

Ing. Oldřich Klimecký, VÚHU

Ing. Helena Veverková, VÚHU

Ing. Jiří Kaluší, DNT

Příspěvek k racionalizaci dálkové pásové dopravy na povrchových dolech

SHR

Použití dálkové pásové dopravy (dále jen DPD) v SHR mimo základních výhod charakteru technologického, technického a organizačního, přineslo na některých lomech i výrazné snížení výrobních nákladů a zvýšení produktivity práce ve srovnání s kolojovou dopravou.

Technicko-ekonomická efektivnost nasazení TC je rozhodujícím způsobem ovlivňována technologickými možnostmi použití, technickým provedením a provozní spolehlivostí vlastní DPD. V řadě případů se však ukazuje, že pro dané důlně-geologické podmínky dobývání, (které se budou stále zhoršovat) stávající úroveň parametrů, nedostatečná funkční vhodnost a zvýšená poruchovost DPD omezuje, resp. i limituje dosažení požadovaných ročních výkoností TC.

Z výše uvedených důvodů je proto nutné provést zásadní inovaci DPD, které by mimo jiné umožnila:

- zvýšení přepravní schopnosti, tj. výkonosti (použití vyšších dopravních rychlostí a větších šířek pásů)
- podstatné prodloužení délek sekcí (použití pásů St a větších instalovaných výkonů pohonů)
- transport kusovitého těživa (použití girlandových válečkových stolic pružně zavěšených na lanech) aj.

Dále je nutné se zaměřit na komplexní realizaci některých racionalizačních opatření, která by umožnila u stávajících typů a provedení DPD (které jsou již v provozu na povrchových lomech) zvýšit efektivnost nasazení.

Předmětem vlastního článku je rozbor některých nových poznatků (resp. shrnutí již dříve známých) z oblasti DPD a zhodnocení možnosti jejich využití v racionalizaci dopravních pásových linek na povrchových lomech SHR.

1.0 Přímé nakládání na DPD

Předávání těživa z dobývacích strojů na DPD se provádí pomocí pojízdných násypek (dále v textu "N" vozů). Vlastní použití "N" vozů, u kterých v průběhu vývoje a zavádění DPD na povrchových lomech byly provedeny pouze některé dílčí konstrukční úpravy (původní technická a technologická koncepte se nezměnila), přináší řadu nevýhod:

- prostoje a technologické obtíže při provozu a přemísťování
- zvětšení délek neúčinných prostorů a tím zvýšení manipulačních časů dobývacích strojů při realizaci technologie v řezu
- provozní komplikace a zvýšení náročnosti na vlastní přesun pásových dopravníků
- nutno použít dvou kolejnic u přesuvných pásových dopravníků
- poměrně vysoké pořizovací náklady, zvýšené nároky na údržbu, čištění a jiné.

V souvislosti s dalším vývojem DPD s pásy St a vyššími instalovanými výkony pohánecích jednotek zvětšují se geometrické rozměry a hmotnost "N" vozů, zmenšuje se rozteč pražců (a tím zvyšuje hmotnost kolejového roštu středních dílů) a roste délka neúčinných prostorů - viz tab. č.1.

Tabulka 1

	B = 1200 mm		B = 1800 mm	
	Typ pásu			
	PA	St	PA	St
Délka "N" vozu (m)	8,5	10,0	11,0	12,5
Hmotnost "N" vozu (t)	12,5	14,5	18,0	30,0
Rozteč pražců (m)	3,0	3,0	3,0	1,5
Délka neúčinného prostoru (m)	50,0	63,0	85,0	105,0

Lze předpokládat, že v důsledku uvedeného vznikne celá řada provozních problémů a potíží, především při vlastním přesunu pásových dopravníků. Dále vzniknou technologické komplikace a zvětší se ztrátové manipu-

lační časy při překonávání velkých délek neúčinných prostorů dobývacími stroji (použití pevných násypných míst na poháněcích stanicích řeší negativní situaci pouze částečně).

Technicko-ekonomicky efektivním řešením uvedených problémů je realizace přímého nakládání mezi dobývacím strojem a DPD (dále v textu přímé nakládání), které umožňuje v podstatě odstranit použití "N" vozů u skryvkových přesuvných pásových dopravníků a tím eliminovat nevýhody a provozní potíže vyplývající z jejich nasazení.

Princip přímého nakládání je schématicky znázorněn na obr. 1, příklad konstrukčního provedení na obr. 2. Z uvedeného je zřejmé, že na rozdíl od "N" vozů spodní část předávacího místa (tj. dopadové válečkové girlandy a boční vedení), včetně nosného rámu nepojíždí po kolejích středních dílů, ale je přímo zavěšena (umístěna) na konci nakládacího výložníku dobývacího stroje.

Vlastní funkce přímého nakládání je pak následující:

- konec nakládacího výložníku dobývacího stroje s nosným rámem a dopadovými girlandovými válečkovými stolicemi se spustí těsně nad střední díly pásového dopravníku a dopadové girlandové válečkové stolice se provléknou (podsunou) pod dopravní pás. Zvednutím nakládacího výložníku se nadzvedne i vlastní dopravní pás (o cca 150-300 mm) nad válečkové stolice středních dílů a přímé nakládání se tím ustaví do pracovní polohy na DPD
- při pojezdu dobývacího stroje s přemísťováním jeho nakládacího výložníku se současně plynule mění i postavení přímého nakládání na DPD. Z hlediska správné funkce se eventuálně provede výškové, boční a úhlové dorovnání polohy
- při odstavení přímého nakládání z DPD je postup opačný jako při ustavení, tj. spustí se konec nakládacího výložníku, uvolní na jedné straně dopadové girlandové válečkové stolice ze závěsu a provléknou zpět pod dopravním pásem.

Zajištění správné technické a technologické funkce vyžaduje, aby provedení přímého nakládání (resp. koncepce a konstrukce nakládacího výložníku) splňovalo obecně následující požadavky:

- 1) otočnost v horizontální rovině $\pm 90^\circ$
- 2) boční posuv (kolmo na osu DPD cca ± 2 m

- 3) možnost nadzvednutí dopravního pásu nad válečkové stolice středních dílů v rozmezí 100-300 mm
- 4) nastavení nakládacího výložníku vůči ose kolné na DPD v rozsahu $\pm 65^{\circ}$
- 5) přímé sypání do vratné stanice (resp. pevné násypky na náběhovém dílu)
- 6) při víceřezové technologii možnost dovcimního a úpadního nakládání.

Použitím přímého nakládání (a tím odstranění "H" vozů u DPD) lze dosáhnout, kromě řady výhod provozního a technologického charakteru, úsporu cca 350 tis. Kčs na investičních nákladech a cca 65 t. hutního materiálu (platí pro DPD š. 1600 mm, pás PA, délka 1000 m). V zahraničí se přímé nakládání již delší dobu úspěšně a bez podstatných provozních potíží používá; v NSR u SchRs 4500 (DPD šíře 2200 mm) a SchRs 6300 (DPD š. 3000 mm) a dále v FLR u SchRs 4600 (DPD š. 2250 mm).

Závěrem lze konstatovat, že při řešení problematiky zvýšení efektivity nasazení DPD na povrchových lomech bude účelné:

- v rámci připravovaného prodloužení nakládacího výložníku na 90 m u KU 800 realizovat i přímé nakládání na DPD
- řešit možnost použití přímého nakládání na DPD u stávajících TC nasazených již na povrchových lomech SHR.

2.0 Vedení DPD v zakřivení

Provozní spolehlivost pásové dopravní linky (při monoblokovém systému) se snižuje s rostoucím počtem sekcí (viz graf na obr. 3). Je proto nutné používat maximálně možných délek sekcí v lince, a tím dosáhnout jejich nižšího počtu.

V některých případech z báňských, resp. technologických důvodů vzniká nepříznivé lomení dopravní trasy a je nutno zde použít větší počet poměrně krátkých sekcí, čímž se zvýší jejich počet v lince. Uvedený stav je pak příčinou snížení časového využití pásové dopravní linky, a tím i efektivity nasazení celého TC (především v oblasti provozních nákladů a produktivity práce).

Jednou z možností provozního řešení této problematiky je vedení DPD

v zakřivení, které umožňuje snížit počet sekcí v lince při lomené dopravní trase a plně využít délkových parametrů pásové sekce (stávajících, resp. vývojových).

Z teorie vedení DPD v zakřivení /1/ vyplývají v podstatě následující dvě zásady (resp. podmínky) provozního použití (obr. 4):

1. $R \text{ (m)} \geq B \text{ (mm)}$ kde: $R \text{ (m)}$ - vnitřní poloměr zakřivení
 $B \text{ (mm)}$ - šířka dopravního pásu
2. $\angle = 1^\circ - 5^\circ$ kde: $\angle (^\circ)$ - úhel zvednutí středních dílů na vnitřním oblouku.

Vedení DPD v zakřivení bylo již provozně realizováno u následujících pásových dopravníků:

	Číslo dopr.	Druh dopr.	Šířka pásu (mm)	Rychlost pásu -1 (m.s)	Přepravené množství těživa (mil. m ³ r.z.)
Březno II. řez	29	přesuvný	1200	5,0	funkční odzkouše- ní bez těživa
	8	přesuvný + "S" váz			0,5
Merkur I. řez	109	přesuvný + "N" váz	1600	5,0	3,1
	111	stabilní			3,5

Získané kladné výsledky provozního použití prokázaly, že:

- provoz pásové sekce v zakřivení se v podstatě neliší od vedení v přímce včetně provozní spolehlivosti
- vedení pásových sekcí v zakřivení lze použít ve všech případech (fázích) technologie dobývání, tj. u porubních, odtahových i zakládacích pásových dopravníků
- vlastní realizace zakřivení u pásových sekcí je možná jednoduchými

x - viz obr. 5

provozními prostředky pomocné mechanizace bez nutnosti konstrukčních úprav středních dílů aj.

V zahraničí se rovněž úspěšně používá vedení DPD v zakřivení, a to především u stabilních pásových sekcí. Poslední známé výsledky zahraničního výzkumu v této oblasti ukazují na tendenci zmenšovat stávající poloměry zakřivení.

Ekonomický přínos provozní realizace vedení DPD v zakřivení, spočívající především ve snížení počtu sekcí v lince, je značně vysoký. Ušetřením 1 ks poháněcí stanice (š. 1600 mm) lze např. dosáhnout úsporu;

úspora neinvestičních nákladů:	107 000 Kčs - odpisy za 1 rok
	126 000 Kčs - mzdy obsluhy (4 pracovní-
	----- ků)
celkem:	233 000 Kčs

Ekonomický přínos (úspora stálých nákladů) činí tedy cca 233 000 Kčs za rok. V případě bezobslužnosti odpadá úspora mezd 4 pracovníků. Dále lze předpokládat snížení proměnných nákladů (energie, maziva, běžné opravy aj.), zvýšení časového využití TC aj.

U nově projektovaných tras DPD lze uvažovat o úspoře investičních nákladů za poháněcí stanici ve výši 1 792 000 Kčs.

Na základě uvedeného lze proto konstatovat, že provozní použití vedení DPD v zakřivení je nesporným rozšířením technických možností racionalizace dopravních systémů DPD na povrchových lomech, a to stávajících i investičně připravovaných. Např. ze studie "Nasazení DPD s celkovými příkony až 9000 kW" (BPT, 12/76) /2/ vyplývá, že použitím vedení DPD v zakřivení by se dalo na skrývce SHR v letech 1980-95 ušetřit cca 35 ks poháněcích stanic.

V dalším bude proto účelné:

- na základě provedeného výzkumu a úspěšných provozních zkoušek vedení DPD v zakřivení provést u výrobce vypracování ZTP, jejich použití a promítnutí do odpovídajících CN
- komplexně zvážit možnosti použití vedení DPD v zakřivení při racionalizaci stávajících a investičně připravovaných dopravních systémů s DPD na povrchových lomech.

3.0 Parciální pohony

V poslední době se u DPD provádí výzkum a vývoj nového typu pohonu řešeného, resp. pracujícího na principu parciálního pohonu (s vloženými poháněcími pásy - obr.6). Úspěšné provozní zkoušky s tímto typem pohonu byly již provedeny fou Krupp na velkolomu Fortuna v NSR.

Použitím parciálních pohonů, které mají menší rozměry a hmotnost ve srovnání s poháněcími stanicemi a jsou také konstrukčně jednodušší, lze snížit v podstatě počet poháněcích stanic (tj. předávacích míst v lince, a tím zvýšit provozní spolehlivost. Vlastní aplikace je účelná v případech, kdy max. dovolená pevnost PA pásu (které jsou v současné době pouze k dispozici) neumožňuje instalovat vyšší výkony poháněcích jednotek, a tím dosáhnout požadovaných max. délek sekcí nutných pro realizaci báňských záměrů. Jedná se především o pásové stabilní odtahy (uhelné, skřývkové) překonávající velké vzdálenosti, resp. stoupání, provozní prodlužování spojovacích dopravníků aj.

V dalším je proveden rozbor technického přínosu použití parciálních pohonů u stávajícího provedení DPD (šíře 1200 a 1600 mm) z hlediska možnosti zvětšení délek sekcí.

S použitím některých dílčích výsledků z řešení parciálních pohonů uvedených v /3/ a za předpokladů (obr. 7):

1. Hlavní pohon (HP)

překonává odpory horní větve (L_0), spodní větve (L_c) a zvedání materiálu (H).

2. Parciální pohon (PP)

- pohání jednu větev (horní)
- překonává odpory horní větve (L_p),

lze pro orientační výpočet pásového dopravníku s parc. pohony použít následující přibližné vzorce:

$$\mathcal{H} = \frac{L_1}{L_2} = \frac{C_f (q_1 + q_2 + q_{rh}) + a(m_1 + m_2 + m_{rh})}{\psi (q_1 + q_2) - a(m_1 + m_2)}$$

$$L_1 = \frac{N_{(PP)} \cdot 102 \cdot \eta \cdot \varepsilon}{v [Cf (q_1 + 3q_2 + q_r) + \psi(q_1 + q_2)]} \quad (m)$$

$$N_{(PP)} \leq \frac{B \cdot \delta \cdot v}{102 \cdot \eta \cdot \varepsilon} \cdot \frac{\tau_{(PP)} - 1}{\tau_{(PP)}} \quad (kW)$$

$$L_p = L_1 + L_2 = L_1 \cdot \frac{\kappa + 1}{\kappa} \quad (m)$$

$$L = \frac{N_{(HP)} \cdot 102 \cdot \eta \cdot \varepsilon \pm q_1 \cdot v \cdot H}{Cfv (q_1 + 2q_2 + q_r)} \quad (m)$$

$$N_{(HP)} \leq \frac{B \cdot \delta \cdot v}{102 \cdot \eta \cdot \varepsilon} \cdot \frac{\tau_{(HP)} - 1}{\tau_{(HP)}} \quad (kW)$$

$$x = L_c - L \quad (m)$$

$$L_p = \frac{x}{n(1-k)} \quad (m)$$

$$k = \frac{q_2 + q_{rd}}{q_1 + 2q_2 + q_r}$$

$$L_0 = L - n \cdot L_p \cdot k \quad (m)$$

kde: $\psi = 0,35$ - koeficient tření mezi horní větví hlavního pásu a horní větví pásu parciálního pohonu

m_1, m_2, m_{rh} ($kg \cdot m^{-1}$) - hmotnost materiálu, pásu, redukovaná hmotnost horních válečků

$a = 0,1$ ($m \cdot s^{-2}$) - zrychlení při rozběhu

$$\tau_{(PP)} = e^{\lambda(PP)\mu} = 2,56$$

$$\zeta_{(HP)} = e^{\lambda(HP)/\mu} = 7,698$$

$\eta = 0,85$ - účinnost pohonů (HP a PP).

Ostatní použité značení je dle ČSN 26 3102 (Pásové transportéry - základy výpočtu), význam dalších označení je zřejmý z obr. 7.

Výsledky numerického vyčíslení jsou uvedeny v tabulkách 2,3,4 pro následující výchozí hodnoty:

$$B = 1200 \text{ mm}$$

$$v = 5,0 \text{ m.s}^{-1}; V \approx 3 \ 000 \text{ m.h}^{-1}; (\rho = 25^\circ; \beta = 30^\circ); \gamma = 1 \ 400 \text{ kg.m}^{-3};$$

$$\text{PAK } 300/4; q_1 = 2 \ 950 \text{ N.m}^{-1}; q_2 = 420 \text{ N.m}^{-1}; q_{rh} = 237 \text{ N.m}^{-1}; q_{rd} =$$

$$= 68 \text{ N.m}^{-1}; q_r = 305 \text{ N.m}^{-1}; m_1 = 300 \text{ kg.m}^{-1}; m_2 = 42,8 \text{ kg.m}^{-1};$$

$$m_{rh} = 1,64 \text{ kg.m}^{-1};$$

$$B = 1600 \text{ mm}$$

$$v = 5,0 \text{ m.s}^{-1}; V \approx 5 \ 945 \text{ m.h}^{-1}; (\rho = 25^\circ; \beta = 35^\circ); \gamma = 1 \ 400 \text{ kg.m}^{-3};$$

$$\text{PA } 700/4; q_1 = 4 \ 624 \text{ N.m}^{-1}; q_2 = 587 \text{ N.m}^{-1}; q_{rh} = 465 \text{ N.m}^{-1}; q_{rd} =$$

$$= 137 \text{ N.m}^{-1}; q_r = 602,3 \text{ N.m}^{-1}; m_2 = 60 \text{ kg.m}^{-1}; m_{rh} = 3,35 \text{ kg.m}^{-1};$$

$$m_1 = 471 \text{ kg.m}^{-1};$$

Dále $f = 0,027$; $C \approx 1,1$; $H = 0$ (vodorovný dopravník);

Tabulka 2 - Přenosová schopnost parciálních pohonů

λ	B = 1200 mm		B = 1600 mm	
	a = 0	a ≠ 0	a = 0	a ≠ 0
$q_1 = 0$	0,133	0,168	0,152	0,188
$q_1 \neq 0$ pro $L_1 + L_2$	0,09	0,124	0,092	0,125

Tabulka 3 - Základní parametry parciálních pohonů

N (kW)	B = 1200 mm, $\lambda = 0,2$ (m)			B = 1600 mm, $\lambda = 0,25$ (m)		
	L_1	L_2	L_P	L_1	L_2	L_P
125	15,5	77,5	93,0	10,5	42,0	52,5
185	23,0	115,0	138,0	15,5	62,0	77,5
2x125, 1x250	31,0	155,0	186,0	21,0	84,0	105,0
2x185	46,0	230,0	276,0	31,0	124,0	155,0
400	49,5	247,5	297,0	33,5	134,0	167,5
2x250, 1x500				42,0	168,0	210,0
2x400				67,0	268,0	335,0
2x500				84,0	336,0	420,0

Tabulka 4 - Orientační parametry DPD s parciálními pohony

	N (HP) (kW)	L (m)	L_P (m)	N (PP) (kW)	L_O (m)	α (m)	L_C (m)	L_C/L (%)
B = 1200 mm	3x250	1 050	297	1x400 (2x200)	1014	261	1 311	25
B = 1600 mm	3x500	1 340	420	2x500	1292	372	1 712	28

Z provedeného orientačního rozboru technického přínosu parciálních pohonů vyplývá, že za výše uvedených předpokladů a pro $\lambda = 0,2$ a $0,25$ (vyšší hodnoty částečně respektují proměnlivou velikost koeficientu tření a teoretický případ $q_1 \neq 0$ pro L_2), lze u DPD stávajícího provedení a parametrů použitím jednoho parciálního pohonu zvětšit maximální délku sekce až o cca 25 % - š. 1200 mm a o cca 28 % - š. 1600 mm.

V dalším bude proto účelné zpracovat jednotnou koncepci a konstrukční provedení parciálních pohonů pro SHR a zvážit (resp. řešit) konkrétní možnosti použití v rámci racionalizace dopravních pásových linek v SHR.

4.0 Závěr

Z provedeného stručného rozboru vyplývá technicko-ekonomická efektivnost použití přímého nakládání na DPD, vedení DPD v zakřivení a parciálních pohonů při racionalizaci dopravních linek v SHR. Provozní realizaci vedení DPD v zakřivení a parciálních pohonů je možné snížit počet sekcí u DPD (stávajícího provedení a parametrů) a rozšířit technologické možnosti použití. Přímé nakládání na DPD umožňuje odstranit "N" vozy u přesuvných pásových dopravníků a tím eliminovat řadu technologických a provozních obtíží vyplývajících z jejich nasazení.

Literatura

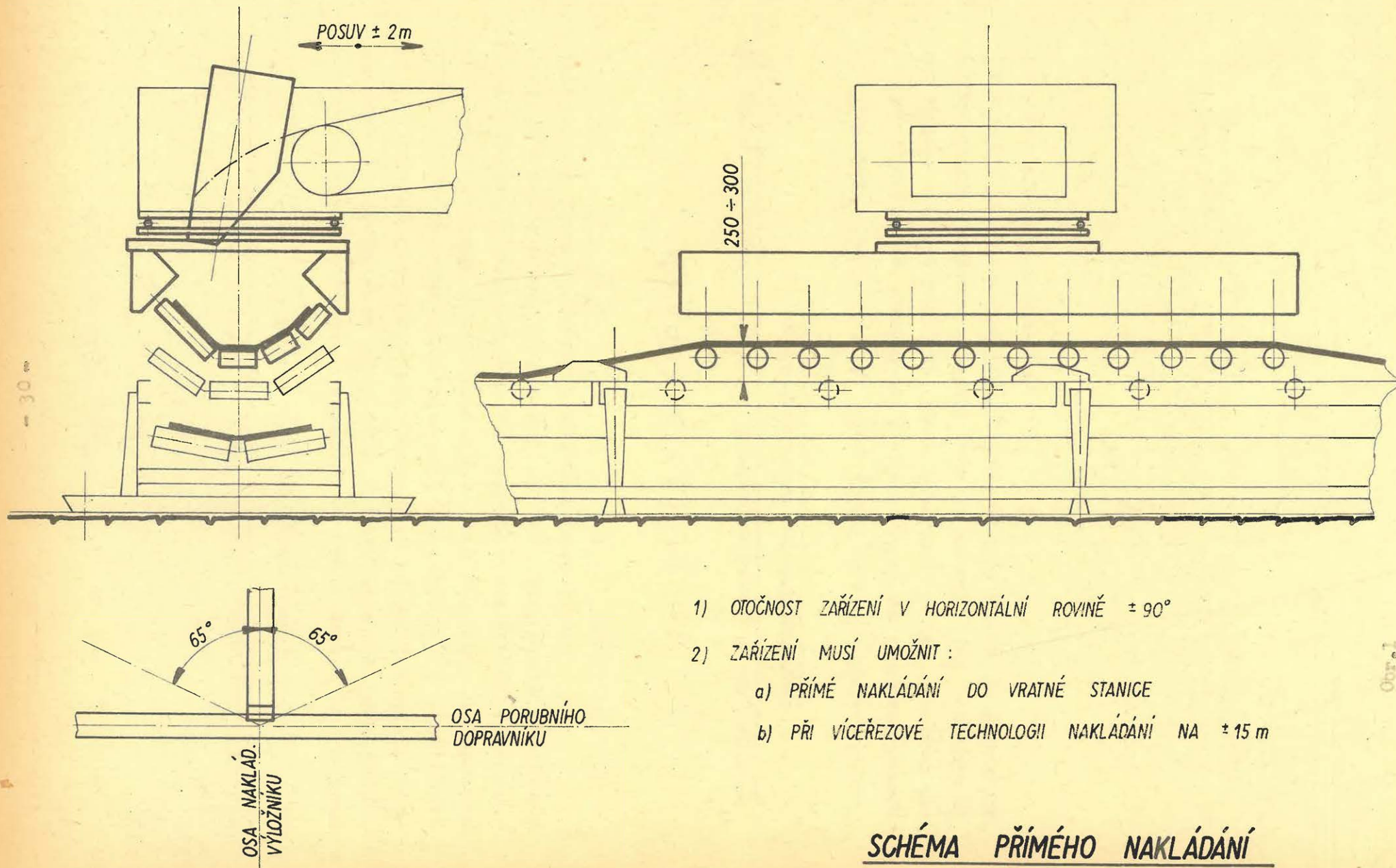
- /1/ Ing. Klimecký, ing. Veverková: Teoretický rozbor a zásady použití pásových dopravníků vedených v křivce (Zpravodaj VÚHU, č. 3-4/1973)
- /2/ Studie nasazení DPD s celkovými příkony až 9000 kW (BPT, č.12/1976)
- /3/ Ing. Šejnha: Použití parciálních pohonů u DPD (Transportní zařízení, VÚTZ, č. 1/1977).

Recenzoval: Dipl. tech. Josef Havella

S h r n u t í

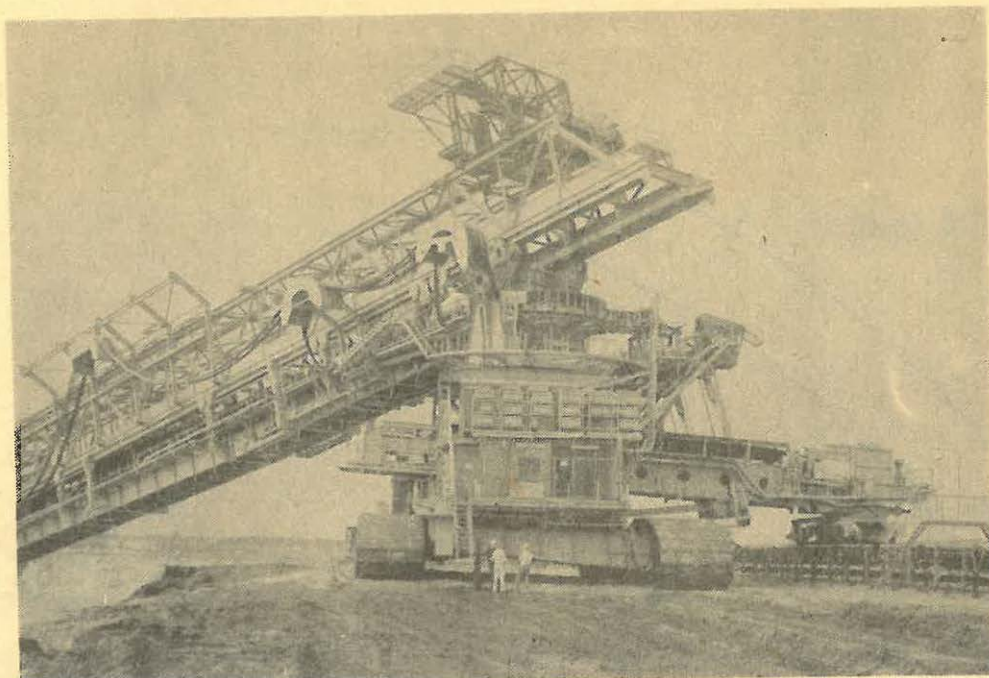
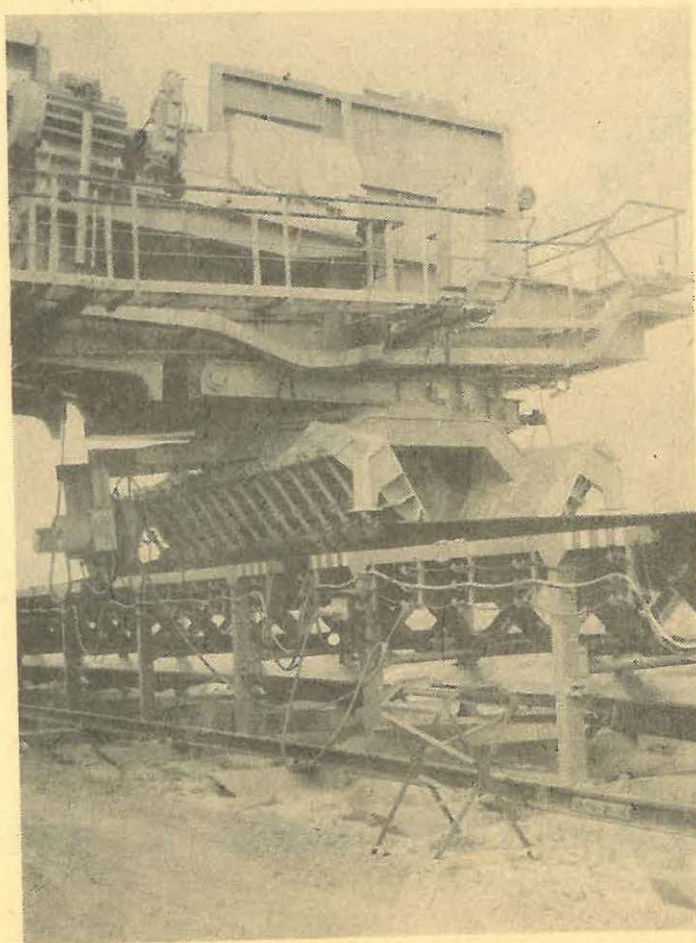
Príspevek k racionalizaci dálkové pásové dopravy na povrchových dolech
SHR

Článek se zabývá stručným rozborom některých nových poznatků (resp. shrnutím již dříve známých) z oblasti DPD a zhodnocením možnosti jejich využití v racionalizaci dopravních pásových linek na povrchových lomech SHR. Jedná se především o přímé nakládání na DPD, vedení DPD v zakřivení a použití parciálních pohonů.

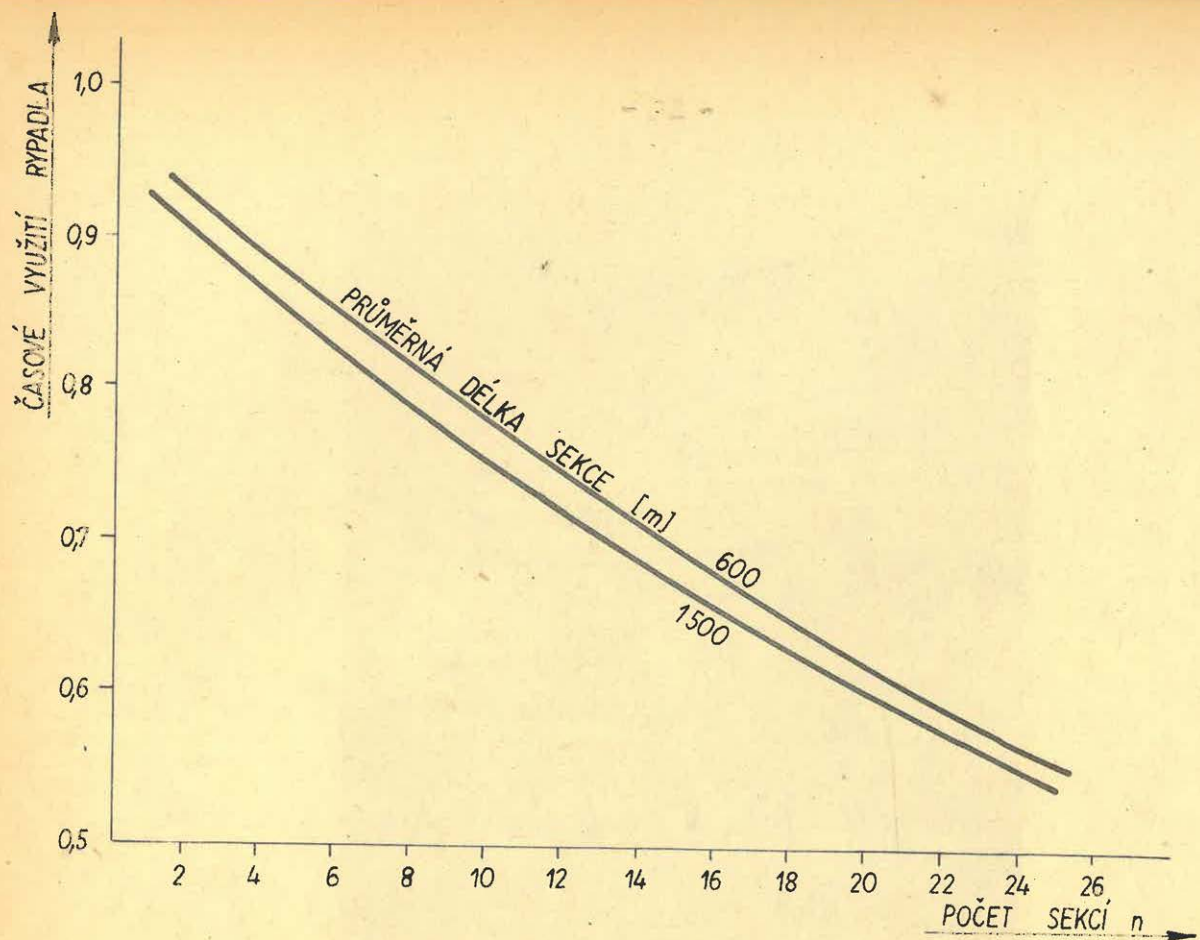


- 1) OTOČNOST ZAŘÍZENÍ V HORIZONTÁLNÍ ROVINĚ $\pm 90^\circ$
- 2) ZAŘÍZENÍ MUSÍ UMOŽNIT :
 - a) PŘÍMÉ NAKLÁDÁNÍ DO VRATNÉ STANICE
 - b) PŘI VÍCEŘEZOVÉ TECHNOLOGII NAKLÁDÁNÍ NA $\pm 15\text{ m}$

SCHÉMA PŘÍMÉHO NAKLÁDÁNÍ

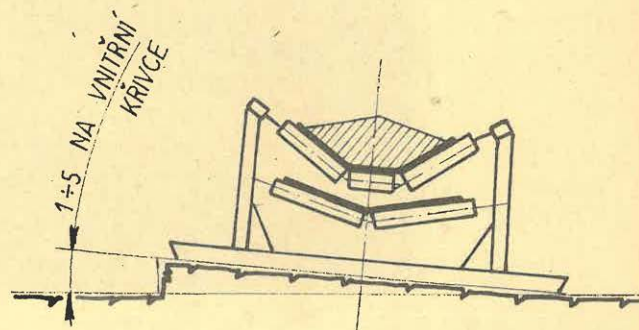
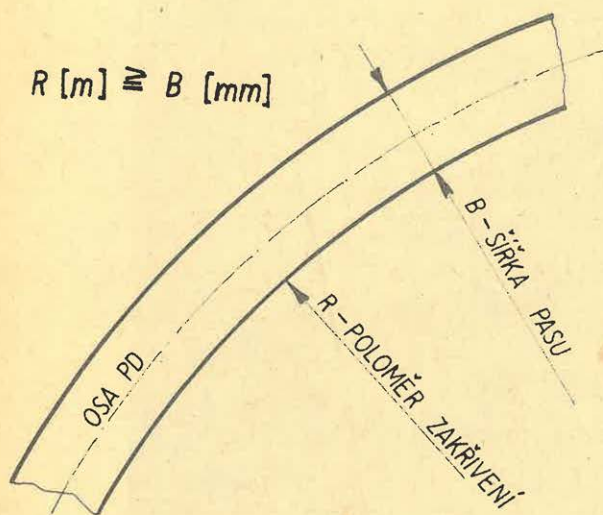


Obr.2 - Příklad konstrukčního provedení přímého nakládání



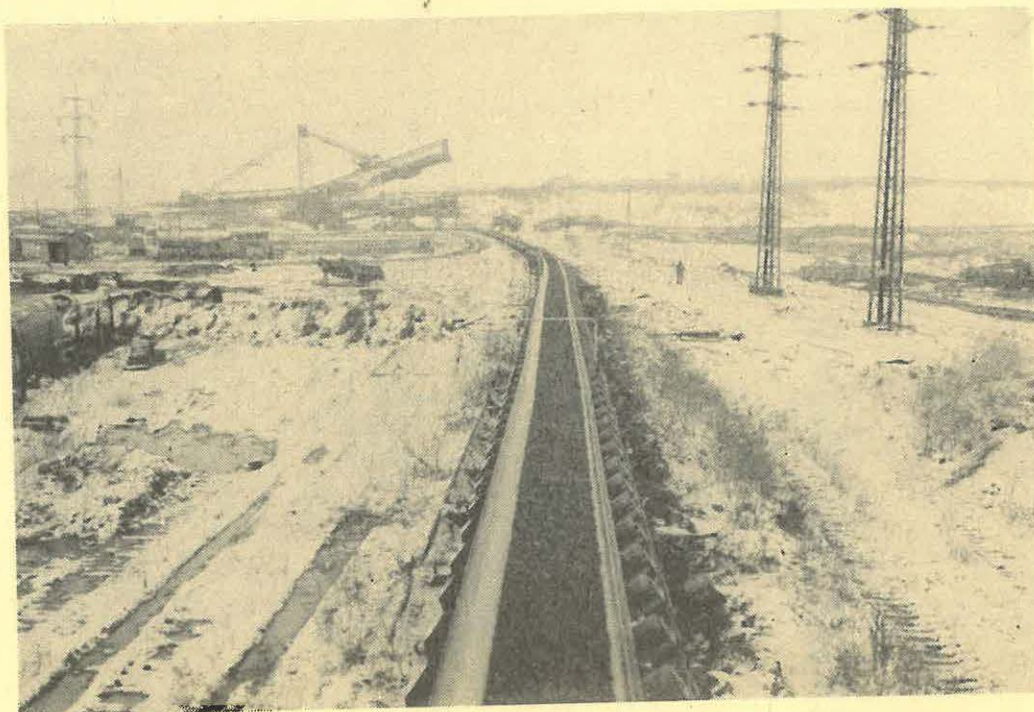
ZÁVISLOST ČASOVÉHO VYUŽITÍ RYPADLA NA POČTU SEKCIÍ

Obr. 3

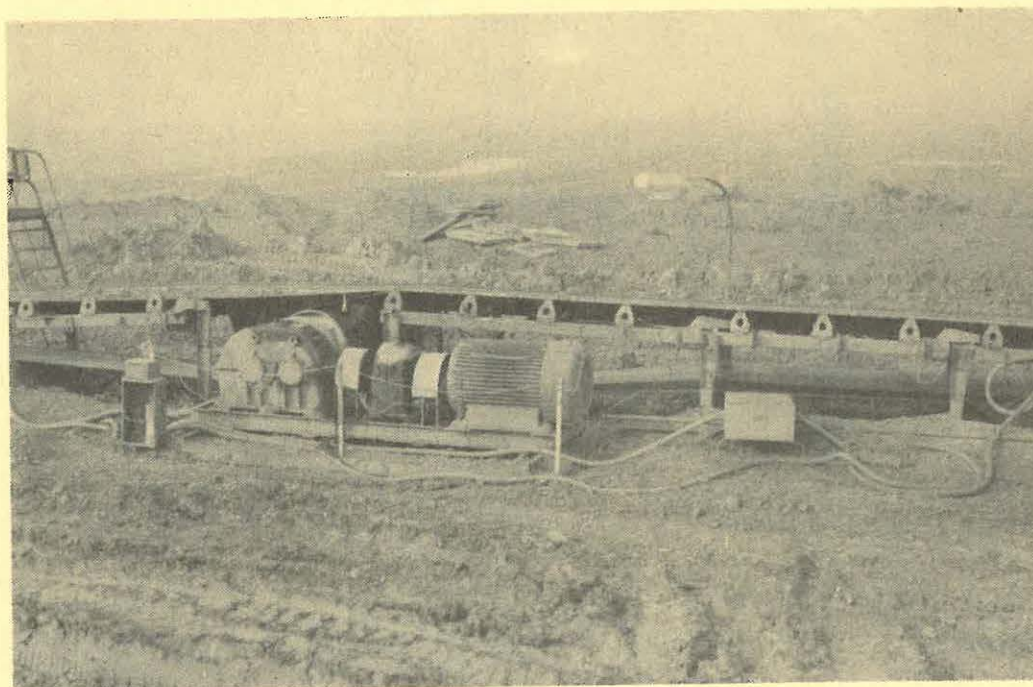


ZÁKLADNÍ PODMÍNKY PRO VEDENÍ DPD V ZAKŘÍVENÍ

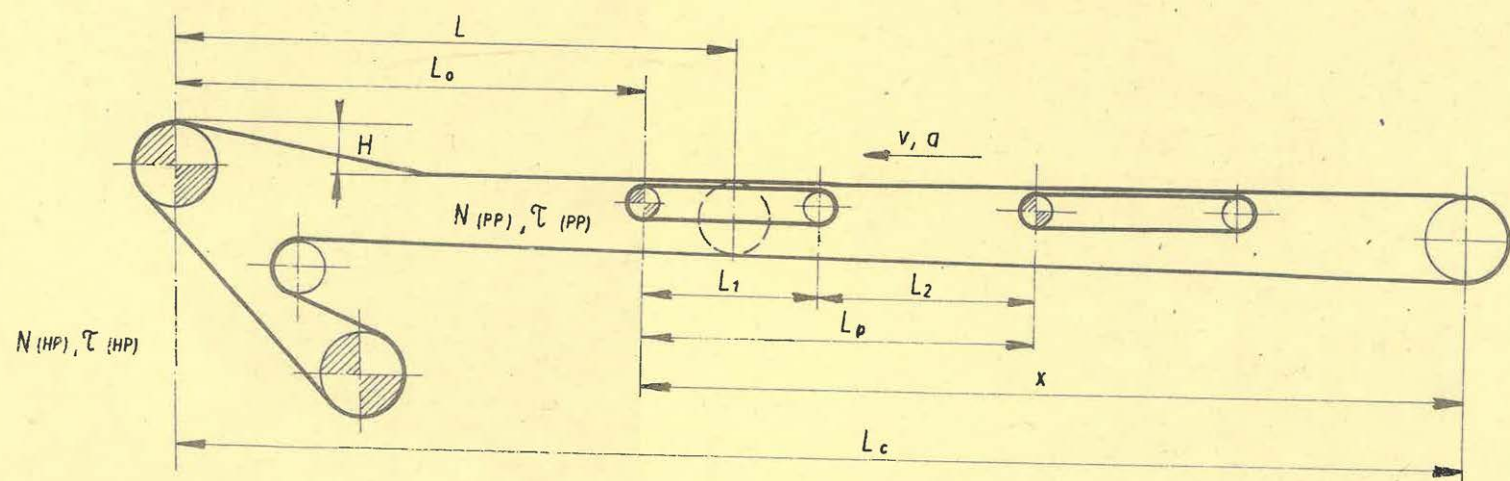
Obr. 4



Obr.5 - Dopravník vedený v zakřivení - lom Merkur



Obr.6 - Parciální pohon



Obr. 7

SCHÉMA PRO VÝPOČET DPD S PARCIÁLNÍMI POHONY

Obr. 7