



Ústav konstruování a částí strojů

Rekonstrukce násypky skládkového stroje

Reconstruction of a hopper of a stockyard machine

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2020

Martin BARTOŠ

Studijní program: (B2342) Teoretický základ strojního inženýrství

Typ programu: (B) bakalářský

Studijní obor: (2301R000) bez oboru

Vedoucí práce: Ing. Čespíro Zdeněk, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem: „Rekonstrukce násypky skládkového stroje“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Čespíro Zdeněka, Ph.D. s použitím literatury, uvedené na konci mé bakalářské práce v seznamu použité literatury.

V Praze.....

Martin Bartoš.....

Rekonstrukce násypky skládkového stroje

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych velmi rád poděkoval několika lidem, kteří se významně podíleli na tvorbě mé bakalářské práce a ukázali mi správný směr, kterým se dále dát. Tímto děkuji Ing. Petru Kunzovi za cenné rady a velikou pomoc při řešení problémů spjatých s mou bakalářskou prací, i těch které, nebyli vyloženě strojařské. Největší díky patří mému dědečkovi, který sám pracoval v důlním průmyslu přes 50 let a po celou dobu psaní mé bakalářské práce mi byl nepopsatelně cenným rádcem a byl tu pro mě vždy, když jsem potřeboval. V neposlední řadě patří veliký dík mým rodičům, kteří mě podporovali celou dobu bakalářského studia a bez nichž bych se takto daleko určitě nedostal. Děkuji.

Rekonstrukce násypky skládkového stroje

ANOTAČNÍ LIST

Jméno autora: Martin Bartoš
Název BP: Rekonstrukce násypky skládkového stroje
Anglický název BP: Reconstruction of a hopper of a stockyard machine
Studijní program: B2342 Teoretický základ strojního inženýrství
Obor studia: 2301R000 Studijní program je bezoborový
Ústav: Ústav konstruování a částí strojů
Vedoucí BP: Ing. Čespíro Zdeněk, Ph.D.

Konzultant:

Bibliografické údaje:	Počet stran	44
	Obrázků	27
	Grafů	1
	Rovnic	16
	Tabulek	3
	Příloh	3

Klíčová slova: Rekonstrukce, násypka, skládkový stroj
Keywords: Recostruction, hopper, stockyard machine

Anotace: Bakalářská práce se zabývá rekonstrukcí násypky na uhlí, za použití starých, neaktuálních a nekompletních výkresů. Bylo nutno znovu propočíst pevnostní výpočty a na jejich základě zkonstruovat odpovídající model. Z něj pak byly vypracovány výkresy pro samotnou výrobu.

Abstrakt: The bachelor thesis deals with the problem of reconstruction the coal hopper using old, outdated and incomplete drawings. It was necessary to recalculate the strength calculations and to design the corresponding model. From it were then drawn up drawings for the production itself.

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Bartoš** Jméno: **Martin** Osobní číslo: **473719**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávací katedra/ústav: **Ústav konstruování a částí strojů**
Studijní program: **Teoretický základ strojního inženýrství**
Studijní obor: **bez oboru**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Násypka skládkového stroje

Název bakalářské práce anglicky:

Hopper of landfill machine

Pokyny pro vypracování:

Navrhněte a konstrukčně vyřešte násypku, která bude použita při rekonstrukci skládkového stroje. Při návrhu respektujte stávající připojovací rozměry a požadavky zadavatele. Násypka má též umožnit rozdělení toku materiálu.

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Zdeněk Češpíro, Ph.D., ústav konstruování a částí strojů FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **15.04.2020** Termín odevzdání bakalářské práce: **20.07.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Ing. Zdeněk Češpíro, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. František Lopot, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

OBSAH

1. ÚVOD	1
1.1. POŽADAVKY NA NÁVRH A KONSTRUKCI NAVRHOVANÉ ROZDĚLOVACÍ NÁSYPKY	1
1.2. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ OBECNĚ	2
2. POPIS DOLU A DŮLNÍCH STROJŮ	2
2.1. POVRCHOVÝ DŮL	2
2.1.1. UHLÍ	3
2.1.2. POVRCHOVÁ TĚŽBA	3
2.1.3. SYSTÉMY POVRCHOVÉHO DOBÝVÁNÍ UHLÍ	4
2.1.3.1. HOMOGENIZACE UHLÍ	5
2.2. TECHNOLOGICKÉ CELKY	6
2.2.1. DOBÝVACÍ STROJE	7
2.2.1.1. KOREČKOVÉ RYPADLO	7
2.2.1.2. KOLESOVÉ RYPADLO	8
2.2.2. ZAKLADAČ	9
2.2.3. DÁLKOVÁ PÁSOVÁ DOPRAVA (DPD)	10
2.2.4. SKLÁDKOVÝ STROJ	16
3. NÁVRH A DIMENZOVÁNÍ ROZDĚLOVACÍ NÁSYPKY	18
3.1. ROZDĚLENÍ TOKU MATERIÁLU	18
3.2. TLAK DOPADAJÍCÍHO MATERIÁLU	19
3.2.1. VYPOČTENÍ TLAKU	20
3.2.2. SIMULACE TOKU MATERIÁLU	23
3.3. TLAK PŘI ZÁVALU	26
3.3.1. SIMULACE ZÁVALU	28
3.4. OMEZENÍ PRAŠNOSTI	29
3.5. OTĚRUVZDORNOST	30
3.6. NESROVNALOSTI MEZI DOKUMENTACÍ A SKUTEČNOU KONSTRUKCÍ	31
4. MODELY A VÝKRESY	32
4.1. MODELY	32
4.2. VÝKRESY	34
5. ZÁVĚR	35
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	37
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A INTERNETOVÝCH ZDROJŮ	38
SEZNAM OBRÁZKŮ	39

SEZNAM TABULEK	40
SEZNAM VÝPOČTOVÝCH VZTAHŮ	41
SEZNAM GRAFŮ	42
SEZNAM PŘÍLOH	43

1. Úvod

Bakalářská práce řeší problematiku rekonstrukce násypky pro skládkový stroj USSK4/S9 na Severočeských dolech a.s. (Doly Nástup Tušimice a Doly Bílina). Stroje jsou lehce odlišné, nicméně mnou navrhovaná násypka je konstruována pro univerzální použití na obou strojích.

Hlavní motivací práce byl fakt, že skládkový stroj na Dolech Bílina je v provozu více jak 20 let a jeho provozovatel zadal Prodecu provedení jeho generální opravy, při které musí být dodána nová rozdělovací násypka. Avšak původní výrobní dokumentace stroje nebyla k dispozici (dodávka stroje od společnosti KSK Komořany, podle německé dokumentace firmy MAN). K dispozici byl pouze zastaralý sestavný výkres, který byl předán provozovateli při uvedení stroje do provozu, jako součást průvodní dokumentace stroje. Proto bylo třeba vytvořit zcela nové modely a výrobní výkresy stroje, podle kterých by bylo možno požadované nové díly pro skládkový stroj znovu vyrobit.

Funkce daných strojů jsou na jednotlivých dolech rozdílné. Na Dolech Nástup Tušimice slouží k homogenizaci uhlí viz. 2.1.3.1. Oproti tomu Doly Bílina používají skládkový stroj hlavně k umožnění nezávislosti těžby na odběru uhlí, tzn. pokud je odstávka provozu úpravny uhlí, těžba na dole nemusí být přerušena a opačně, v případě přerušování těžby na dole, je uhlí do úpravny dodáváno ze skládky.

1.1. Požadavky na návrh a konstrukci navrhované rozdělovací násypky

Základní funkcí rozdělovací násypky na spodním konci mezipasu (viz. 2.2.4.) je rozdělovat tok materiálu tak, že dopravovaný materiál z dolu je propuštěn strojem a pokračuje po dopravní lince do úpravny uhlí, nebo je nakládán na mezipas a dopravován do středu stroje a poté výložníkovým pasem k založení na skládku. Ochrana proti závalu je zajištěna kapacitní sondou, která je chráněna při toku materiálu krytem a při závalu se aktivuje a vypíná příslušné pohony (v tomto případě celou linku odtahových uhelných dopravníků, včetně těžebního stroje.)

Dobrym vedením dopravovaného materiálu maximálně omezit prašnost.

Stěny násypky, pokud přichází do styku s těživem, vyložit otěruvzdorným materiálem tak, aby nebyla omezena funkčnost.

Spodní hrany násypky opatřit výměnnými lištami se stírací gumou.

Cílem je tedy navrhnout násypku, která odpovídá všem výše zmíněným požadavkům a ve všech směrech plní požadované funkce zadané objednatelem generální opravy.

1.2. Technické řešení obecně

Funkce násypek obecně je umožnit nakládání těživa na pásový dopravník v libovolném místě jeho podélné osy. Technologicky navazují na dobývací stroj, respektive nakládací zařízení a zpravidla jsou součástí porubních pásových dopravníků. [1]

V pojetí globálním jsou násypky důlních strojů mocně rozšířenou entitou, a tudíž i jejich zpracování a možností návrhů je nemálo. Nicméně se jedná o minoritní část v jinak obrovském technologickém komplexu těžebních strojů, takže ukázka řešení této problematiky jinými je nesnadná, neboť každá společnost si své výrobní postupy bedlivě střeží. Proto se na konstrukci násypek a jejího umístění v technologickém celku bude pohlížet pouze z literárního hlediska, tak jak je popsáno v odborných skriptech. To bude dostačující pro rozsah této práce.

2. Popis dolu a důlních strojů

Aby bylo možné správně porozumět řešené problematice, je nutné danou část zařadit do celku. Proto bude nyní pozornost věnována dolu komplexně, stejně tak hlavní těžební technice užitá na dole a ostatním operacím, které nelze při důlní činnosti opomíjet.

2.1. Povrchový důl

Na povrchových dolech severočeského regionu se těží hnědé uhlí. To sice nedosahuje takových kvalit jako černé uhlí, ale své využití nachází hlavně v energetice. Především v tepelných elektrárnách, kde není třeba vysoce kvalitního černého uhlí, jehož podzemní zásoby jsou podstatně menší a jehož cenová dostupnost je horší než v případě uhlí hnědé. Další důležité parametry hnědé uhlí, jmenovitě výhřevnost a spalné teplo, jsou také víc než uspokojivé pro danou aplikaci v energetickém průmyslu.



Obr. 1.: Hnědouhelný povrchový důl Bílina

2.1.1. Uhlí

Existují různé typy uhlí a ty logicky disponují odlišnými vlastnostmi. Pro představu, tyto vlastnosti mohou být: výhřevnost, obsah síry, obsah popela a mnoho dalších parametrů, které určují výslednou kvalitu uhlí a z toho přímo plynoucí i cenu výsledného produktu. Avšak tyto parametry jsou minoritní, když dojde na samotný návrh těžebních strojů a jejich příslušenství. Zde se především hledí na rozpojovací sílu materiálu tzn. sílu potřebnou k oddělení části daného materiálu od spojitého celku (rypný odpor). Pohybuje se v hodnotách 100-200 kN/m.

Jednotlivých druhů hnědého uhlí je nespočet, avšak zde budeme uvažovat zjednodušený model materiálu, daný dle zadání práce. Parametry těženého a následně přepravovaného materiálu jsou: kusovitost 0-400 mm, množství až 2 500 t/h a měrná hmotnost 1 100 kg/m³.

2.1.2. Povrchová těžba

Princip povrchového dobývání uhlí se zpočátku může jevit jako vcelku prostý, avšak skrývá se v něm desetiletí usilovné práce. Nejprve se odstraní všechna zemina nad uhlím, respektive skrývka a poté se těží vlastní uhlí. Protože skrývkový poměr (poměr tloušťka

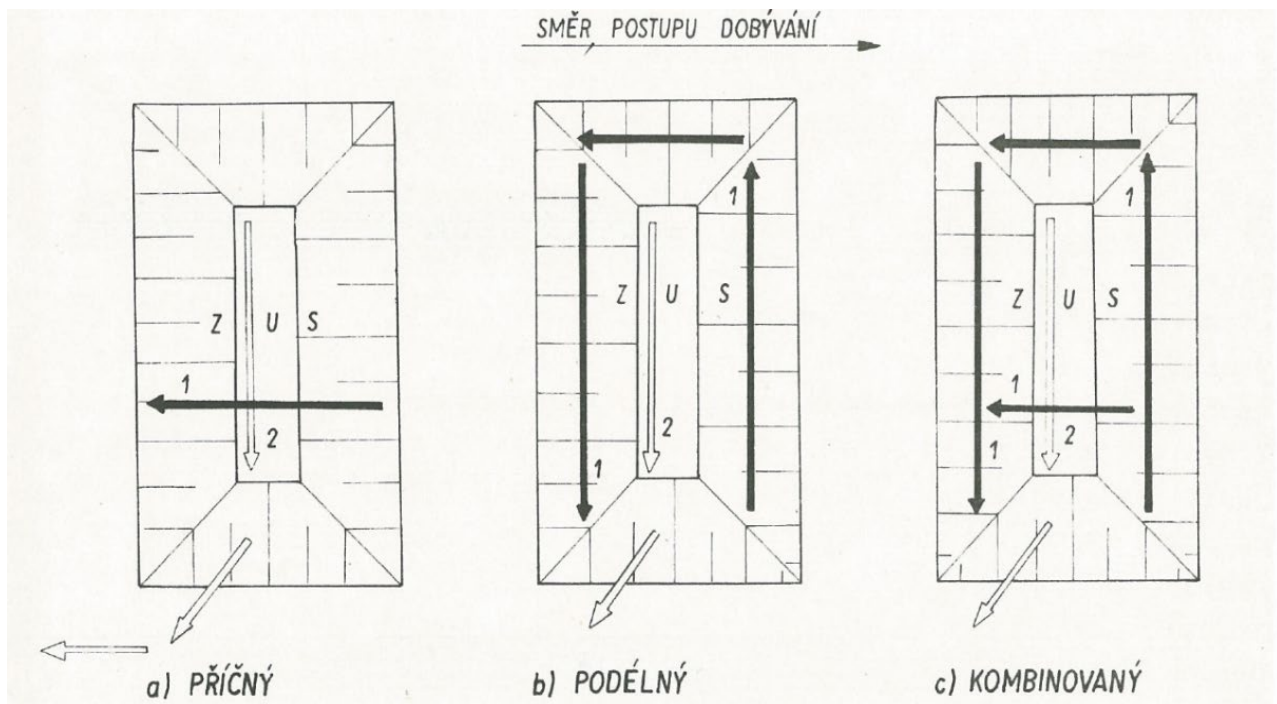
Rekonstrukce násypky skládkového stroje

uhlí a skrývky) je cca 1:3 a to pouze v optimálním případě, jinak může být i 1:9, tak byly těžební stroje rozděleny. Dělí se na:

- Technologické celky určené k odstranění skrývky (Technologické celky TC viz.: 2.2.)
- Technologické celky určené k těžbě uhlí (ty mají mnohonásobně menší výkon než celky TC pro těžbu skrývky)

2.1.3. Systémy povrchového dobývání uhlí

Základní rozdíly mezi systémy povrchového dobývání spočívají především v systému provádění skrývkových prací. Rozhodující význam a vliv při výběru technologie a typu technologického zařízení má směr a způsob přemísťování skrývkových hmot. Podle směru se dělí na příčné, podélné a kombinované. [1]



Obr. 2.:

Obr. 2.: Dělení systémů povrchového dobývání dle směru přemísťování materiálu [1]

- 1- Směr dopravy skrývky S-Skrývkové řezy
 2- Směr dopravy uhlí U-Uhelné řezy
 Z-Výsypkové etáže

Podle způsobu přemísťování se dělí na beztransportní (znamená přemísťování hornin na vnitřní výsypku bez dopravních prostředků,

bez použití dopravníků, například pomocí rypadel s vlečným korečkem) a na transportní. [1] [2]

Vlastní technologie povrchového dobývání podle použitého technologického zařízení může být:

- Kontinuální: Všechny fáze technologického procesu (dobývání, doprava, zakládání) probíhají nepřetržitě.
- Cyklická: Jednotlivé fáze probíhají střídavě v cyklech, ve kterých se střídají produktivní a neproduktivní operace.
- Kontinuálně cyklická: Kombinace předchozích technologií [1], [2]

System užitý v Doly Bílina a Doly Nástup Tušimice je výhradně transportní s podélným přemísťováním nadložních hornin.

Technologie je zásadně kontinuální.

2.1.3.1. Homogenizace uhlí

Do tohoto tematického celku spadá i pojem homogenizace uhlí.

Jedná se o proces, při němž se míchá uhlí s různými kvalitativními vlastnostmi, jmenovitě obsah popela a sirnatost.

Dáno je to především tím, že Severočeské doly a.s. mají uzavřenou smlouvu s tepelnými elektrárnami na dodávku určité kvality uhlí. Tato smlouva stanovuje, že obsah popela ve výsledné uhelné „směsi“ (např. pro elektrárnu Ledvice) bude 37-41 %. Pokud tyto požadavky nebudou splněny, cena výsledného produktu poklesá což je zcela zřejmě nežádoucí. [5]

Nutnost homogenizace je dána faktem, že z Dolu Bílina může být dodáno uhlí až o 5 různých kvalitativních třídách s obsahem popela v rozsahu 20-53 %. [5]

Možných technologií homogenizace uhlí je více (např. princip hlubinných zásobníků, kdy do různých zásobníků je sypáno uhlí určité kvality a při odběru z nich je uhlí navzájem mícháno tak, aby bylo dosaženo požadované kvality), ale vzhledem k zaměření této práce se zde budeme koncentrovat na homogenizaci pomocí skládkových strojů.

Tento princip spočívá ve skladování uhlí na homogenizační skládce, při nepřetržitém monitorování jak jeho kvality, tak přesného umístění v prostoru skládky. Uhlí je na homogenizační skládce skladováno ve vrstvách, v každé vrstvě se nachází uhlí s jinou kvalitou a při zpětném odběru dle speciálního programu dochází

k „mixování“ různých kvalit uhlí, respektive k homogenizaci. Tím lze dosáhnout požadovaných parametrů příslušné elektrárny.

2.2. Technologické celky

Důl sám o sobě je dechberoucím místem. Jedná se o zářez do země, v případě dolu Bílina cca 7 km dlouhý, cca 200 m hluboký a cca 1,5 km široký. Tato „díra“ se ročně vlivem postupu těžby posune o 100 m. Tyto rozměry jasně indikují, že množství vytěžené skrývky a následně samotného uhlí bude kolosální.

Pro kontinuální technologii povrchového dobývání je typické použití nepřetržitě pracujících technologických komplexů. Tyto celky jsou složeny z několika strojů, jmenovitě: dobývací stroj (kolesové nebo korečkové rypadlo), dálková pásová doprava (včetně technologického příslušenství) a zakladač.

Tyto technologické komplexy jsou řazeny do určitých výkonnostních celků. [1], [2]

Na povrchových dolech Bílina a Nástup Tušimice jsou přítomny 2 typy těchto celků, TC3 a TC2. Pro představu, jeden TC3 by zvládl zasypat Václavské náměstí do výšky 20 m za 1 měsíc.

Co se týče samotné těžby uhlí, používají se stroje menší. Vychází to z prostého faktu, že množství těženého uhlí je výrazně menší než množství vytěžené skrývky.

Vzhledem k dané problematice, takovýto přehled dobývacích celků postačí. Hlavním parametrem ovlivňujícím návrh násypky bude množství a velikost dopravovaného materiálu, to bude především dáno typem pásové dopravy.

Tab. 1.: Příklady základních parametrů celků TC dodaných firmou PRODECO a.s.

TC	Jmenovitý výkon (m^3/h)	Rypadlo	Hmotnost (kg)	Délka (m)	Výška (m)	Zakladač
TC-2	5000	RK 5000**	5500	158	25	ZPD 8000
-//-	-//-	KU 800*	3900	157	51	ZP 5500
-//-	-//-	SRs 1500***	4000	160	35	ZP 6600
TC-3	10000	K 10000	5000	131	57	ZP 10000

*Pozn. stroj KU 800 byl konstruován a dodán Uničovskými strojírnami.

** RK 5000 je již odstaveno z provozu

*** SRs1500 dodalo Prodeco ve spolupráci s firmou KRUPP

2.2.1. Dobývací stroje

Pro dobývání surovin v lomech jsou používána rypadla. Z hlediska použité technologie je nejdůležitější způsob provádění práce. Toto rozdělení je identické jako dělení dle způsobu přemístění materiálu (Kontinuální, cyklické, kontinuálně-cyklické). [1], [2]

Přizpůsobení dalších elementů specifickým podmínkám, v nichž bude rypadlo pracovat, je otázkou konstrukční a jakožto takovou přesahuje daná problematika rozsah této bakalářské práce, a proto zde nebude dále řešena.

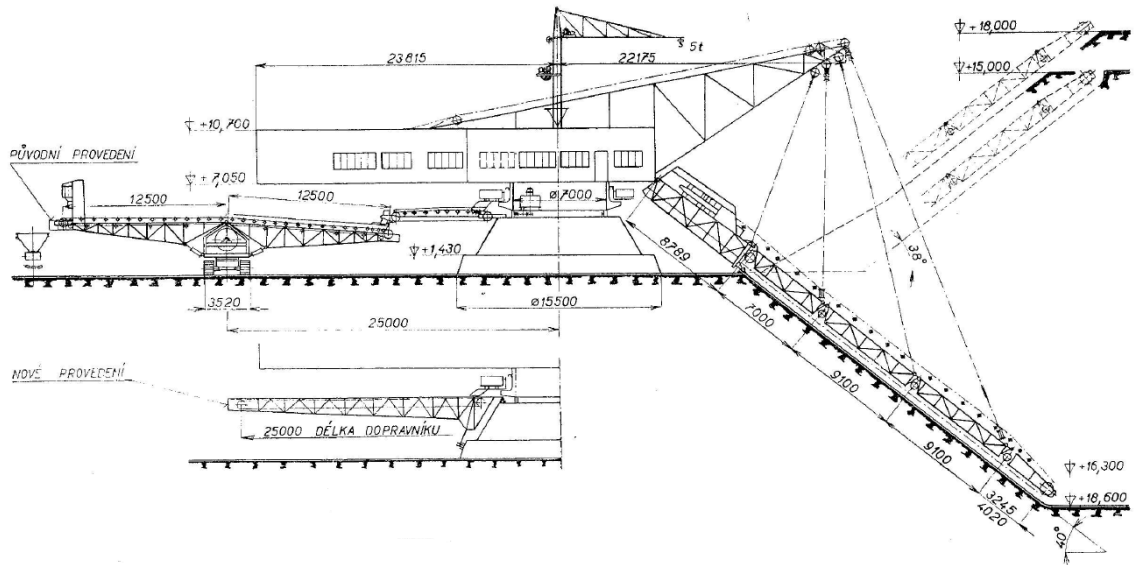
Konstruovaná rypadla firmou PRODECO a.s. jsou např. RK-5000 a K-10000, dále pak firma dodala i SchRs 1550 a SchRs1320. Všechno to jsou rypadla pracující nepřetržitým způsobem, respektive kontinuální. Jejich základní technologická funkce spočívá v plynulém rozpojování, nabírání a přemísťování hornin až k místu předávání na navazující dopravní zařízení. [2]

Tato rypadla se dělí na korečková a kolesová. Jediné korečkové rypadlo z výše jmenovaných a použitých v posledních letech je RK 5000, zbylá rypadla jsou kolesová. Základní rozdíl mezi těmito dvěma typy je ve vzdálenosti mezi působišťem výslednice rypné síly a těžištěm rypadla.

2.2.1.1. Korečkové rypadlo

Korečkové rypadlo se používá do těžších těžebních podmínek, to je dáno možností vyvinutí velké rypné síly na těžný materiál. (zvláště při spodním řezu). Velká rypná síla je dána konstrukčním řešením stroje, protože výslednice rypné síly prochází blízko těžiště stroje, což umožňuje užití výkonnějších a tedy hmotnějších pohonů, které jsou navíc umístěny blízko středu stroje, takže nemají tak markantní vliv na stabilitu stroje a logicky z toho plyne, že i působící celková rypná síla bude větší než u kolesových rypadel. Hlavním těžebním nástrojem je X korečků, které jsou uspořádány do korečkového řetězu, ten je vedený vodičem korečků, jehož poloha je ovládána soustavou vrátek v zadní části stroje. Avšak nevýhodou zůstává složitost zařízení a přítomnost velkého množství dílů, které se při práci opotřebovávají (vodící řetěz, větší množství korečků). Kvůli tomuto faktu se korečková rypadla aktuálně už nepoužívají a přešlo se na rypadla kolesová.

Co se rypadel dodaných firmou PRODECO a.s. týče, tak jsou v České republice nyní provozu pouze rypadla kolesová.



Obr. 3.: Korečkové rypadlo typu RK 5000 [2]

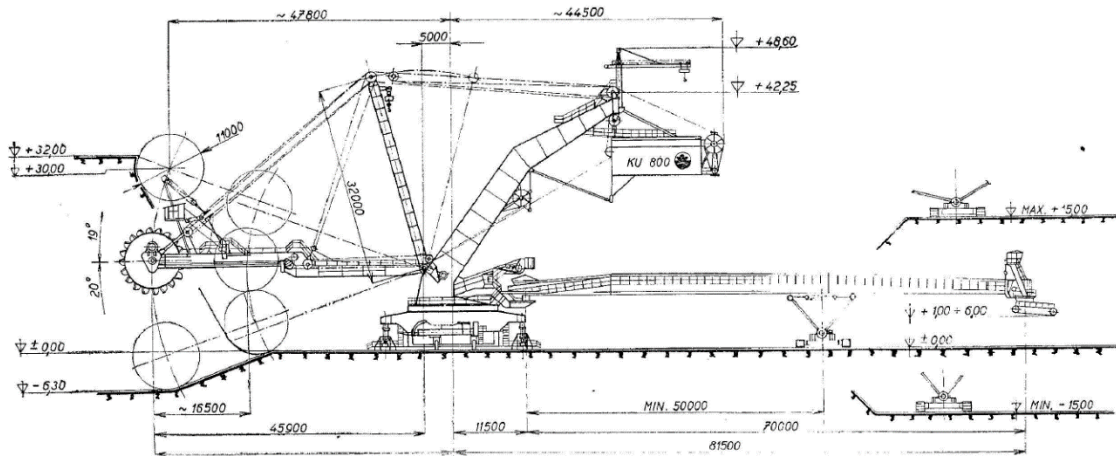


Obr. 4.: Korečkové rypadlo RK 5000 nasazené na dole

2.2.1.2. Kolesové rypadlo

Velkou výhodou kolesových rypadel je jejich relativní jednoduchost. Oproti korečkovému rypadlu nemá korečkový řetěz a korečky jsou umístěny na kolese, kam se jich sice vejde méně než na korečkový řetěz, avšak to je kompenzováno snadnější obsluhou a údržbou stroje. I když kolesová rypadla nemohou vyvinout tak velkou celkovou řeznou sílu, kvůli velké vzdálenosti mezi výslednicí

rypné síly a těžištěm stroje, tak díky své jednoduchosti dominují dnešní důlní scéně, co se týče dobývacích strojů.



Obr. 5.: Kolesové rypadlo typu KU 800 [2]



Obr. 6.: Kolesové rypadlo K 10000 na Dole Bílina

2.2.2. Zakladač

Zakladače jsou speciální stroje pro ukládání nadložních hornin na výsypkách. Používají se převážně při povrchovém dobývání hnědého uhlí. Zakladače se dělí podle typu transportu zakládaného materiálu, ke kterému slouží na:

- Pásové (pracují ve spojení s DPD)
- Kolejové (pracují ve spojení s kolejovou dopravou) [1] [2]

Na povrchových dolech Bílina a Nástup Tušimice se v dnešní době nachází pouze zakladače pásové. Ty jako takové mají stejnou funkci jako všechny ostatní zakladače. Vlastní koncepce stroje se liší v některých detailech od zakladačů kolejových. Zemina se z kteréhokoliv místa pásového dopravníku na výsypce (s výjimkou poháněcí a vratné stanice) odebírá pomocí shazovacího vozu a předává na spojovací pás zakladače, odkud je přes střední sýpku usměrňována na hlavní pás, který je na vykládacím výložníku.[1]
[2]



Obr. 7.: Zakladač ZPDH 6300 na Dole Nástup Tušimice [8]



Obr. 8.: Zakladač ZP 6600 na Dole Nástup Tušimice [8]

2.2.3. Dálková pásová doprava (DPD)

Je jedním ze základních článků transportního systému dobývání s kontinuální technologií na povrchových dolech.

Základní funkcí DPD je přepravit vytěžené hmoty od těžebního stroje do míst zakládání (přeprava skrývky), respektive do místa odběru (přeprava uhlí). Charakteristické vlastnosti DPD na povrchových dolech jsou:

- Šířka pasu, rychlost pasu a dopravovaný výkon
- Časté změny postavení a délek dopravních tras dané postupem těžby a zakládáním na dobývacích a zakládacích plošinách
- Přetržité, respektive plynulé změny polohy nakládacích a vykládacích míst
- Překonávání větších sklonů, dopravních výšek a vzdáleností aj. [2]

Důvodem značného rozšíření DPD na povrchových dolech je řada technických a technologických výhod ve srovnání s kolejovou a automobilovou dopravou. Ty jsou:

- Kontinuita dopravního procesu
- Vysoká dopravní výkonnost a produktivita práce
- Schopnost překonávat relativně velké výškové rozdíly terénu (v závislosti na sypkosti materiálu)
- Relativně nízké náklady práce [2]

Avšak ani tato technologie není bez nedostatků. Účinnost a výkonnost DPD může být negativně ovlivněna některými vlastnostmi těživa (kusovitost, lepivost). Další nevýhodou je snižování provozní spolehlivosti s rostoucí dopravní vzdáleností.

Co se týče dělení DPD, tak se jedná o komplexní transportní systém pro přemísťování vytěžených hmot, který sestává z:

- Pásových dopravníků

Jedná se o systém vzájemně navazujících pásových dopravníků řazených za sebou a tvořících dopravní linku.

Z hlediska průběhu dobývacího procesu se dělí na stabilní (trvale zachovávají trasu prvotního položení) a přemístitelné.

Z pohledu technologického použití se dělí na porubní (umístěné na pracovních plošinách dobývacích stojů), zakládací (na plošinách zakládacích strojů) a spojovací (spojuje porubní a zakládací).

Poslední z možností, jak lze dělit DPD, je dle způsobu přemísťování. Na přestavitelné (při přemístění nutno provést montáž a demontáž celku) a na přesuvné (při přemístění se neprovádí

remontáž, tzn. jednotlivé díly dopravníku jsou přetaženy na nové místo za pomoci tahacího bagru).

Pásový dopravník obecně sestává z poháněcí stanice, vratné stanice, střední části a pásu.

- Technologického příslušenství

K základnímu příslušenství pásových dopravníků náleží tato zařízení. Násypky, shazovací vozy, pásové rezervy a obracení spodní větve pásu.

Základní funkce násypek už byla popsána dříve v této práci. Shazovací vozy umožňují odebrání materiálu v libovolném místě podélné osy dopravníku (myšleno osy DPD). Pásové rezervy zprostředkovávají možnost rychle měnit délku pásového dopravníku v rozsahu cca 15-40 m (lze zkracovat i prodlužovat), lze tím zabránit vzniku pásových smyček při výjezdu smyčkového vozu z pásového dopravníku. Obracení spodní větve pásu zabraňuje znečištění dopravy otěrem „přilepeného“ materiálu z pásu. K samotnému čištění dochází pouze ve dvou místech pásového dopravníku, a to v prostoru poháněcí a vratné stanice.

- Doplnkového zařízení

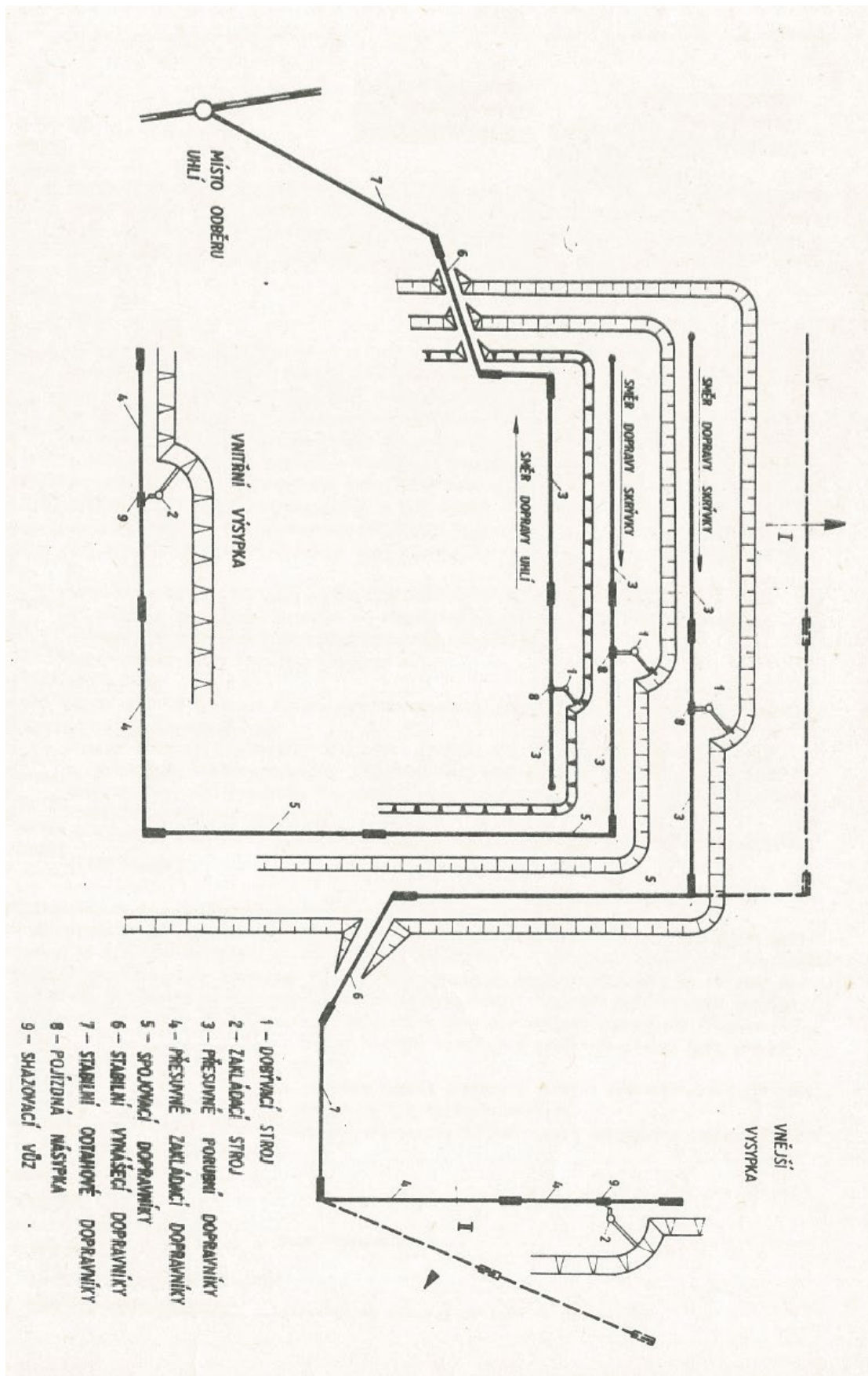
Používá se pouze v případech náročných provozních podmínek a speciálních provozních podmínek. Může se jednat o tato zařízení: pásové vozy (využití např. rozdělení nebo předání těživa, homogenizaci aj.), vynášecí mosty, rozdělovací zařízení, předávací stanice a drtiče.

- Pomocné mechanizace

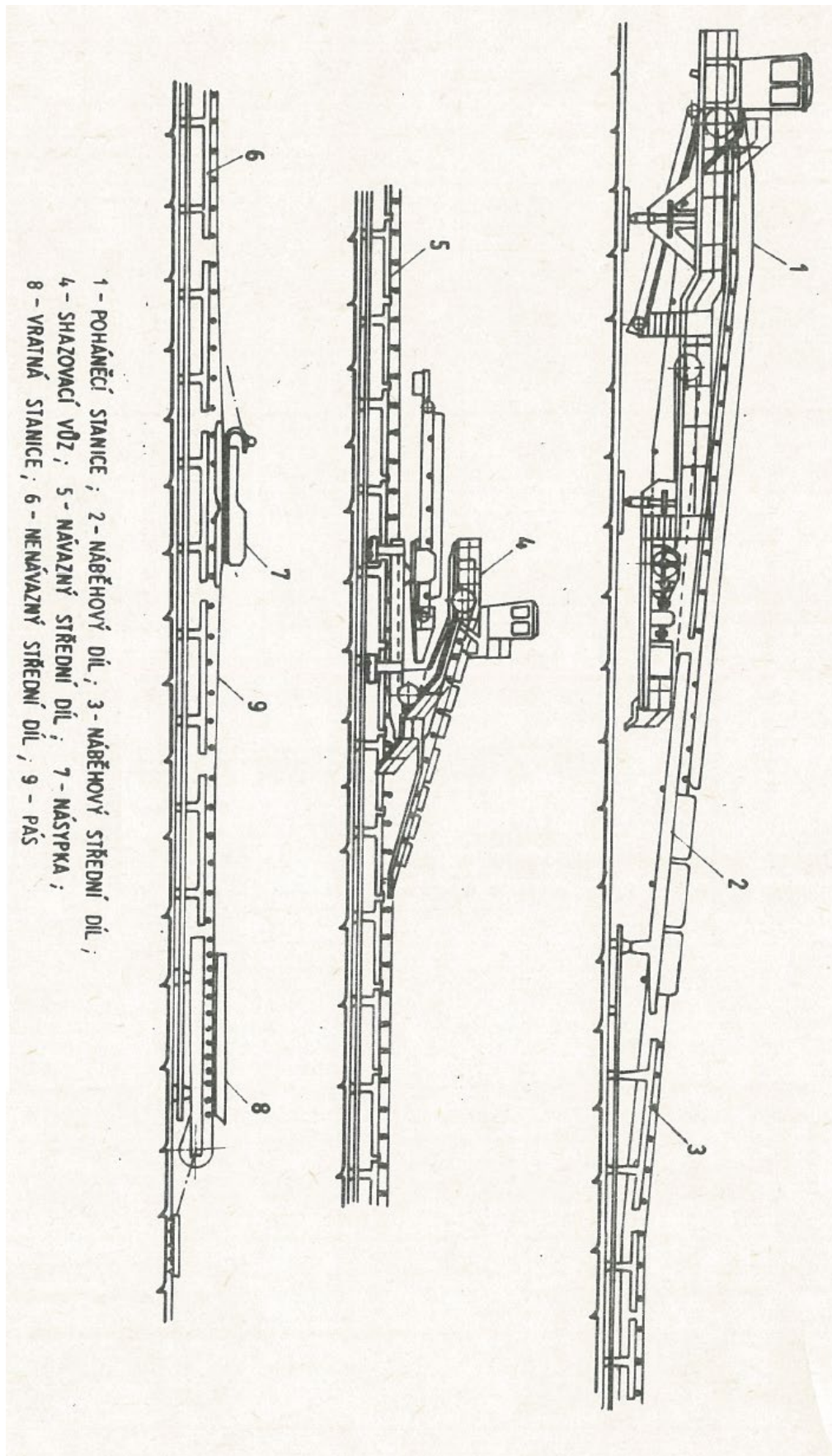
Souhrn všech zařízení nutných k údržbě a obsluze DPD. [3]



Obr. 9.: Pohled na DPD (včetně poháněcích stanic) na Dole Bílina



Obr. 10.: Schéma technologického užití DPD [3]



Obr. 11.: Funkční schéma pásového dopravníku [3]

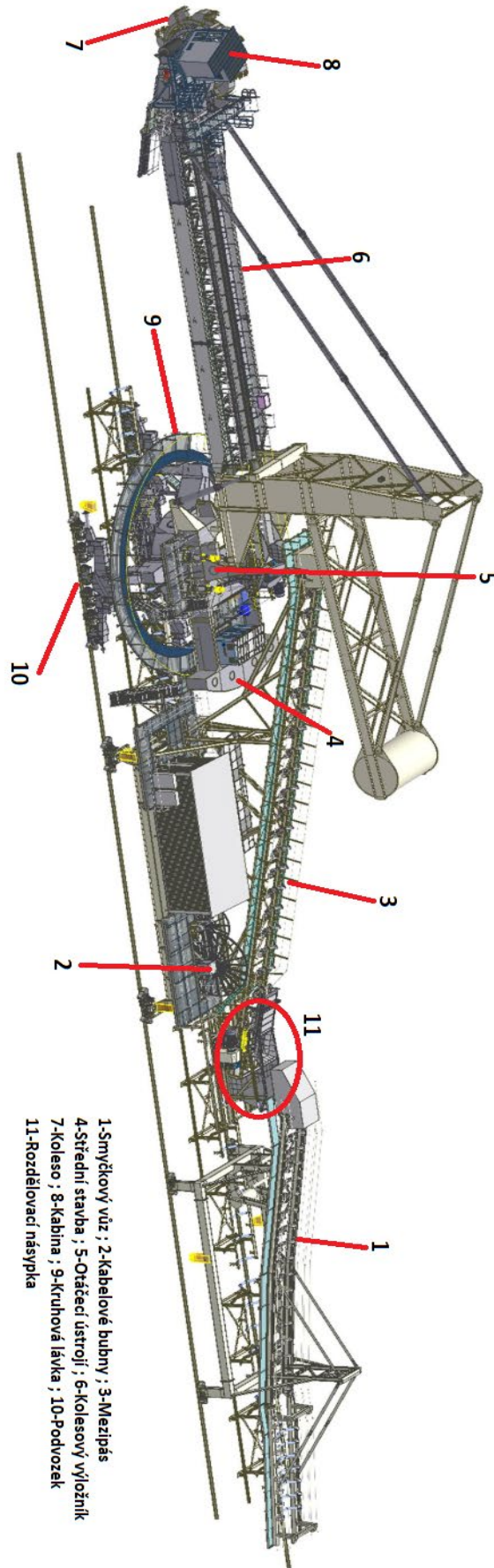
2.2.4. Skládkový stroj

Tento typ stroje je používán k tvorbě „záložní skládky“, případně ho lze použít k homogenizaci. Požadavky na jeho funkčnost zahrnují, jak možnost nabírat těžný materiál ze skládky, tedy schopnost nabírat, tak mít schopnost zakladače vysypávat materiál na homogenizační skládku. Je napojen na DPD uhelných odtahů.

Konkrétní skládkový stroj USSK4/S9, pro který je navrhována násypka, je součástí DPD na uhelných odtazích. Pro potřeby nepřetržitého provozu stroje je nezbytně nutná celková generální oprava a rekonstrukce skládkového stroje. Teprve poté bude opět splňovat požadavky pro možnost využití depa 2500 t/h (zakládání materiálu) a redepa 1500 t/h (zpětného odběru materiálu). [4]

Tab. 2.: Hlavní parametry Skládkového stroje USSK4/S9 [4]

Výkon stroje	Depo 2500 t/h, Redepo 1500 t/h
Šíře pásu	1600 mm
Rychlost pásu	4,5 m/s
Celková hmotnost	614 t
Celkový instalovaný příkon	535 kW



Obr. 12.: Model skládkového stroje

Rekonstrukce násypky skládkového stroje

3. Návrh a dimenzování rozdělovací násypky

Při navrhování a pevnostním dimenzování konstrukce rozdělovací násypky bylo nutné splnit více kritérii.

Jeden z hlavních požadavků na provedení celkového návrhu konstrukce byl zachování připojovacích rozměrů rozdělovací násypky a skládkového stroje (dle dodávky stroje od společnosti KSK Komořany, podle německé dokumentace firmy MAN).

Další požadavky, které bylo nutné při navrhování konstrukce zohlednit jsou:

- Možnost rozdělení toku materiálu
- Odolání tlaku dopadajícího materiálu na zadní stěnu hlavního tělesa násypky (viz. Obr. 12.)
- Odolání tlaku při závalu
- Omezení prašnosti zařízení
- Otěruvzdornost

Pevnostní výpočty, které zde budou uvedeny, jsou orientační a slouží pro ověření návrhu nikoliv pro návrh samotný (použity jako názorná ukázka). Při navrhování se vycházelo ze zvyklostí a zkušeností poskytnutými firmou PRODECO, a.s.

Použitý materiál je S355JR (kromě otěrových plechů).

Tab. 3.: Materiálové vlastnosti oceli S355JR [6]

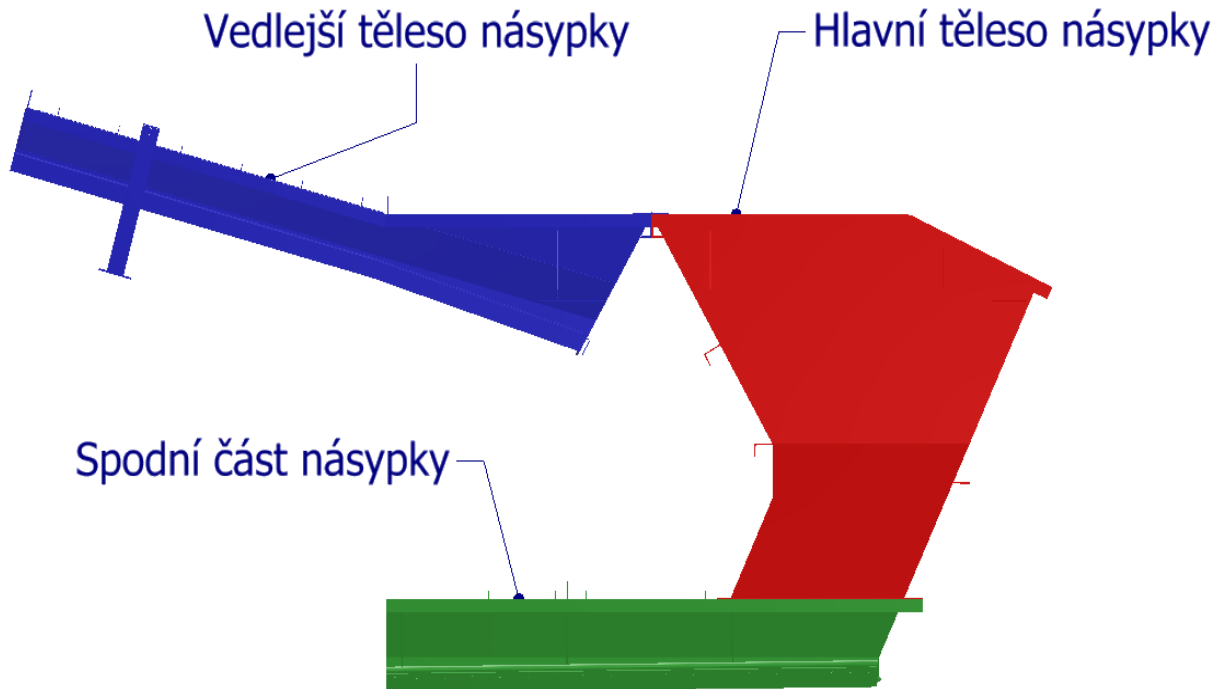
Mez pevnosti	500 MPa
Mez kluzu	355 MPa
Hustota	7 850 m ³ /kg
Modul pružnosti (tah a tlak)	210 GPa
Modul pružnosti (smyk)	81 000 MPa
Poissonova konstanta	0,3

Při navrhování se vyskytly určité nesrovnalosti mezi originální dokumentací a skutečným provedením stroje, proto bylo nutné upravit, či kompletně změnit původní návrh, aby vyhovoval v celé míře zadání práce.

3.1. Rozdělení toku materiálu

Je umožněno posuvným smyčkovým vozem a tvarem rozdělovací násypky. Tento návrh byl převzatý z původní dokumentace.

Rozdělovací násypka sestává ze 3 hlavních podsestav. Jmenovitě: vedlejší těleso násypky, hlavní těleso násypky, spodní část násypky.



Obr. 13.: Hlavní podsestavy rozdělovací násypky

Dělení směru toku materiálu funguje tak, že pokud se smyčkový vůz nachází dále od otáčecího ústrojí, respektive od středu stroje (viz.: Obr. 12.), tak je vytěžený materiál shozen ze smyčkového vozu (viz.: Obr. 12.) do hlavního tělesa násypky, které ústí na pásový dopravník jdoucí pod celým strojem a navazující na DPD, který směřuje dále (úpravna uhlí a následně tepelná elektrárna).

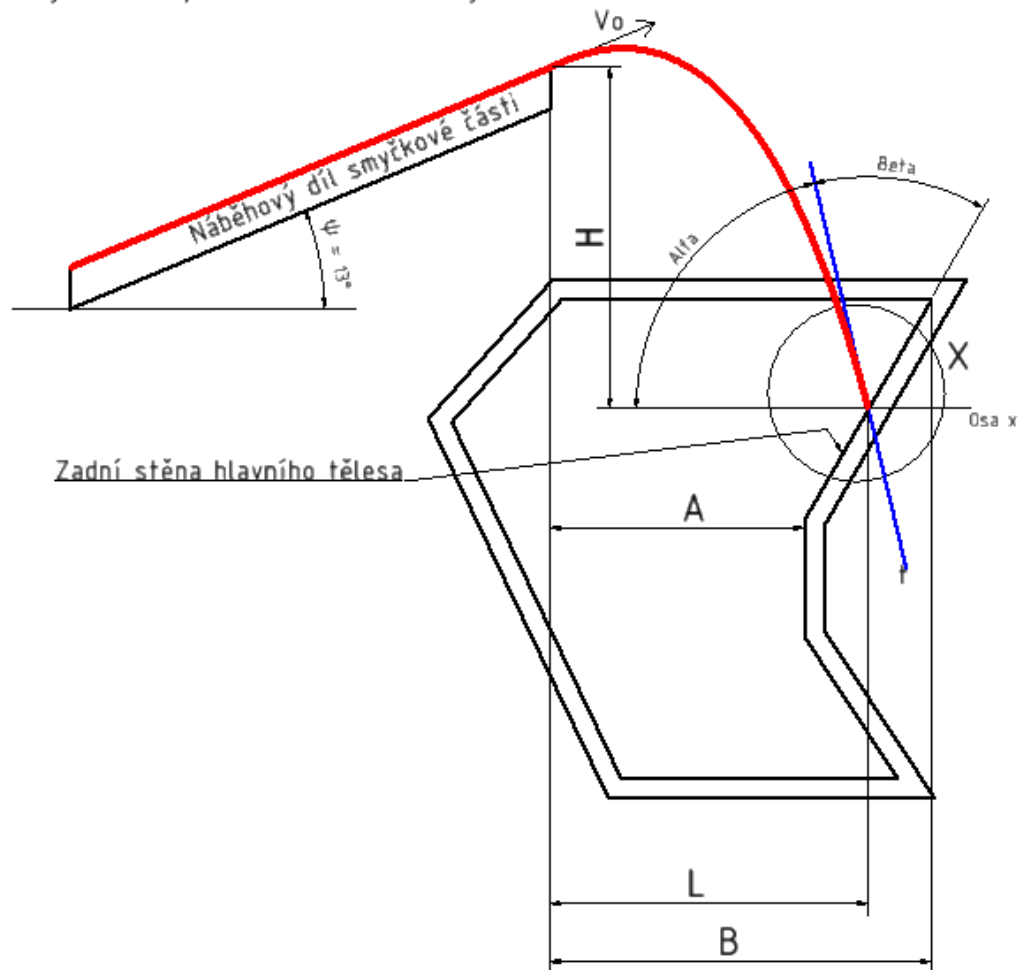
Při nastavení smyčkového vozu blíže ke středu stroje, je vytěžený materiál shazován smyčkovým vozem do vedlejšího tělesa násypky. Ten vede materiál na pásový dopravník, jenž směřuje do středu stroje a dále pak na kolesový výložník. Toto umožňuje skládkovému stroji zakládat dopravované uhlí na skládku.

3.2. Tlak dopadajícího materiálu

Při navrhování konstrukce rozdělovací násypky se musí počítat s relativně velkým tlakem dopadajícího materiálu na zadní stěnu hlavního tělesa.

3.2.1. Vypočtení tlaku

Trajektorie dopravovaného materiálu je znázorněna červeně



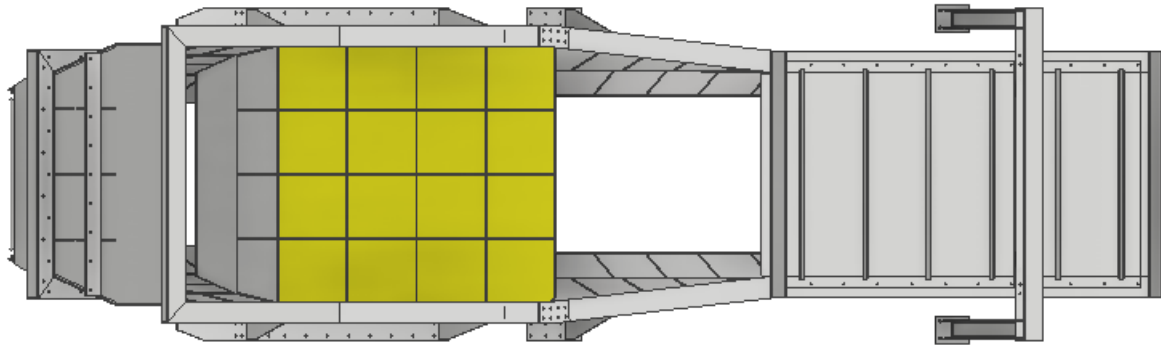
Obr. 14.: Názorné schéma dopadajícího materiálu na zadní stěnu hlavního tělesa

Při výpočtu je celý objem padajícího materiálu zjednodušen na nekonečně malou (myšleno objemově) křivku. V původním objemu materiálu by tato křivka byla součástí spodní plochy ohraničující tok materiálu.

Pro výpočet tlaku dopadajícího materiálu na zadní stěnu hlavního tělesa rozdělovací násypky bude užit základní vztah.

$$p = \frac{F_l}{S} \text{ [Pa]} \quad (1)$$

Přičemž $S = 3,5223 \text{ m}^2$ (data z návrhového modelu, viz.: Obr. 15.)



Obr. 15.: Model rozdělovací násypky s vyznačenou plochou S

Jedinou neznámou nyní zůstává síla FL . Ovšem z výpočtů vyjde obecná síla F , která působí na stěnu pod úhlem $Beta$. Tu bude nutné rozložit do složek, aby bylo možné zjistit sílu FL .

Pro výpočet je také nutná znalost jednoho z parametrů H a L , ty jsou nicméně jedním z výstupů tohoto problému, ale jejich výpočet je irelevantní vzhledem k řešené problematice, a proto bude hodnota L vhodně aproximována hodnotami, které jsou známy z návrhového modelu a hodnota H bude dopočtena v závislosti na této aproximaci. Tato aproximace způsobí nepřesnost výpočtu, kterou bude nutno kompenzovat vyšší bezpečností konstrukce.

$$A = 2,259 \text{ m}, B = 2,929 \text{ m}$$

$$L = \frac{(A+B)}{2} = 2,494 \text{ m} \quad (2)$$

Materiál padající z ramena smyčkového vozu se dá brát zjednodušeně jako model šikmého vrhu. Tento model má velice jednoduché, a hlavně známé řešení. Z této znalosti pak lze usoudit, že padající materiál má parabolickou trajektorii. Dále se bude počítat s tímto zjednodušeným matematickým modelem. Nejprve bude spočítán čas pádu materiálu.

$$t_c = \frac{L}{V_o \cdot \cos(\psi)} = 0,569 \text{ s} \quad (3)$$

Ze znalosti hmotnostního toku (viz. tab. 2.)

$$\dot{m} = 2500 \frac{\text{t}}{\text{h}} = 694,4 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

a rychlosti dopadajícího materiálu, která se dopočítá pythagorovou větou ze složek rychlosti do směru x a do směru y , se určí síla F .

$$V_x = V_o \cdot \cos(\psi) = 4,384 \text{ m/s}$$

$$V_y = V_o \cdot \sin(\psi) - g \cdot t = -4,569 \text{ m/s} \quad (4)$$

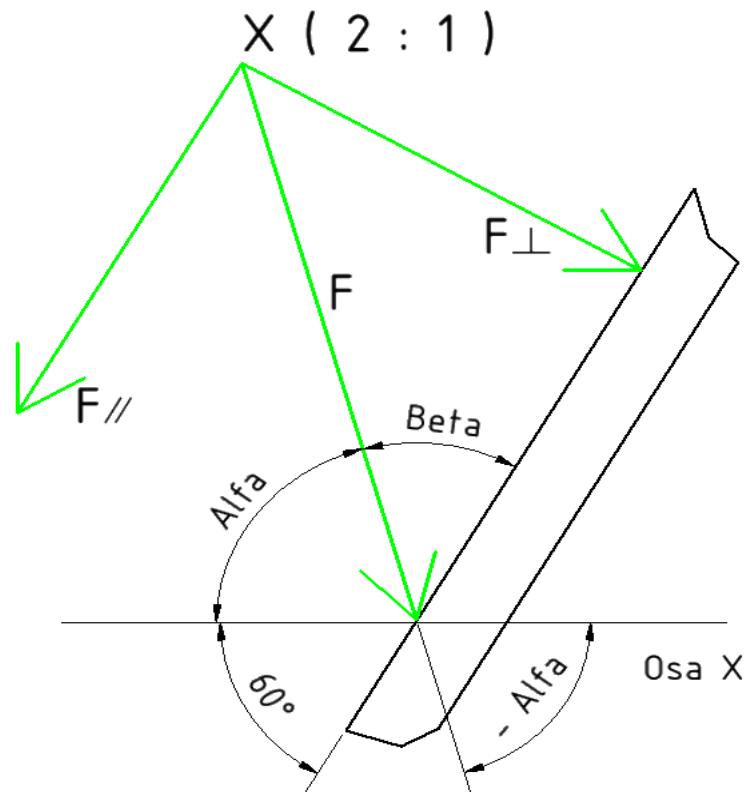
$$V_c = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = 6,333 \text{ m/s} \quad (5)$$

$$F = \dot{m} \cdot V_c = 4\,397,64 \text{ N} \quad (6)$$

Obecná síla F působí na zadní stěnu hlavního tělesa pod úhlem $Beta$, k výpočtu tlaku je nutné zjistit sílu FL dle následujícího vzorce.

$$F_{\perp} = \sin(\text{Beta}) * F \text{ [N]}$$

(7)



Obr. 16.: Rozložení síly F do složek vzhledem k zadní stěně tělesa

Pro vypočtení úhlu Beta je třeba zjistit směrnici tečny pádové křivky materiálu. Tato křivka odpovídá parabole (trajektorie šikmého vrhu). Využije se vzorců pro polohu bodu při šikmém vrhu.

$$x = V_0 * t * \cos(\psi) = [\text{m}] \quad (8)$$

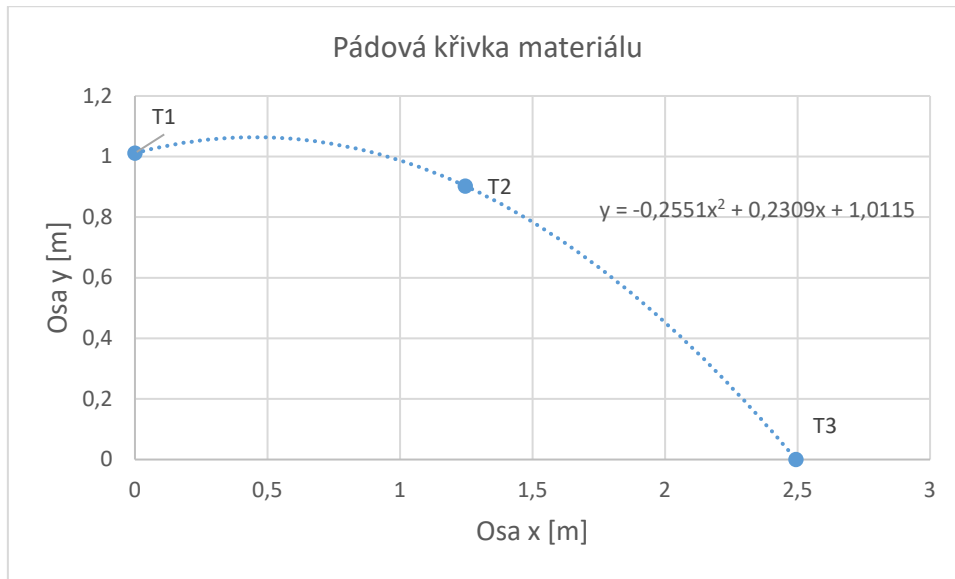
$$y = H + V_0 * t * \sin(\psi) - 0,5 * g * t^2 = [\text{m}] \quad (9)$$

Pro vypočtení hodnoty parametru H bude využita podmínka, že y -souřadnice bodu v čase dopadu t_c je 0. Při znalosti celkového času a užití vzorce (9) vyjde parametr H .

$$H = 0,5 * g * t_c^2 - V_0 * t * \sin(\psi) = 1,0115\text{m} \quad (9)$$

Po dosazení časů $t_1 = 0 \text{ s}$, $t_2 = 0,5 * t_c = 0,284 \text{ s}$, $t_3 = t_c = 0,569 \text{ s}$ vyjdou body se souřadnicemi:

$T_1 = [0; 1,0115]$, $T_2 = [1,247; 0,902]$, $T_3 = [2,494; 0]$. Těmito body se proloží křivka a zobrazí se její předpis. Z něj se za pomoci derivace podle x v bodě T dopadu $[2,494; 0]$ zjistí směrnice tečny Alfa v bodě dopadu materiálu na zadní stěnu hlavního tělesa násypky.



Graf 1.: Pádová křivka materiálu

Předpis funkce pádové křivky.

$$y = -0,2551 * x^2 + 0,2309 * x + 1,0155$$

Derivace fce. Pádové křivky podle x v bodě T dopadu [2,494 ; 0].

$$\frac{dy}{dx} = -2 * 0,2551 * 2,494 + 0,2309 * 2,494 = -1,042 \quad (10)$$

$$Alfa = \arctg\left(\frac{dy}{dx}\right) = -46,178^\circ \quad (11)$$

Záporný úhel znamená, že úhel se bude měřit od osy x po směru hodinových ručiček. Z obrázku vyplývá viz.: Obr. 15., že při dopočtení úhlu beta bude počítáno s hodnotou úhlu Alfa v absolutní hodnotě.

$$Beta = 180^\circ - 60^\circ - |Alfa| = 73,82^\circ \quad (12)$$

$$Fl = \sin(Beta) * F = 4\,223,5\,N \quad (7)$$

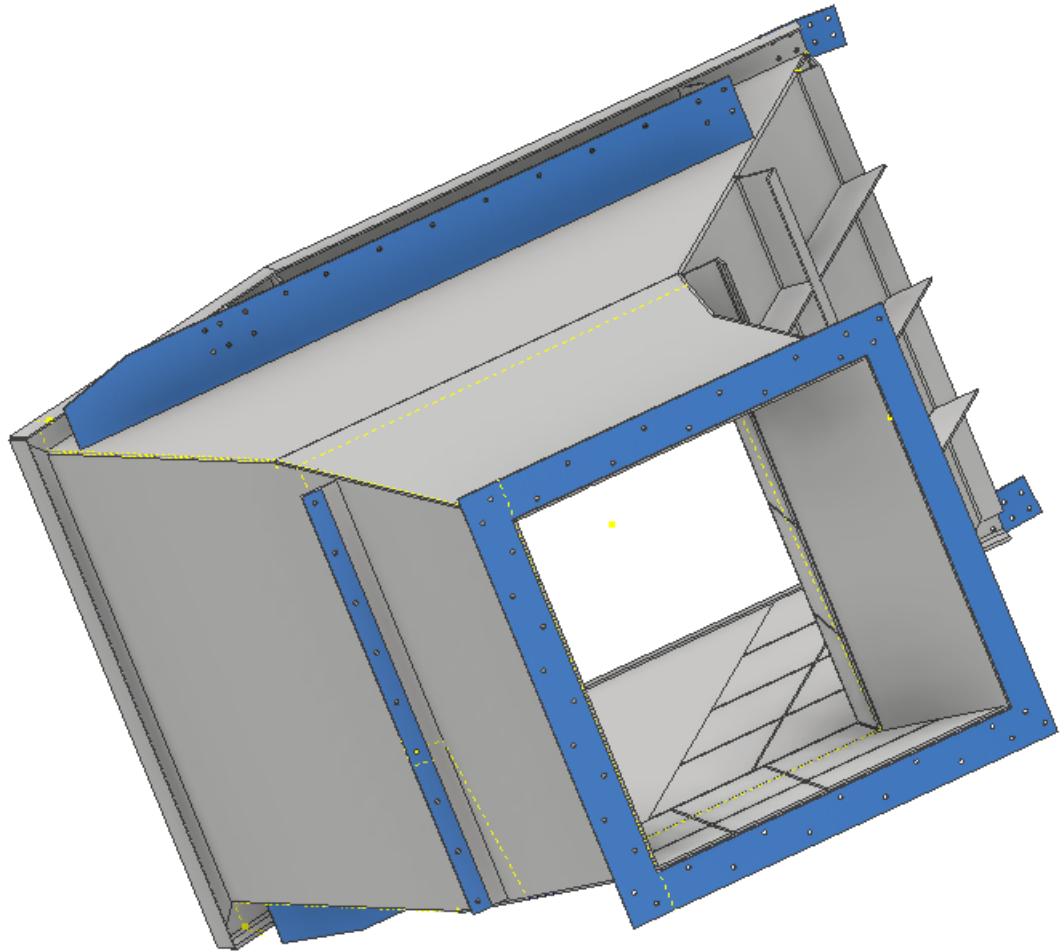
Nyní už je známo vše potřebné k vypočtení tlaku.

$$p = \frac{Fl}{s} = 1\,188,948\,Pa \quad (1)$$

Tento tlak bude použit v pevnostních simulacích.

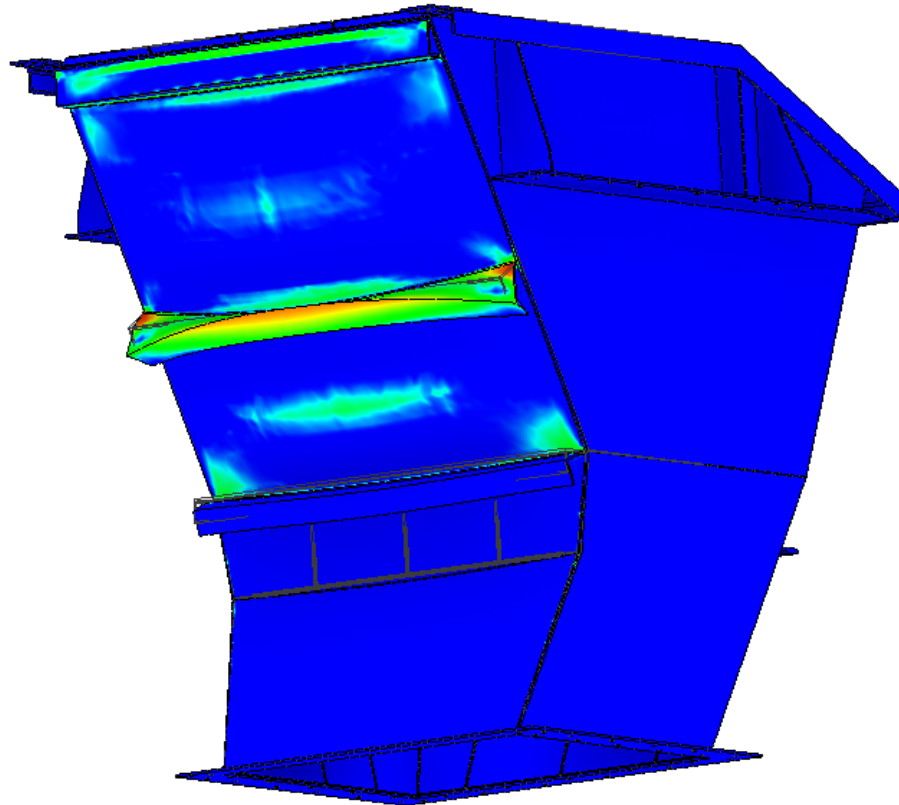
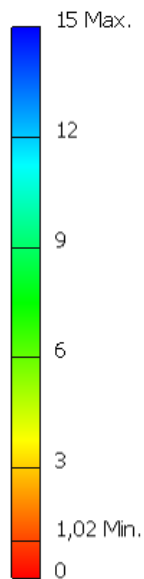
3.2.2. Simulace toku materiálu

Vstupem simulace v programu Autodesk Inventor je tlak působící na vybranou plochu (zadní stěna hlavního tělesa násypky, respektive plocha S viz.: Obr. 15.). Dále je nutné vybrat materiál těles násypky (S355JR) a určit plochy, které budou pevně uchyceny. V tomto případě jsou to plochy (viz.: Obr. 17.), které budou sloužit jako připojovací elementy ke konstrukci skládkového stroje.



*Obr. 17.: Model hlavního tělesa násypky s vyznačenými
připojovacími plochami*

Typ: Součinitel bezpečnosti
 Jednotka: ul
 21.04.2020, 21:53:41

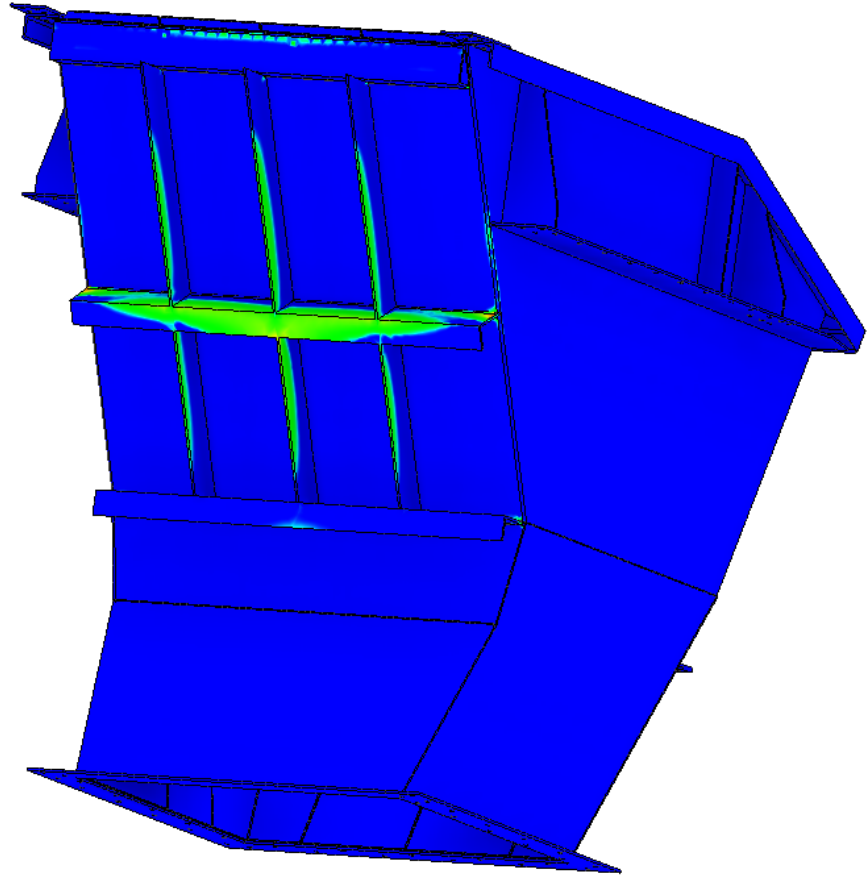
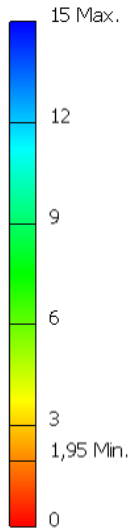


Obr. 18.: Pevnostní simulace na hlavním tělese násypky

První simulace byla provedena na modelu dle původního návrhu. Tento model obsahoval pouze jedno podpůrné příčné žebro.

Jak je patrné ze simulace, součinitel bezpečnosti se blíží hodnotě 1, to je při dlouhodobém provozu nepřijatelné, proto je nutné pozměnit původní návrh a přidat podpůrná rámy a žebra. Ty stěnu dostatečně vyztuží a zabrání případnému zborcení konstrukce.

Typ: Součinitel bezpečnosti
 Jednotka: ul
 28.04.2020, 17:22:08



Obr. 19.: Pevnostní simulace na hlavním tělese násypky s
 přidanými žebry

Druhá simulace byla provedena na modelu, kterému bylo přidáno oproti původnímu návrhu 6 podélných žeber.

Tato Simulace ukazuje, že součinitel bezpečnosti se bude pohybovat okolo hodnot 6 na zadní stěně a nejnižší hodnota se blíží 2, což je přijatelné. Přidáním žeber je tedy zajištěna dostatečná bezpečnost konstrukce.

3.3. Tlak při závalu

V případě závalu, z jakéhokoliv důvodu, je množství materiálu přiváděné do hlavního tělesa násypky větší, než stíhá pásová doprava pod rozdělovací násypkou odebrat. Materiál se pak začne kupit, dokud nedosáhne kapacitní sondy, která po aktivaci vypne celou linku uhelných odtahů, včetně rypadel a DPD na dole.

Násypka musí v takovémto případě vydržet tlak materiálu nashromážděného uvnitř. Konstrukce musí být natolik bezpečná, aby případný zával neznamenal kompletní destrukci zařízení a následnou nákladnou opravu.

Zával může nastat v hlavním tělese násypky, u vedlejšího tělesa násypky je pravděpodobnost závalu minimální, a to díky větší „otevřenosti“ vstupního otvoru a malé hloubce. I kdyby došlo k závalu vedlejšího tělesa, tak bude pravděpodobnost poškození minimální, neboť nejvíce exponovaným dílem by byl pasový dopravník mezipasu (viz.: Obr. 12.). Tudíž pro návrh rozdělovací násypky nemá smysl provádět simulace na vedlejším tělese.

Opět bude využit vztah (1), celková působí síla bude dopočtena.

$$F = m * g = V * \rho * g = 0,95 * 1\,100 * 9,81 = 10\,251,45\,N \quad (13)$$

$$m = V * \rho \text{ [kg]} \text{ (hmotnost nahromaděného materiálu v hlavním tělese)}$$

$$V = 0,95\,m^3 \text{ (předpokládaný vyplněný objem, z návrhového modelu)}$$

$$\rho = 1\,100\,kg * m^{-3} \text{ (sypná hustota hnědého uhlí [7])}$$

Tato síla se rozloží mezi 3 spodní stěny.

$$F = F1 + F2 + F3$$

Přičemž

$$F2 = F3 = \frac{1}{3} * F * \cos(\varphi) = 587,448\,N \quad (14)$$

$\varphi = 80^\circ$ (úhel mezi boční spodní stěnou hlavního tělesa a rovinou xy, viz.: Obr. 20))

$$F1 = \frac{1}{3} * F * \cos(\sigma) = 1\,429,708\,N \quad (15)$$

$\sigma = 65^\circ$ (úhel mezi přední stěnou hlavního tělesa a rovinou xy, viz.: Obr. 20)

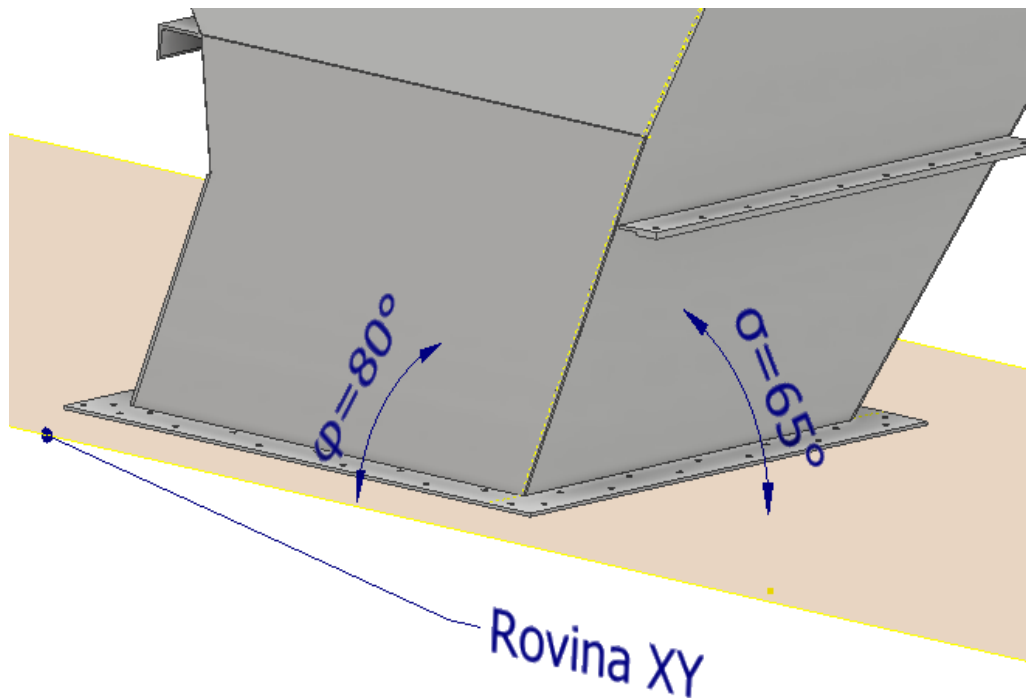
Ze znalosti sil již lze dopočítat požadované tlaky na stěny tělesa, potřebné k dosazení do simulace.

$$p2 = p3 = \frac{F2}{S2} = \frac{F3}{S3} = 1153,895\,Pa \quad (16)$$

$$S2 = S3 = 0,5091\,m^2 \text{ (z návrhového modelu)}$$

$$p1 = \frac{F1}{S1} = 2\,482,133\,Pa \quad (16)$$

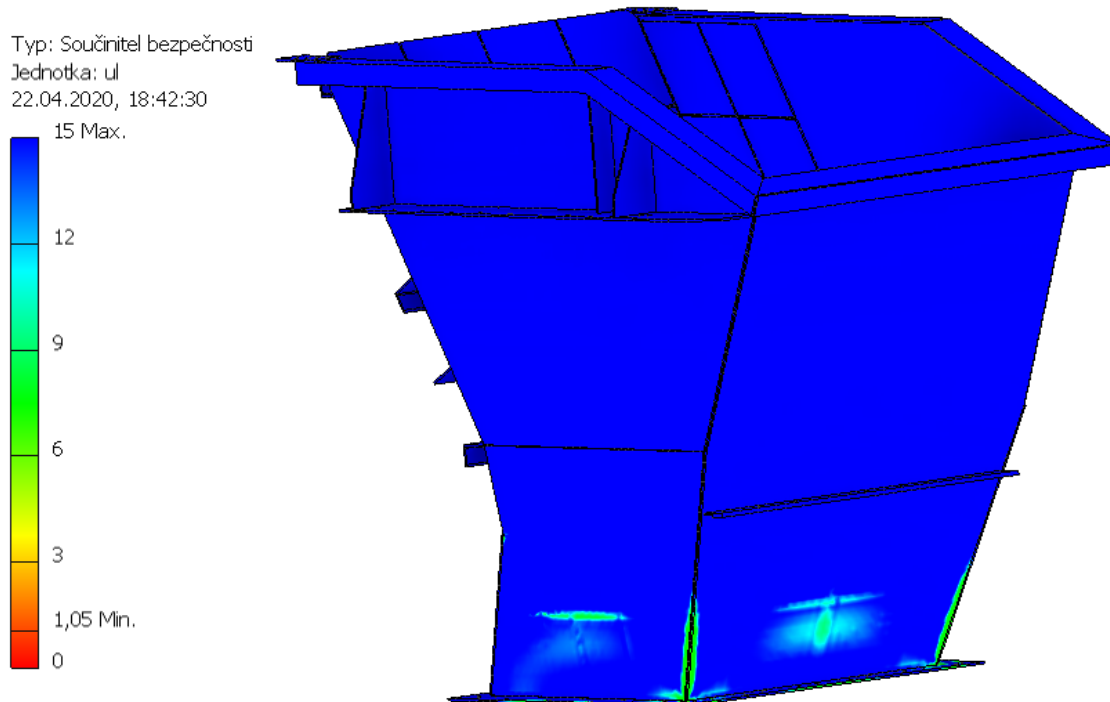
$$S1 = 0,576\,m^2 \text{ (u návrhového modelu)}$$



Obr. 20.: Úhly Psi a Sigma

3.3.1. Simulace závalu

Simulace bude provedena na modelu s žebry stejným způsobem jako u 3.2.2. (použití stejných nastavení programu)



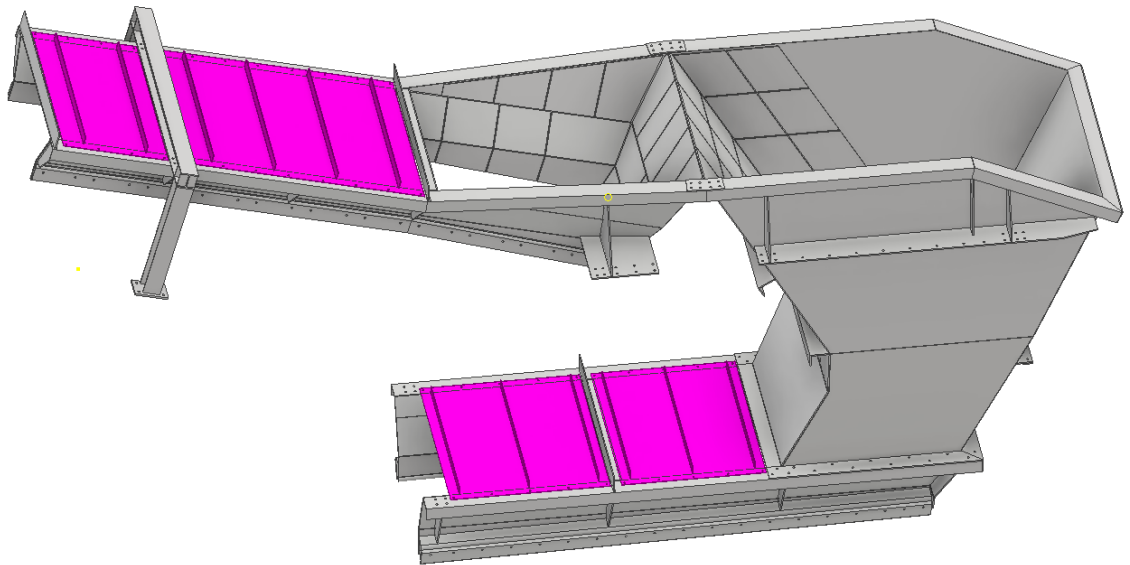
Obr. 21.: Pevnostní simulace závalu hlavního tělesa

Simulace ukazuje, že při závalu se bude součinitel bezpečnosti pohybovat okolo hodnoty 6 (na stěnách hlavního tělesa), to je vyhovující. Nejnižší hodnota součinitele bezpečnosti je 1,05 a nachází se v místě svarů desek hlavního tělesa. Společně s velmi spolehlivým systémem zabezpečení a prevencí závalů je tento výsledek vyhovující. I když by hodnota součinitel bezpečnosti blížící se hodnotě 1 je nepříjemná za běžného provozu, tak v případě závalů, které jsou velmi ojedinělé, je daný výsledek akceptovatelný a násypku není třeba dále upravovat.

3.4. Omezení prašnosti

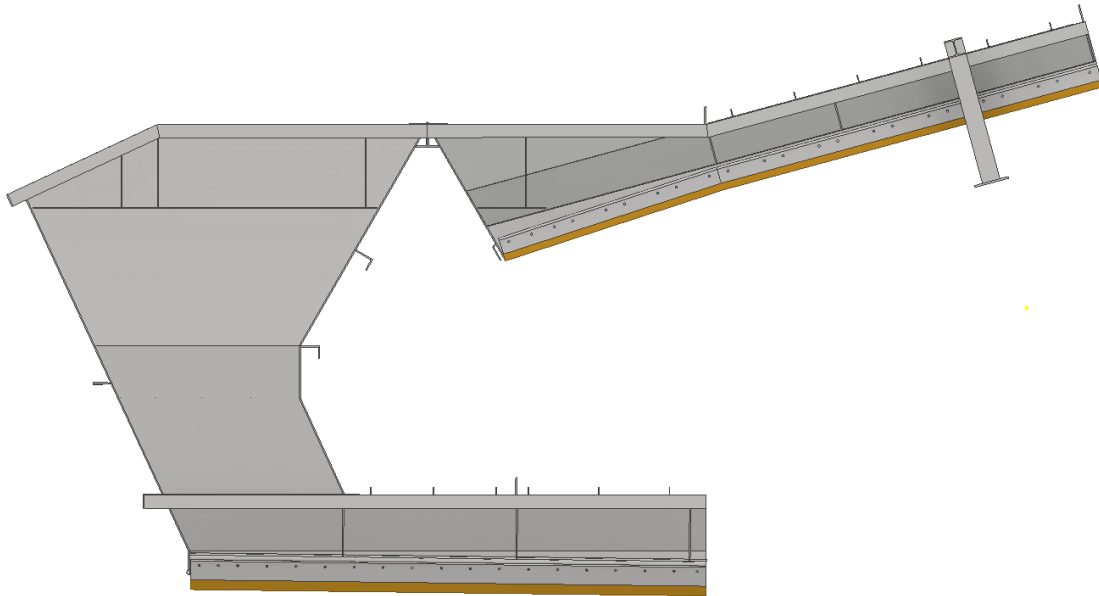
Jednotlivé části rozdělovací násypky (vedlejší těleso a spodní část) byly opatřeny horními krycími deskami s vyztužovacími žebry. Ty dostatečně omezí prašnost zařízení.

Toto řešení bylo částečně převzato z původní dokumentace. V původním návrhu měl každý kryt jiné rozměry, pro snadnější výrobu byly kryty spodní části násypky upraveny, aby byly naprosto totožné a místo dvou výkresů bylo nutno zpracovat pouze jeden.



Obr. 22.: Rozdělovací násypka s vyznačenými kryty proti prašnosti

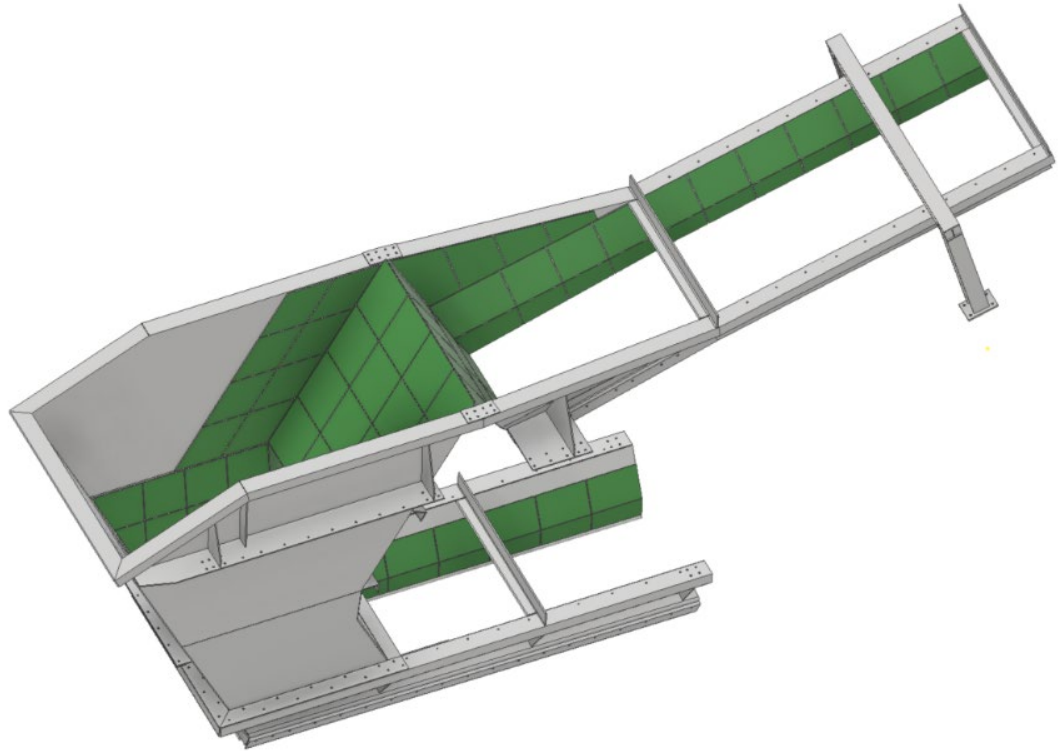
V této kapitole je vhodné zmínit i vyměnitelné otěrové gumy. Ty přímo nezmenšují prašnost násypky, ale souvisí s tímto problémem. Gumy slouží jako těsnění mezi pásem dopravníku skládkového stroje a rozdělovací násypkou.



Obr. 23.: Rozdělovací násypka s vyznačenými otěrovými gumami

3.5. Otěruvzdornost

Na příslušné plochy, které budou vystaveny toku materiálu, a tedy zvýšenému opotřebení, jmenovitě vnitřek hlavního tělesa násypky, vnitřek vedlejšího tělesa a boční stěny vedlejšího tělesa a spodní části, budou navařeny pláty z materiálu HARDOX (základní materiál 6 mm a otěruvzdorný karbidový návar o tloušťce 4 mm). Tím bude zajištěna dostatečná otěruvzdornost. Tento návrh byl převzat z původní dokumentace, ale později jej bylo nutno upravit kvůli zjištěným nesrovnalostem mezi dokumentací a skutečnou konstrukcí stroje.



*Obr. 24.: Rozdělovací násypka s vyznačenými otěrovými plechy
 *(pro přehlednost byly na tomto modelu zneviditelněny krycí
 plechy)*

3.6. Nesrovnalosti mezi dokumentací a skutečnou konstrukcí

Při samotné rekonstrukci bylo třeba zkontrolovat původní skládkový stroj, včetně násypky, pro zjištění nesrovnalostí s dokumentací.

Co se násypky týká, byly nalezeny dva zásadní rozdíly mezi dokumentací a skutečným provedením.

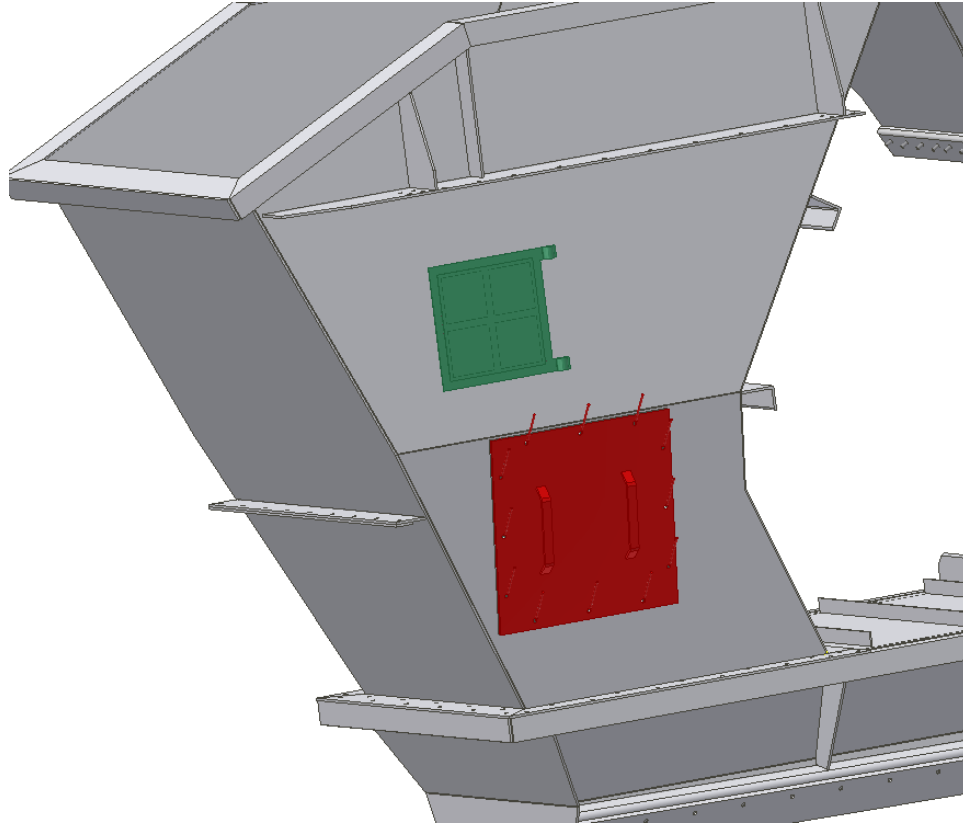
- Dva postranní otvory s odnímatelnými kryty po stranách hlavního tělesa
- Inspekční okno v horní části hlavního tělesa

Po zjištění těchto nesrovnalostí bylo třeba model patřičně upravit. Inspekční okénko v horní části tělesa nezpůsobovalo žádnou kolizi se stávajícími díly, proto jeho zakomponování do modelu bylo bezproblémové.

Přidání dvou postranních otvorů vytvořilo potřebu upravit boční otěrové plechy hlavního tělesa, aby nevznikaly nežádoucí přesahy

mezi plechy a otvory. Dále bylo nutno zajistit dostatečné místo, umožňující připevnění krytů.

Tyto alternace naštěstí nijak závažně neovlivní pevnostní vlastnosti modelu a nevyvstane tak potřeba znovu provádět pevnostní analýzu.



Obr. 25.: Model s vyznačeným inspekčním oknem a bočním otvorem

**(Inspekční okno značeno zeleně)*

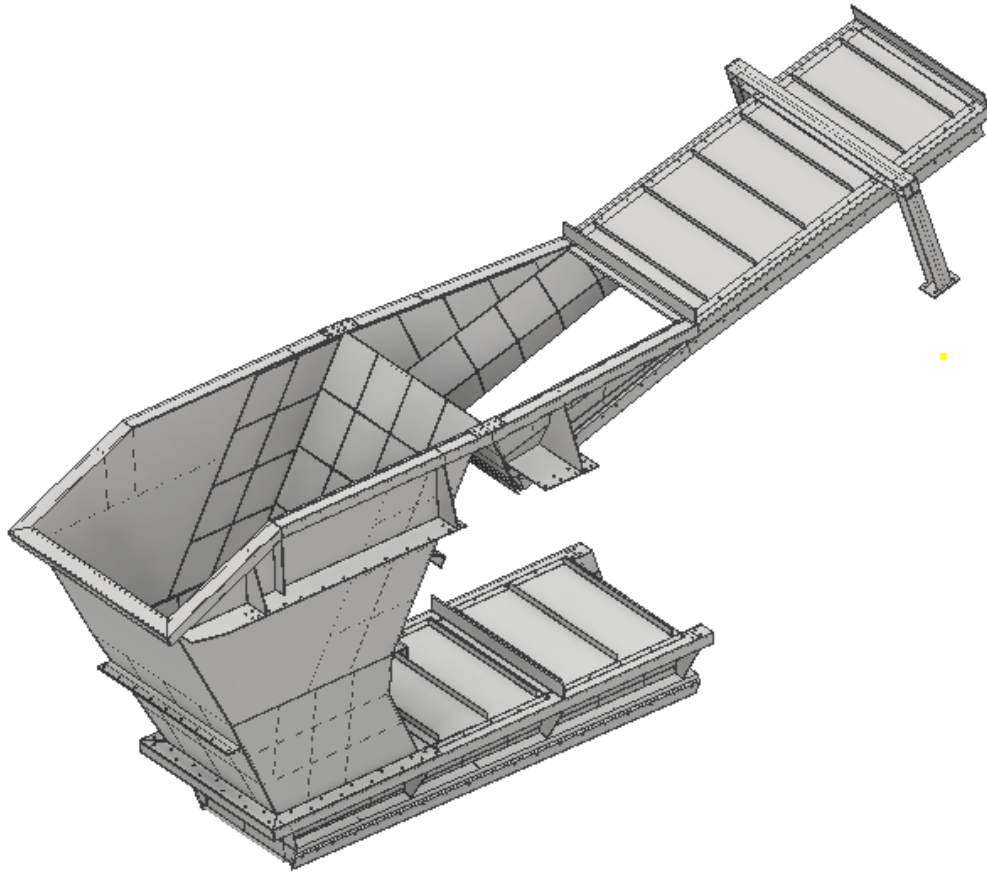
**(Boční otvor značen červeně)*

4. Modely a výkresy

Ač je tato kapitola v pořadí až za návrhem a dimenzováním, tak obsahově jde paralelně s předchozí kapitolou.

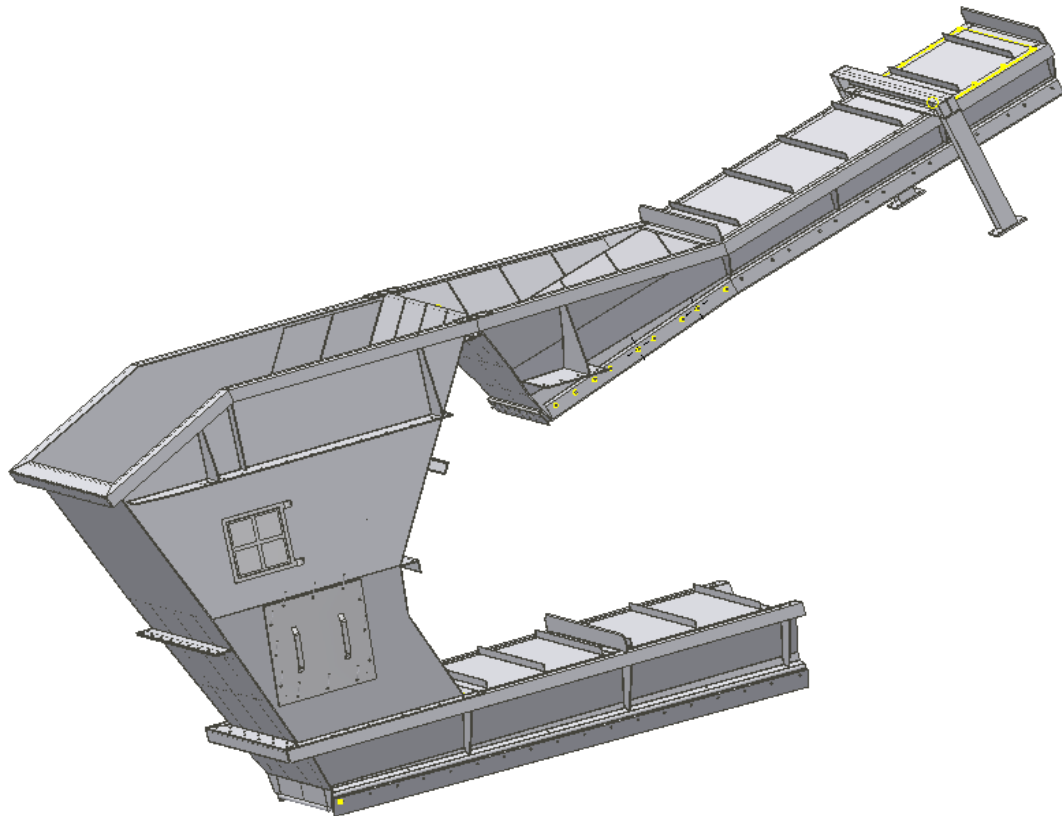
4.1. Modely

Modelování bylo provedeno v programu Autodesk Inventor. Nejprve byl model vytvářen jako více objemové těleso ipt.



Obr. 26.: Model rozdělovací násypky ve formátu ipt.

Tento model byl následně rozdělen do komponent a byla z něj vytvořena sestava ve formátu iam. Případné další úpravy (inspekční okno a dva postranní otvory) pak byly prováděny v této sestavě.



Obr. 27.: Model rozdělovací násypky ve formátu aim.

Požadované výrobní výkresy budou vytvořeny z modelu sestavy. Viz.:

Příloha 1.: Model rozdělovací násypky

4.2. Výkresy

Kreslení výkresů probíhalo též v programu Autodesk Inventor a podle zvyklostí firmy PRODECO, a.s. Tyto zvyklosti se lehce liší od běžně používaných postupů, nicméně bylo nutno výkresy přizpůsobit, aby je firma mohla následně využít bez dalších úprav.

Výkresů bylo vypracováno celkem 77. Všechny tyto výkresy disponují identifikačním číslem. Tyto čísla používá firma PRODECO k označování svých výkresů. Čísla vypracovaných výkresů jsou V025283 – V025352, V025425, V025426, V025428.

Veškeré tyto výkresy jsou součástí této bakalářské práce.

Viz.:

Příloha 2.: Výkresová dokumentace rozdělovací násypky

5. Závěr

V této práci byl rozpracován a následně vyřešen problém týkající se rekonstrukce rozdělovací násypky pro skládkový stroj USSK4 / S9.

Nejprve byla vymodelována násypka za užití nekompletních výkresů. Když byl model hotový, jelo se na důl prohlédnout „starou“ násypku a doměřit rozměry, které nebyly v dokumentaci. Při této prohlídce byly odhaleny i nesrovnalosti s dokumentací, které bylo nutné zapracovat do již hotového modelu. Hotový model rozdělovací násypky byl pak podroben pevnostním simulacím za účelem optimalizování návrhu nové násypky. Z modelu, jehož konstrukce se odvíjela z provedených simulací, byly vytvořeny výkresy. Jednotlivé cíle práce jsou dále rozepsány.

Práce jako taková měla několik vytyčených cílů. Hlavním z nich bylo aktualizovat výkresovou dokumentaci při zachování připojovacích rozměrů. Příslušná dokumentace bude sloužit při rekonstrukci rozdělovací násypky. Tato část byla splněna vytvořením kompletní výkresové dokumentace viz. 4.2.

Další cíl byl, že rozdělovací násypka musí být schopna dělit tok materiálu dle aktuálně chtěné funkce provozu (skládkový provoz / propouštění uhlí dále po DPD), tento cíl byl splněn viz. 3.1.

Dále musí díky své navrhnuté konstrukci zamezovat prašnosti provozu a co nejvíce omezit vypadávání materiálu mimo pásovou dopravu navazující na rozdělovací násypku. Tento cíl byl splněn viz. 3.4.

V neposlední řadě bylo nutné zajistit, aby násypka byla schopná odolat abrazivnímu tření procházejícího materiálu. Tento cíl byl splněn viz. 3.5.

Součástí práce byly i pevnostní simulace provedené na hlavním tělese násypky. Tyto simulace testovaly návrh konstrukce rozdělovací násypky. Výsledkem těchto simulací byly modely, na nichž byly barevně vyobrazeny příslušné oblasti. Každá oblast reprezentovala jinou hodnotu součinitele bezpečnosti.

Simulace byla provedena jednak pro běžný provoz, tak i pro provoz při závalu.

V první simulaci, materiál padá na zadní stěnu hlavního tělesa. V tomto případě bylo nutné přidat podpurná žebra na zadní stěnu hlavního tělesa, aby konstrukce vydržela nápor toku materiálu. Po přidání žeber simulace prokázala, že daný návrh konstrukce rozdělovací násypky je dostatečně bezpečný. Viz. 3.2.

V další simulaci bylo hlavní těleso násypky testováno na odolnost proti závalu. Simulace potvrdila, že návrh konstrukce je

natolik odolná, aby rozdělovací násypka vydržela i případný zával.
Viz. 3.3.

Seznam symbolů a zkratk

p	<i>Tlak</i>
F	<i>Síla</i>
A	<i>Plocha</i>
t_c	<i>Celkový čas</i>
V_x	<i>Rychlost ve směru x</i>
V_y	<i>Rychlost ve směru y</i>
V_c	<i>Celková rychlost</i>
\dot{m}	<i>Hmotnostní tok</i>
V_0	<i>Počáteční rychlost</i>
t	<i>Čas</i>
g	<i>Gravitační zrychlení</i>
TC	<i>Technický celek</i>

Seznam použité literatury a internetových zdrojů

- [1] GONDEK, Horst, Oldřich KLIMECKÝ, Václav THIELE a Josef JURMAN. *Vybrané kapitoly z technologie povrchového dobývání: Učební texty*. Ostrava, 1983.
- [2] HAVRÁNEK, Josef, Albert HOTOVÝ a Jiří VRANKA. *Stroje a zařízení pro povrchové dobývání uhlí*. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1967.
- [3] KLIMECKÝ, Oldřich, Helena VEVERKOVÁ, Karel BAILOTTI a Jaroslav MÜLLER. *Manipulace s materiálem: Doprava v dolech*. Ostrava: Vysoká škola báňská v Ostravě, 1988.
- [4] PETR, Kunz. *Oprava a rekonstrukce skládkového stroje USSK4 / S9: Technická zpráva* [online]. 2019, 35 s. [cit. 2020-04-13].
- [5] ČERNÝ, Jan. *Homogenizace hnědého uhlí skládkovými stroji*. Ostrava, 2017. Bakalářská práce. Vysoká škola Báňská-Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Milan Mikoláš.
- [6] *Ocelář: Materiálové charakteristiky* [online]. [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: www.steelcalc.com/cs/materchar.aspx
- [7] *Periodické tabulka: Tabulky hustoty a sytké hmotnosti* [online]. [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <http://www.prvky.com/hustota.html>
- [8] PETROVSKÝ, Vladimír a kolektiv. *Velkostrojořá technika na dolech Nástup Tušimice*. Seifertova 1480, Litvínov: Victory, 2005, 128 s.

Seznam obrázků

Obr. 1.: Hnědouhelný povrchový důl Bílina	3
Obr. 2.: Dělení systémů povrchového dobývání dle směru přemísťování materiálu [1]	4
Obr. 3.: Korečkové rypadlo typu RK 5000 [2]	8
Obr. 4.: Korečkové rypadlo RK 5000 nasazené na dole	8
Obr. 5.: Kolesové rypadlo typu KU 800 [2]	9
Obr. 6.: Kolesové rypadlo K 10000 na Dole Bílina	9
Obr. 7.: Zakladač ZPDH 6300 na Dole Nástup Tušimice [8]	10
Obr. 8.: Zakladač ZP 6600 na Dole Nástup Tušimice [8]	10
Obr. 9.: Pohled na DPD (včetně poháněcích stanic) na Dole Bílina	13
Obr. 10.: Schéma technologického užití DPD [3]	14
Obr. 11.: Funkční schéma pásového dopravníku [3]	15
Obr. 12.: Model skládkového stroje	17
Obr. 13.: Hlavní podsestavy rozdělovací násypky	19
Obr. 14.: Názorné schéma dopadajícího materiálu na zadní stěnu hlavního tělesa	20
Obr. 15.: Model rozdělovací násypky s vyznačenou plochou S	21
Obr. 16.: Rozložení síly F do složek vzhledem k zadní stěně tělesa	22
Obr. 17.: Model hlavního tělesa násypky s vyznačenými připojovacími plochami	24
Obr. 18.: Pevnostní simulace na hlavním tělese násypky	25
Obr. 19.: Pevnostní simulace na hlavním tělese násypky s přidávanými žebry	26
Obr. 20.: Úhly Psi a Sigma	28
Obr. 21.: Pevnostní simulace závalu hlavního tělesa	28
Obr. 22.: Rozdělovací násypka s vyznačenými kryty proti prašnosti	29
Obr. 23.: Rozdělovací násypka s vyznačenými otěrovými gumami	30
Obr. 24.: Rozdělovací násypka s vyznačenými otěrovými plechy	31
Obr. 25.: Model s vyznačeným inspekčním oknem a bočním otvorem	32
Obr. 26.: Model rozdělovací násypky ve formátu ipt.	33
Obr. 27.: Model rozdělovací násypky ve formátu aim.	34



Seznam tabulek

Tab. 1.: Příklady základních parametrů celků TC dodaných firmou PRODECO a.s.	6
Tab. 2.: Hlavní parametry Skládkového stroje USSK4/S9 [4]	16
Tab. 3.: Materiálové vlastnosti oceli S355JR [6]	18

Seznam výpočtových vztahů

(1): Výpočet tlaku na plochu	20
(2): Výpočet střední hodnoty	21
(3): Výpočet času pádu materiálu při vodorovném vrhu	21
(4): Výpočet rychlosti do směru y při vodorovném vrhu	21
(5): Výpočet celkové rychlosti	21
(6): Výpočet celkové síly působící v místě dopadu	21
(7): Výpočet síly F_{\perp}	22
(8): Výpočet souřadnice x bodu při vodorovném vrhu	22
(9): Výpočet souřadnice y bodu při vodorovném vrhu	22
(10): Výpočet směrnice tečny pádové křivky v místě dopadu	22
(11): Výpočet úhlu Alfa	22
(12): Výpočet úhlu Beta	22
(13): Výpočet síly působící na stěny při závalu	27
(14): Výpočet síly působící na boční stěny hlavního tělesa	27
(15): Výpočet síly působící na přední stěnu hlavního tělesa	27
(16): Výpočet tlaku působícího na stěnu tělesa při závalu	27



Seznam grafů

Graf 1.: Pádová křivka materiálu

23



Seznam příloh

Příloha 1.: Model rozdělovací násypky	34
Příloha 2.: Výkresová dokumentace rozdělovací násypky	34
Příloha 3. Souhlas s použitím technického know-how společnosti PRODECO, a.s.	44



PRODECO, a.s., Důlní 437, Mostecké Předměstí, 41801 Blžina
Společnost je zapsána v obchodním rejstříku vedeném Krajským soudem
v Ústí nad Labem odd. B, vložka 989 | IČ 25020790 | DIČ CZ699005746

Bankovní spojení: Komerční banka, a.s., číslo účtu: 759310207/0100
Tel.: 0042/417804911 | Fax: 0042/417804912
e-mail: prodeco@prodeco.cz | www.prodeco.cz

Pan
Martin Bartoš
Pestalozziho cesta 930/9
415 01 Teplice

VÁŠ DOPIS ZNAČKY/ZE DNE

NAŠE ZNAČKA

VYŘIZUJE/LINKA

DATUM

25.5.2020

Souhlas s použitím technického know-how společnosti PRODECO, a.s. do BP

Vážený pane,

Souhlasíme s použitím technické a výkresové dokumentace č. V025283 až V025352, a V025425, V025426, V025428, vč. výchozích 3D modelů a souvisejících dat, výhradně pro potřeby Vaší bakalářské práce.

U závěrečné obhajoby bakalářské práce Vám přeje mnoho úspěchů.

Ing. Luboš Straka
předseda představenstva
a generální ředitel

Ing. Ladislav Michálek
člen představenstva
a ředitel úseku Výroba



PROD_PO_0096/r01

Příloha 3. Souhlas s použitím technického know-how společnosti PRODECO, a.s.