



OPTIMISATION OF BELT CONVEYING TRANSPORT ROUTES

OPTIMALIZACE DOPRAVNÍCH TRAS PÁSOVÉ DOPRAVY

Horst GONDEK, Jiří SKAŘUPA, Jan ŠAMÁREK

VŠB-Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, 17.listopadu 15,
708 33 Ostrava-Poruba, Czech Republic

1. INTRODUCTION

Defects on conveyor belts and hereto-related downtimes have significant impact on transport economics in mining enterprises. The defect rate of a transport route is dependent on the number of conveyor belts involved and, therefore, since the likeliness of defects to happen decreases with the decreasing number of conveyor belts involved there is a continuous, logical concern in the extension of individual conveyor belts in the route. Decrease in the number of conveyor belts involved also implies the reduction of discharge points i.e. the spots where the belt is subject to damage most frequently. Different requirements exist for conveyor belts arranged behind the under-face mechanism and those in the main route. The variance of requirements posed to the conveyor belts in the route requires individual procedures to be followed during projecting of conveyor belts while maximum unification of their elements and other machine units is utilised. The mine designer should be allowed to design the whole transport route in such a way as it reflects optimally the input parameters such as the traffic capacity, route- and site configuration and/or simultaneous loading. One of the sources, which he should use while doing so is the Directions for use, which, however, provide only a static information about the conveyor belt. Therefore we would like to offer to the designers an additional tool, which provides information about the measures which should be adopted when selecting and locating assembly parts of a conveyor belt if even a single input parameter is changed. In this paper the assembly parts include the belt, the driving station and the tension unit.

This "dynamic" tool is represented by a mathematical model of calculation of conveyor belt

1. ÚVOD

Poruchy pásových dopravníků a na ně navázané časové prostoje mají podstatný vliv na ekonomiku dopravy v důlním podniku. Poruchovost dopravní tratě závisí na počtu pásových dopravníků, které do ní vstupují a proto je logické, že je zájem o neustálé prodlužování jednotlivých dopravníků v trati, neboť s poklesem jejich počtu se snižuje pravděpodobnost poruchy. Se snižováním počtu pásových dopravníků dochází také ke snižování počtu přesypů a tím k odebírání míst, kde dochází nejčastěji k poškozování dopravního pásu.

Na pásový dopravník zařazený za podporubovým zařízením a na dopravník na hlavní trati jsou kladený různé požadavky. Různorodost požadavků kladených na pásové dopravníky v trati vyžaduje individuální projektování dopravníků, při využívání značné unifikace jejich elementů a strojních celků. Projektant důlního závodu by měl mít možnost koncipovat celou dopravní trať optimálně pro zadané vstupní parametry jako je dopravní kapacita, konfigurace tratě a místa eventuálně časová souběžnost nakládání. Jedním ze zdrojů z kterých čerpá je „Návod k používání“ dávající však jen statickou informaci o dopravníku. Proto chceme důlní techniky informovat o nástroji, který dává obrázek o opatřeních při volbě a situování stavebních dílů pásového dopravníku při změně třeba jen jediného vstupního parametru. Pod pojmem stavební díly zde rozumíme dopravní pás, trať, poháněcí stanici a napínací stanice.

Tímto „dynamickým“ nástrojem je vytvoření matematického modelu pro výpočet parametrů pásového dopravníku v tabulkovém procesoru Excel. Postup v možnostech programování dovoluje zkrácení času hodnocení jednotlivých možných variant konfigurace dopravní trasv. Projektant

mathematical model of calculation of conveyor belt parameters in the Excel spreadsheet program. Developments in the programming potential reduce the time required for evaluation of individual options of transport route configuration. Thus the customer-company designer can make a real idea of possible options of the transport route configuration, which will be completed into the final form of individual conveyor belts by the manufacturing-plant designer.

A second benefit of the program is a rapid, multivariate calculation of newly configured conveyor belts, which may be required due to advancement of the mining works causing changes in the tilt, length and capacity of conveyor belts.

2. GETTING ACQUAINTED WITH THE PROGRAM

Operational length of a conveyor belt depends on a multitude of input parameters. Gathering of these parameters is a time-consuming task. We can subdivide the parameters into those being dependent on the machine and belt properties and those being dependent on the operational location. As we can see in the table 1 showing input calculation parameters according to ČSN ISO 5048, since this is a unified machine many of these parameters can be entered into the program as fixed ones. These areas are locked and they cannot be modified nor the predictive ability of the program for a particular machine can be affected.

In the first column of the table 1 we can see the extent of input variables, which are fixed in this way.

Since the program solution conforms to the ČSN ISO 5048 standard, which does not involve conveyor belts with irregular route profiles, further simplification can be achieved. However, the program can be used also for calculation of these conveyor belts, but in such a case interventions in the locked area are required to be made and designers of the conveyor belt manufacturer, i.e. the designers of this program should be consulted.

The program is written as a spreadsheet file, in which individual sheets represent individual types of conveyor belts. The designer will select a conveyor belt sheet to comply as much as possible with the required transport capacity. Then the designer enters mandatory input parameters, which define the location of engagement and the present-day or future operational environment of the conveyor belt. In these parameters also the belt parameters are included. The program offers the most frequently used types of belt to be selected.

variant konfigurace dopravní trasy. Projektant uživatele si tak vytváří reálnou představu o možných variantách kompozice dopravní trasy, kterou pak projektant výrobce „dotáhne“ do reálné podoby jednotlivých dopravníků.

Druhým přínosem tohoto programu je rychlý a vícevariantní výpočet nově konfigurovaných dopravníků, které plynou z časového posunu hornických práci způsobujících změny úklonu, délky a kapacity pásových dopravníků.

2. OBEZNÁMENÍ S PROGRAMEM

Provozuschopná délka pásového dopravníku závisí na mnoha vstupních parametrech. Sběr těchto parametrů představuje časově náročný úkol. Rozdělíme tyto parametry na ty, které závisí na vlastnostech stroje a dopravního pásu a na ty, které závisí na provozním místě nasazení. Jak je patrné z následující tab.1, která obsahuje vstupní parametry výpočtu dle ČSN ISO 5048 lze řadu těchto parametrů do programu nastavit pevně díky tomu, že se jedná o unifikovaný stroj. Tyto oblasti jsou uzavřeny a nemůže dojít k jejich změně a k narušení vypovídací schopnosti programu pro konkrétní stroj.

Z prvního sloupce tabulky 1 je patrné, jak velká oblast vstupních hodnot mohla být takto fixována. Dalšího zjednodušení je dosaženo tím, že program je řešen dle normy ČSN ISO 5048, která nezahrnuje dopravníky s nepravidelným profilem tratě. Pro jejich výpočet lze sice také použít tento program, ale vyžaduje zásahy do uzamčené oblasti a je potřebná konsultace s projektanty výrobce dopravníku a tedy tohoto programu.

Program je zpracován jako soubor tabulkového procesoru, kde jednotlivé listy představují jednotlivé typy pásových dopravníků. Projektant zvolí list s dopravníkem, který nejlépe odpovídá požadované dopravní kapacitě. Následně zadá povinné vstupní parametry, které charakterizují místo nasazení a prostředí v kterém má dopravník pracovat a nebo v kterých pracuje. Mezi tyto parametry patří také charakteristika dopravního pásu. Program nabízí možnost volby z nejpoužívanějších typů dopravních pásů.

Table 1
Tabulka 1

<u>According to machine design</u> Modification by users not accessible	<u>According to machine design</u> Modification by users not accessible	<u>According to operational engagement</u> Modification by users allowed
Efficiency of driving unit for driven conveyor belts	Transport capacity	Conveyor belt length
Efficiency of driving unit for braked conveyor belts	Conveyor belt speed	Tilt angle of the conveyor belt in direction of movement
Weight of rotating parts of rollers on the upper branch support 1	Velocity component of transported mass in belt movement direction	Total coefficient of friction
Weight of rotating parts of rollers on the lower branch support 1	Conveyor belt density	Total coefficient of friction for braked conveyor belts
Spacing between supports in the upper branch	Allowed tensile stress of the belt	Location of driving unit
Spacing between supports in the lower branch	Relative elongation at allowed stress	Location of tension unit
Coefficient of friction between transported mass and the side part	Number of electric motors installed	Position of tension unit relative to the driving unit
Coefficient of friction between transported mass and the belt	Number of brakes	Bulk weight of rock
Clear width of side conveyance		Selection of tension strength for passive tension unit
Length of side conveyance		Selection of tension strength for active tension unit
Number of belt cleaners		Conveyor belt start time
Resistance due to belt bending on drums and resistance in drum bearings		Conveyor belt braking time
Conveyor belt width		
Driving drum diameter		
Number of driving drums		
Coefficient of friction between the drum and the belt (soiled side of the belt)		
Coefficient of friction between the drum and the belt (clean side of the belt)		
Angle of contact on the driving drum 1		
Angle of contact on the driving drum 2		
Static protection against belt creep on drum		
Electric motor speed		
Braking torque on one brake		
Moment of inertia of a typical drum		
Moment of inertia of electric motor		
Moment of inertia of clutch		
Moment of inertia of gear-unit		
Maximum allowed belt sagging		
Starting coefficient		

Subsequently, the program gives the following information:

- calculation of conveyor belt parameters for the required capacity and acquirement of various control parameters such as the power requirement, coefficient of conveyor belt security and minimum value of belt prestress for various types of tension units;
- immediate change of parameters for the required capacity according to the location of driving units and depending on the number and type of driving drums, starting method, type of tension unit, etc.;
- using these information the program enables planning of renovation works, investment, expected purchase of the mechanical parts as well as the electrical units parts such as cable length, number of transformers, etc.;
- the program allows the mine operating staff to conceive the requirements for a new machine.

To monitor an immediate change without necessity to move the cursor around the table the designer may copy the cell containing the result, which is most important for him, to free cells located below the area of input data entry.

By unlocking the input data area defined in the machine / belt design and by their modification you can use the mathematical model described above to make a solution of conveyor belts with variable tilt, more than one loading points and variable loading with mine run all along their length. Being beyond the scope of a normal user these issues are not dealt with in the present paper any more.

3. EXAMPLE OF A DRIVING UNIT LOCATION AND ITS BEARING ON THE CONVEYOR BELT TENSION

A part of the conveyor belt calculation for inclined transport is shown in tab. 2. In this arrangement of the conveyor belt the tension unit is located at the point of minimum tension in the belt, i.e. behind the discharge drum.

Table 2 Tension unit located near the discharge station and driving unit located near the return station
Tabulka 2 Napínací stanice u výsypu a pohon u vratné stanice

No.	Name	Sign	Calculated value	Unit	Note
1	Transport capacity	Q	1100	t.h ⁻¹	
2	Conveyor belt length	L	420	m	
3	Belt speed	v	2.5	m.s ⁻¹	
4	Tilt angle of conveyor belt in direction of movement	δ	12	°	Inclined transport
67	Recommended installed power	P	294	kW	
118	Select total tension on the tension unit with non-stationery drum NZ _A	NZ _A	24500	N	
156	Anti-creep security on the driving drum during steady-state condition	k _U	4.16		should be ≥ 1.3
157	Anti-creep security on the driving drum during start	k _R	9.72		should be ≥ 1.3
158	Anti-creep security on the driving drum during braking	k _B	3.02		should be ≥ 1.3

Program následně podává tyto informace:

- výpočet parametrů dopravníku pro požadovanou kapacitu a získání různých řídících parametrů jako je nezbytná potřeba příkonu, koeficient bezpečnosti pásu, minimální hodnota předpětí v pásu pro různé typy napínacích mechanismů
- okamžitou změnu parametrů pro požadovanou kapacitu podle místa situování pohonů, podle počtu a typu hnacích bubnů, způsob provedení rozběhu, typ napínacího zařízení apod.
- podle těchto informací umožňuje plánovat modernizační práce, investice, předpokládání nákupu nejenom mechanických celků, ale také elektrických jako je délky kabelů, počtu transformátorů apod.
- umožňuje pracovníkům dolu získat první představu o požadavcích na nový stroj

Projektant si může nakopírovat buňku s výsledkem, který má pro něj největší důležitost, do volných buněk pod oblastí zadávání vstupních hodnot a tím sledovat okamžitou změnu bez nutnosti posunu kurzoru v tabulce.

Odemknutím oblasti vstupních hodnot stanovených konstrukci stroje a dopravního pásu a jejich změnou, lze využít popsany matematický model pro řešení pásu s proměnlivým sklonem, s několika plnícími místy a s různým zatížením těživem po délce pásu. Toto jde však již nad rámec běžného uživatele a proto není o tomto dále pojednáno.

3. PŘÍKLAD VLIVU SITUOVÁNÍ POHÁNĚCÍ STANICE NA TAH V DOPRAVNÍM PÁSE

Část výpočtu pásového dopravníku pro úpadní dopravu je uvedena v tab. 2. Tento dopravník je uspořádán tak, že napínací stanice je umístěna v místě nejmenšího tahu v dopravním pase tj. za výsypným bubnem.

It should be noted that this is the true tension unit capable of maintaining the pre-set tension in the belt and not the belt charger, which, in domestic mines, is incorrectly labelled as tension unit. The driving station is located before the conveyor belt return drum (see the diagram in figure 1).

The calculation program will show us how this favourable situation (see coefficients k_U , k_R , k_B) turns for the worse due to relocation of the tension unit. Table 3 shows a part of the calculation of the same conveyor belt with the tension unit located before the driving unit near the return drum (see the diagram in fig. 2). As we can see in the table 3, a mere relocation of the tension unit while maintaining the same tension strength results in a drop in the belt-creep coefficients on the driving drum below the allowed values for steady-state and braking. If the conveyor belt were designed in this way a belt creep would occur on the driving drums in the steady-state condition and in the transitional state, i.e. during braking, which would result in substantial reduction of the driving system service life. The designer has the opportunity to select the driving system and locate the individual units in such a way as to ensure its correct function and increase the service life especially of the belt and the driving system. Thus it is possible to cut down significantly the mining engineer's unceasing complaints of the wear of the belt and its joints and gearbox defects.

Table 3 Tension unit and driving unit located near the return station

Tabulka 3 Napínací stanice a pohon u vratné stanice

No.	Name	Sign	Calculated value	Unit	Note
1	Transport capacity	Q	1100	t.h ⁻¹	
2	Conveyor belt length	L	420	m	
3	Belt speed	v	2.5	m.s ⁻¹	
4	Tilt angle of conveyor belt in direction of movement	δ	12	°	Inclined transport
67	Recommended installed power	P	294	kW	
118	Select total tension on the tension unit with non-stationery drum NZ _A	NZ _A	24500	N	
156	Anti-creep security on the driving drum during steady-state condition	k _U	1.10		should be ≥ 1.3
157	Anti-creep security on the driving drum during start	k _R	2.18		should be ≥ 1.3
158	Anti-creep security on the driving drum during braking	k _B	0.87		should be ≥ 1.3

4. EXAMPLES OF OPTIONS FOR THE METHOD OF STARTING TO REQUIRED INSTALLED POWER

During conveyor belt start a dynamic force is added to the force, which is necessary for its steady-state run. The dynamic force is induced by the acceleration of rotating masses of the motor, drums and rollers in the route, and the advance masses of the belt and the rock. The dynamic force is therefore

Předem ale upozorňujeme, že zde hovoříme o skutečné napínací stanici, která jsou schopna udržet nastavené napětí v dopravním páse, ne tedy o zásobníku pásu, který se v našich dolech neprávem nazývá. Pohánecí stanice je umístěna před vratným bubnem dopravníku (schéma viz obr.1).

Výpočetní program nám prokáže, jak se tato příznivá situace (viz. koeficienty k_U , k_R , k_B) zhorší v důsledku přemístění napínací stanice. V tab. 3 je část výpočtu téhož dopravníku s napínací stanici umístěnou před pohánecí stanici u vratného bubnu (schéma na obr.2). Jak je patrné z tab. 3 pouhým tímto přemístěním napínací stanice při zachování totožné napínací síly, se snížily koeficienty pro prokluz pásu na hnacím bubnu pod přípustnou hodnotu pro ustálený stav a brzdění. Pokud by byl pásový dopravník takto sestaven, docházelo by při ustáleném chodu a v přechodovém stavu tj. při brzdění k prokluzu dopravního pásu po pohánecích bubnech, což se odráží na podstatném snížení její životnosti i na životnosti pohánecí soustavy. Projektant má takto možnost volit takovou sestavu a umístění jednotlivých prvků, která zajistí správnou funkci a zvýší životnost zejména dopravního pásu a pohánecí soustavy. Takto je možné podstatně snížit neustálé přípomínky důlních techniků nad opotřebením ddopravního pásu a jejích spojů a poruchovostí převodových skříní.

4. PŘÍKLAD VOLBY ZPŮSOBU ROZJEZDU NA POTŘEBNÝ INSTALOVANÝ PŘÍKON

V době rozběhu dopravníku přibývá k síle potřebné pro ustálený chod dopravníku ještě síla dynamická. Tato dynamická síla je vyvolána urychlováním rotujících hmot pohonu, bubnů a válečku v trati a posuvných hmot dopravního pásu a horniny. Dynamická síla je tedy přímo úměrná redukované

directly proportional to the reduced weight of the conveyor belt elements and to the acceleration of this weight. The table 4 shows a part of the calculation program, which indicates belt pulls during uncontrolled conveyor belt start (no start time defined).

The table 5 shows the same part of the program for the same conveyor belt with electrically controlled start (start time defined). By comparison of the two results we can immediately see the three benefits of the controlled start:

- a) lower pull values in the belt and, hence, possibility to select a belt with lower allowed tensile strength;
- b) installation of electric motors with lower delivery;
- c) lower value of prestress on the tension unit.

Table 4
Tabuľka 4

No.	Name	Sign	Calculated value	Unit	Note
85	Actual acceleration of the conveyor belt mass	a_r	0.51	$m.s^{-2}$	satisfied
86	Actual start time	t_{ra}	4.9	s
87	Selection of conveyor belt start time	t_r	4.9	s	Well selected
123	T1 - start	T_1	5000	N	Lower branch
124	T2 - start	T_2	12094	N	Lower branch
125	T3 - start	T_3	13143	N	Upper branch
126	T4 - start	T_4	46104	N	Upper branch
157	Anti-creep security of the driving drum during start	k_R	1.05		

Table 5
Tabuľka 5

No.	Name	Sign	Calculated value	Unit	Note
87	Selection of conveyor belt start time	t_r	18	s	
123	T1 - start	T_1	5000	N	Lower branch
124	T2 - start	T_2	9860	N	Lower branch
125	T3 - start	T_3	10888	N	Upper branch
126	T4 - start	T_4	34787	N	Upper branch
157	Anti-creep security of the driving drum during start	k_R	1.44		

5. EXAMPLE OF AN ACTIVE AND PASSIVE TENSION UNIT AND ITS BEARING ON THE CONVEYOR BELT PRESTRESS

Existence of some pull in the belt branch running away from the driving drum is the basic prerequisite for the transfer of circumferential force in the driving drum. While evaluating the belt forces (pulls) we should differentiate between two principal types of the tension unit, which gives pull to the run-away branch in every conveyor belt operating mode:

hmotnosti prvků řešeného dopravníku a zrychlení těchto hmotnosti. V tab. 4 je uvedená část výpisu výpočtového programu, kde jsou uvedeny tahy v dopravním páse při neřízeném rozběhu dopravníku (nevolíme dobu rozběhu).

V tab. 5 je stejná část výpisu pro tentýž dopravník, ale s již elektricky řízeným rozběhem (volíme dobu rozběhu). Porovnání těchto dvou výstupu okamžitě ukazuje hned tři přínosy řízeného rozběhu:

- a) nižší tahy v dopravním páse a tím možná volba dopravního pásu s nižší dovolenou pevností v tahu
- b) instalace elektromotorů o nižším výkonu
- c) nižší hodnota předpětí napínacího zařízení

5. PŘÍKLAD VLIVU AKTIVNÍ A PASIVNÍ NAPÍNACÍ STANICE NA PŘEDPĚTÍ V DOPRAVNÍM PÁSE

Základním předpokladem pro přenos obvodové síly na hnacím bubnu je nutná existence jistého tahu v odbíhající věti dopravního pásu z hnacího bubnu. Při posuzování sil (tahů) v dopravním páse musíme rozlišovat dva základní typy napínacího zařízení, které nám zabezpečuje tah v odbíhající věti pro všechny režimy chodu dopravníku:

- a) napínání s pevným bubnem, u něhož napínací

- a) tensioning mode with stationary drum, in which the tension drum does not change its position in none of the conveyor belt operating modes (the belt charger);
- b) tensioning mode with non-stationary drum, which responds automatically to belt deformations.

Table 6 shows a part of the calculation program, in which it is possible to compare the effects of various tension unit types in the identical conveyor belts.

As we can see in the table the forces, which the tension unit of type a) exerts permanently on the belt, belt junctions and the conveyor belt structure are much higher than those exerted by the active tension unit of type b) with non-stationary drum. For the sake of better representation this result is shown graphically in the figure 3. In this way the designer can use this program to make an independent view on the required tension unit for the conveyor belt in question.

6. CONCLUSION

The above-described procedure and examples demonstrate that even a simple mathematical model of the conveyor belt may contribute significantly to the optimisation of transport routes.

The designer of the unified-machine user is allowed to analyse the factors of loading, simulate various operating conditions of the conveyor belt and select the most economical solution. It is no exception that mining companies purchase conveyor belts in a pell-mell way. Give me 3 belts 300 metres each and I will see how to put them together. This strategy is OK if the engagement is expected in short routes with unspecified time and place of use. However, where use in the critical transport routes, the so-called expressways is expected, it is useful to make an optimisation using the above-described program.

Table 6
Tabulka 6

No.	Name	Sign	Calculated value	Unit	Note
118	Select total tension on the tension unit with non-stationary drum NZ_A	NZ_A	10000	N	Satisfied
...
155	Anti-creep security of the driving drum during steady-state condition	k_U	1.68		
157	Anti-creep security of the driving drum during start	k_R	1.31		
158	Anti-creep security of the driving drum during braking	k_B	5.41		
159	Tension unit force with stationary drum (while keeping the k_U coefficient value)	NZ_{PU}	27311	N	Steady-state operation
160	Tension unit force with stationary drum (while keeping the k_R coefficient value)	NZ_{PR}	38170	N	Start
161	Tension unit force with stationary drum (while keeping the k_B coefficient value)	NZ_{PB}	20678	N	Braking

buben ve všech režimech chodu dopravníku nezmění svou polohu (jde o zásobník dopravního pásu)

- b) napínání s pohyblivým bubnem, které samočinně reaguje na deformace pásu

V tab. 6 je uvedena část výpisu popisovaného výpočtového programu, kde je možno porovnat vliv jednotlivých typů napínacích zařízení u identických dopravníků.

Jak je z tabulky patrné, síly, které zavádí napínací zařízení typu a) trvale do pásu, spoje pásu a do konstrukce dopravníku jsou mnohem vyšší oproti aktivnímu napínacímu zařízení typu b) s pohyblivým bubnem. Pro názornost je v obr. 3 tento výstup uveden graficky. Projektant si tedy pomocí tohoto programu může samostatně vytvořit názor na potřebu typu napínacího zařízení pro konkrétní pásový dopravník.

6. ZÁVĚR

Výše uvedený popis a příklady využití dokazují, že i takto jednoduchý matematický model pásového dopravníku může podstatnou měrou přispět k optimalizaci dopravních tras.

Projektantovi uživateli unifikovaného stroje je umožněna analýza činitelů zatížení, simulace různých stavů práce dopravníku a může si zvolit nejekonomičtější řešení. Není výjimkou, že důlní podniky nakupují pásové dopravníky zcela libovolně. Tato strategie je správná pro předpokládané nasazení na kratší trasy s nejistým časem a místem použití. Tam, kde ale půjde o rozhodující dopravní linky tzv. magistrály, vyplatí se optimalizace pomocí předvedeného programu.

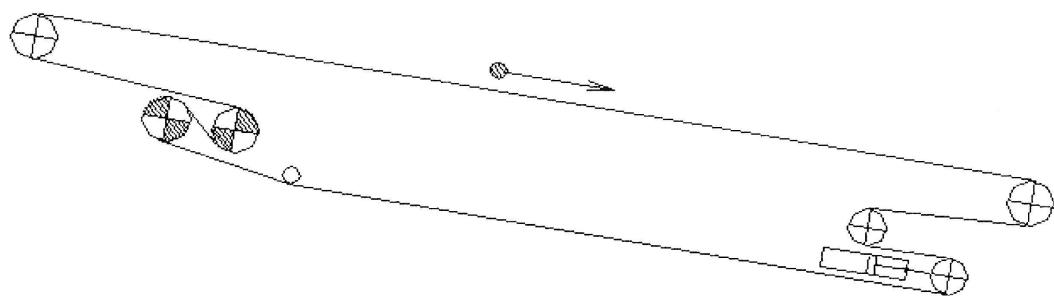


Fig. 1 Configuration diagram of the NS (tension unit) located behind the discharge drum, PS (driving unit) located before the return drum

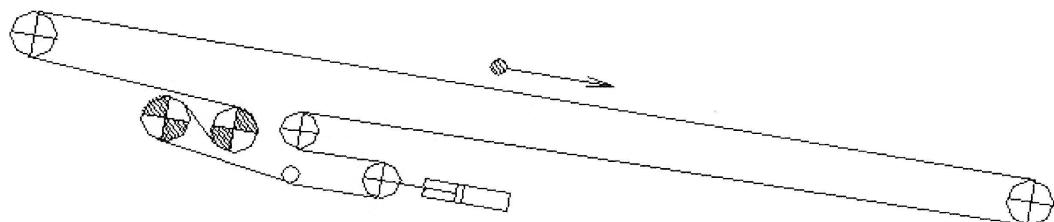


Fig. 2 Configuration diagram of the NS (tension unit) located before PS (driving unit) near the return drum

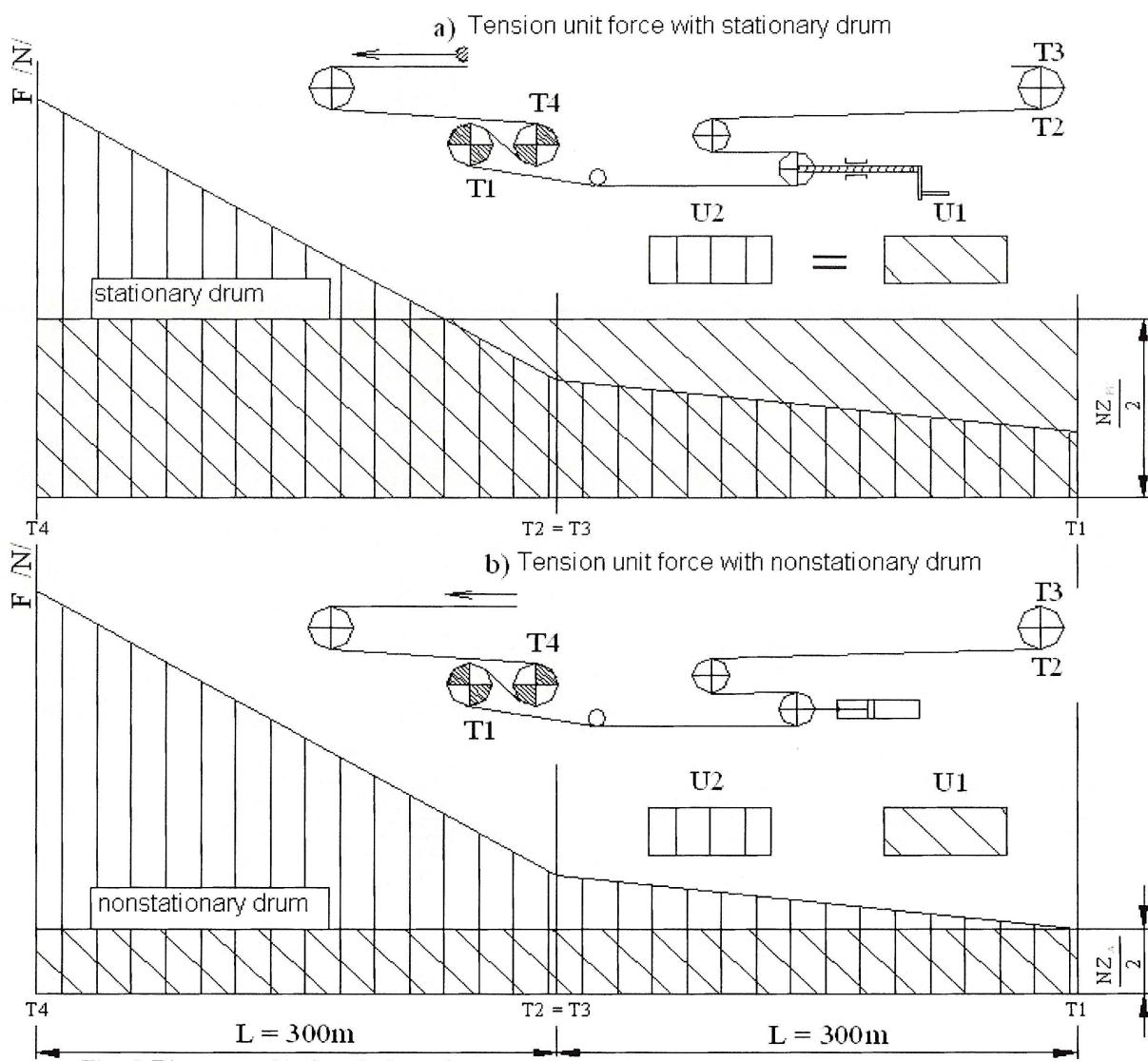


Fig. 3 Diagram of belt pulls in various tension systems

The designers may thus avoid the typical signs of a incorrectly configured conveyor belts in the route:

- too low or too high electric motor outputs;
- impractical conveyor belt starts;
- incorrect selection of belt parameters;
- uselessly high input pull values in the belt, etc.

Using this program both the manufacturer designers and the user designers may attain more economical transport routes.

Projektanti se tak mohou vyvarovat charakteristických znaků nesprávně konfigurovaných jednotlivých dopravníků v trase:

- nízké a nebo zbytečně velké výkony elektromotorů
- neracionální rozdíly dopravníku
- nesprávná volba parametrů dopravního pásu
- zbytečně velké vstupní tahy v dopravním pase apod.

Projektanti výrobce a uživatele se mohou pomocí tohoto programu dopracovat k ekonomičtějším dopravním trasám.

REFERENCES / LITERATURA

- [1] Zur, T., Hardygora, M.: *Przenosniki tasmowe w górnictwie*. Katowice, 1996.
- [2] Vojtek, Z., Matúšová, S., Polák, J., Macura, M., Malyška, B.: *PVC dopravní pásy Fatra (PVC conveyor belts by Fatra)*
- [3] Antoniak, J.: *Urzadzenia i systemy transportu podziemnego w kopalniach*. Katowice, 1990
- [4] Firemní literatura firmy *Creative engineering co. (Creative engineering Co. company brochure)*
- [5] Firemní literatura k software *BELT-PRO (BELT-PRO software company brochure)*

Reviewal / Recenzia: doc. Ing. Daniela Marasová, CSc.