, změny tvaru pozvolné.

Poznámka: šroubový skluz lze poměrně jednoduše vyrobit jako svařovaný z ocelových plechů (prvků), jejichž konstrukce je zřejmá z obr. č. 14 a 15.

5) Zajímavé možnosti pak skýtá použití šroubových skluzů, vyrobených z gumy. Je zde možné s výhodou použít gumových dopravních pásů, určitým způsobem upravených a stočených do šroubovice resp. speciálních gumových vulkanizovaných prvků. Možnosti použití gumy pro úpravářenské provozy dle fy Trelleborgs jsou na obr. č. 16.

6) Opotřebení elementů skluzů v místě dopadu dopravovaného materiálu závisí na dopadové rychlosti v_d , jak plyne z rovnice /33/ dle [5]:

$$Q \sim c \cdot v_d^n \quad /mm^3/kg/ \quad /33/$$

kde: Q /mm³/kg - erodovaný objem

v_d /m/s/ - rychlost dopadu

c - konstanta

n - součinitel (viz tab. č. 3)

Tab. 3

materiál	tav.čedič	pryž	ocel uhlíkatá	ocel slitinová
n	2,9	4,6	1,4	1,6

Dále závisí na velikosti úhlu dopadu α_d . Jeho vliv na velikost opotřebení pro různé materiály je patrný z grafu na obr. č. 17 (dle [5]). Opotřebení vlastních skluzů je charakterizováno poměrnou otěruvzdorností ε , která je funkcí tvrdosti. Lze tedy konstatovat, že volbou optimálních dopadových poměrů dopravovaného materiálu (jsou v souladu s podmínkami pro minimální destrukci) na skluz, použitím vhodných ořetrových plechů resp. jiných materiálů (většinou o velké tvrdosti a houževnatosti) lze snížit velikost opotřebení skluzu.

Z á v ě r

Respektováním výše uvedených zásad a podmínek lze navrhnout libovolný skluz pro dopravu jakéhokoliv materiálu. Takovýto skluz, ať již přímý nebo prostorový, bude zaručovat minimální destrukci dopravovaných materiálů (uhlí, brikety), což se projeví zlepšením ekonomických výsledků podniku, odstraněním provozních obtíží, zlepšením pracovního prostředí v důsledku sníženého vývinu prachu a snížení hladiny hluku. Vyřešením těchto problémů byly dány předpoklady pro komplexní řešení úpravárenských přesypů.

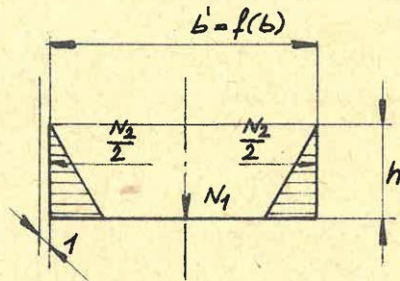
Seznam použité literatury

- /1/ Kvapil: Zásobníky na nesycké hmoty
- /2/ Frolov: Osnovy transporta sypučních materialov po trubam bez nesusčej sredy
- /3/ Kvapil: Teorie toku sypkých a balvanitých hmot v zásobnících
- /4/ Kvapil: Výsypky a zásobníky pro balvanitý materiál
- /5/ Neinar: Kurs opotřebení materiálu

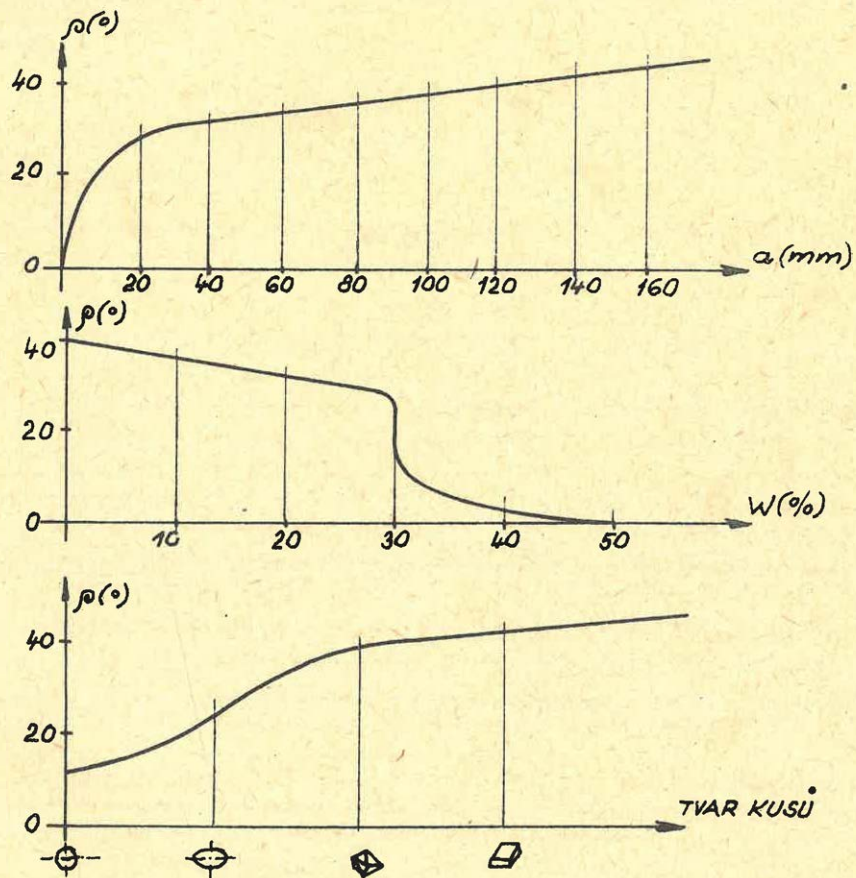
S h r n u t í

Teoretický rozbor dopravy materiálu rovinnými i prostorovými skluzy s ohledem na destrukci dopravovaného materiálu, zahlcování, prašnost, hlučnost a opotřebení skluzů. Respektováním zásad a podmínek, uvedených v článku při konstrukci přesypů se skluzy, lze dosáhnout odstranění provozních obtíží a zlepšení ekonomických výsledků podniku.

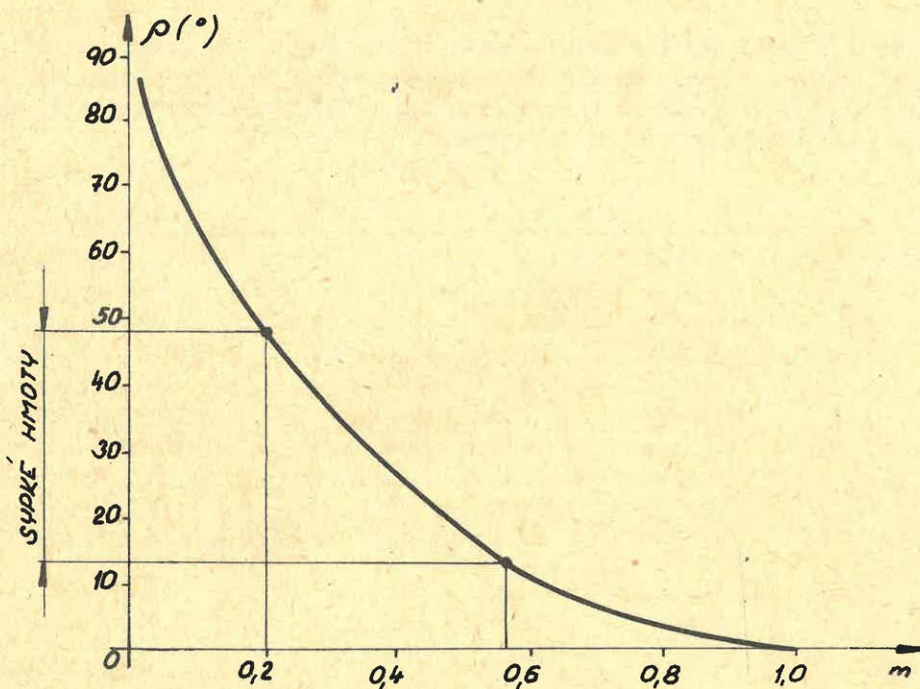
au bruit et à l'usure des glissoirs. Quand on respectera les principes et les conditions indiqués dans l'article lors de la construction des points de transfert avec les glissoirs, on pourra enlever les difficultés de service et améliorer les résultats économiques des mines.



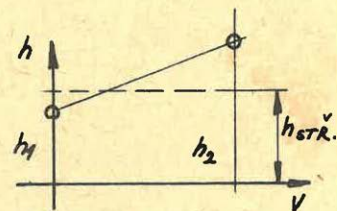
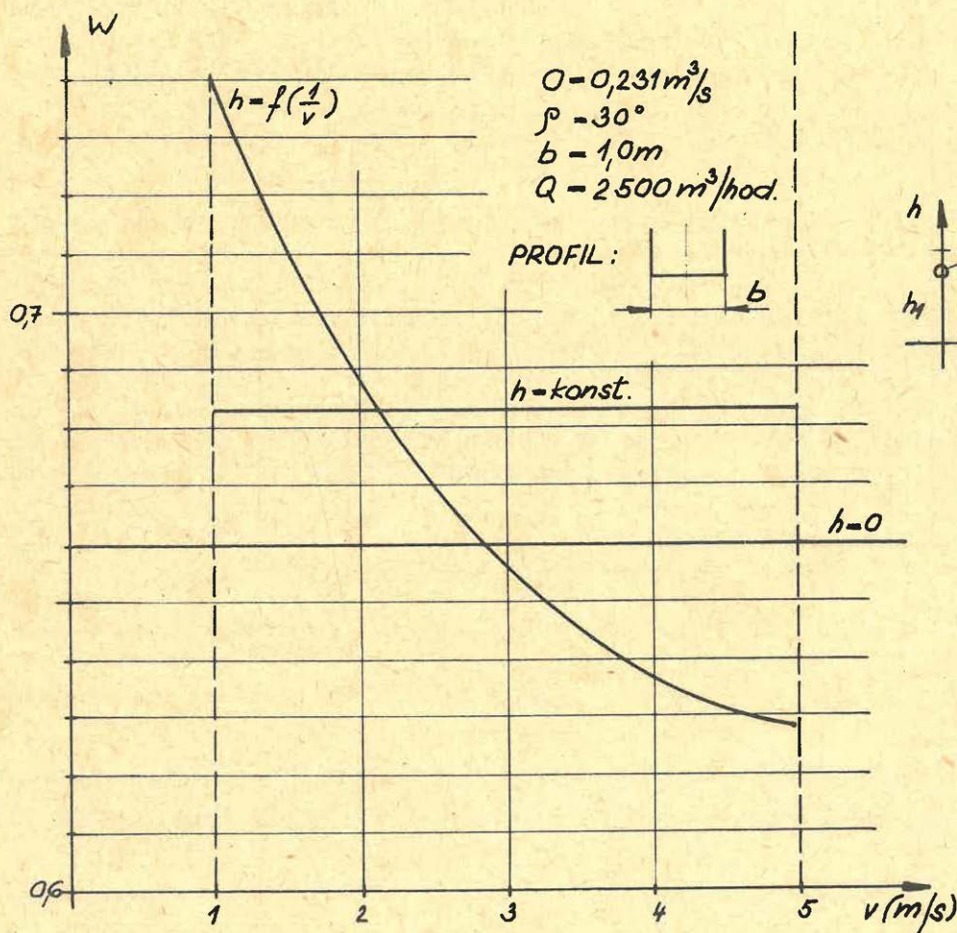
OBR. 1



OBR. 2

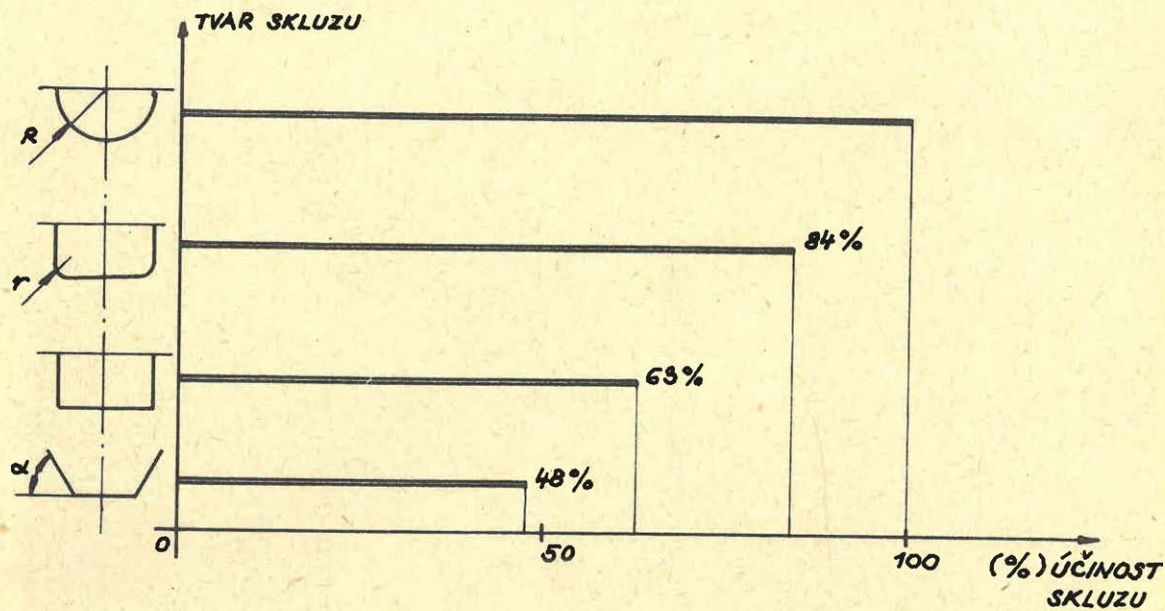


Obr. 3

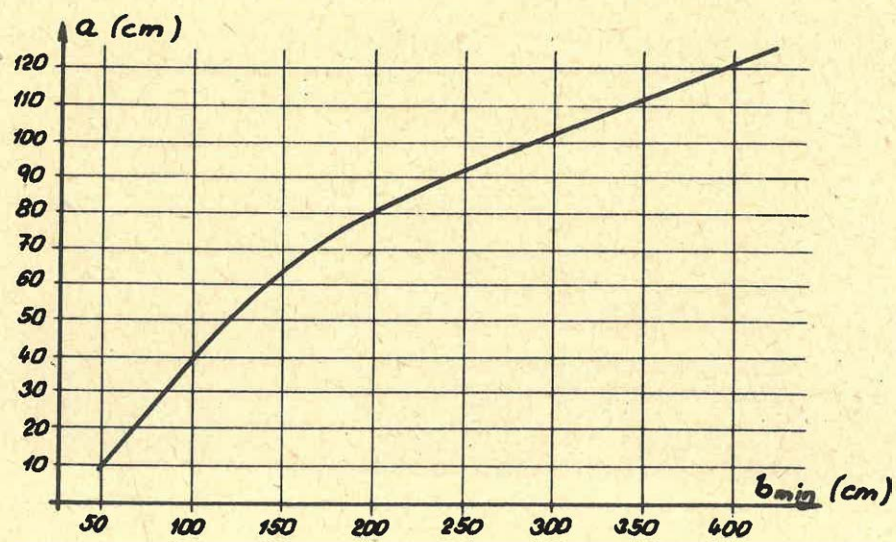


OBR. 4

OBR. 5

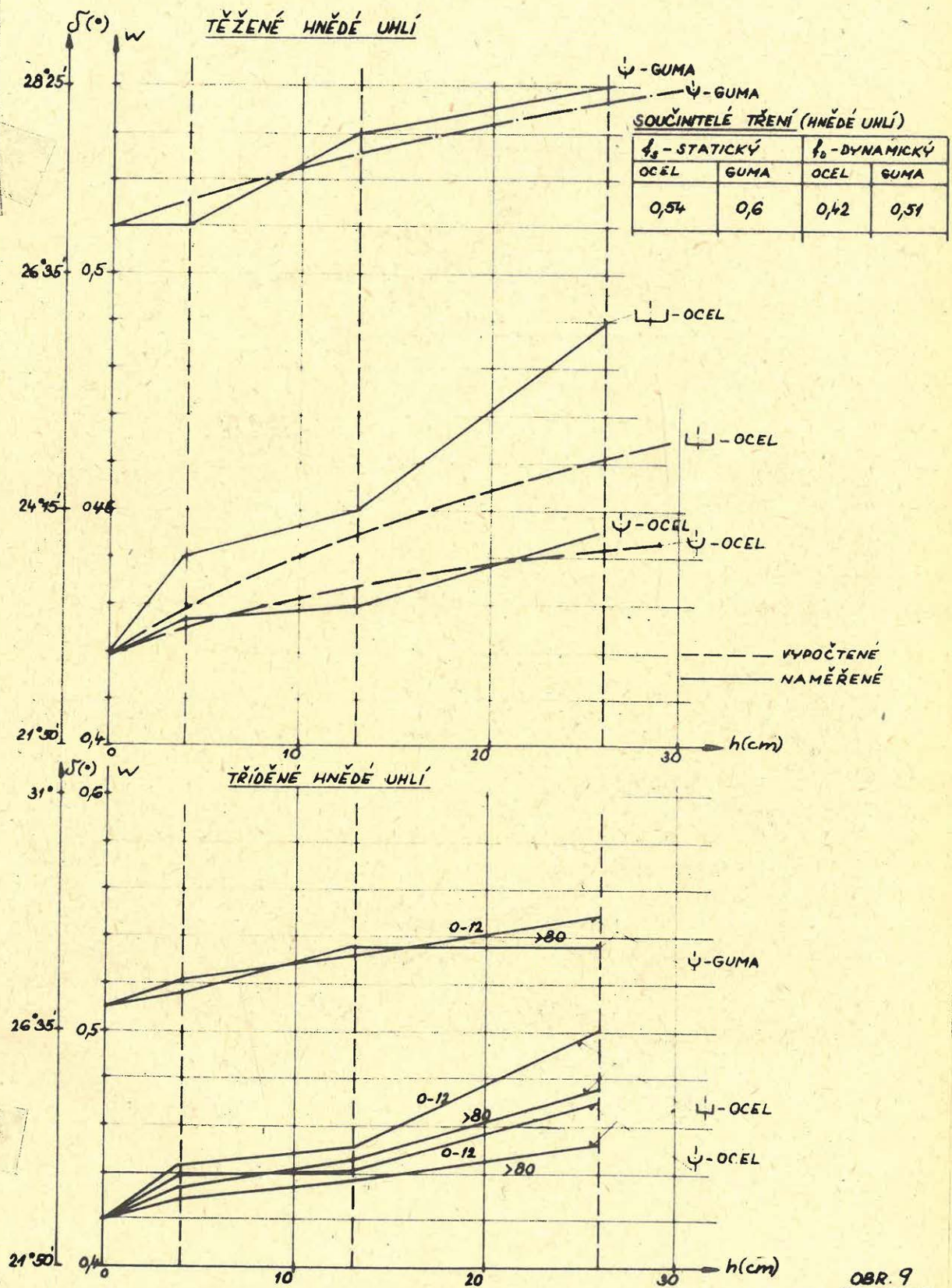


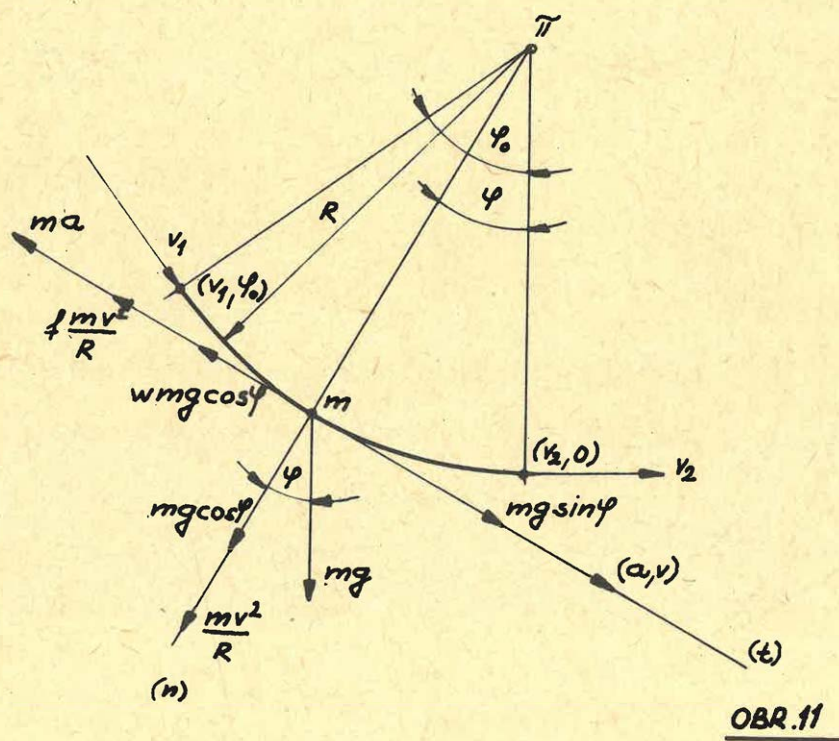
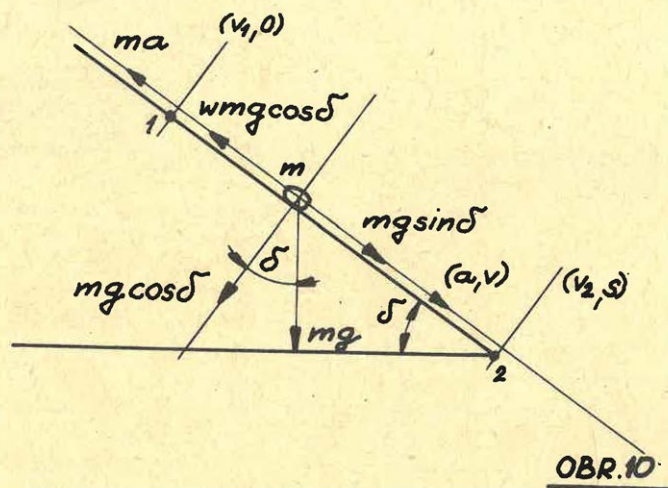
OBR. 6

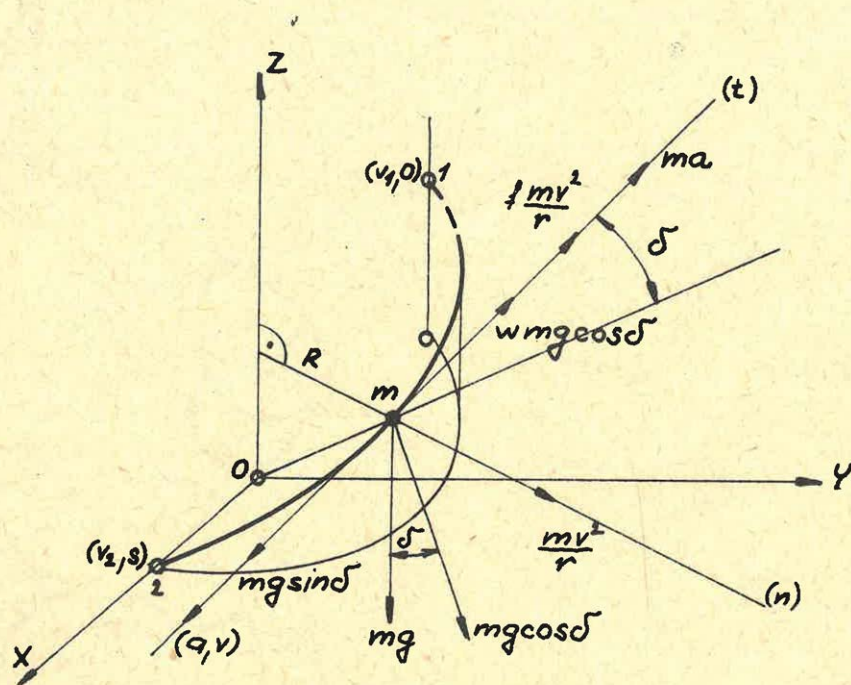


Obr. 7

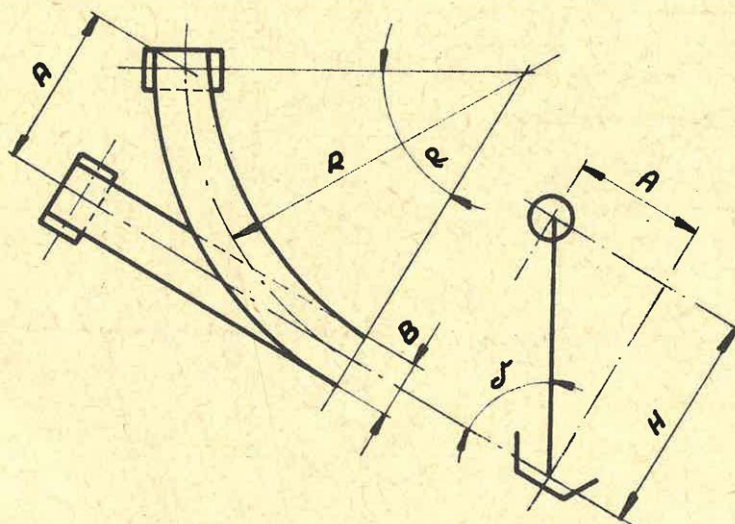




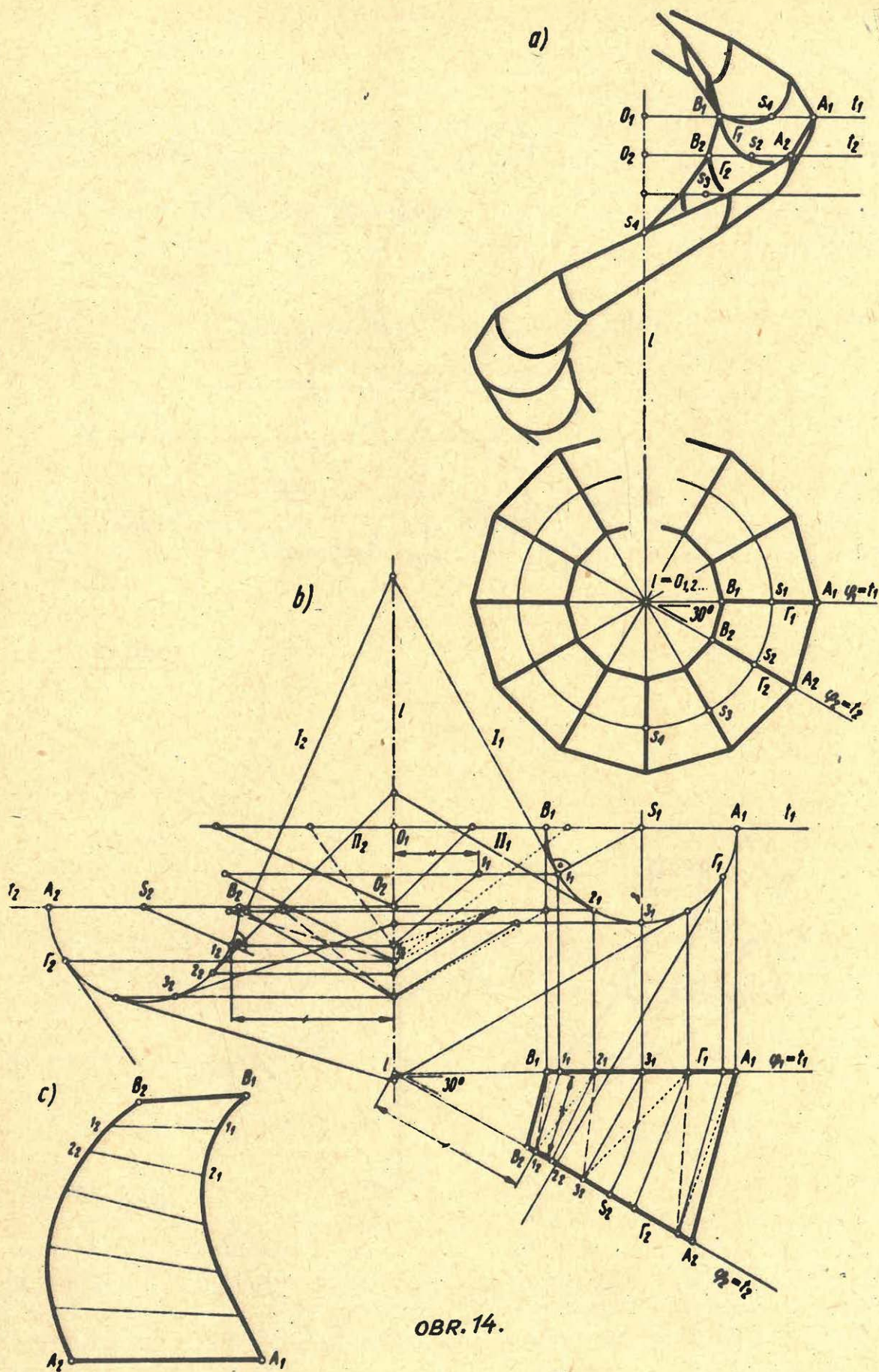


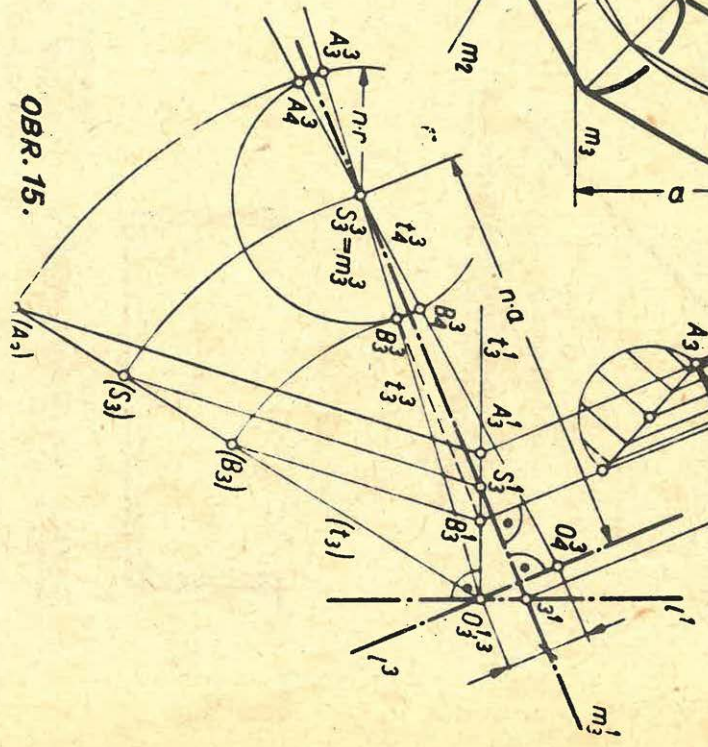
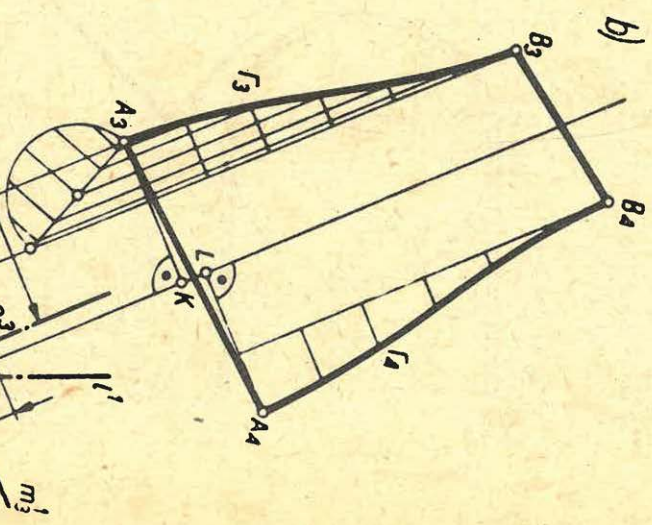
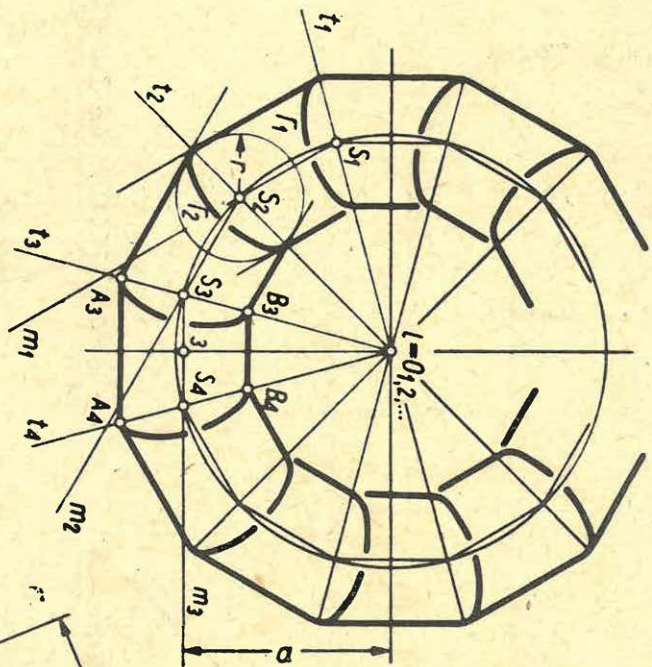
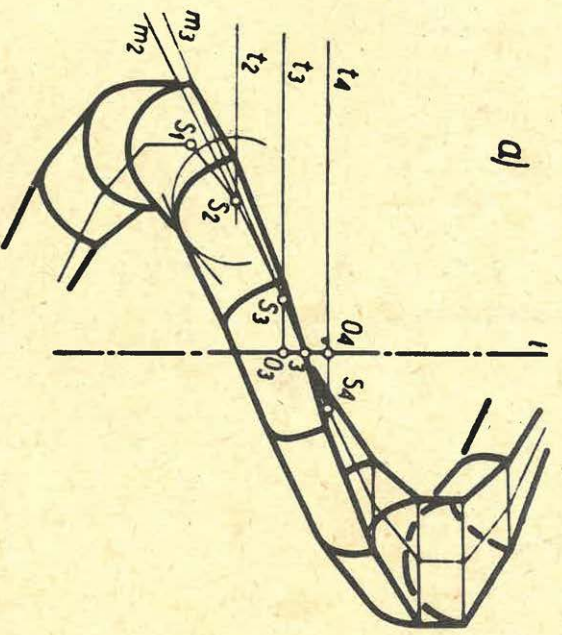


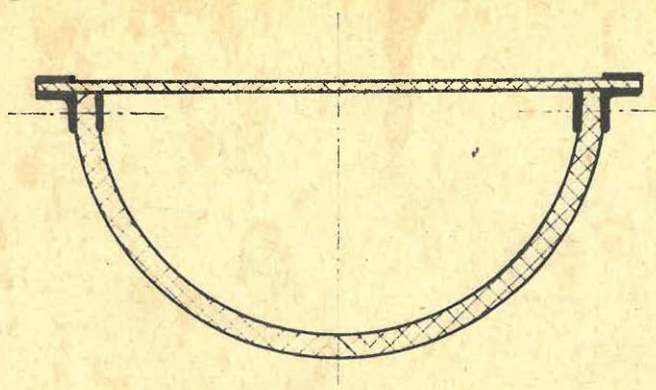
OBR. 12



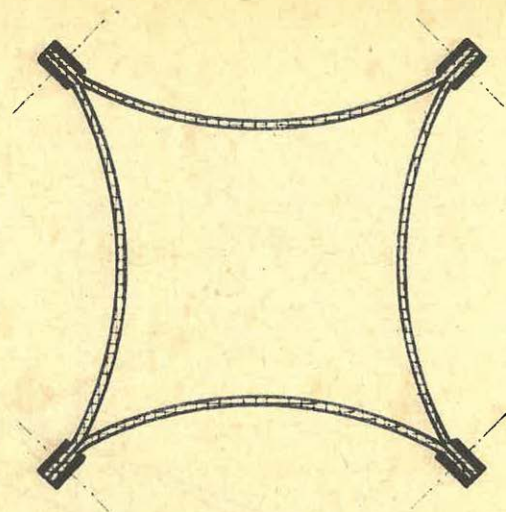
Obr. 13



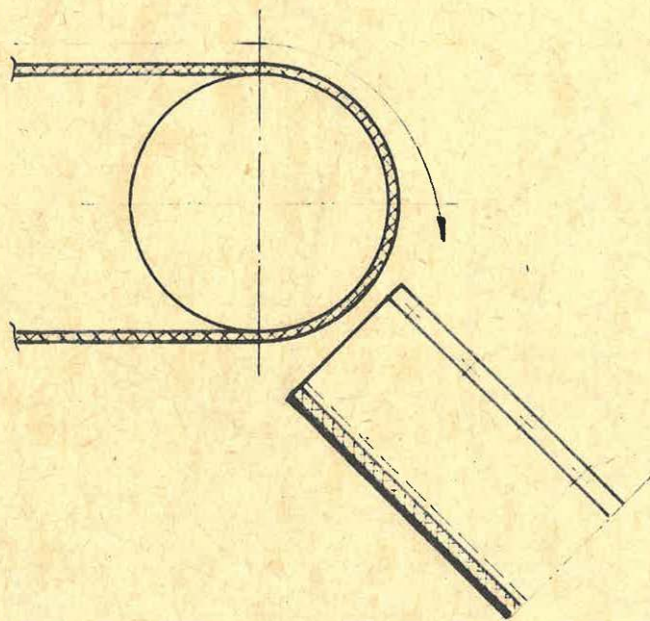




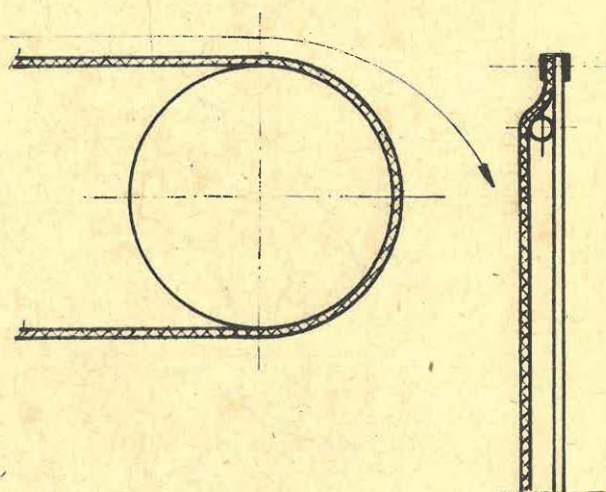
GUMOVÝ SKLUZ



GUMOVÁ VODÍCÍ ROURA



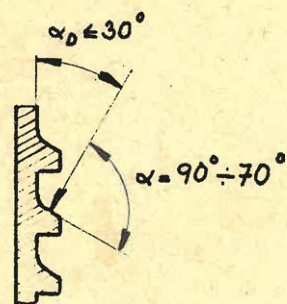
GUMOU VYLOŽENÝ SKLUZ NA PŘESYPU



GUMOVÁ PLENTA NA TLUMÍCÍM ŠTÍTU

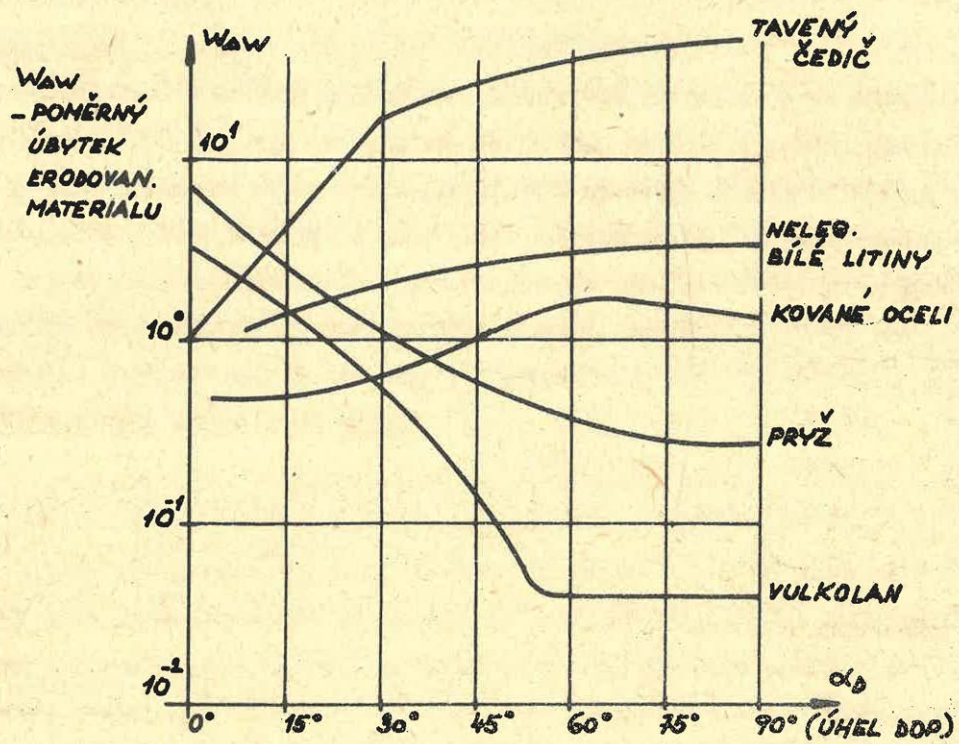


GUMOU VYLOŽENÝ SKLUZ



TVAROVANÁ GUMA PRO VYLOŽENÍ ŠTÍTU A SKLUZU V MÍSTĚ DOPADU - SPLŇUJE:

- 1) PODMÍNKY PRO SPRÁVNÝ DOPAD MATERIÁLU $\alpha_D \leq 30^\circ$
- 2) PODMÍNKY PRO MIN. OPOTŘEBENÍ GUMY $\alpha = 90^\circ \div 70^\circ$



OBR. 17