Ing. Pavel J a n o u š e k , CSc., VÚHU
Ing. František V e v e r k a , VÚHU

Přesyp DPD s pojízdným tlumicím roštem

Úvod

Předávací místa představují velmi důležité uzly v dálkové pásové dopravě, které od jejího nasazování na povrchových lomech byly předmětem nepřetržité pozornosti. Dálková pásová doprava má rozhodující vliv na spolehlivost a efektivnost technologických celků. Důlně-geologické podmínky dobývání v Severočeském hnědouhelném revíru jsou ve srovnání s jinými revíry v zahraničí relativně složitější. Například v Rýnském hnědouhelném revíru, který představuje absolutně světovou špičku ve výkonnosti, jsou nadložní zeminy tvořeny převážně z písků případně hlinitých písků. Podíl těžko rozpojitelných zemin je zanedbatelný. Naproti tomu v Severočeském hnědouhelném revíru od počátku nasazení dálkové pásové dopravy těžíme zeminy silně lepivé, případně štěrkopísky s velkými valouny, jílovité zeminy se silným sklonem ke kvádrování a v poslední době i relativně velmi tvrdé jíly, jílovce, proplástky pelosideritů a pelokarbonátů se sklonem k vytváření ostrých hran.

U souvrství s předem vytvořenými plochami odlučností dochází při těžbě k rozpojování horniny převážně odštípáváním a vylamováním, nikoliv řezáním. Vylamováním jsou těženy i deskovité formy pelosideritů a pelokarbonátů. Při těžbě valounů jsou pak jednotlivé valouny o nadměrné velikosti nabírány do korečků dobývacích strojů jako celek nerozpojené. Dochází tak k nabírání kusů o značné hmotnosti. Tyto kusy jsou přepravovány pásovými cestami rýpadla, následnou pásovou dopravou a pásovými cestami zakladače na značné vzdálenosti. Jsou tak zdro-

jem vzniku závalů na přesypech pásových dopravníků, průrazu pásu dopadem v přesypech a destrukce dopadových válečků, jejich zavěšení a poškození nosné ocelové konstrukce. Snižuje se tak časové využití těžebních komplexů. Údržba a opravy zařízení pásové dopravy vyžadují velké finanční náklady, rostou nároky na rozsah pomocných prací, zvětšuje se počet pomocných mechanismů, pracovních sil, náhradních dílů atd.

Výše uvedené příčiny vedly k tomu, že bylo třeba věnovat zvýšenou pozornost rypným orgánům rýpadel, snižování kusovitosti pomocí drtičů.

Paralelně s těmito pracemi byla řešena m.j. dopadová místa v přesypech pásové dopravy. Jedním z posledních příspěvků při řešení problematiky přesypů je omezení dopadové rychlosti těživa vložením tlumicího roštu do násypky pásového dopravníku.

Analýza stávajících předávacích míst

Postupným výzkumem a vývojem byly stanoveny hlavní zásady a podmínky správné a bezporuchové funkce předávacích míst:

- soustředění a usměrnění materiálu do středu následujícího dopravníku bez vyvození bočních sil na dopravní pás;
- dopravovaný materiál nesmí dopadat na stojící plochy (štít, stěny násypek) pod úhlem větším než 30^{o};
- řešení dopadového lože nesmí nadměrně snižovat životnost dopravního pásu;
- průchodnost přesypu musí být o 20 % vyšší než je jmenovitá dopravní výkonnost dopravníku;
- zabezpečení přímého běhu dopravního pásu;
- systém poháněcí i vratné stanice musí být pokud možno universální, musí vyhovovat jak při souosém, tak i pravoúhlém uspořádání dvou návazných dopravníků. Řešení musí mít možnost zabudování dodatečných zařízení jako stěrače, prašné pásy apod.

Současné konstrukční řešení hlavních dílů přesypu, tj. tlumicího štítu a násypky neumožňuje vždy dodržet výše uvedená kritéria.

Tlumicí štíty stávající konstrukce dobře soustřeďují tok materiálu, ale při úhlových přesypech neumožňují splnit zásadu o maximální velikosti úhlu, pod jakým materiál na štít dopadá s požadavkem o usměrnění toku materiálu do středu následujícího dopravníku bez vyvozování bočních sil na dopravní pás.

Konstrukce násypek vychází ze skutečnosti, že účinky kolmé složky dopadové rychlosti materiálu nejlépe utlumí dopravní pás. Podstata tlumení dynamických účinků od dopadajícího těživa spočívá v eliminaci těchto účinků tahovou silou v dopravním páse. K vymezení spodní polohy se používají dopadové válečky s různorodým provedením odpružení. Při přepravě velkých kusů těživa dochází k občasnému kontaktu dopravního pásu s těmito dopadovými válečky, při kterém dopravní pás vždy urychlí stojící váleček. Při přepravě menšího dopravního množství dochází k zastavení dopadových válečků, které vlivem zmenšení prověšení dopravního pásu přestanou být ve vzájemném kontaktu s dopravním pásem. Tento jev má za následek zvýšení opotřebení spodních krycích vrstev dopravního pásu (převážně ve střední části). Vzhledem k velkému rozsahu průhybu dopravního pásu je nutné bočnice násypky utěsnit pryžovými plentami, které zasahují hluboko do koryta dopravního pásu. To má za následek snížení aktivní plochy dopravního pásu potřebné k urychlení předávaného materiálu a nadměrné opotřebení horní krycí vrstvy.

Současně při nepříznivých klimatických podmínkách podstatně vzrůstá nebezpečí vzniku závalu.

Konstrukce spodní části přesypu, resp. dopadového lože dopravníku je v zásadě řešena dvojím způsobem:

1. Sestává z girlandových stolic většinou pětiválečkových, upevněných na konstrukci násypky pevně, nebo pružně. Válečky jsou buď hladké nebo pogumované.

2. Dopravní pás je pomocným bubnem před náběhem do místa dopadu přizvednut, dopravní trasa je tvořena bočními válečky se sklonem 50 ÷ 60° a střední válečky slouží k vymezení spodní polohy dopravního pásu.

Výhoda prvého řešení spočívá v dobrém těsnění místa dopadu vzhledem k malým průhybům girlandových stolic. Rovněž dopravní pás je ve stálém kontaktu s válečky a opotřebení dolních krycích vrstev je minimální. Nevýhodou této koncepce je fakt, že girlandové stolice mají značnou hmotnost a tudíž v místě kontaktu těživa s dopravním pásem dosahují rázové síly vysokých hodnot. Zavěšením girland pružně ke konstrukci se pouze následně zmenšují dynamické účinky na konstrukci násypky.

Druhé řešení plně respektuje fakt, že nejlépe utlumí dynamické účinky těživa nepodepřený dopravní pás. Tlumení však závisí v první řadě na velikosti tahu v dopravním pásu v místě dopadu těživa. Hodnota tahu v místě dopadu je značně rozdílná, proto průhyb dopravního pásu je nutné omezit středními válečky.

Další rozhodující funkcí dolní části přesypu je spolehlivé urychlení těživa. Limitujícími faktory pro zabezpečení této funkce jsou:

- sklon dopravní trasy v místě dopadu těživa
- rychlost dopravního pásu
- tvar a rozměr násypky
- objemové množství a charakter přepravovaného těživa.

Dosud nebyly stanoveny vzájemné vztahy mezi uvedenými faktory.

V zahraničí byly nasazeny do provozu různé typy podavačů, roštů a skluzů. Společným znakem této koncepce je, že jsou vhodné a spolehlivé pro kusovité těživo s minimálním výskytem materiálu se sklonem k nalepování a namrzání. Nemají tudíž univerzální využití v provozních podmínkách srovnatelných s našimi.

V PLR byl na modelu odzkoušen skluz s proměnlivým sklonem a při dvou rychlostech dopravníku. Vymezuje hranice, ve kterých

je rychlost dopadu kusu na pás optimální a blíží se rychlosti dopravníku $\underline{v}_t$ (volbou výšek $\underline{h}_1$ a $\underline{h}_2$ při proměnném sklonu skluzu).

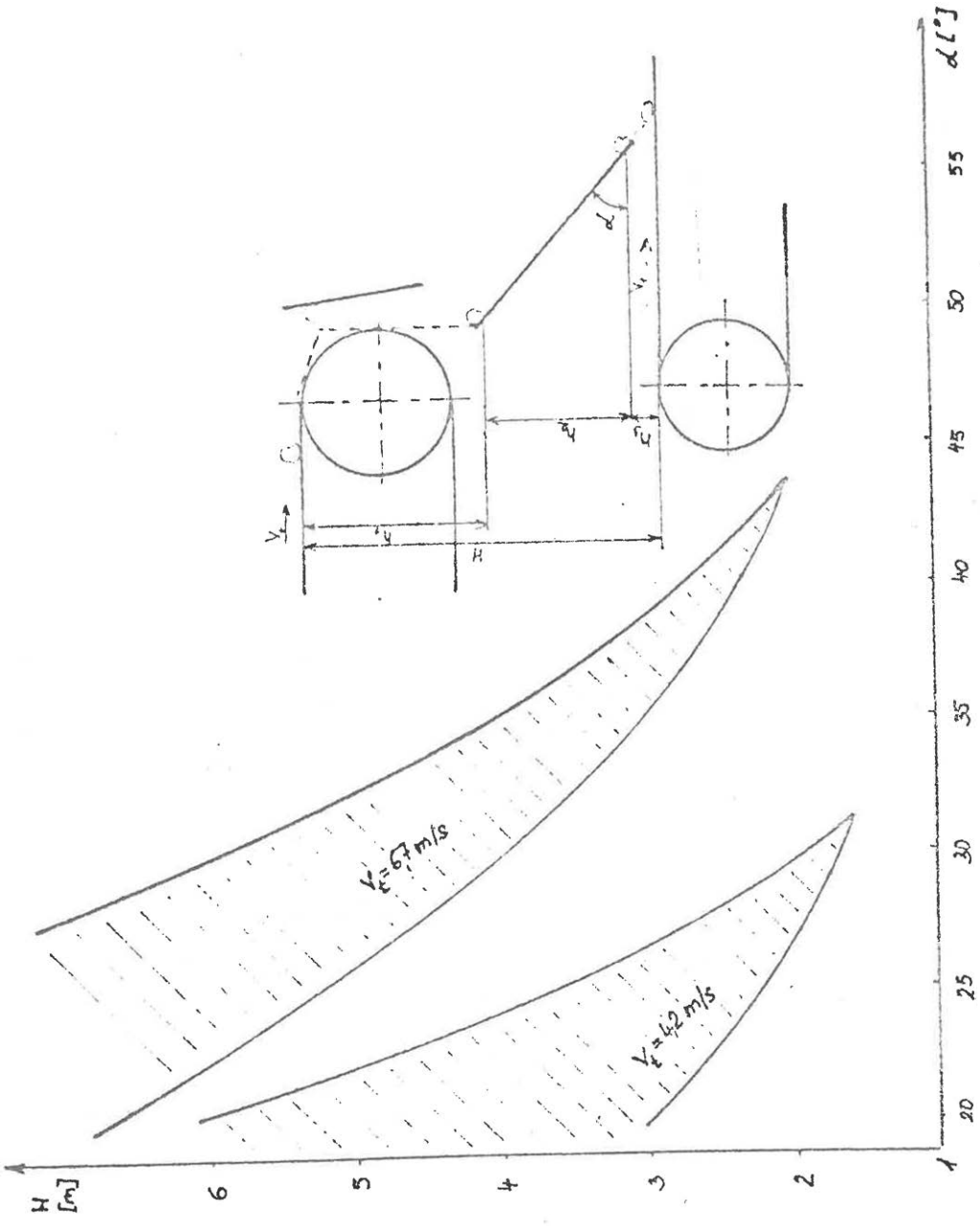
Z obr. 1 je patrno uspořádání předávacího místa se skluzem a v grafické části jsou zobrazeny hranice, které na základě výběru výšek $\underline{h}_1$ a $\underline{h}_2$ umožňují získat optimální rychlost dopadu kusu na dopravní pás.

Na obr. 2 je zobrazen průběh součinitele předávání energie kusu do dopravního pásu v závislosti na sklonu skluzu. $\underline{W}$ - značí energii celkovou, $\underline{W}_1$ - značí poměr energie kolmého rázu k potenciální energii kusu. Spodní křivka je pro plastické kusy, horní křivka pro tvrdé kusy. Z grafů je patrné, že při velkých sklonech skluzu či roštu nelze očekávat optimální rychlost dopadu vzhledem k rychlosti dopravníku.

Nedostatkem uvedených zkoušek byl fakt, že do nich nebyla důsledně aplikována teorie rázu, z níž vyplývá diametrálně odlišná hodnota rychlosti kusů těživa. Objevení této chyby vedlo k přehodnocení negativních výsledků zkoušek a následnému řešení tohoto problému pomocí odpruženého tlumicího roštu.

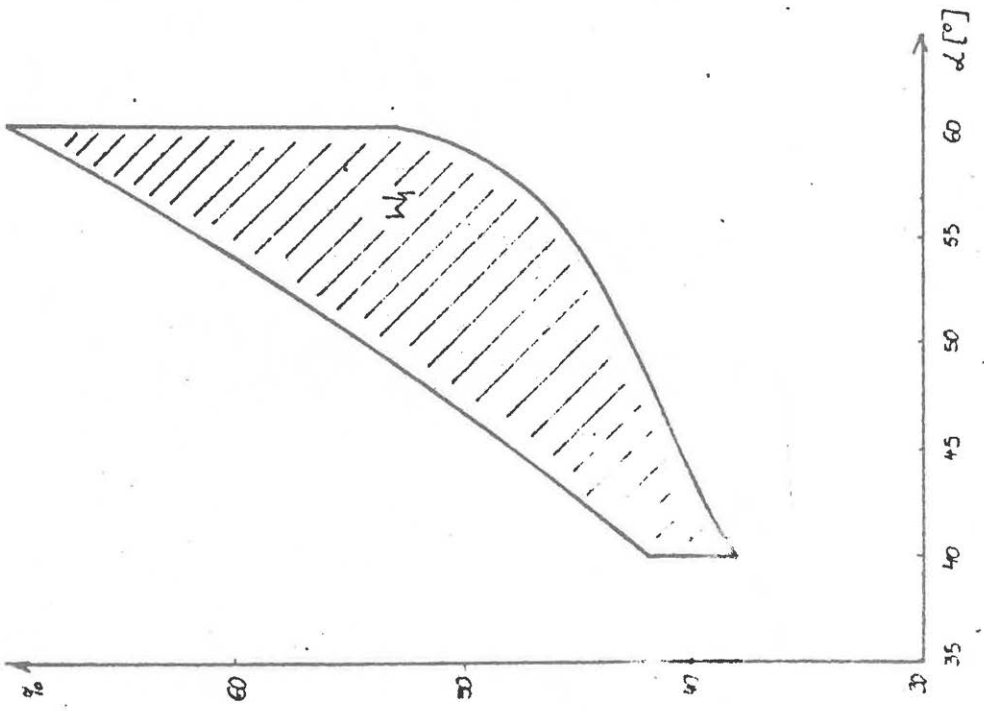
Provedení odpruženého tlumicího roštu

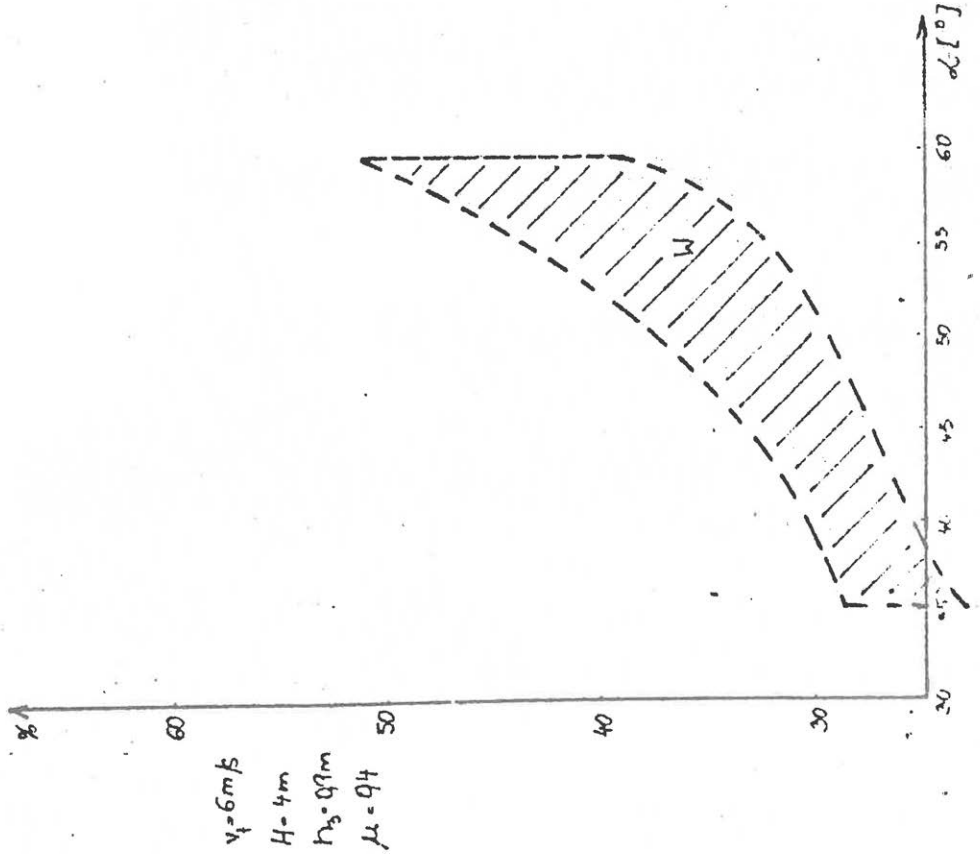
Pojízdný tlumicí rošt je prvkem, předávacího místa pásových dopravníků, který rozděluje pádovou výšku a podstatně snižuje dopadovou rychlost těživa. Po dopadu kusu materiálu na tlumicí rošt dojde k rázu. Pro ráz je charakteristické, že při setkání hmotných útvarů vznikají v místě styku krátkodobě značné síly. Tyto rázové síly působí velmi krátkou dobu, přesto však jejich účinkem dochází obvykle ke značné změně rychlostního stavu zúčastněných těles. Z pozorování rázových jevů je známo, že doba trvání rázu je velmi malá (v limitě uvažujeme $\tau \longrightarrow 0$), naproti tomu změna hybnosti dosahuje jisté konečné



Obr. 1 Uspořádání předávacího místa se skluzem

Obr. 2 Průběh součinitele předávání energie kusu do dopravního pásu v závislosti na sklonu skluzu





velikosti. Pro dobu rázu ($\tau \longrightarrow 0$) bude impuls působících sil vzhledem k ostatním veličinám zanedbatelný (v limitě bude nulový). Tyto síly se na změně hybnosti v průběhu rázu nepodílejí. Změna hybnosti je tedy důsledek výhradně impulsu rázové síly. Protože doba působení rázové síly je velmi krátká, (v limitě $\tau \longrightarrow 0$) musí rázová síla $\underline{F}$ nabývat vysokých hodnot (v limitě $F^{\tau} \longrightarrow \infty$). Ve skutečnosti doba trvání rázu není nulová a proto rázová síla není nekonečně veliká. Rázová síla v průběhu rázu není konstantní. Její průběh souvisí s průběhem deformace v místě styku a je těžko sledovatelný. Po rázu však můžeme pomocí věty o změně hybnosti zjistit změny rychlosti těles, která se setkala.

Během rázu nedojde ke změně polohy bodu, změní se jen vektor rychlosti, a to téměř skokem.

Pro ilustraci je uveden obr. 3, kde je průběh rázové síly v čase při dopadu kusu těživa 91 kg na odpruženou 5-ti válečkovou girlandu.

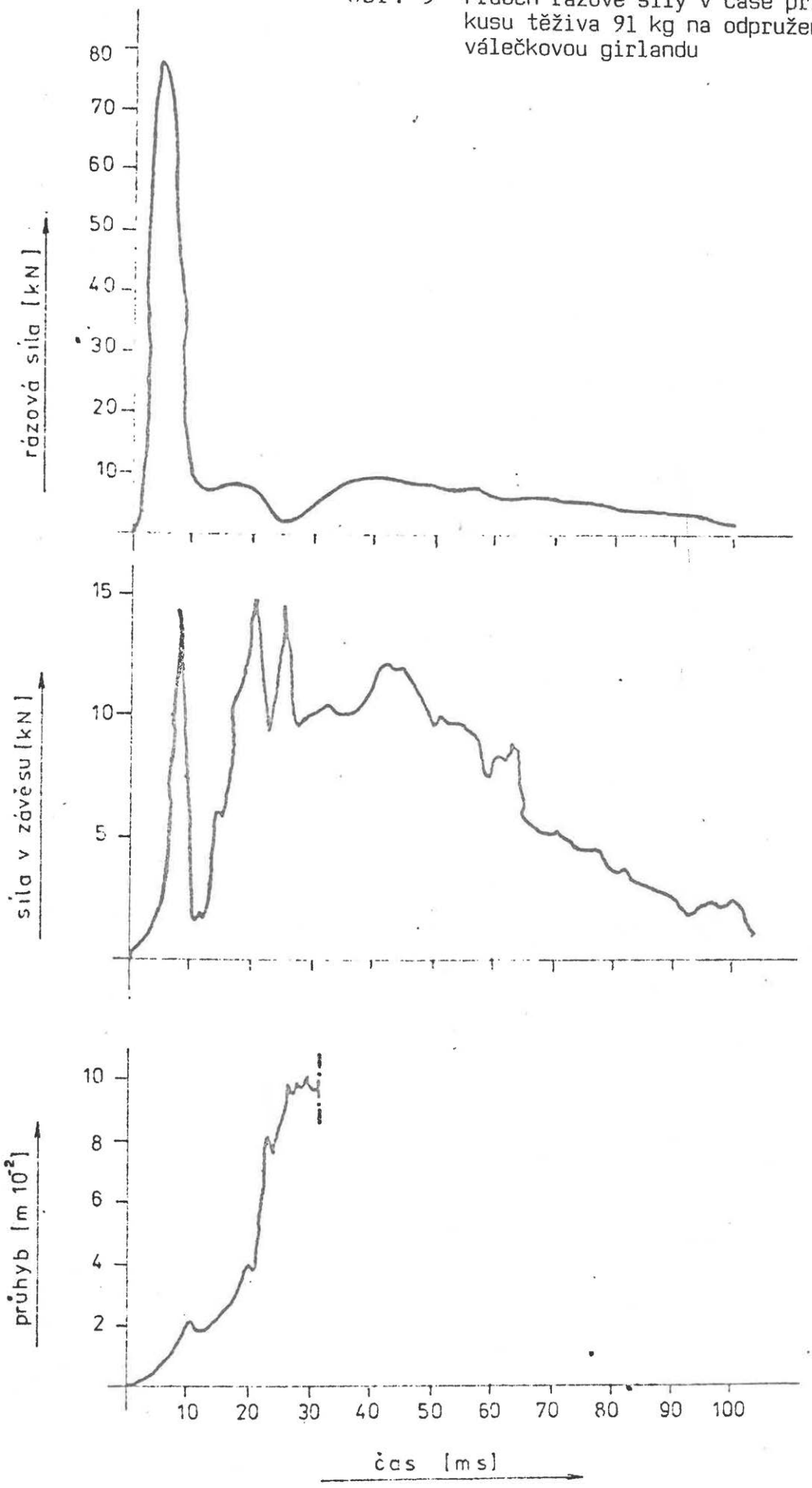
U tlumicího roštu se rázová síla eliminuje při dopadu na odpružené roštnice.

U pásových dopravníků např. š = 1,8 m je přípustná hmotnost jednotlivých kusů 400 kg.

Za předpokladu, že osamocený kus hmotnosti $\sim$ 400 kg dopadne na tři roštnice, a ráz bude mít charakter dokonale plastického rázu, sníží se rychlost kusu na cca 5 ms^{-1}. Z této rychlosti se bude urychlovat těživo po dráze cca 0,4 ÷ 0,5 m, takže dopadová rychlost se sníží o cca 50 %.

To má velký význam při přepravě kusovitého těživa a v přesypech s velkou pádovou výškou. Provedení tlumicího roštu splňuje požadavky na snadnou manipulaci, montáž a demontáž. Umožňuje provozovat pojízdný tlumicí rošt se čtyřmi až osmi roštnicemi, přičemž střední roštnice mohou mít oproti krajním listové pružiny s větším počtem listů a tím lze docílit rovnoměrné kmitání všech roštnic. Roštnice jsou otočně osazeny na ose a zajištěny v pracovní poloze táhly. Táhlo je proti uvolnění zajištěno

Obr. 3 Průběh rázové síly v čase při dopadu kusu těživa 91 kg na odpruženou 5-ti válečkovou girlandu



segmentem, který znemožňuje rozpojení táhla s listovou pružinou. Konstrukce roštu je řešena tak, aby nedocházelo k zalepování mezer mezi jednotlivými roštnicemi. Roštnice mohou kmitat v rovině toku těživa i v rovině kolmé na tok těživa, tím je prakticky znemožněno zaklínění kusu těživa v mezeře mezi roštnicemi. Podmínkou správné funkce je usměrnění toku těživa štítem na tlumicí rošt. Pojízdný tlumicí rošt lze použít u všech typů vratných stanic.

Použití tlumicího roštu je uvažováno jak pro pevné válečkové stolice, tak i pro girlandy v místě dopadového lože.

Pro ověření teoretických výsledků byl zhotoven v dílnách k. p. DVIL prototyp pojízdného tlumicího roštu POTR 1800. Konstrukce byla zhotovena pro přesypy mezi pásovými dopravníky š. = 1,8 m s osovým vychýlením $\pm$ 30° tak, aby umožňovala experimentální část prací pro uvažované změny počtu roštnic a tuhosti listových pružin příslušných roštnic. Na fotografii č. 1 je POTR 1800 před uvedením do provozních zkoušek, kdy roštnice jsou sklopeny do vodorovné polohy, umožňující pojíždění pod tlumicím štítem poháněcí stanice. Fotografie č. 2 dokumentuje ustavený tlumicí rošt v přesypu.

Při zkušebním provozu po dobu 362 hodin bylo přepraveno 672 000 m^3 r.z. a prokázala se správnost řešení samostatně odpružených roštnic. Po celou dobu pracoval rošt s maximálním počtem roštnic (8 kusů) a maximální tuhostí pružin. Pozitivním zjištěním byl rovněž fakt, že i při výskytu lepivého těživa nedocházelo k nalepování na roštnice.

Pro další ověřovací provoz bylo dohodnuto, že prokázání životnosti tlumicího roštu bude vhodnější v podmínkách s větší pádovou výškou a POTR 1800 byl převezen na k. p. DLM. Na základě ověřovacího provozu byly další konstrukční práce zaměřeny na definitivní provedení podvozku tlumicího roštu, kde došlo k náhradě pojízdného portálu, pojíždějícího po kolejnicích na pražcích PD. Nový podvozek pojíždí v násypce vratné stanice po vestavěné dráze o délce cca 8 m.

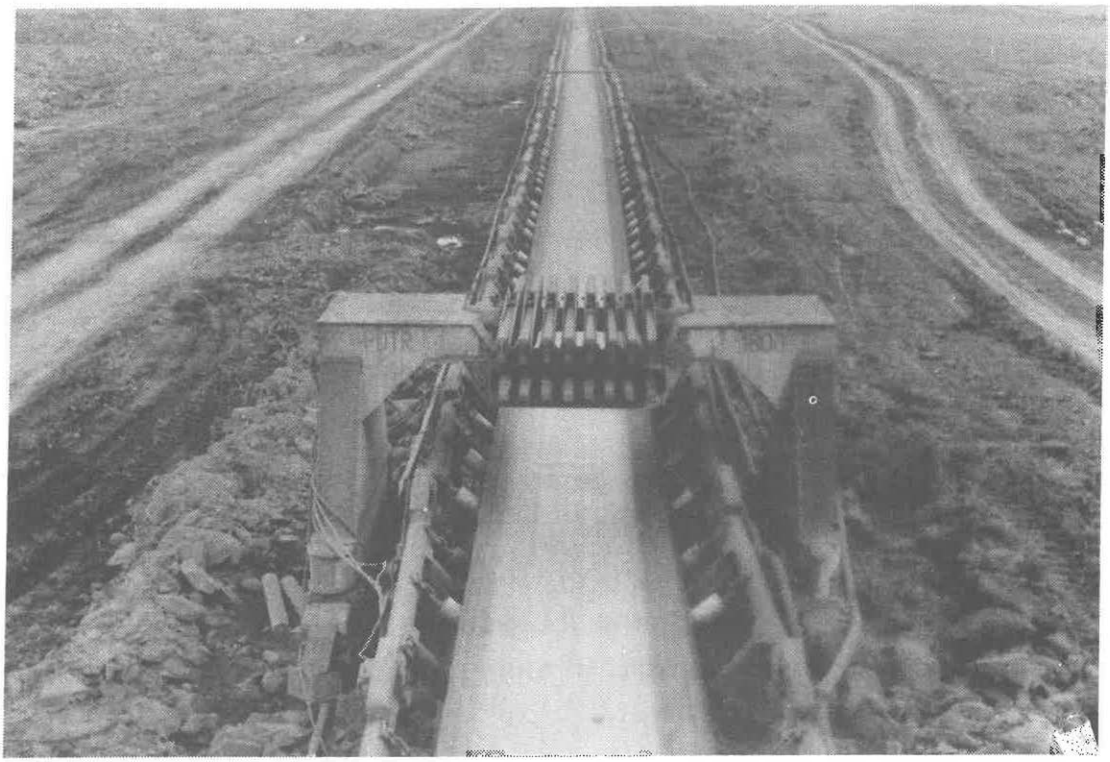


Foto 1: POTR 1800 v transportní poloze

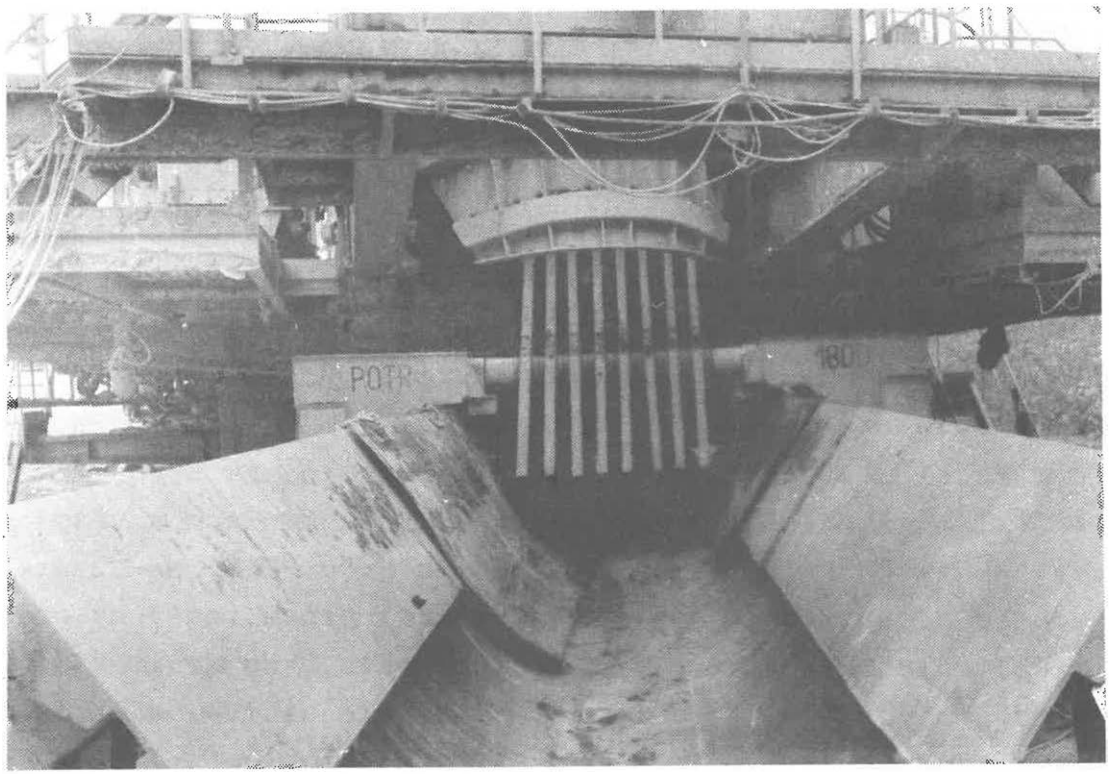


Foto 2: Ustavený POTR 1800 do pracovní polohy

V současné době je zhotovena výrobní výkresová dokumentace pro pásové dopravníky šíře 1,8 a 2,25 m.

Závěr

Nasazováním tlumicích roštů lze omezit častá poškozování dopravních pásů. Předpokládané zvýšení životnosti dopravního pásu je závislé na délce dopravníku a fyzikálně-mechanických vlastnostech přepravovaného těživa. U kratších délek dopravníků, kde počet oběhů dopravního pásu je vyšší, může zvýšení životnosti dosahovat až 50 %. Pro dopravníky větších délek bude zvýšení životnosti představovat až 30 %. Propočtem ekonomické efektivnosti provedeným pro dopravní pás P 2000, PA 700, 4 vložky 8 + 4 byla stanovena úspora nákladů na výměnu 240 - 400 tis. Kčs tzn. 80 tis. Kčs na každých 10 % zvýšené životnosti dopravního pásu.

Návratnost vynaložených finančních prostředků na zhotovení a provozování tlumicího roštu představuje přibližně 2,5 roku.

Shrnutí

V článku je řešen pojízdný tlumicí rošt nové koncepce. Rošt se skládá ze čtyř až osmi roštnic. Každá roštnice je samostatně odpružena. Roštnice kmitají v prostoru a tím je znemožněno nalepování těživa na rošt, nebo zaklínění těživa v mezerách mezi roštnicemi.