

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Strojírenská technologie – technologie obrábění

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh třídící linky Halámky

Autor: **Jakub CZINNER**

Vedoucí práce: **doc. Ing. Vladimír DUCHEK, Ph.D.**

Akademický rok 2013/2014

Tato **bakalářská práce** byla podpořena formou odborné konzultace Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci projektu č. CZ.1.07/2.3.00/35.0048 „Popularizace výzkumu a vývoje ve strojním inženýrství a jeho výsledků (POPULÁR)“

Odborným konzultantem byl doc. Ing. Vladimír Duchek, Ph.D., kterému děkuji za poskytnuté konzultace, kvalifikované rady a odbornou pomoc při sepsání této BP.

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou/diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce panu doc. Ing. Vladimíru Duchkovi, Ph.D. za odborné vedení.

Děkuji panu Ing. Tomášovi Novákovi za cenné rady při zpracování bakalářské práce.

Děkuji panu Ing. Jiřímu Vyšatovi Ph.D. za jeho poznámky a slohové úpravy.

Děkuji své rodině a blízkým za podporu během studia.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Czinner	Jméno Jakub		
STUDIJNÍ OBOR	B2301 – Strojní inženýrství Strojírenská technologie – technologie obrábění			
VEDOUČÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) doc. Ing. Duchek, Ph.D.	Jméno Vladimír		
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KTO			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Návrh třídící linky Halámky			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2014
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	53	TEXTOVÁ ČÁST	35	GRAFICKÁ ČÁST	18
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	<p>Bakalářská práce obsahuje detailní rozebrání stávajícího stavu. Je navržena mobilní a stacionární varianty pro rekonstrukci třídící linky v Halámkách, dle požadavku zadání investora . Součástí práce jsou výkresy linek a zakreslení materiálových toků.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	<p>Třídíč, síto, mokrý proces, materiálový tok, dopravník, dehydrátor</p>

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Czinner	Name Jakub	
FIELD OF STUDY	B2301 Mechanical Engineering Manufacturing Processed – Technology of Metal Cutting		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) doc. Ing. Duchek, Ph.D.	Name Vladimír	
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Proposal of the sorting plant Halamky		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Manufacturing processed	SUBMITTED IN	2014
----------------	------------------------	-------------------	-------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	53	TEXT PART	35	GRAPHICAL PART	18
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	Bachelor's dissertation content detail description of the current situation on site. There are presented the quotations for both, mobile and stationary technologies for reconstruction of the current screening and washing plant in Halámky. Both proposals meet the investor's requirements. The part of the bachelor's dissertation are drawings of the both plants and the material flow charts.
KEY WORDS	Screeener, screening matt, washing, meterial flow chart, conveyor, hydrasander

Použité jednotky a zkratky

Obr.	Obrázek [-]
[t]	Jednotka hmotnosti
[kg]	Jednotka hmotnosti
[hod]	Jednotka času
[mm ³]	Jednotka objemu
[bar]	Jednotka tlaku
[km]	Jednotka délky
[m]	Jednotka délky

Obsah

1 Úvod	1
2 Podstata práce.....	1
3 Analýza současného stavu.....	2
3.1 Schéma současného stavu.....	9
3.2 Současný stav těžby	10
4 Rešerše technických řešení.....	11
4.1 Normalizace.....	11
4.2 Obchodní a marketingová strategie podniku.....	12
4.2.1 Graf distribuční funkce analyzovaného písku.....	13
4.3 SWOT analýza stávajícího stavu podniku.....	14
4.4 Výběr dodavatele.....	15
4.4.1 BINDER + CO.....	15
4.4.2 TEREX FINLAY.....	16
4.4.3 TRIO	16
4.5 Bodovací metoda.....	16
4.5.1 Výsledek bodovací metody a následný výběr.....	17
5 Návrh nových agregátů.....	17
5.1 Stacionární varianta.....	19
5.1.1 Vlastní zadání.....	19
5.1.2 Třídící síta.....	19
5.1.3 Třídící agregát (Dernaseer – 1,8 x 6,1 THREE DECK IWS).....	22
5.1.4 Návrh stacionární varianty.....	23
5.2 Mobilní varianta.....	26
5.2.1 Návrh síťových ploch.....	26
5.2.2 Třídící agregát (FINLAY 390 RINSER MK 2 DECK/3DECK).....	28
5.2.3 Návrh mobilní varianty.....	29
5.3 Porovnání variant.....	32
5.4 Kombinovaná varianta.....	32
6 Zakreslení materiálových toků.....	33
6.1 Stacionární varianta.....	34
6.2 Mobilní varianta.....	36
7 Závěr.....	38
8 Literatura.....	39

Příloha

- výkres stacionární varianty půdorys
- výkres stacionární varianty bokorys
- výkres mobilní varianty půdorys
- výkres mobilního třidiče

1 Úvod

Při pečlivém pozorování svého okolí člověk zjistí, že kámen, v tomto případě hlavně šterk a písek je jeden z hlavních výtvorů přírody, který je téměř nezbytný ke každodennímu životu. Nejčastější užití tohoto nerostu je v oblasti stavebnictví. Je snad možno si vůbec představit stavbu bez betonového základu? Koupelnu bez dlažby a obkladů? Cestování vlakem bez řádného podloží? To co zde bylo právě vyjmenováno, je jen malá část toho, kde všude lze kámen uplatnit. Ať si to nechceme možná připustit a zní to neuvěřitelně, tak jsme na něm do značné míry závislí. Avšak s rostoucí životní úrovní chceme víc stavět, víc vlastnit a proto potřebujeme více materiálu, více frakcí, více druhů. To se však neobejde bez podstatného odvětví a to strojírenství.

Pokud se nechceme dít ručně, jako staří řečtí kameníci a chceme pracovat mnohem produktivněji, tak je zapotřebí využití techniky. V tomto případě velmi těžké techniky a to převážně strojů, které jsou schopné rozdělovat různé velikosti zrn kameniva na požadovanou hranici. V dnešní době neexistuje spolehlivější řešení, než použití mechanických zařízení a to třídíčů.

Lze se na to podívat i z druhé stránky. Čím více se zdokonaluje technika, technologie, nástroje, nářadí a jiné potřebné věci k procesu zpracování kamene, tím méně je zapotřebí lidského faktoru. Přibývá nových technologií, ale ubývá starých dobrých kamenníků. Ale co když jednou nastane chvíle, že už nebude možno stroje používat? Budeme pak vůbec schopni žít, jelikož jsme již na něco zvyklí, na jednoduchost a komfort a jak je dobře známo, tak člověk si těžko odvyká. Ano vím, je to řečeno s nadsázkou, ale zamysleme se.

2 Podstata práce

Předmětem práce je řešení projektu výrobního systému třídění v provozovně Halámky. Linka je momentálně založena na čtyř třídících, na nichž se dosáhne maximálně pěti frakcí, při čemž jedna je odpad. Pod frakcí si představme velikostní hranici zrna, kterou je třeba co nejpřesněji oddělit od celku, který je tvořen směsí zrn různých velikostí. Jako odpad je uvažováno vše, co je pro výrobce nepoužitelné. V tomto případě se jedná o vše nad velikost zrna 22 [mm]. Neznamená to však, že se odpad nedá využít pro jiné účely. Využití kameniva je velmi rozmanité. V tomto případě je ale přibližné procentuální zastoupení odpadu tak nízké, jak bude řečeno v následujících kapitolách, že nemá cenu se o odpad zajímat.

Je třeba třídící systém zrekonstruovat tak, aby bylo možno pracovat maximálně na třech třídících a s nimi dosáhnout sedmi frakcí včetně odpadu. Součástí stávajícího stavu je dehydrátor (odvodňovač), který se má na dále využívat i v nové koncepci linky. Toto zařízení odděluje vodu od kameniva. Voda se dostává do kameniva při těžbě a současně i při mokrému procesu třídění a nejvíce mokrá je vždy nejmenší frakce (0 – 4 [mm]). Voda má na kamenivo spoustu negativních účinků. Jeden z největších problémů je hmotnost, neboť čím vyšší má kamenivo hmotnost, tím je s ním náročnější manipulace. U písku navíc například platí, že čím je mokřejší, tím klesá soudržnost zrn, zmenšuje se tření a tím i pevnost. Dále při dopravě mokrého kameniva může docházet k vytrácení vody, čímž se znečišťují dopravní komunikace. Voda o které je řečeno není čistá, ale může být znečištěna hlínou, jílem, či jinými nevyžadujícími látkami, které následně zmenšují hodnotu kameniva. Skladování mokrého kameniva také není vždy bezproblématická záležitost. A nejpodstatnější je vlhkost kameniva při prodeji. Přípustná vlhkost kameniva je dána normou, jelikož čím je kamenivo vlhčí, tím stoupá jeho hmotnost.

Vstupním materiálem je písek a živec, který je sán sacím bagrem a následně dopravován, pomocí pásového dopravníku až na samotnou linku. Množství materiálu na vstupu se pohybuje kolem 250 [t/hod]. Rozsah zrnitosti je 0 – 160 [mm]. Sezóna, po kterou je linka v provozu, trvá přibližně osm měsíců. Předpoklad celkového množství vstupní suroviny pro třídění je 536 000 [t/rok]. Pro třídění je použit mokrý způsob, kde se pohybuje hranice zrn s max. podsítným do 10 %. Pod pojmem podsítné je myšlen hmotnostní podíl zrn, propadající sítem. Opakem podsítného je nadsítné, což je hmotnostní podíl zrn, který sítem nepropadne. Tlaková voda je plně k dispozici s maximálním průtokem 180 [m³/h] při tlaku přibližně 5 [bar]. Výška vstupu materiálu do budovy třídění je asi 30 metrů nad terénem. Pro instalaci třídičů je k dispozici několik pater. Pojemem patro je myšlena každá výšková úroveň, ve které se nachází různá zařízení, sloužící k provozu těžby. Jejich podrobnému popisu se věnuje analýza současného stavu.

3 Analýza současného stavu

Tato kapitola je velice důležitá k pochopení chodu třídící linky a celkového stávajícího procesu. Budou zde probrána zařízení, kterými lom disponuje a bude zde probrána cesta materiálu od těžařské oblasti až po sběrnou haldu.

Obec Halámky se nachází v Jihočeském kraji v okrese Jindřichův Hradec těsně na hranici České Republiky a Rakouska. První zmínka o této obci, v níž se nachází stejně pojmenovaný lom je z roku 1770. Tato oblast je velmi bohatá na pískovec a živec a to díky řece Lužnici, která v minulosti dosahovala mnohem větších rozměrů a díky tomu po ní zůstaly mnohé naplaveniny. V okolí je díky tomuto úkazu mnoho těžařských oblastí.

Samotná provozovna Halámky je v provozu od 70. let. V této době byl hlavním produktem těžby živec. Živec je nezbytnou surovinou pro výrobu skla. Obor sklářství začal bohužel upadat a později se živec začal přidávat do keramiky. Největší podíl těžby však neobsahuje živec. Z celkové těžby má největší podíl písek. Udávané přibližné množství těžby je 17 % živce a 83 % písku. Těmito údaji se ale momentálně nezabývejme, jelikož o nichž bude zmínka níže v jiných a postatnějších souvislostech.

Těžba v Halámkách je rozdělena do dvou základních druhů. První druh těžby je tzv. těžba od stěny.



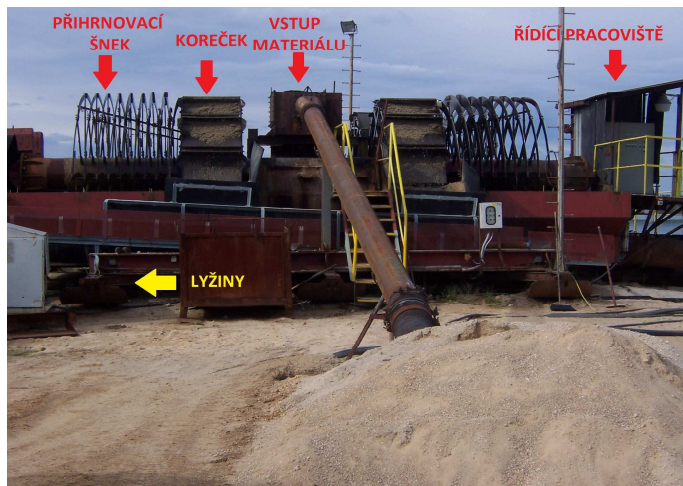
Obr. 1 Satelitní pohled na těžební oblast Halámky (vytvoreno pomocí mapy.cz)



Obr. 2 Sací bagr

jednom konci napojen na těžební nádrž a druhým koncem ústí v třídící lince. V tomto případě je již použit druhý druh těžby, a to sáním materiálů ze dna. Tím se dostáváme k hlavnímu vstupu materiálu této těžební linky.

Hlavním zařízením, které čerpá materiál ze dna nádrže je sací bagr, který je viděn na na konci plovoucí přístupové rampy, jehož pozice je na Obr. 1 znázorněna zeleně. Tento bagr dokáže plout po hladině a ustálit se na jednom určitém místě. Je to v podstatě jakási loď. Bagr disponuje sacím čerpadlem, které dokáže sát 250-300 tun materiálu za hodinu. Sací kapacita je závislá na hloubce sání. Je však možno



Obr. 3 Korečkový dehydrátor (popis základních částí)

odebírat materiál z hloubky až 26 metrů. Materiál je sán z vodní nádrže, tudíž obsahuje vodu. Podíl vod a písku je 1:5, což znamená, že na jeden díl vody připadá 5 dílů písku. Vodu je nutno pokud možno co nejvíce z materiálu odseparovat. K tomuto procesu slouží korečkový dehydrátor (odvodňovač; Obr. 3), který je další důležitou sloučástí linky (na Obr. 1 znázorněn modře). Natěžený materiál i s vodou je od sacího bagru čerpán do van dehydrátoru. Hlavní odvodňovací částí dehydrátoru je soustava koreček – přihrnovací šnek. Koreček je nádoba, jejíž dno v tomto případě není plné, nýbrž je opatřeno sítím. Síto oddělí od materiálu vodu a zcezený materiál se vhadzuje z korečku přímo na dopravníkový pás.



Obr. 4 Detail na koreček

Zároveň se směrem ke korečku otáčí přihrnovací šnek, který hrne částice, které se usazují na dně ke korečku. Celý dehydrátor v tomto případě je složen ze čtyř sestav koreček – přihrnovací šnek. Oddělená voda od materiálu se následně odvádí pod tlakem zpět do nádrže. Velice zajímavě je vyřešený způsob přemístování dehydrátoru. Na dolní části rámu u země jsou ukotveny lyžiny, díky nimž je možno zařízení pouze zapřáhnout např. za traktor a posunout na požadované místo budoucí těžby.

Jak již bylo zmíněno, tak materiál padá z korečku na dopravníkový pás. Pro lepší představu, jak vlastně tedy koreček vypadá a jak vypadává materiál na dopravník, poslouží Obr. 4.

V Halámkách probíhá hlavní třídění v budově, což



Obr. 5 Překládací stanice



Obr. 6 Pohled na dopravník na vstupu materiálu

značně silný pohon. Mimo to instalace tak rozměrného zařízení v terénu, a navíc případná změna



Obr. 7 Násypka s výstupy

znamená, že třídící linka není mobilní. Součástí linky je sice momentálně jeden mobilní třídící, ale ten je v podstatě až na dotřídění. Dnešní vzdálenost od vstupu materiálu až do třídící linky činí 2,5 [km]. Jak bylo již uvedeno, používají se k dopravě materiálu dopravníkové pásy. Tyto pásy jsou elektricky poháněny. Zajímavostí je, že se nejedná o jeden 2,5 km dlouhý pás, nýbrž o několik pásů, které jsou seřazené za sebou a spojené pomocí překládacích stanic, jak je vidět na Obr. 5. Důvodem je, že když si představíme 2,5 kilometru dlouhý pás, na kterém je dopravován materiál o hustotě kolem 1600 kg/m^3 , tak celková hmotnost na pásu bude značně vysoká, což by vyžadovalo značně silný pohon. Mimo to instalace tak rozměrného zařízení v terénu, a navíc případná změna polohy by byly nanejvýš náročné a v neposlední řadě i údržba či naopak poruchovost takového systému by byly problematické. Pásy jsou proto od sebe odděleny na jednotlivé úseky po cca 300 metrech, a každý je samostatně poháněn. V tomto případě se užívá trojválečkového mechanismu, kdy je jeden váleček na středu pásu a další dva na hranách pod určitým úhlem, čímž vznikne jakési koryto.

Po dvouapůlkilometrové cestě však materiál neputuje přímo do třídící budovy, ale na hromadu v její blízkosti. Z této hromady se



Obr. 8 Pevný rošt (100 – 160 mm)

dopravníkový pás ke vstupu je dlouhý, ale hlavně je pod sklonem. Úhel sklonu v tomto případě je již kritický. Jako kritický úhel sklonu je považován úhel o hodnotě 23° a více. Vezme-li se v úvahu sklon dopravníku, hmotnost materiálu a klimatické podmínky, vzniká problém při dopravě materiálu na vstup. V případě deště, nebo mrazu se zmešuje koeficient tření a materiál prokluzuje. Tento problém by bylo možné vyřešit zastřešením, ale v případě poruchy, jako např. roztržení pásu by bylo toto řešení nevýhodné.

Pomocí dopravníkového pásu je materiál dopravován do samotné linky. Budova je složena z několika pater. V běžném jazyce



Obr. 10 Zásobník pro tři třídíče

teprve materiál dopravuje spodním odběrem do třídící linky (Obr. 6). Spodní odběr probíhá tak, že pod hromadou je zabudovaná šachta. Tato šachta má ve své horní části hydraulický uzávěr, který buď materiál nad šachtou nechá propadávat, nebo se dá naopak zavřít. Pod uzávěrem je již dopravníkový pás, který materiál dopravuje do třídící linky. Výhodou tohoto systému je, že lze z hromady odebrat i ve chvíli, kdy neprobíhá těžba. Např. při údržbě dehydrátoru, opravách pásů, změny polohy těžby a pod.

Nyní bude zaměřena pozornost na první velmi důležitý problém. Výška vstupu materiálu je cca 30 metrů. Jak je z Obr. 6 patrné, tak



Obr. 9 Násypka pod obloukovým sítem

srozumitelný pojem „patro“ bude však v této práci vhodně nahradit v oboru běžně používaným odborným termínem „úroveň“ s tím, že první úroveň bude nejvyšší provozní výšková úroveň v budově. V této úrovni se nachází vstup. Zde je uložen velký elektromotor s převodovou skříní, který pohání dopravníkový pás na vstup. Bohužel se nepodařilo řádně zjistit o jakou skřín se jedná, vyrobena však byla v době ČSR. Odtud padá materiál z dopravníkového pásu do druhé úrovně do násypky. Tato násypka je uvnitř osově rozdělena dvěma skluzy, takže má dva výstupy (Obr. 7). Z výstupů padá materiál na krátké dopravníkové pásy a z těchto pásů padá materiál do třetí úrovně na pevné rošty. Pásy jsou navíc na konci opatřeny jednoduchým mechanismem, který je opatřen mechanickou klapkou, díky

keré je možno regulovat množství dále předávaného materiálu. Pevné rošty (Obr. 8) slouží k oddělení toho největšího kameniva v materiálu, který je považován v tomto případě za odpad, nevyužitelný k dalšímu provozu. Tyto kameny, které se oddělí na pevném roštu, jsou manuálně za pomoci ručního náradí odstraňovány. V této části linky se do procesu zapojuje vodní proud ve formě vody, která mírně vytéká z hadic, který slouží k očištění materiálu a zároveň k



Obr. 11 Pohled na třídící

Pod pevnými rošty se ve čtvrté úrovni nacházejí oblouková síta, která mají oddělitelnost frakce do 4 [mm]. Obloukový tvar je vhodný pro rovnoměrný odvod nadsítného materiálu do násypky Obr. 9, která se nachází pod těmito síty. Složky které přes toto síto propadnou (podsítné), putují do dehydrátoru, který se nachází v poslední úrovni. Tato frakce má výrobní označení **0,4 A**. Písmenko A vyjadřuje, že se jedná o mokry proces. Je důležité upozornit na



Obr. 13 Venkovní třídící



Obr. 12 Tři točivé třídící v 5. úrovni

čištění roštu samotného, jelikož rošt je zanášen prachem, jílem a jinými nečistotami.

Je také vhodné zmínit, že se v této úrovni také nachází velící řídicí pracoviště. Celá linka je opatřena kamerovým systémem a vše je tedy možné sledovat z velína, ze kterého je možné v případě nutnosti linku zastavit. Není tedy nutné, aby se v každé úrovni nacházel pracovník, který by hlídal a kontroloval provoz linky. Práce v takovém prostředí má negativní vlastnosti na zdraví pracovníka.



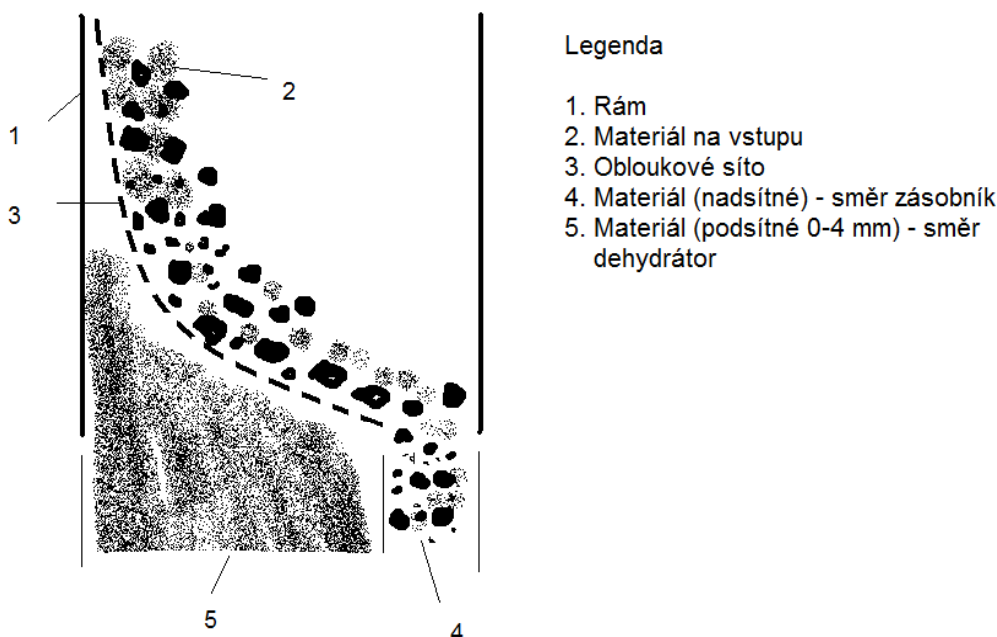
Obr. 14 Odtříděná frakce, která je dále dopravována na venkovní třídící (7. úroveň)

detail, že na obloukových sítích se neodtřídí úplně frakce 0,4 A. Slouží pouze pro první odtřídění této frakce. Složky, které sítím nepropadnou

(nadsýtné), obsahující stále frakci 0,4 A, putují pomocí násypky do velkého zásobníku (Obr. 10) v páté úrovni. Tento zásobník je největším zásobníkem v celé lince a zásobuje tři třídíče, které se nacházejí pod ním v šesté úrovni.

Šestá úroveň by mohla být označena, jako "srdce" třídící linky. Tvoří ji tři totožné vibrační síťové třídíče (Obr. 12), kde každý má dvě síta. Hlavní nosnou částí tohoto třídíče jsou boční stěny, které jsou vzájemně spojeny příčnou výztuhou. Na stěnách bočnic jsou upevněny nosníky síťových ploch. K zajištění plného využití síťové plochy slouží podávací stůl. Ten je připevněn na horním okraji skříně třídíče. Do této kazety, jak se jinak podávací stůl nazývá, se nasypává materiál a zároveň se rozprostírá do celé šířky síta. Síto, které je viděno na Obr. 11 se zdá být celistvé, ale není tomu tak. Jedná se o několik menších sít, která jsou za sebou naskládána. Díky tomu je možné v případě potřeby vyměnit pouze tu část síta, kterou je zapotřebí a ne zbytečně síto celé. Dále je vidět, že v procesu třídění má důležitou roli voda, která je pod tlakem vstříkována na síto. Proces, kdy se síťová plocha sprchuje vodou, se nazývá mokřým tříděním. Účel mokrého třídění je prostý. Působením tlaku vody na materiál se směs kvalitněji odtrídí a navíc se materiál zbavuje nežádoucích nečistot. Použitá voda je pitná voda, která se čerpá z nádrže B na Obr. 1. Vibrační pohyb zajišťuje excentrický mechanismus poháněný elektromotorem. Při rozkmitání takového stroje je nutné dostatečné odizolování vibrací do nosné konstrukce budovy. V 5. úrovni je na nosníku uložena pružina, která je spojena ocelovým lanem se skříní třídíče. Pružina zajišťuje kmitání skříně a zároveň odizolování vibrací do nosné konstrukce. Na odizolování se podílí v malé části samotné ocelové lano, které má také svojí elasticitu. Jak již bylo zmíněno, tak je každý třídíč opatřen dvěma síty a to popadu 6,3 [mm] a 4 [mm].

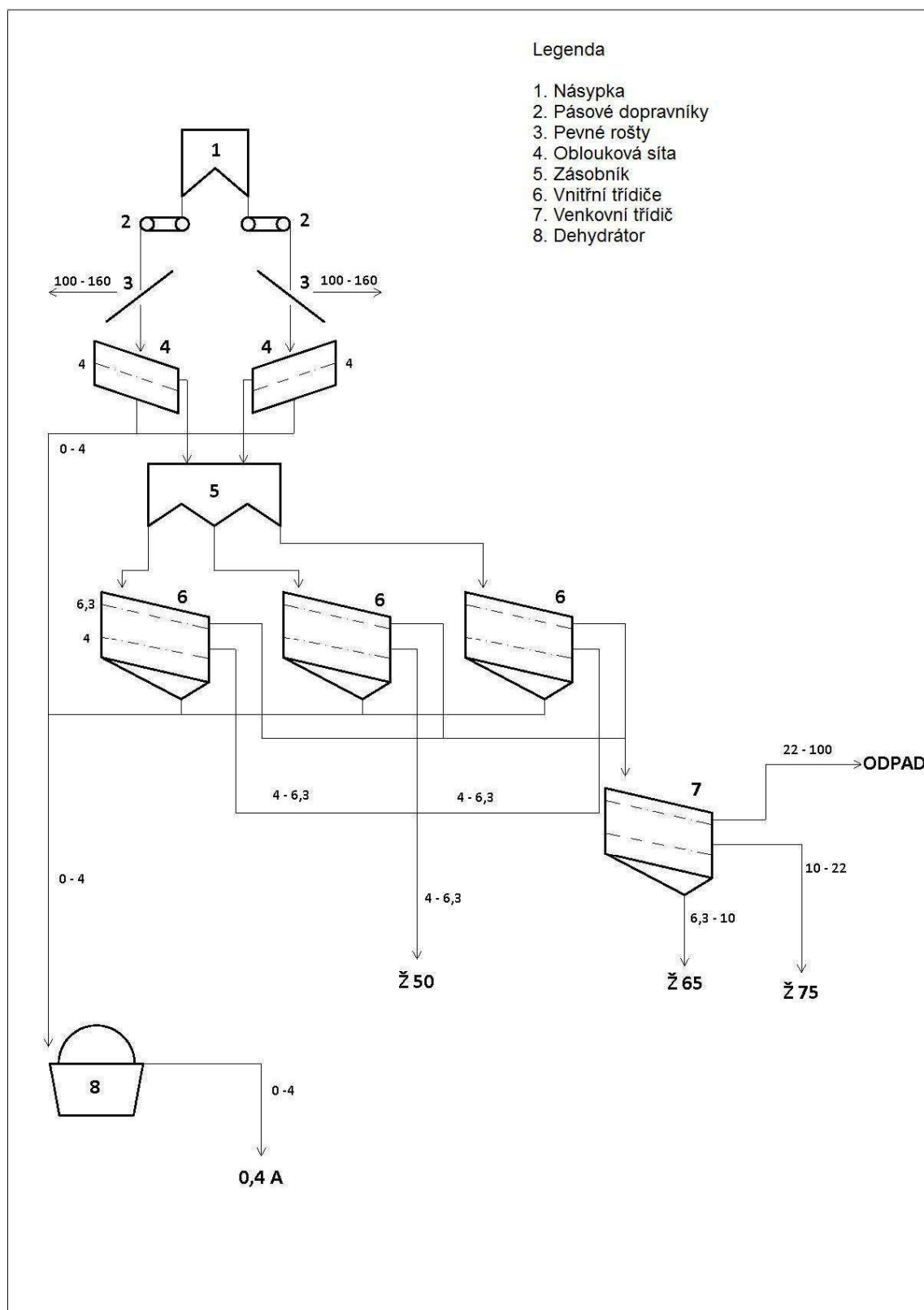
V první fázi se materiál třídí na sítu 6,3 [mm]. Nadsítné z toho síta putuje za pomoci dopravníkových pásů na venkovní třídíč (Obr. 13), kde je dále dotřídováno na frakce 10 – 22[mm], jejíž výrobní označení je **Ž 75** a na 6,3 – 10 [mm], jejíž výrobní označení je **Ž 65**. Písmeno **Ž** označuje živec. Frakce 22 – 100 [mm], která je nadsítným prvního síta se považuje jako odpad.



Obr. 15 Princip obloukového síta

Materiál, který propadne sítem 6,3 [mm] je následně tříděn na sítu 4 [mm]. Nadsítné tohoto síta třídí tedy frakci 4 – 6,3 [mm]. Výrobní označení této frakce je **Ž 50**. Vše co propadne sítem 4 mm, tudíž podsítné o frakci 0 – 4 [mm] je pouze písek. Jelikož je použito mokré třídění, je tedy nutné opět odstranit pokud možno co nejvíce vody z materiálu. K tomuto úkolu opět slouží korečkový dehydrátor, který se nachází v poslední osmé úrovni. Zde se už jen pouze odvodňuje písek. Odvodněný materiál je z korečku vyhazován na dopravníkový pás a následně dopravován na příslušnou haldu. Každý pás má svůj samostatný motor a je možno se po celé jeho délce pohybovat v zóně k tomu určené. Samozřejmě je u pásu určitá bezpečnostní zóna, která je zajištěna tenkým lankem a v případě jeho vychýlení se linka zastaví, takže při pohybu na dopravníkovém pásu je nutná maximální ostražitost. Veškeré odplavitelné částice z dehydrátoru putují do kalového pole. Kalové pole je nádrž, ve které se uchytí veškeré jíly, apod. a voda odtéká zpět do jezera. Ve chvíli, kdy se kalové pole zaplní, je nutné jej vybagrovat a vyjmutý materiál odvézt na skládku. Tím je proces třídění u konce.

3.1 Schéma současného stavu



Obr. 16 Schéma současného stavu

3.2 Současný stav těžby

Jak bylo výše již zmíněno, tak přibližné množství vstupu materiálu do výroby je o hmotnosti 536 000 tun za rok. Tabulka 1. udává momentální přibližné množství jednotlivých frakcí, které je v současné době možné roztřídit. Odpad se v tomto případě momentálně zanedbává.

Jak je z tabulky viditelné, tak největší podíl na těžbě má písek 0,4 A. Pro lepší představivost o jakou část z celku se jedná poslouží Graf 1.

	FRAKCE [mm]	[%]	[t]
	0 – 4 (0,4 A)	83	444880
	4 – 6,3 (50 Ž)	9,35	50116
	6,3 – 10 (65 Ž)	1,7	9112
	10 – 22 (75 Ž)	5,95	31892
Σ	-	100	536000

Tabulka 1 Množství současné těžby



Důvodů k rekonstrukci je mnoho. Jak bylo z fotografií stávajícího stavu viditelné, tak konstrukce je již velmi stará, korodující a v dnešní době pro kontrola v podstatě nevyhovující ze statického hlediska. Dále jsou zde již příliš staré elektrické rozvody, což je v tomto provozu velmi podstatné, neboť dnes je v podstatě vše řízeno elektronicky a při dynamicky namáhaném a mokřém provozu může snadno vzniknout havárie. Hlavní důvod je však potřeba zdokonalení třídění, jelikož jsou neustále větší a větší nároky odběratelů.

4 Rešerše technických řešení

4.1 Normalizace

Vlastnosti kameniva určují normy. V této oblasti je to důležité, neboť jak již bylo řečeno, tak nejčastější využití kameniva je v oboru stavitelství. Nejpodstatnější normou je norma ČSN 72 1511 KAMENIVO PRO STAVEBNÍ ÚČELY, která byla vydána 26.10.1966.

Tato norma udává například, že jakost kameniva musí být kontrolována předepsanými zkouškami v laboratoři. Popisuje jednotlivé zkoušky, kterými není nutné se v této práci zabývat. Udává dále, že kamenivo se rozděluje do pěti základních jakostních tříd A, B, C, D a E z nichž lze třídu A považovat za nejkvalitnější. Není však nutné s těmito třídami souhlasit, neboť záleží individuálně na každém uživateli, co je pro něj nejlepší a co je jeho hlavním kritériem. Norma se také zabývá technickými požadavky. Tyto požadavky mají dvojí charakter. Jedny sledují fyzikálně mechanické vlastnosti horniny, ze které se kamenivo vyrábí. Tyto vlastnosti nelze nijak upravovat. Jiné utvářejí technologické postupy výroby v úpravně kameniva. Některé tyto požadavky, jako například nadsítné, podsítné, cizorodé částice jsou však částečně ovlivnitelné. Jako neovlivnitelné považujeme například mrazuvzdornost, obsah síry, nebo trvanlivost.

V rámci Evropské unie jsou však normy sjednoceny a vypracovány normy nové (Evropské normy EN). Toto sjednocení vypracovala Evropská komise pro normalizaci (CEN) se sídlem v Bruselu. Norma ČSN 72 1511 přenormování neunikla, její podstata ale zůstala stejná. Od 1. dubna 2004 je však neplatná a je nahrazena normami:

- ČSN EN 13043 Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch
- ČSN EN 12620 Kamenivo do betonu
- ČSN EN 13139 Kamenivo pro malty
- ČSN EN 13242 Kamenivo pro nesmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace
- ČSN EN 13055-1 Pórovité kamenivo – Část 1: Pórovité kamenivo do betonu, malty a injektážní malty

- ČSN EN 13450 Kamenivo pro kolejové lože

Stavební kamenivo			
Těžené kamenivo		Drcené kamenivo	
Drobné kamenivo (písky)	Hrubé kamenivo	Drť	Štěrkodrtě
0/2 mm	4/8 mm	0/2 mm	2/4 mm
0/4 mm	8/16 mm	2/5 mm	4/8 mm
	16/22 mm	5/8 mm	8/16 mm
	22/32 mm	8/11 mm	16/22 mm
	32/63 mm	11/22 mm	22/32 mm
	63/125 mm	22/32 mm	32/45 mm
			45/63 mm
			63/90 mm
			90/125 mm

Tyto normy mají rozdílné fyzikálně mechanické vlastnosti, jakostní třídy, předepsané zkoušky, atd. podle toho, k jakému účelu slouží, ale co se týká frakcí kameniva, základní požadavky jsou stejné a to dle Tabulka 2.

Tabulka 2 Rozdělení frakcí stavebního kameniva

Pro tuto práci je směrodatné rozdělení frakcí pro těžené kamenivo. Z Tabulka 2 je ale viditelný rozdíl mezi těžným a drceným kamenivem. Základní rozdíl je v tom, že kamenivo drcené má jemnější podíly frakcí než kamenivo těžené.

V praxi jsou tyto frakce pouze orientační. Ve skutečnosti si totiž každý podnik zhotovuje frakce dle požadavků zákazníka, které jsou mnohem odlišné od základního rozdělení, neboť toto rozdělení nabízí velmi omezené možnosti. Výjimkou je drobné kamenivo, kde dělat ještě jemnější rozdělení je zbytečné a v podstatě nereálné z důvodu malých rozměrů.

4.2 Obchodní a marketingová strategie podniku

Podnikatelským záměrem v rámci provozovny Halámky při těžbě, zpracování a prodeji je vyhovět požadavkům zákazníka. Jelikož se požadavky neustále zvyšují, je nutné provést jistý krok k rozvoji a sice rozšířit sortiment frakcí při zachování či zvýšení kvality a produktivity. Požadavek, který Halámkami kladen, je rozepsán v Tabulka 3.

Na výstupu procesu jsou dva druhy kameniva. Písek a živec. Odběratelem písku jsou betonárky a jiné stavební segmenty, pro které je písek důležitý. Je ale nutno zmínit, že velkým odběratelem písku je i provozovna Nová Ves, která se zabývá výrobou stavebních hmot (maltových směsí, stavebních lepidel, apod.). Tato provozovna je vzdálena od provozovny v Halámkách vzdušnou čarou skoro 2 kilometry. Provozovny jsou vzájemně spojeny lanovým dopravníkovým pásem, takže je možné neustále dodávat materiál, který je na dopravník dopravován spodním odběrem z haldy písku. Odběratelem živce jsou převažně podniky, působící v keramickém průmyslu, které jej dále zpracovávají pro svojí výrobu, jako například výrobě keramiky, nebo glazur.

Frakce [mm]	Druh	[%]	[t]
0 – 4	písek	78 (až 88)	420290
4 – 6,3	živec	10,2	54500
6,3 – 8	živec	3,4	18000
8 – 14	živec	4,7	25000
14 – 18	živec	1,3	7000
18 – 22	živec	0,7	3500
22 – 160	odpad	1,8	7704

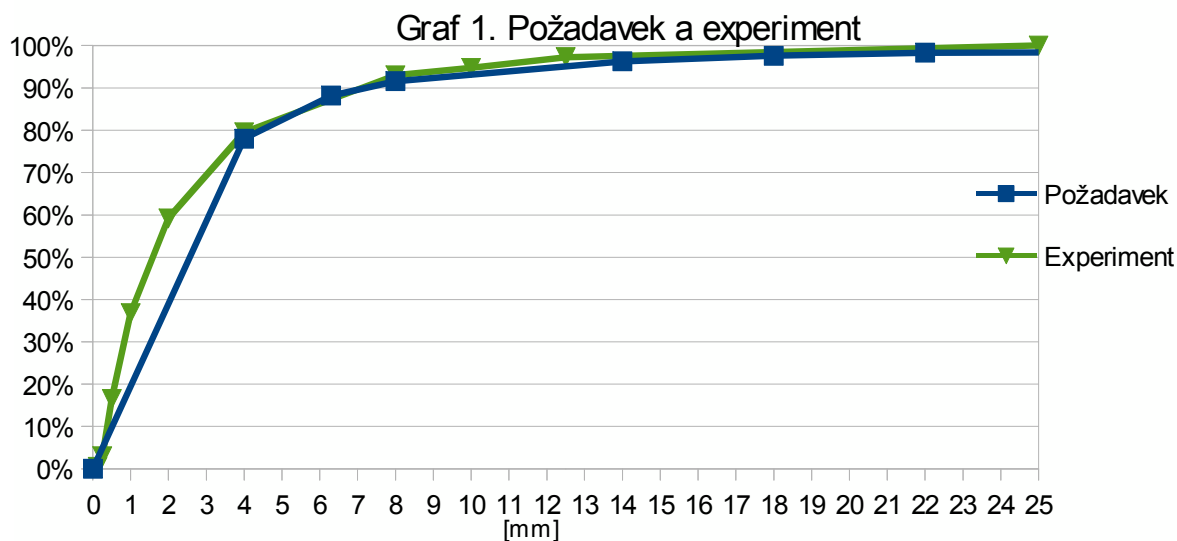
Tabulka 3 Požadavek podniku pro budoucí provoz

Tyto hodnoty byly získány na základě rozboru zrnitosti a zrnitostní křivky. Tento rozbor se provádí následujícím způsobem.

Ze současné těžební oblasti se odebere z různých míst několik vzorků. Tyto vzorky jsou smíchány a je z nich odebrán jeden zkušební vzorek. Tento vzorek se prosévá na normovaných kontrolních ocelových sítích. Velikost propadu sítí je 25 [mm]; 15,5 [mm]; 10 [mm]; 8 [mm]; 4 [mm]; 2 [mm]; 1 [mm]; 0,5 [mm]; 0,25 [mm]; 0,125 [mm]. Doba prosevání na každém síti je 1 hodina. Vzorek se prosévá několikrát (čím více prosetí tím přesnější křivka) a zapisují se hodnoty maximálního a minimálního propadu na každém síti. Z těchto hodnot se spočítají aritmetické průměry a z nich je zkonstruována křivka zrnitosti, kde na ose x je zastoupena velikost zrn v milimetrech a na ose y procentuální množství. Z křivky se dá tedy vyčíst v kolika procentech je zastupena určitá požadovaná frakce. Tyto údaje však nejsou stoprocentně přesné. Zde ve skladbě horniny sice často platí, že v nejvyšších vrstvách je jemná hornina, zatím co s přibývající hloubkou hrubne, ale při

těžbě od stěny se stěna sesouvá, takže se odebírané kamenivo stejně namíchává.

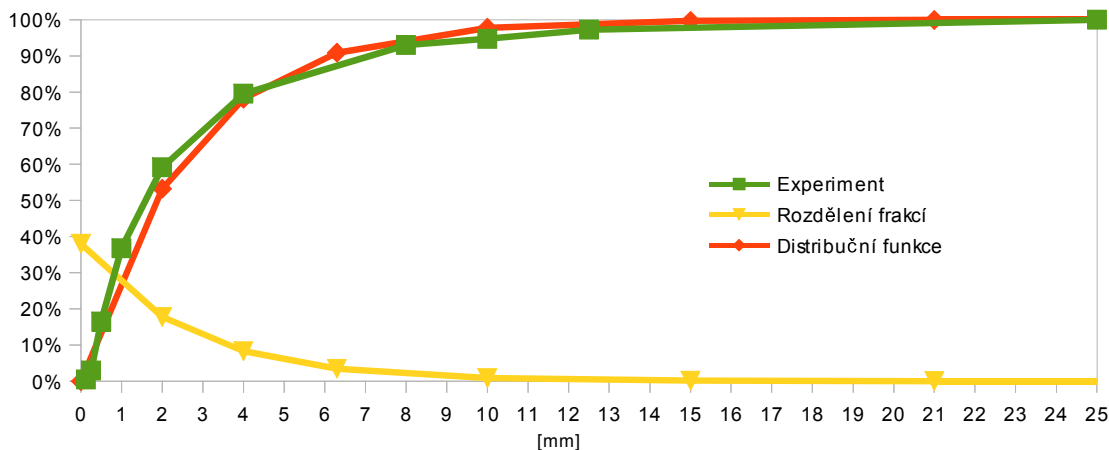
Při porovnání vymodelované křivky experimentálního zjištění obsahu frakcí v surovině a křivky požadavku investora by neměly být velké odchylky. Křivka požadavku je totožná, jak je viditelné na Grafu 1. s křivkou experimentu. Jediná velká odchylka je v oblasti 0 – 4 [mm], kde tato odchylka vznikla tím, že body jsou spojeny lineárně, kdyby bylo spojení a tím i celá křivka exponenciální, křivky by téměř splývaly.



4.2.1 Graf distribuční funkce analyzovaného písku

Jedná se o graf, který se v oboru nevyužívá, ale mohl by mít přínos pro provoz. Jeho využití spočívá ve zjištění, s jakou pravděpodobností se nám určitá frakce ve vzorku objeví je použit diagram rozdělení frakcí. Tento diagram přímo ukazuje podíl jednotlivých frakcí. Tato křivka vznikne derivací distribuční funkce. Křivka distribuční funkce je v podstatě totožná s křivkou experimentálně zjištěného zastoupení frakcí v surovině.

Graf 2. distribuční funkce frakcí analyzovaného písku



Vzorec této distribuční funkce je $1 - e^{-0,38 \cdot D}$ a jeho následnou derivací se získá $0,38 \cdot e^{-0,38 \cdot D}$, z čehož se dá vymodelovat křivka rozdělení frakcí.

Když bude vytyčen interval mezi dvěma body, potom množství těch zrn v náhodném vzorku (pravděpodobnost výskytu) odpovídá ploše pod touto křivkou rozdělení frakcí ve vytyčeném intervalu. Pravděpodobnost tedy odpovídá ploše, ale samotná výška křivky odpovídá jen hustotě pravděpodobnosti.

4.3 SWOT analýza stávajícího stavu podniku

SWOT analýza je taková analýza, jejíž výsledkem je možné zlepšit strategii podniku. Princip je takový, že se zaměřuje na silné stránky, příležitosti, slabé stránky a hrozby podniku. Tyto kategorie se zapisují do tabulky (Tabulka 4) pro snadnější představivost. Snahou by mělo být silné stránky a příležitosti uskutečňovat a slabé stránky a hrozby naopak eliminovat. Po zpracování této analýzy bude zjištěno, zda se neobjeví něco, co nebylo v investorově požadavku a co by bylo možno pro rozvoj firmy vylepšit, nebo naopak eliminovat. V tomto případě nebude analýza zaměřena pouze na podnikovou stránku, ale také na provoz linky, protože se jedná o relativně malou provozovnu, která je závislá hlavně na strojích nutných k jejímu provozu.

SWOT	
Silné stránky	Slabé stránky
- velký zdroj materiálu	- malý sortiment frakcí
- zkušenosti	- stará konstrukce budovy
- spolupráce s Novou Vsí	- nespolehlivost (stáří) třídíčů
- řídicí pracoviště + kamerový systém	
- kvalifikovaný personál	
- kvalitní (čistá) surovina	
Příležitosti	Hrozby
- zlepšení kvality třídění	- růst cen energií
- zvýšení sortimentu	- kontrola statika (zákaz činnosti)
- posílení pozice na trhu	- konkurence

Tabulka 4 SWOT analýza stávajícího podniku

Po rozeptání následuje vyhodnocení. Tato metoda se nedá vyhodnocovat žádným matematickým způsobem. Je to tvůrčí činnost, u které je nutné uvažovat, přemýšlet nad tím co je k dispozici v daném problému a najít si pro a proti. Špatnou anlyzou je možné také naopak ztratit, než získat. Jak je z tabulky viditelné, tak kladné stránky převyšují ty záporné. Vezme-li se v úvahu požadavek investora, který znamená rekonstrukci třídící linky, v čemž je zahrnuta i rekonstrukce budovy, která však není předmětem této práce a zvýšení počtu frakcí. Tím se odstraní z hrozeb malý sortiment frakcí, stará konstrukce budovy a spolehlivost (stáří) třídíčů. Uskuteční se zlepšení kvality třídění, zvýšení sortimentu a posílení pozice na trhu, čímž se uskuteční možné příležitosti. Nevyhovění požadavkům kontrolora ve hrozbách rekonstrukcí budovy odpadne. S růstem cen energií není možné nic udělat, neboť tento faktor není ovlivnitelný podnikem, je pouze možné sledovat ceny různých dodavatelů energií. Na druhou stranu mohou ceny energií také klesat, což je pro podnik naopak příjemné. Hrozba konkurence na trhu je a bude neustále, záleží na firmě, jak zajímavé budou její nabídky pro zákazníka.

Požadavek investora na rekonstrukci by měl být tedy dle SWOT analýzi dobrým krokem do budoucna, jelikož rekonstrukce by odstranila slabé stránky, snížila by hrozby a uskutečnila možné příležitosti podniku.

4.4 Výběr dodavatele

V této kapitole bude rozhodnuto o výběru firmy, která bude svým sortimentem realizovat rekonstrukci třídící linky. Jsou vybrány 3 firmy, zabývající se problematikou v oblasti těžebních strojů. Bude se jednat o BINDER+CO, TEREK FINLAY a TRIO. Zmiňované podniky budou představeny, bude řečeno několik kladů a záporů a na závěr bude jedna z těchto firem vybrána na základě bodovací metody (Tabulka 5). Firem zabývajících se touto tematikou je samozřejmě více, byli však vybráni tak, aby se dali jasně rozpoznat základní parametry pro výběr.

4.4.1 BINDER + CO

Binder + Co je v dnešní době považován za špičku v oboru. Tato rakouská firma má velmi bohatou historii, která začíná v roce 1894. V roce 1954 byl vyvinut průkopnický "Binder systém", což byl počátek třídící technologie. Dlouhé působení znamená



Obr. 17 Logo firmy

zkušenosti a ty tahle firma skutečně má. Firma disponuje vysokou technickou úrovní a má jedny z nejlepších zkušeností v oboru. Sortiment nabízí vše pro těžbu nutné. Drtiče, třídíče, dehydrátory a jiné potřebné stroje jsou zastoupeny v širokém spektru. Navíc je firma schopna zkonstruovat celkové komplexní řešení řídicího systému.

Základní zastoupení operuje v Rakousku, ale firma je zastoupena i u nás v ČR. Kvalita se bohužel projevuje na ceně a Binder nepatří mezi cenově nepříznivější a to nejen u ceny strojů, ale i náhradních dílů a servisních služeb. Dodací lhůty se pohybují kolem 12ti týdnů. Na stroje a náhradní díly se vztahuje záruka pouhých 12 měsíců a však bez ohledu na počet odpracovaných motohodin.

4.4.2 TEREX FINLAY

Tato firma nemá již tak bohatou minulost jako předchozí Binder, ale nedá se říct, že by byla na trhu nováčkem. Počátek firmy začíná v roce 1958, kdy John Finlay postavil první blok na výrobu těžebních strojů a v roce 1961 představil svoji první mobilní třídící jednotku. Firma je pod křídly světoznámého koncernu Terex z Irska, ale zastoupení má i u nás v ČR. Velkou výhodou je spolehlivá dodávka náhradních dílů a servisních služeb. Technická úroveň firmy je více než ucházející a to včetně technické podpory a poprodejniho servisu. Dále firma ve spolupráci s německým SPALECK vyvíjí univerzální třídíče. Záruka na produkty je 24 měsíců bez omezení počtu motohodin



Obr. 18 Logo firmy

Firma nedispunuje příliš širokým sortimentem, nedá se ale říct, že by nebylo z čeho vybírat. V celé ČR je pouze jedno servisní středisko v Chlumci nad Cidlinou. Produkty jsou převážně orientovány na mobilní provedení a firma má tedy menší zkušenosti s dodávkou stacionární technologie, ale tím se nedá říci, že by zkušenosti nebyli žádné. Omezením je velikost zařízení a to jak velikostně, tak kapacitně. Firma konstruuje třídíče do délky 6ti metrů.

4.4.3 TRIO

Firma jejíž sídlo je v USA, disponuje širší svého sortimentu a zaměřuje se i na provoz v extrémních podmínkách. Navíc strategií firmy při konstruování stroje není vytvořit jeden velký celek, ale spíše naopak jakýsi stavebnicový (modulární) systém, kde je každý uzel semimobilní a umožňuje komponenty libovolně poskládat dle potřeby. Technická úroveň je tedy v tomto případě velmi vysoká a tím i kvalita produktů.



Obr. 19 Logo firmy

Trio má regulérní zastoupení po celém světě pouze 6ti pobočkami a žádná není v ČR. Nejbližší pobočka je ve Velké Británii z čehož se odvíjí dostupnost a cena náhradních dílů a servisů. Technická podpora v českém jazyce neexistuje a ceny až příliš odpovídají kvalitě, jedná se tedy cenově o náročnou kategorii. Záruka v tomto případě je 12 měsíců popř. 2000 motohodin.

4.5 Bodovací metoda

Zde bude pomocí bodovací metody vyhodnocen nejvíce vyhovující kandidát. Firmy budou hodnoceny podle stanovených vlastností body od 1 – 5. Čím více vyhovující podmínky budou, tím

větší bude hodnocení. Na závěr se hodnocení sečte a firma s největším počtem bodů by měla nejvíce vyhovovat projektu rekonstrukce v Halámkách.

	BINDER + CO	TEREX FINLAY	TRIO
Technická úroveň	5	4	5
Zastoupení	4	5	1
Náhradní díly a servis	4	5	2
Šíře sortimentu	4	3	5
Záruka	4	5	3
Cena	3	5	2
Σ	24	27	18

Tabulka 5 Bodovací metoda

4.5.1 Výsledek bodovací metody a následný výběr

Jak je z bodovací metody viditelné, tak s celkovým počtem 27 bodů je upřednostňována firma Terex Finlay. Kritéria, která byla zvolena jsou těmi nejdůležitějšími znaky k výběru dodavatele. Technická úroveň není tak vysoká jako u ostatních dvou dodavatelů, ale pro realizaci rekonstrukce je dostačující. Podstatnými kritérii je zastoupení, náhradní díly a servis, záruka a v hlavním případě cena, v čemž Finlay z výše vybraných značek nemá konkurenta. Z toho ale nevyplývá, že by tomu tak bylo v každém případě. Stačilo by například, aby se nejednalo o nabídku z ČR, ale nabídku z USA a hodnocení by se přiklánělo k variantě Trio.

Bylo zmíněno, že má firma menší zkušenosti s nestacionárními technologiemi, ale pro tento případ jsou zkušenosti vyhovující. Navíc není zapotřebí robustních a silných třídíčů. Terex Finlay tedy vyhovuje a bude se počítat se zařízeními této firmy při rekonstrukci.

5 Návrh nových agregátů

Při návrhu nových agregátů lze vycházet ze dvou variant. Buď podle empiricky daných vzorců a nebo dle katalogových údajů. Při třídění je nejpodstatnější síťová plocha, což je plocha složená ze sít, na které proces třídění probíhá. Jsou dostupné literatury, jak tuto síťovou plochu spočítat. V dnešní době se však tato metoda nepoužívá. Na velikost konkrétní síťové plochy by byla nucena udělat univerzální konstrukce třídíče. Tímto není vyloučeno, že by nebylo možné třídíče vyrobit, ale jeho cena od katalogových třídíčů by byla podstatně vyšší, proto se dnes pracuje pouze s tím sortimentem, jaký firma nabízí.

Výpočet plochy třídíče

Pro výpočet plochy třídíče existuje velké množství metod. Výsledky jsou ale v každé metodě mnohdy velmi odlišné, že není jistota o jejich správnosti. Z toho důvodu jsou třídíče buď zbytečně

předimenzované, nebo naopak poddimenzované a konstrukce jsou časem porušeny.

Nejjednodušší z výpočtových vztahů, který se stal velmi oblíbený pro jeho jednoduchost a přehlednost se stal vztah od americké firmy Allis Chalmers. Tato metoda se dá aplikovat, pokud jsou známé údaje jako:

- množství materiálu přiváděného za jednotku času
- druh materiálu
- zrnitostní křivka materiálu
- hmotnost materiálu
- požadované frakce při odtřídění
- vlhkost
- provozní podmínky

$$F = \frac{Q}{A * V * H * K * X * S} \quad \text{kde:}$$

*Rovnice 1: Výpočet
plochy třídiče metodou
Allis Chalmers*

F – plocha síta [mm²]

Q – výkonnost sítové plochy [t . h⁻¹]

A – bazická výkonnost [t . m⁻² . h⁻¹]

V – součinitel obsahu nadsítného (tabulková hodnota)

H – součinitel obsahu podsítného (tabulková hodnota)

K – opravný součinitel (tabulková hodnota)

X – součinitel typu třídiče vyjadřující sklon sítové plochy (tabulková hodnota)

S – součinitel polohy sítové plochy (tabulková hodnota)

Toto je nejpoužívanější metoda pro výpočet sítové plochy. Ze sítové plochy se dále dopočítává optimální délka a šířka třídiče. Tyto vztahy ale už nebudou v práci zmiňovány, jelikož jak bylo řečeno výše, tak tato metoda se nepoužívá, jelikož dnes je užíván pouze sortiment výrobce.

Nejpodstatnějším vstupním faktorem je počet tun materiálu, který do linky vstupuje za jednu hodinu. Tento údaj se vypočítává z odhadovaného množství těžby za rok a přepokládané doby těžby během roku ve dnech (přepočteno na hodiny). Ze zadání investora vyplývá, že přepokládaná těžba za hodinu se pohybuje okolo 250 tun, což je hlavním údajem pro katalogovou volbu agregátů.

Další podstatný faktor je dispozice agregátů. Třídiče lze skládat sériově, ale mohou být skládány také paralelně. Projektant musí tedy usoudit jak třídiče poskládat a jaká síta zvolit, neboť je velmi důležité si uvědomit to, že není pravidlem velikost ok síť poskládat od největšího propadu až po ten nejmenší, ale že lze síta kombinovat tak, aby byl systém co nejjednodušší a díky tomu i nejekonomičtější, což se z hlediska poskládání sít nemusí na první pohled zdát. Pro tuto operaci je

důležité znát přibližné množství každé frakce, která se ve vstupním materiálu vyskytuje, což je pro tuto práci známý údaj.

Rekonstrukce v Halámkách bude probíhat v celém rozsahu, neboť jak již bylo zmíněno, tak v blízké době by budova při kontrole statika navyhověla, takže pole působnosti v návrhu varianty je velmi rozmanité, neboť stávající nosná konstrukce bude z velké části vyměněna a tudíž lze měnit i dispozici zařízení v budově samotné. V této práci budou navrženy dvě varianty. První bude stacionární varianta pro provoz budově. Druhá varianta bude mobilní sestavení třídící linky, neboť toto sestavení obnáší mnoho výhod. O výhodách a nevýhodách jednotlivých variant bude pojednáno níže.

5.1 Stacionární varianta

5.1.1 Vlastní zadání

Z návštěvy Halámek byl vyvozen důležitý poznatek. Dispozice zařízení v budově je chaotická. Některé úrovně obsahují jednoduchá zařízení, nebo pouze skluzy a nic více, čímž je zbytečně mnoho nevyužitého prostoru. Z těchto poznatků bylo vyvozeno, navrhnout dispozici tak, aby nevyužitého prostoru bylo co nejméně a zároveň se dispozicí snížila výška budovy, díky čemuž se zmenší kritický úhel dopravníkového pásu, který dopravuje materiál z haldy do linky samotné. Před návrhem dispozicí celé linky bude navržena samotná třídící jednotka tak, aby pokud možno odpadly pevné rošty ve třetí úrovni, oblouková síta ve čtvrté úrovni a velký zásobník z páté úrovně. Dnešní stroje a zařízení dokáží funkci těchto součástí stávající linky nahradit a tím tedy i eliminovat. Pokud by tyto součásti byli eliminovány, došlo by k výraznému snížení budovy, tedy linky samotné.

5.1.2 Třídící síta

Aby bylo možné navrhnout třídící jednotku, je nejrozumnější si nejdříve navrhnout poskládání třídících sít Obr. 22. Jak bylo řečeno výše, tak není pravidlem, aby oka sít byla řazena od největšího po nejmenší dle požadovaných frakcí. Dále je možné netřídít na jedné sítové ploše pouze jednu frakci, ale lze rozdělit sítovou plochu například na půl a na každém úseku instalovat jiná síta s jinými propady. Zavedení takto dělených sít do provozu, ale vyžaduje značné znalosti a zkušenosti v oboru. Nelze nijak spočítat optimální poměr dvou sít různých propadů na jedné sítové ploše. V případě špatné instalace by hrozilo nekvalitní odtrídění.

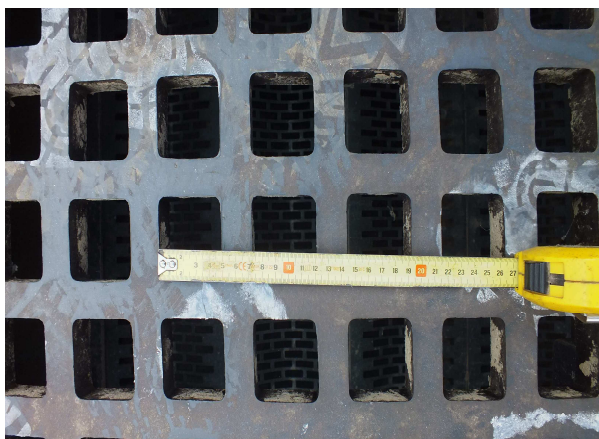
Pro provoz v Halámkách připadají v úvahu dva druhy třídících sít. Buďto síta kovová Obr. 20, nebo síta nekovová, konkrétně polyuretanová Obr. 21. Škála druhů sít je velmi rozmanitá, ale pro třídění písku a drobných částí jsou tyto dva druhy neoptimálnější. Výhodou kovových sít je jejich relativně nízká pořizovací cena. Jedná se o drátěná síta s čtvercovými oky z ořezuvzdorné, pružinové oceli. Síta se ale často zanáší, což by však nebyl v Halámkách problém, jelikož se uvažuje se sprchováním třídící plochy.

Polyuretanová síta jsou podstatně dražší, ale mají mnoho výhod. Vyrábí se na míru dle třídícího zařízení, materiál má samočistící efekt, otvor bývá kónického tvaru, což zabraňuje možnému ucpání síta a navíc mají tato síta minimální hlučnost. Rozhodující parametr je ale trvanlivost. Trvanlivost ocelových sít by v tomto provozu byla cca 2 týdny. Oproti tomu síta vyrobená z polyuretanu vydrží až cca třičtvrtě roku. Polyuretanová síta jsou podstatně dražší, než síta ocelová, ale při porovnání

trvanlivosti se vyplatí více. Důležitý parametr je také účinnost propadu, která je u polyuretanového síta nižší. To je zapříčiné tím, že na drátěných sítích je více ok, než na sítích polyuretanových z důvodu tlustější stěny mezi oky. Při procesu třídění se ale počítá se sprchováním materiálu na třídících sítích, díky tomu účinnost na polyuretanových sítích třídění stoupne.

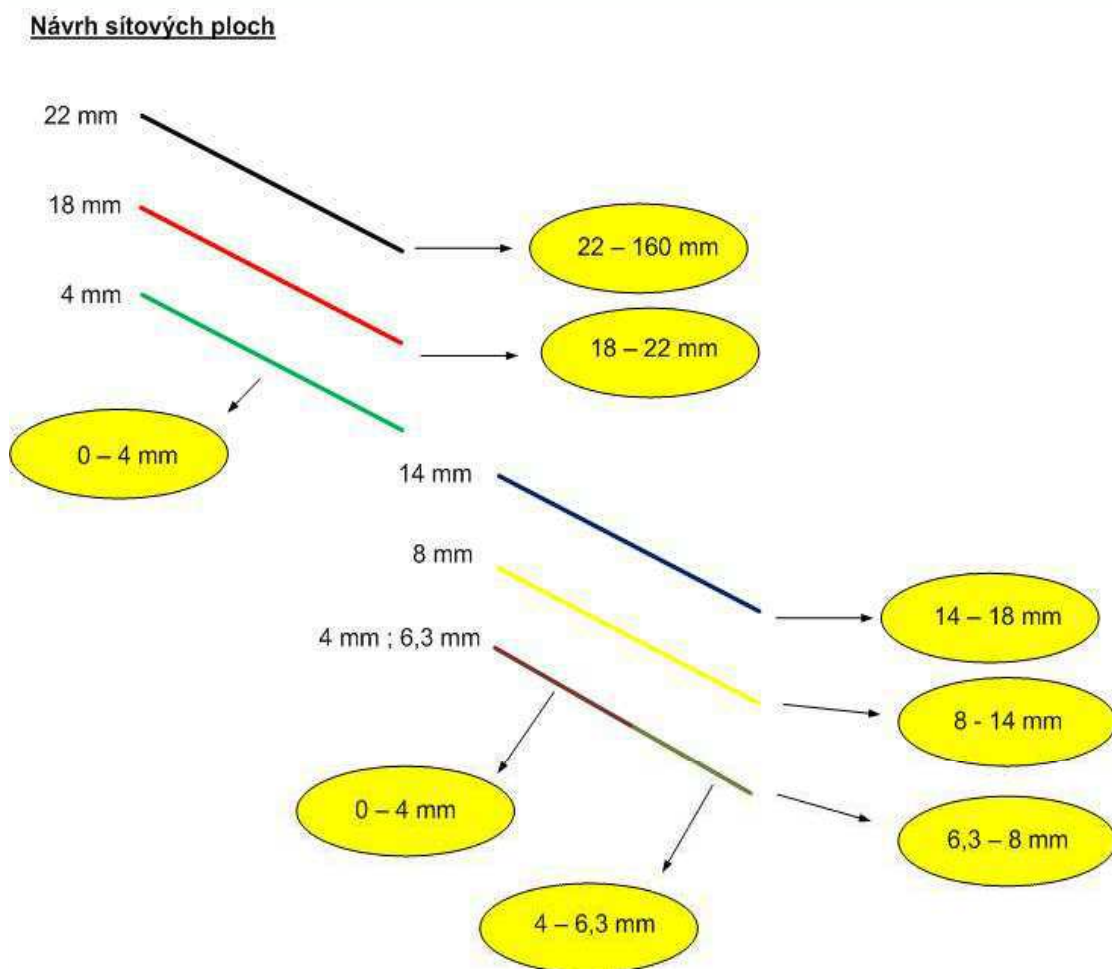


Obr. 20: Kovové síto



Obr. 21: Polyuretanové síto

Na Obr. 22 je vidět hrubý návrh síťových ploch. Barevné čáry naznačují síta o propadu, jehož hodnota je uvedena vždy před čarou. Hodnoty zvýrazněné žlutě jsou již získané požadované frakce. Jak je z obrázku viditelné, tak nejspodnější síto je rozděleno na dva různé propady. První síto, které třídí frakci 0 – 4 [mm] je instalováno již výše, zde má funkci hlavního třídění. Půl síta v nejspodnější části slouží na dotřídění materiálu, který se nestihl odtrždit výše. Tato operace je nutná, jelikož frakce 0 - 4 [mm] je ve materiálu nejvíce. Oproti tomu frakce 4 – 6,3 [mm] a 6,3 – 8 [mm] jsou zastupeny minimálně, není tedy nutností věnovat jim jednu celou síťovou plochu. Při třídícím procesu se počítá se sprchováním sít, čímž stoupá jistota kvalitního třídění.



Obr. 22 Návrh síťových ploch

5.1.3 Třidicí agregát (Dernaseer – 1,8 x 6,1 THREE DECK IWS)

Jako použitý agregát pro stacionární variantu je zvolen třidič od firmy Dernaseer, která je již přes dvacet let dodavatelem různých komponentů a uzlů pro firmu Finlay. Dernaseer se na trhu zaměřuje hlavně na stacionární varianty a má dlouholeté zkušenosti v oboru.

Hlavní důvod výběru tohoto třidiče (konkrétně 1,8 [m] x 6,1 [m] THREE DECK INCLINED WASHING SCREENN) je jeho rozměr. Oproti firmě Finlay, která velmi podobným třidičem disponuje je totiž širší, což znamená, že má větší síťovou plochu. Nákladově se dá tento třidič pořídit přibližně za stejnou cenu (dle nabídky), což je samozřejmě výhodnější.

Specifikace třidiče

- výkon 250 [t/hod]
- síťová plocha 1,8 [m] x 6,1 [m] (3 síťové plochy)
- hmotnost 9500 [kg]
- excentrický hřídelový vibrační mechanismus
- elektromotor 22 [kW]
- řemenový pohon s krytem
- upínací desky
- těžký pozinkovaný nosný rám s přístupovým schodištěm
- kompletní sprchovací zařízení s vyměnitelnými mosaznými tryskami (spotřeba vody min 1,5 [m³] při tlaku 2 [bar])

Z výše uvedené specifikace jsou pro práci nejpodstatnější dva údaje. Výkon stroje dokáže splnit požadavek 250 [t/hod] a spotřeba vody je min 1,5 [m³] při tlaku 2 [bar], kdy k dispozici v Halámkách je průtok podstatně vyšší.

Současný příkon elektromotoru v současném třidiči v Halámkách je pravděpodobně nižší, jelikož třidiče jsou menší. Domnívám se ale, že příkon je úměrný s velikostí třidiče a nepovažoval bych to jako důvod, proč nepoužít ve variantě tento třidič.

Záruka stroje je 12 měsíců, nebo 2000 motohodin, záleží na tom, který časový interval proběhne dříve. Je nutné



Obr. 23 Stacionární třidič Dernaseer

zdůraznit, že záruka se na stroj vztahuje v případě, kdy není do jeho konstrukce nějak zasaženo. V praxi to totiž ve skutečnosti funguje tak, že bývá nutné nějaké "vylepšení", které v konkrétním provozu zajistí kvalitnější chod linky. Toto vylepšení ale často zasáhne do samotného stroje.

5.1.4 Návrh stacionární varianty

Návrh stacionární varianty bude ztvárněn na dvou výkresech. První výkres bude obsahovat pohled na bokorys linky a druhý výkres bude půdorys linky. Kopletní výkresy budou uloženy v příloze.

Materiál na vstupu budovy, který je dopravován plnicím dopravníkem padá do dělicího skluzu. Tento skluz dělí vstupující materiál a posílá jej na dva totožné tříděče Dernaseer.

První síto o propadu 22 [mm] odděluje frakci, která je pro provozovnu považována jako odpad. Tedy vše o rozměru 22 [mm] a více. Jelikož jsou tříděče dostatečně velké a množství odpadu je nízké, tak není potřeba hrubých roštů, které jsou v současné lince. Polyuretanová síta mají dobrou pevnost a nehrozí jejich poškození. Druhé síto o propadu 18 [mm] odděluje frakci **18 – 22 [mm]**, která je požadována v zadání od investora.

Třetí síto je nastaveno na propad 4 [mm]. Pod tímto sítem je umístěna sběrná vana, do které padá podsítné **0 – 4 [mm]**. Vana by měla být zhotovena z nerezové oceli a měla by mít dobrou otěruvzdornost. Z této vany je veden svod přímo do korečkového dehydrátoru, kde je odseparováno co největší možné množství vody a za pomoci haldovacího pásu je frakce dopravována přímo na sběrnou haldu. Nadsítné o frakci 4 – 18 [mm] je posíláno pomocí spojeného skluzu na jeden tříděč Dernaseer, který se nachází o úroveň níže.

První síto spodního tříděče o velikosti propadu 18 [mm] odtřídí frakci **14 – 18 [mm]**.

Druhé síto o propadu 8 mm odtřídí další požadovanou frakci **8 – 14 [mm]**.

Poslední třetí síťová plocha je rozdělena na dvě části. První polovina plochy má propad 4 [mm]. Materiál, který propadne touto plochou propadne opět do sběrné vany, která se nachází pouze pod plochou síta 4 [mm]. Z této vany je opět vyveden skluz, který posílá materiál do dehydrátoru a z něj následovně na haldu. Nadsítné putuje na druhou polovinu síťové plochy, kde je síto o propadu 6,3 [mm]. Podsítné propadá do sběrné vany instalované pod sítem 6,3 [mm], ze které je odváděno na haldu frakce **4 – 6,3 [mm]**. Nadsítné tvoří zbylou poslední požadovanou frakci **6,3 – 8 [mm]**.

Síto o propadu 4 [mm] je na spodním tříděči umístěno z důvodu velkého množství frakce 0 – 4 [mm], kdy se dá předpokládat, že první dva tříděče nad ním nebudou schopny odseparovat veškeré množství. Frakce 4 – 6,3 [mm] a 6,3 – 8 [mm] je zastoupena v malém množství. Síťová plocha pro jejich kvalitní odtřídění bude tedy stačit.

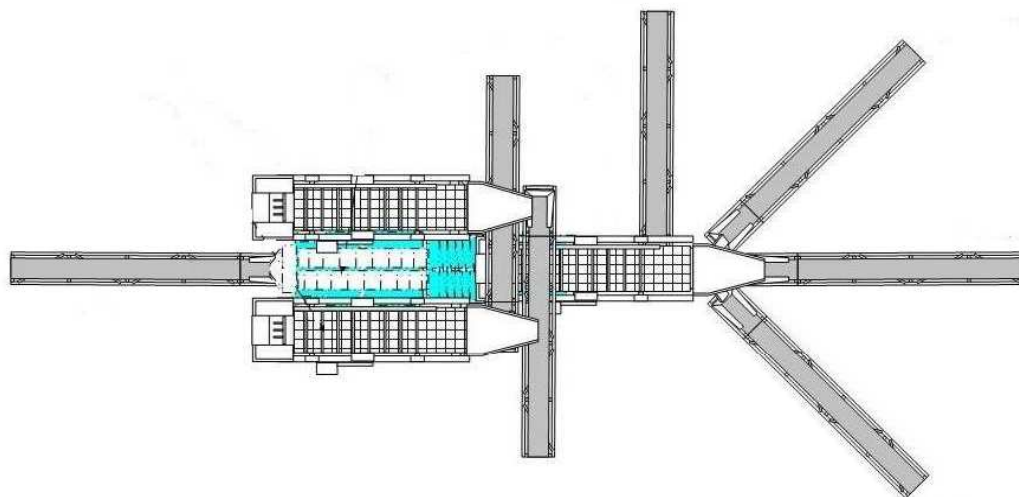
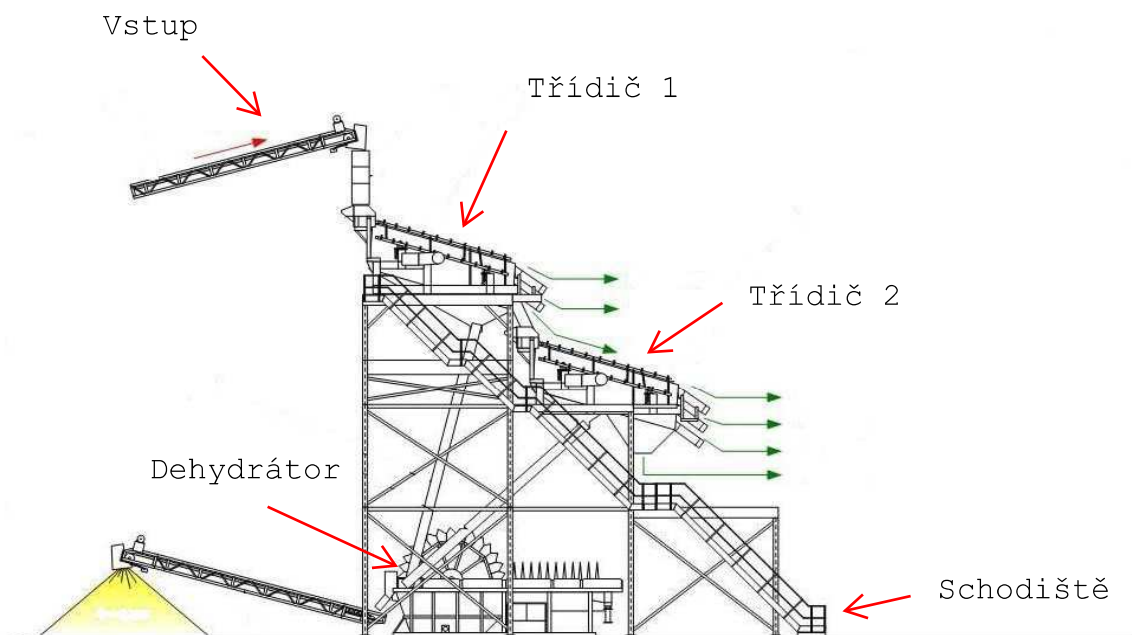
Matematicky vychází, že když je tok materiálu 250 [t/hod] rozdělen na dva tříděče, tak na každý tříděč vstupuje materiál o toku 125 [t/hod]. Teoreticky by nemuseli být navstupu dva tříděče, ale stačil by pouze jeden, jelikož výkon jednoho tříděče je 250 [t/hod]. Je důležité brát ale velký zřetel na to, že se jedná o třídění drobných zrn, kde těch nejdrobnějších je největší množství. Pro roztřídění zrn v požadované kvalitě je vhodné poslat materiál na dva tříděče a neriskovat nedostatečné odtřídění frakce 0 – 4 [mm]. Na spodní tříděč není z hlediska množství frakcí nutný vysoký výkon tříděče, jako je na vstupu. Linka je tedy poněkud předimenzovaná. Na druhou stranu je ale vhodné uvažovat do budoucna, kdy může produkce těžby stoupnout, nebo může být tříděč nainstalován v jiné provozovně.

Všechny tříděče jsou sprchovány. Díky této operaci je zajištěno kvalitnější odtřídění a očištění

materiálu od případných nežádoucích nečistot.

Z výkresu bokorysu je patrné, že výška vstupu materiálu do linky klesla. Odpadl velký zásobník pro třídiče, jelikož je zbytečné, aby materiál padal do zásobníku, když může být pomocí dělicí skluzu odveden rovnou na třídící plochy. Oblouková síta nebudou z hlediska výkonnosti třidičů nutná a rošt na oddělení větších kamenů a toho co je považováno za odpad nebude také potřeba, jelikož první síta na prvních dvou paralelně řazených třídících si s touto operací poradí.

Výška vstupu budovy klesne z 30 na přibližných 20 metrů. Což znamená, že úhel dopravníkového pásu klesne o jednu třetinu. Úhel tedy nebude už kritický a odpadne spousta obtíží při dopravování materiálu do budovy třídění za nepříznivých povětrnostních podmínek. Pro ještě vyšší zkvalitnění dopravy by bylo vhodné použít pásy s tvarovými prvky.



Obr. 24: Stacionární varianta (bez popisu)

Na Obr. 24 je obrázek stacionární varianty bez popisu. Jedná se pouze o grafické představení k textu výše. Kompletní výkresy jsou v příložené příloze.

Výkresy uvedené v příloze se považují ve své podstatě za orientační, jak by měla linka po rekonstrukci vypadat, uvedené rozměry jsou tedy přibližné a proto jsou kótovány pouze celkové rozměry. Je nutné počítat statické a dynamické zatížení nosné konstrukce, na kterou budou třídiče instalovány. Každý třídič má svůj rám a tento rám se přimontovává na hlavní nosnou konstrukci.

Při návrhu konstrukce budovy je důležité, aby se na ní podíleli jak projektant návrhu linky, tak architekt (statik), jehož úkolem bude tuto budovu, v tomto případě pouze rekonstrukci, navrhnout. Dále je vhodné aby se na návrhu podílel i vedoucí provozu, který svými poznatky dopomůže k tomu, aby byla linka v co nejlepším chodu. Toto je fakt, na který se často zapomíná. Jelikož vedoucí provozu a ostatní pracovníci jsou ti, kteří znají nejlépe kladů a záporů současného stavu. Už několikrát se stalo, že linka sice byla zrekonstruována a zmodernizována, ale pro zaměstnance byl provoz chaotičtější a obtížnější než dříve.

5.2 Mobilní varianta

Mobilní varianta nebyla v zadání práce a pravděpodobně nebude toto řešení pro provozovnu v Halámkách rozhodující. Je ale považováno za důležité tuto variantu navrhnout. Mobilní třídění totiž ukrývá spoustu výhod, nad kterými by bylo dobré se zamyslet. V oboru se mobilní varianty užívají častěji. Pouze v případě opravdu velkých provozoven, kde se materiál dále zpracovává (např. tvorba maltových směsí) se více vyplatí mít variantu stacionární, jelikož podnik má pohromadě a zastřešenou celou linku.

Jako první se opět navrhnou síťové plochy. Z tohoto návrhu síťových ploch se vybere vhodný agregát, který se bude používat vícekrát, nebo naopak několik různých agregátů. Následně se vytvoří orientační výkres pro popis linky.

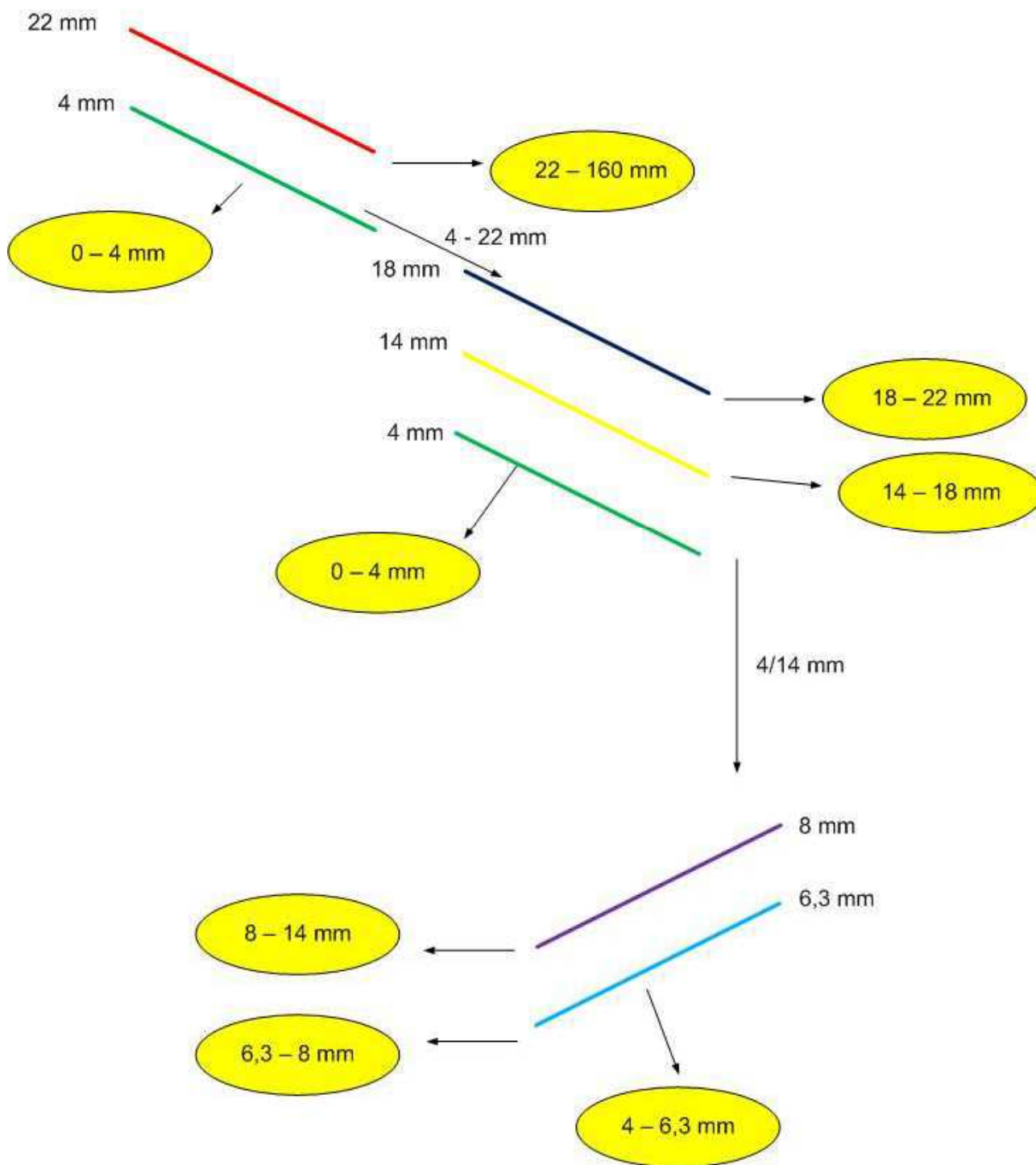
5.2.1 Návrh síťových ploch

Barevné čáry opět naznačují jednotlivá síta, kde každé je určitého propadu, který je udán vždy před čarou. Výsledné frakce jsou vyznačeny žlutě. Velkým rozdílem oproti variantě stacionární je to, že budeme využívat i dvousítných třídičů. V oboru se využívají jednosítné, dvousítné a třísítné třídiče. V některých případech se vyjmečně objevují i čtyřsítné, ale to je opravdu jen zřídka. Záleží hlavně na provozu a druhu tříděného materiálu.

Při třídění po rekonstrukci se počítá opět s mokřým procesem. Je ale nutno vzít na vědomí, že do mobilní linky se přivádí voda určená ke sprchování hůř, než do linky stacionární. Ve stacionární lince jsou předem dané vodovodné instalační sítě. Oproti tomu mobilní varianta mění svoji polohu, jinak řečeno se od zdroje vody vzdaluje, či naopak přibližuje, což má za následek napojování a rozpojování hadic, snížení tlaku, apod. Bylo by tedy dobré v návrhu zvážit, zda je nutné sprchovat všechna síta.

Opět budou použita polyuretanová síta pro jejich dlouhodobou životnost. Zde se životnost polyuretanových sítí oproti kovovým zvyšuje. Jelikož síta jsou vystavována povětrnostním vlivům a polyuretan je podstatně odolnější, než síto drátěné.

Návrh síťových ploch



Obr. 25: Návrh síťových ploch mobilní varianty

5.2.2 Třídící agregát (FINLAY 390 RINSER MK 2 DECK/3DECK)

Jelikož Finlay se specializuje na mobilní třídíče, je vybrán třídíč přímo z jejich sortimentu. Jedná se o kompletní mobilní třídící zařízení s dvouplošinovým nebo tříplošinovým vibračním, sprchnovaným nebo nesprchnovaným třídíčem. Tento mobilní třídíč disponuje vlastním podvozkem a elektro/hydraulickým pohonem.

U mobilních třídíčů je podstatně více důležitých údajů, které zákazníka zajímají. Na prvním místě je výkon třídíče. Třídíč v mobilním provozu musí být schopen jednoduchého přesunu. Měl by mít vstupní násypku. Pásový podavač vedoucí z násypky, který dopravuje materiál do třídíče samotného by měl mít regulovatelnou rychlost. Třídíč by mělo být možno naklánět dle provozní potřeby a měl by mít přípojky na případný mokrý proces. Dalšími důležitými parametry jsou rozměry. U mobilního třídíče se uvažují dva. Provozní rozměr je takový, který má třídíč za chodu při práci a transportní rozměr, kterého se dosáhne při složení třídíče pro jeho možnou transportaci.

Specifikace třídíče

- vstupní násypka o objemu 8 [m³]
- pásový podavač, rychlost posuvu lze plynule regulovat 0 – 16 [m/min]
- sprchnovaný vibrační třídíč 3,66 x 1,52 [m]
- výkon 250 [t/hod]
- systém vodních trysek, rozmístěno nad každou síťovou plochou (není podmínkou)
- hydraulicky stavitelný sklon třídíče v rozmezí 18° – 39°
- pogumovaná sběrná vana pod třídíčem
- záruka stroje 24 měsíců bez omezení počtu motohodin

Základní rozměry

- provozní/transportní délka.....20,7 [m] / 13,5 [m]
- provozní/transportní výška.....6,25 [m] / 4,00 [m]
- provozní/transportní šířka.....2,5 [m]
- hmotnost 17 500 kg



Obr. 26: Mobilní třídič Finlay 390 (v popředí korečkový dehydrátor 150E)

5.2.3 Návrh mobilní varianty

Orientační výkres mobilní varianty bude pouze ve tvaru půdorysném. Kreslit výkresy bokorysu by v případě mobilní části bylo obtížné a hlavně nepřehledné. Pro zakreslení problematiky bude půdorysná část dostačující. Dále bude nakreslen výkres dvousítného třídiče, ze kterého bude pochopitelné, jak celková sestava vypadá. Všechny výkresy jsou přiloženy v příloze.

První hlavní rozdíl od stacionární varianty vzniká již na vstupu materiálu do linky. Materiál není dopravován pásem ze spodního odběru, ale mobilním nakladačem, který jej nabírá z haldy a dopravuje do násypky. Tato násypka je standardně opatřena pevným roštem o propadu 100 mm. Tím se odtrhne část nejvyšší frakce, která je stejně považována za odpad a zkvalitní se proces třídění na prvním třídiči.

První třídič je sprchovaný dvousítný. První síto o propadu 22 [mm] odtrhne zbylý odpad (+22 [mm]). Druhá síťová plocha odtrhne kamenivo pomocí síta o propadu 4 [mm]. Pod tímto sítem je umístěna vana a pomocí skluzů je podsítné 0 – 4 [mm] odváděno do dehydrátoru a následně na haldu. Nadsítné, které tvoří frakci 4 – 22 [mm] je posíláno na další mobilní třídič.

Tento třídič je opět sprchovaný, ale tentokrát třísítný. První síťová plocha o propadu 18 [mm] odtrhne frakci 18 – 22 [mm]. Druhá síťová plocha, jejíž propad je nastaven na 14 [mm] odtrhne frakci v rozmezí 14 – 18 [mm]. Poslední (třetí) síto je opět z důvodu největšího podílu frakce 0 – 4 [mm] nastaveno na propad 4 [mm]. Podsítné putuje opět do sběrné vany a z té pomocí skluzů do dehydrátoru a následně po separaci vody na sběrnou haldu. Nadsítné 4 – 14 [mm] je pomocí skluzu

posláno do násypky posledního třidiče.

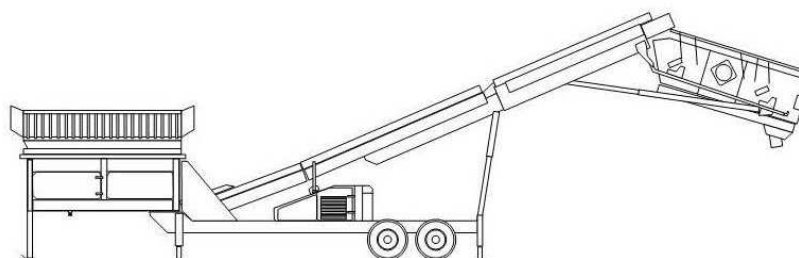
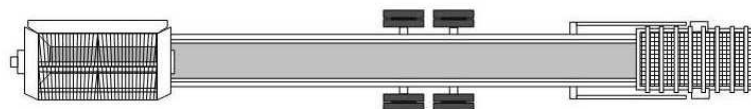
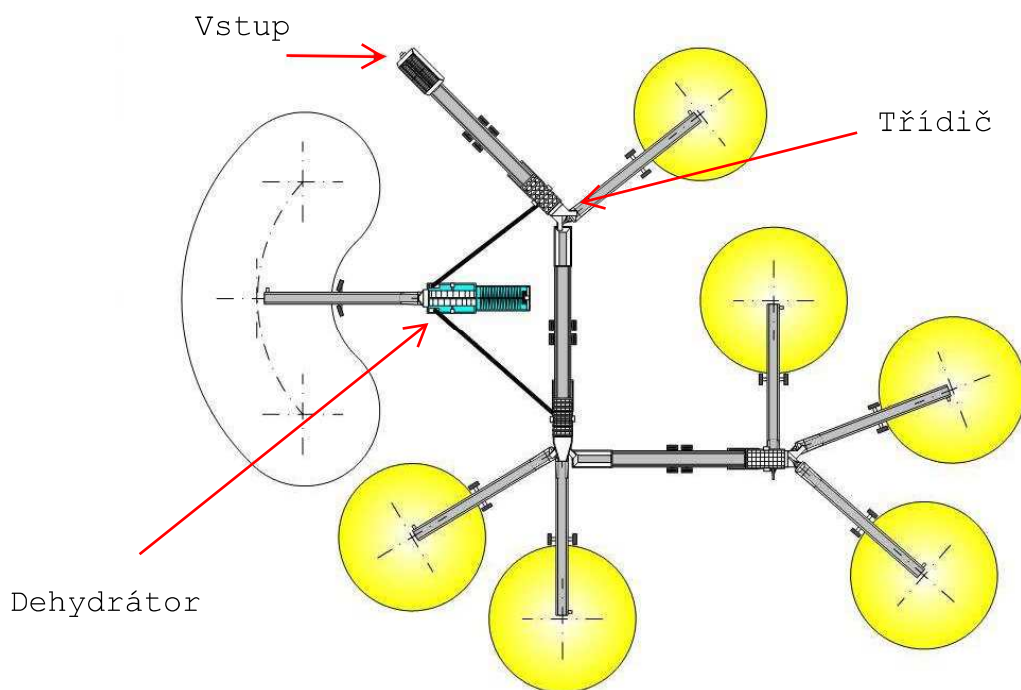
Třetí třidič je dvousítný a nesprchovaný, proces třídění tedy probíhá na sucho. Materiál je dostatečně osprchován z předchozích dvou třidičů, tato operace tedy není nutná a ušetří se vodních zdrojů. První síto o propadu 8 [mm] odtrhává nadsítné 8 – 14 [mm]. Podsítné tohoto síta a nadsítné síta druhého o propadu 6,3 [mm] odtrhává frakci o rozměru 6,3 – 8 [mm]. Zbylá frakce, která je podsítným druhého síta padá do sběrné vany, odkud je pomocí dopravníkového pásu dopravována na sběrnou haldu.



Obr. 27: Pohled na třídící skříň mobilního třidiče

Na sběrné haldy jsou pomocí dopravníkových pásů dopravovány všechny frakce. Vezme-li se v úvahu, že písku bude opravdu cca 80 [%] celkové těžby, tak ostatní haldy budou malé, jelikož tvoří každá malé, některé až velmi malé procento celkové částky. Proto bude sestavení hald (poloha dopravníků) řešena až přímo na pracovní ploše. Největší halda bude muset být tvarovaná do tzv. ledviny, která vzniká specifickým pohybem dopravníkového pásu v horizontálním směru. Tento pohyb je zprostředkován pomocí natočení kol dopravníku. Jelikož se halda tvoří v blízkosti třidičů, je nutné je pomocí nakladačů, nákladňáků, či jiných mobilních zařízení přesouvat na hlavní sběrné haldy.

Halda natěženého (neroztříděného) materiálu by měla být co nejbližší od vstupu materiálu do mobilní linky. Vezme-li se v úvahu, že nakladač musí za hodinu navozit 250 tun materiálu a do lžice naloží 4 tuny, tak by nesměla doba vzdálenosti přesunu přesáhnout cca 80 vteřin. Popřípadě by mohli práci vykonávat dva nakladače. Tyto detaily se řeší ale až při samotném chodu linky.



Obr. 28: Dispozice mobilní varianty a výkres třidiče bez popisu

5.3 Porovnání variant

Tato práce by neměla sloužit jako reklama. Nebudou v této kapitole tedy udávány žádné peněžní částky. Samozřejmě se dá najít obecně spousta kladů a záporů jak pro stacionární, tak i pro mobilní varianty. Ve finále záleží na investoru, jakou variantu zvolí a jaká je pro jeho provoz optimální. Momentální zhodnocení se bude vztaženo ke konkrétnímu problému v Halámkách.

Stacionární varianta je v budově, je tedy zastřešená a tím odizolována od povětrnostních vlivů. Z hlediska pravidelných nákladů a nákladů na údržbu je podstatně jednodušší, než linka mobilní. Navíc v případě údržby v nevyhovujícím počasí je dělník schován, nepracuje tedy v nevyhovujících podmínkách, které mohou vyvolat stres a případně nekvalitně odvedenou práci. Na druhou stranu je touto variantou provozována závislá pouze na tom, čím stacionárně disponuje. Do pevné konstrukce se velmi obtížně zasahuje a v případě výměny, nebo reklamace třídíče je kolikrát nutné rozebrat půlku linky, čímž se zastaví provoz a tím klesá produktivita. Nevýhodou mohou být i pravidelné statické kontroly, které si musí podnik hradit sám. V rámci evropské unie jsou kontroly neustále přísnější a není vždy jednoduché vyhovět požadavkům kontrolora. Při návrhu nové budovy je nutné obstarat přesné výkresy, výpočty statika a veškerou stavební dokumentaci, což stojí spoustu financí a času.

Mobilní varianta je naopak velice vystavována povětrnostním vlivům. Což znamená, že stroje potřebují kvalitnější a častější údržbu. Některé části často korodují a může tedy docházet k poruchám. V zimních obdobích hrozí přimrzání stroje k zemi a přesun je kolikrát bez jeřábu nemožný. Mobilní varianta tedy není vhodná pro celoroční provoz. Oproti tomu mobilní varianta není závislá na poloze sacího bagru, neboť se může pohybovat s ním, nebo se může naopak sací bagr pohybovat s linkou. Koncepce dopravníkových pásů je jednodušší. Haldy mohou být koncipovány libovolně, jelikož musí být dodatečně dováženy na sběrnou haldu, jejíž pozice je předem dána. Nevýhodou je právě tedy nutnost odvážení hald na hlavní sběrné haldy. Velkou výhodou může být považována pružnost procesu, kdykoliv je možné vyměnit, nebo přidat jiný třídíč, či jiná zařízení, jako např. drtiče, dehydrátory, apod. Navíc v případě spouštění nové linky je možno třídíč jednoduše složit a převézt jej na jiné místo. Pro mobilní variantu není nutné žádné stavební povolení, ani pravidelné kontroly statika. Má-li tedy investor lom, stačí aby si pouze pořídil mobilní třídíč a povolení pro těžbu. Pro přístavení mobilní varianty nejsou nutné základy, stačí pouze rovný a pevný povrch, který je vždy možné vytvořit pomocí bagru nebo nakladače, které jsou nezbytnou součástí v každé těžbě.

Je pouze na investoru, která varianta je pro jeho provoz zajímavější.

5.4 Kombinovaná varianta

Další možností je varianty kombinovat. Tento proces by byl také možný. Jeho realizace by mohla být následující.

Materiál by byl vytěžen a načerpán do korečkového dehydrátoru. Z dehydrátoru by byl materiál dopravován na mobilní sprchovaný třídíč, který by měl za úkol odtržít ty frakce, kterých je v materiálu nejméně. Zbylý neroztříděný materiál by pokračoval do stacionární linky, která by mohla být založena pouze na dvou třídíčích, kde by byl následovně materiál roztříděn a dopravován na sběrné haldy.

6 Zakreslení materiálových toků

Zakreslování materiálových toků v případě třídění nebývá zpravidla tak přesné a konkrétní, jako při zakreslování toků v provozovnách, kde se pracuje na přesný počet kusů.

Od investora jsou zadány předpokládané procentuální hodnoty frakcí z kterých se bude při zakreslování toků vycházet, tyto hodnoty jsou ale velmi přibližné a není pravidlo, že v hodinové dávce 250 tun bude přesné procentuální množství jednotlivých frakcí. Je ale možno spočítat alespoň přibližné množství v tunách za hodinu pro jednotlivé výsledné frakce. Tyto údaje budou vycházet z množství materiálu na vstupu (250 [t/hod]) a procentuálního množství jednotlivých frakcí z experimentu. Hodnoty jsou uvedeny v Tabulka 6.

Frakce [mm]	Druh	[%]	[t/hod]
0 – 4	písek	78 (až 88)	194,75
4 – 6,3	živec	10,2	25,5
6,3 – 8	živec	3,4	8,5
8 – 14	živec	4,7	11,75
14 – 18	živec	1,3	3,25
18 – 22	živec	0,7	1,75
22 – 160	odpad	1,8	4,5

Tabulka 6: Hodnoty materiálového toku pro jednotlivé frakce v tunách za hodinu

Může být považováno za zbytečné, počítat a zakreslovat materiálové toky, když jsou jejich hodnoty pouze přibližné. Ale i přibližné hodnoty mají svůj význam a mohou být užitečné.

Díky přibližnému údaji toku hmotnosti materiálu za jednotku času lze předběžně dimenzovat dopravníkové pásy, které dopravují výslednou frakci na sběrnou haldu. Může být tedy zabráněno pořizování zbytečně výkonných zařízení a předdimenzování velikosti pásů. Není ale pravidlo, že by se vždy podle těchto údajů vycházelo při návrhů jednotlivých dopravníkových pásů. Většina provozoven pořizuje pásy jednotné a to pouze takové, které jsou schopné transportovat největší předpokládaný materiálový tok na lince. V případě poruchy není tedy provozovna odkázána pouze na jednotlivé druhy pásů pro konkrétní frakce a lze vždy použít dopravníkový pás z jiné frakce, popř. pás rezervní, pokud jim podnik disponuje.

Dále budou v jednotlivých kapitolách níže grafická schémata v kterých budou jednotlivé materiálové toky zakresleny. Na těchto schématech při porovnání se schématem stávajícího stavu(Obr. 16), je patrně viditelné zjednodušení linky. Hodnoty podtrženy červeně jsou materiálové toky jednotlivých výsledných frakcí.

6.1 Stacionární varianta

Hodnota vstupu materiálu do linky za jednu hodinu je 250 tun. Toto množství je sypáno do násypky, která materiál odděluje na dva totožné třídiče. Materiálový tok na každý třídič je tedy přibližně 125

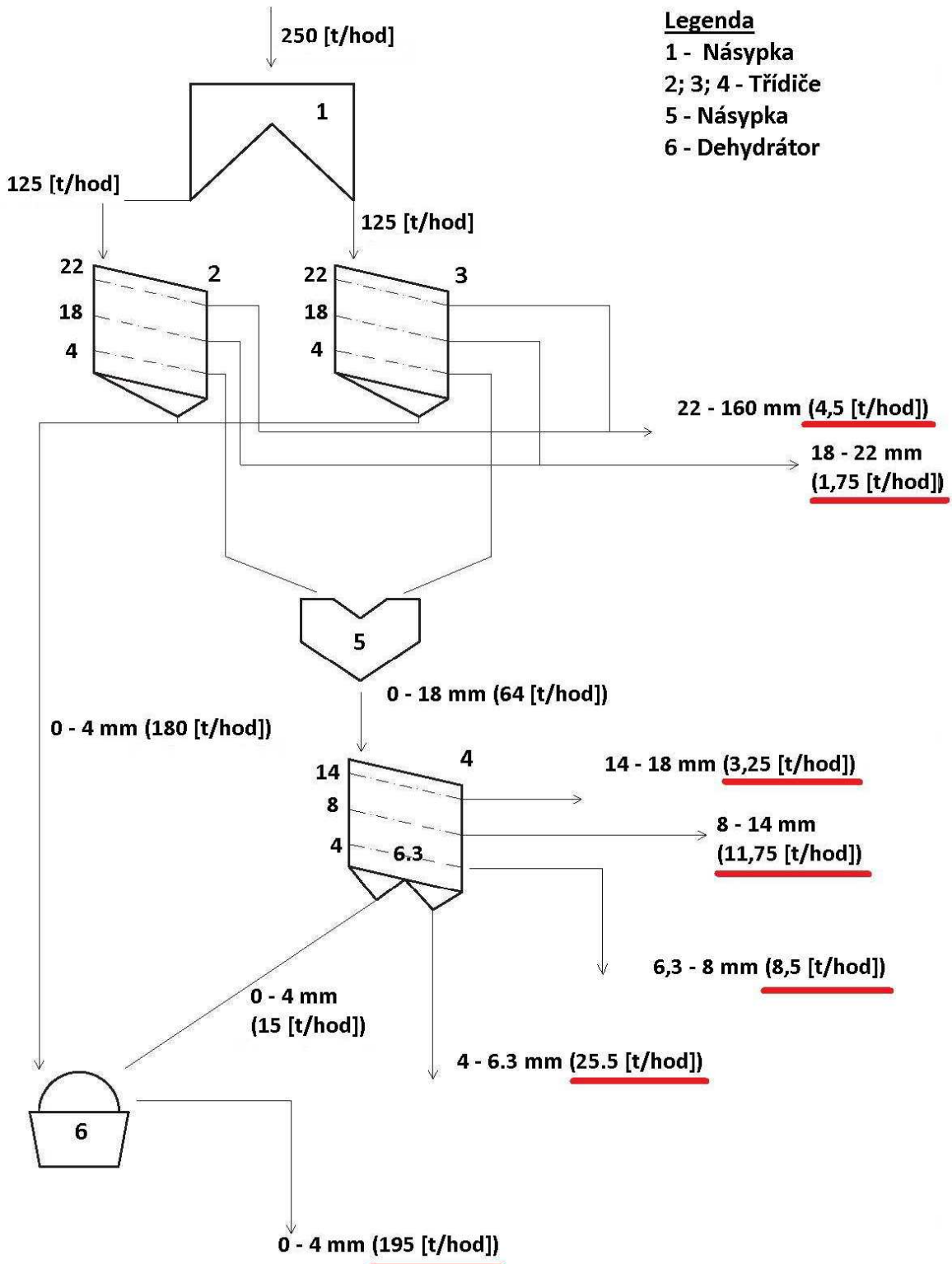
[t/hod]. Z tabulky 6. vyplývají hodnoty toku frakcí 22 -160 [mm] a 18 – 22 [mm].

Problém nastává v množství toku z těchto dvou třídíků na sítu o propadu 4 [mm], která odtrídí frakci 0 – 4 [mm]. Této frakce je v materiálu největší množství a je jistota, že na těchto dvou třídících nebude odtríděna dokonale. Jediná možnost, jak tento údaj zjistit je jej odhadnout a nebo až měřením při provozu. Metoda odhadu vyžaduje značnou praxi, zkušenosti v oboru a znalost

chování konkrétního materiálu na třídícím sítu. V tomto případě bude uvažován celkový propad na obou třídících frakce přibližně 90 [%]. Při sečtení hodnot materiálových toků z prvních dvou třídíků a odečtení této hodnoty od hodnoty toku na vstupu linky vychází kolika tunami za hodinu bude zatížen poslední třídíček. Hodnoty toků jednotlivých frakcí jsou opět viděny v tabulce výše.

Hodnota materiálového toku frakce 0 – 4 [mm] může být rozhodující pro výběr, popř. nastavení výkonu dehydrátoru.

Dále je dobré upozornit na skutečnost, že nově navrhnutý stav stacionární varianty nepotřebuje jiné dopravníkové pásy, než ty, které transportují finální frakce. Veškerý přesun materiálu uvnitř linky je zajištěn přirozenou cestou. Není tedy zapotřebí žádných zařízení, které by měly vliv na spotřebu energie, popř. palivových hmot.



Obr. 29: Materiálové toky - stacionární varianta

6.2 Mobilní varianta

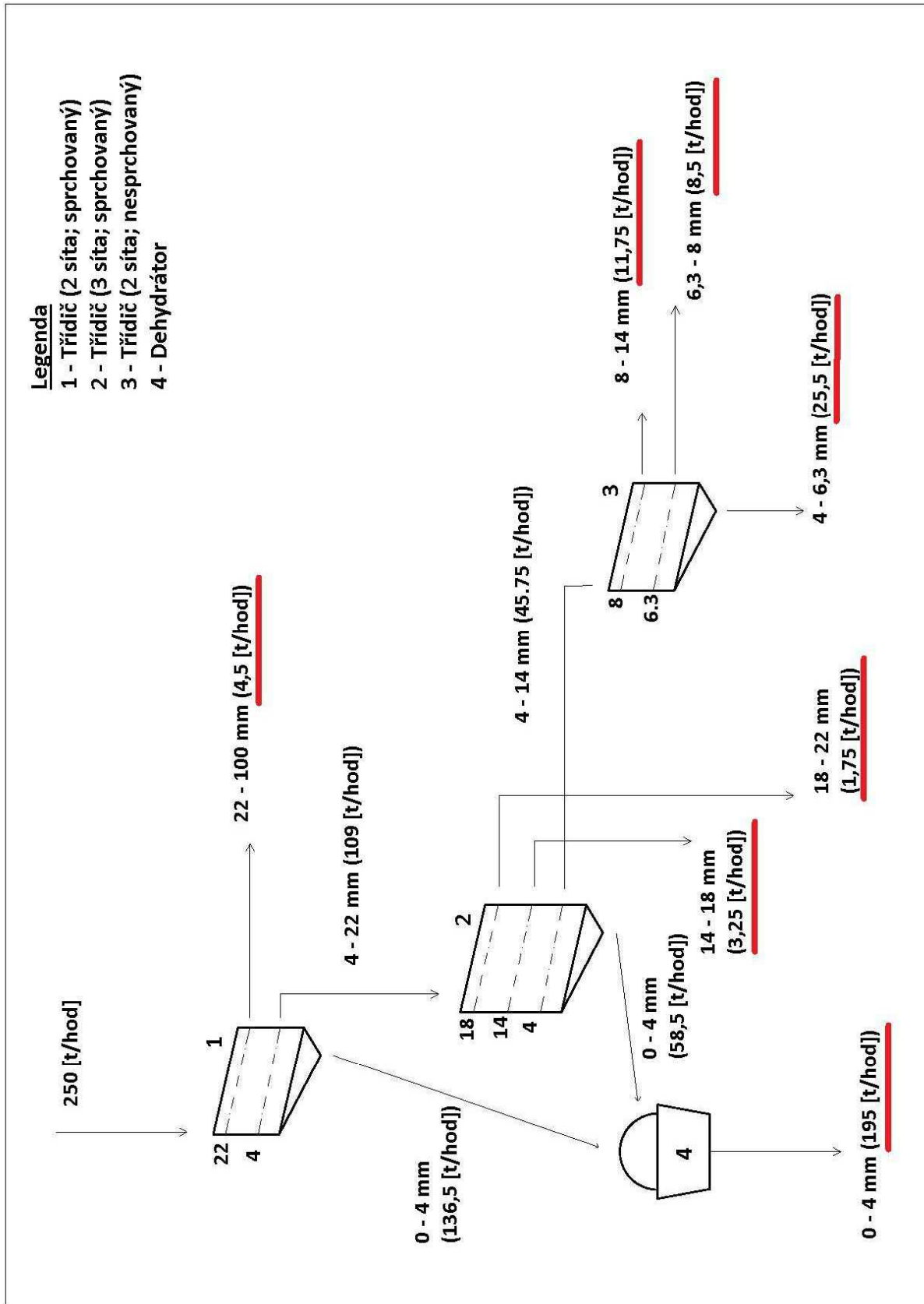
Hodnoty materiálových toků pro výsledné frakce budou stejné jako ve variantě stacionární a jsou k vidění v Tabulce 6.

Hodnota na vstupu je 250 tun za hodinu. Na prvním třídíči je opět nutné odhanout přibližné množství odtríděné frakce 0 – 4 [mm]. Nejprve se odtrídí odpad, jehož hodnota za hodinu je 4,5 tuny. To znamená, síto 4 [mm] prvního třídíče je zatěžováno tokem 245,5 tun za hodinu. Dá se tedy s jistotou říci, že síto odtrídí méně materiálu, než síta prvních dvou třídíčů ve variantě stacionární. Procentuální hodnota se bude pohybovat okolo 70 [%].

Síta druhého třídíče odtrídí frakce 14 – 18 [mm], 18 – 22 [mm] a zbytek frakce 0 – 4 [mm]. Při sečtení všech výsledných hodnot odtrídění a odečtení od hodnoty na vstupu vychází zatížení posledního třídíče.

Zde by se z údajů toku mezi jednotlivými třídíči mohli dimenzovat dopravníkové pásy dopravující materiál z třídíče na třídíč. Tento krok by se aplikoval v případě, pokud by zákazník nepožadoval pásy, které mohou být v ceně kompletu třídíče. Pásy v kompletu bývají dimezovány tak, aby odpovídaly hodnotě výkonu třídíče.

Z údajů materiálových toků finálních frakcí lze také vyvodit, jak rychle se budou plnit haldy finálních frakcí z čehož se dá navrhnout orientační plán transportu jednotlivých hald na haldy sběrné. V tomto plánu musí být zahrnuty údaje, jako vzdálenost mobilní linky od sběrných hald, počet strojů dostupných pro převoz materiálu, hodnoty maximálního možného nákladu jednotlivého stroje, rychlosti přesunu při zatíženém a nezatíženém stavu. Všechny tyto údaje je nutné předem brát na vědomí a počítat s jistými rezervami, jelikož při špatném naplánování stačí pouze porucha jednoho nakladače a může být zastavena celá linka, což způsobí ztráty.



Obr. 30: Materiálové toky - mobilní varianta

7 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout řešení pro rekonstrukci třídící linky v Halámkách. Byli zadány podmínky, které by měla rekonstrukce splnit a údaje o stávajícím stavu.

V práci je nejprve podrobně rozebrána situace stávajícího stavu, kde jsou popsána jednotlivá zařízení, jejich funkce a chod samotné linky. V textu je vysvětlována terminologie vyskytující se v tomto oboru.

Dále jsou zmíněny normy pro tento obor, které však nejsou pro řešení problému příliš směrodatné.

Je popsána ochodní strategie podniku, je zde vystižen jeden ze základních požadavků a je vytvořena SWOT analýza, která zjišťuje, jak nejlépe směřovat strategii podniku do budoucnosti.

Následně jsou vybráni tři potencionální dodavatelé a je vytvořena bodovací metoda jednotlivých aspektů, která se po vyhodnocení přiklaňuje k firmě Terex Finlay.

Jsou popsány metody, dle kterých je vybrán agregát a hlavní aspekty pro volbu typu třídících sítí.

V práci jsou vytvořeny dvě varianty, stacionární a mobilní a je uvedena zmínka o jejich možné kombinaci. Tyto varianty jsou podrobně popsány, jsou vytvořeny výkresy (viz příloha) a na závěr jsou vzájemně porovnány a vyhodnoceny jejich klady a zápory pro provoz v Halámkách.

Na závěr jsou vytvořeny materiálové toky.

Cíle práce byly splněny a výsledné návrhy obsahují vše, co zadavatel požadoval.

Během zpracování nebylo naraženo na žádné potíže a práce by mohla být použita jako vzor pro rekonstrukci v třídící lince Halámky.

8 Literatura

- [1] ČEP HYNEK, ŠPÍRKOVÁ RENÁTA, *Technologie úpravy kameniva, Praha 1997*
- [2] www.finlay.cz
- [3] www.binder-co.com
- [4] www.trioproducts.com