

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2015**

**ADAM ČERNÝ**



**Údržba mlecí linky v cementárenském podniku**  
Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*  
Ing. et Ing. Petr Dostál, Ph.D.

*Vypracoval:*  
Adam Černý

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci na téma **Údržba mlecí linky v cementárenském podniku** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:

.....  
podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto děkuji Ing. et Ing. Petru Dostálovi, Ph.D., jehož odborné vedení, vynikající znalosti, teoretické i praktické zkušenosti a cenné rady významným dílem přispěly ke zhotovení mé bakalářské práce.

Také děkuji společnosti Českomoravský cement, a.s. za poskytnuté informace k této práci.

## **ABSTRAKT**

V této bakalářské práci s názvem *Údržba mlecí linky v cementárenském podniku* je popsána struktura údržby a systém oprav v cementárenském podniku. Primárním cílem této bakalářské práce je zaměření na konkrétní podnik Českomoravský cement, a.s., Mokrý, který je největší podnik produkující cement v ČR a je součástí nadnárodní skupiny HeidelbergCement Groupe. Úvodní část popisuje historii a současnost podniku Českomoravský cement, a.s., závod Mokrý a dále je kladen důraz na detailní popis cementové mlecí linky.

Pozornost je věnována i moderní metodě řízení údržby TPM (Totálně Produktivní Údržba). Následně je popsán systém oprav v podniku Českomoravský cement, kde je za úkol popsat průběh plánovaných a neplánovaných oprav na cementové lince. V závěrečné části je řešen problém s hromaděním cementových odprašků a likvidace těchto odprašků pomocí hrabicového dopravníku.

Klíčová slova: mlecí linka, TPM, údržba, oprava, systém údržby.

## **ABSTRACT**

In this bachelor thesis titled *Maintenance of grinding line in cement company* is described the structure of maintenance and repair system in cement company. Thesis works with concrete company Českomoravský cement, a.s., Mokrý, part of international group HeidelbergCement Group, which is the biggest cement producer in Czech Republic. The introduction describes history and present of company Českomoravský cement, a.s., Mokrý, further author emphasize detailed illustration of cement grinding line.

Attention is also paid to the modern method of maintenance management TPM (Total Productive Maintenance). Further author describes repair system in cement company Českomoravský cement, a.s., Mokrý, especially the progress of planned and unplanned repairs on cement lines. The final part deals with a cement dust accumulation problem and the disposal of dust by using a rack conveyor.

Keywords: grinding line, TPM, maintenance, repair, maintenance system.

## OSNOVA

ÚVOD .....	8
CÍL PRÁCE.....	9
1 INFORMACE O PODNIKU ČESKOMORAVSKÝ CEMENT, A.S.....	10
1.1 Historie podniku .....	10
1.2 Současnost .....	10
1.3 Druhy mlecích linek v podniku Českomoravský cement, a.s., Mokrá.....	11
1.3.1 Surovinová linka .....	11
1.3.2 Cementová linka.....	12
1.3.3 Linka na mletí strusky .....	12
2 POPIS ZAŘÍZENÍ MLECÍ LINKY (CEMENTOVÉ) .....	13
2.1 Zásobníky .....	15
2.2 Váhy.....	15
2.3 Dopravníky .....	15
2.4 Mlýn.....	18
2.5 Filtry .....	19
2.6 Třídíče.....	19
2.7 Cyklony .....	21
3 DEFINICE SYSTÉMU ÚDRŽBY.....	22
3.1 Totálně produktivní údržba – TPM .....	22
3.2 Základní princip TPM .....	23
3.3 Autonomní údržba .....	24
3.4 Plánovaná údržba.....	25
3.5 Preventivní údržba.....	25
3.6 CEZ – celková efektivnost zařízení.....	25
3.7 Vzdělání a trénink.....	26
4 SYSTÉMY OPRAV VE ZVOLENÉM PODNIKU .....	27
4.1 Plánované opravy .....	27
4.2 Generální opravy .....	28
4.2.1 GO na cementové lince v podniku Mokrá.....	28
4.3 Střední opravy.....	30
4.4 Malé (běžné) opravy.....	30
4.5 Neplánované opravy .....	31

4.6	Informační systém v údržbě .....	32
5	IDENTIFIKACE PROBLÉMU A NÁVRH NA NÁPRAVNÉ OPATŘENÍ.....	34
5.1	Identifikace problému.....	34
5.2	Návrh na nápravné opatření.....	36
5.3	Popis zařízení.....	36
5.3.1	Hrabicový dopravník.....	37
5.3.2	Poháněcí stanice .....	37
5.3.3	Napínací stanice .....	38
5.3.4	Řetěz a unášec .....	38
5.3.5	Žlab.....	38
5.3.6	Sběrné potrubí .....	38
5.4	Zhodnocení provedeného opatření .....	39
6	ZÁVĚR.....	40
	SEZNAM LITERATURY .....	41
	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	43

## ÚVOD

Vývoj konstrukcí a technologií pro výstavbu budov, je součástí vývoje a rozvoje techniky. Stavebnictví i přes nepříznivý vývoj patří k významným odvětvím světové ekonomiky.

Výroba cementu v 27 zemích EU představuje celkem cca 15 % světové výroby, naprosto největší podíl na výrobě má Asie, která tvoří zhruba 65 % celkové světové produkce. Z toho polovinu produkuje Čína. Pokud jde o největší evropské výrobce cementu, patří sem Španělsko, Itálie, Německo, Francie a Česká republika. Mezi největší výrobce cementu v České republice patří společnost Českomoravský cement, a.s. z německé skupiny HeidelbergCement, Lafarge Cement, a.s., který je součástí francouzské Skupiny Lafarge, CEMEX Cement, a.s., dříve Holcim (Česko) a.s. ze švýcarské skupiny Holcim. Cena cementu i přes ekonomickou krizi pomalým tempem roste, jelikož výroba, údržba a náklady na provoz cementáren, díky modernizaci rostou.

Rozvoj cementárenského průmyslu má v ČR dlouholetou tradici, neboť na území našeho státu se nachází velká ložiska vápenců. V České republice bylo počátkem 20. století vystavěno několik desítek cementárenských podniků, ale díky ekonomické nestabilitě trhu došlo k uzavření podniků jako například Královodvorská a Maloměřická cementárna. Nyní se na území ČR nachází celkem pět cementárenských podniků. Mezi největší výrobce u nás patří Českomoravský cement, a.s., kde výroba cementu probíhá ve dvou cementárnách: v Mokré u Brna a v Praze-Radotíně.

Ekonomické, vědecké a demografické prognózy poukazují na to, že vývoj produkce cementu nebo dalších průmyslových stavebních hmot bude pomalým tempem narůstat. Avšak v letech 2009-2010 byl zaznamenán pokles výroby cementu. V nastávajícím období došlo k nárůstu výroby a nyní se v České republice vyrobí přes 3,6 mil. tun cementu ročně. Takto vysoká produkce je spjata s bezproblémovou a kvalitní údržbou strojního zařízení (svcement.cz).

V České republice se mezi největší výrobce cementu řadí Českomoravský cement a.s., závod Mokrá. Tato cementárna patří k nejmodernějším a zároveň k nevyspělejším výrobním podnikům cementu u nás. Proto je tato bakalářská práce zaměřená na tento významný cementárenský podnik.

Strojní zařízení v cementárenském závodě Mokrá, je vystavováno značné prašnosti a také při celoročním provozu velmi vysoké vytíženosti. Jedna z nejdůležitějších součástí podniku je mlecí cementová linka, na které je potřeba velmi důkladná údržba všech zařízení, neboť při odstavení tohoto zařízení dochází ke ztrátám při výrobě.



## **CÍL PRÁCE**

Hlavním cílem této bakalářské práce je popis údržby a oprav na cementové lince v cementárenském podniku. Primárně je práce zaměřená na podnik Českomoravský cement, a.s. závod Mokrý. Účelem je shrnutí poznatků o systému údržby TPM a návrh možných aplikačních možností při opravách na cementové lince.

Cílem závěrečné části této práce je identifikovat problém a navrhnout nápravné opatření za účelem snížení prašnosti při daném procesu. Účelem je zajištění prodloužení životnosti pásového dopravníku, což je obecným parciálním záměrem systému TPM.

# **1 INFORMACE O PODNIKU ČESKOMORAVSKÝ CEMENT, A.S.**

Společnost Českomoravský cement, a.s. je součástí silné mezinárodní skupiny HeidelbergCement Groupe, která je jedním z nejvýznamnějších světových výrobců stavebních materiálů. Skupina má přibližně ve čtyřiceti zemích kromě betonáren a štěrkoven více než sto cementáren a mlýnic ([heidelbergcement.com](http://heidelbergcement.com)).

## **1.1 Historie podniku**

Cementářenský a vápenický průmysl v brněnském regionu má dlouholetou tradici, jelikož část Brna a okolí leží na velkém ložisku vápenců. Koncem 19. století bylo v blízkosti Brna několik vápenek.

V letech 1961-1968 se začal budovat nový závod pro výrobu cementu a vápna v Mokré nedaleko Brna. Stavba závodu se neobešla bez problémů. Po čase byla pro nedostatek investičních prostředků celá stavba zastavena. V roce 1965 se na výstavbě cementárny začalo opět pracovat a byl založen národní podnik s názvem Cementárna Mokrá. Začátkem druhé poloviny 20. století byla do provozu uvedena rotační pec na výpal vápna a mlýn na mletí cementu. V roce 1990 byl založen podnik Cementárny a vápenky Mokrá, o rok později vznikla akciová společnost Cementárny a vápenky Mokrá. K přejmenování společnosti na Českomoravský cement, a.s. došlo 1. 5. 1998, kdy se sloučili dva hlavní výrobci stavebních hmot v České republice Cement Bohemia Praha a Cementárny a vápenky Mokrá. V roce 2003 se přerušila výroba vápna a později byla celá činnost související s výrobou vápna odprodána jiné společnosti (Českomoravský cement – závod Mokrá, 2013).

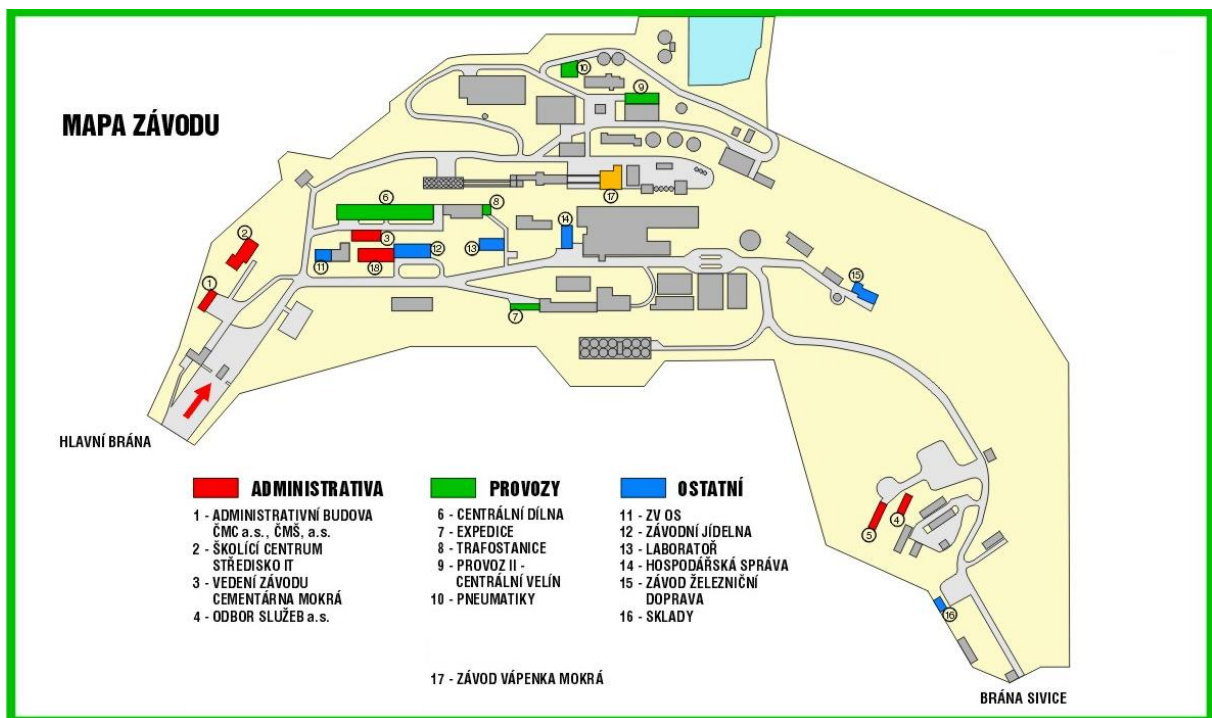
## **1.2 Současnost**

Nyní je společnost Českomoravský cement, a. s. součástí nadnárodní skupiny HeidelbergCement Group a patří mezi největší a nejvýznamnější výrobce cementu v České republice. V současné době má Českomoravský cement výrobu soustředěnou ve dvou závodech: v Praze-Radotíně a v Mokré. Hlavním sídlo společnosti je v závodu Mokrá.

Závod Mokrá má celkem 160 zaměstnanců a ročně je zde vyrobeno přes 900 tisíc tun cementu. Nedílnou součástí cementárny je vápencový lom, který se nachází ve vzdálenosti dvou kilometrů od závodu. Vytěžený vápenec je pak přímo dopravován k dalšímu zpracování v cementárně. Svým zákazníkům nabízí cementárna širokou škálu loženého a baleného ce-

mentu. Mezi klasické produkty vyrobené v cementárně patří portlandský, struskový, vápencový a vysokopecní cement. Pro speciální účely je určen síranovzdorný cement s nízkým hydratačním teplem nebo portlandský cement pro cementobetonové kryty vozovek (heidelbergcement.com).

Celkově se ve výrobním závodu nachází tři druhy mlecích linek – linka na mletí strusky, surovinová a cementová linka.



Obr. 1-schéma závodu Českomoravský cement (Českomoravský cement – závod Mokrý, 2013)

## 1.3 Druhy mlecích linek v podniku Českomoravský cement, a.s., Mokrý

### 1.3.1 Surovinová linka

Cílem práce mlýnice suroviny, kterou tvoří dvě samostatné mlecí jednotky, je výroba surovinové moučky. V mlýnici suroviny je mlety šest komponentů za současného sušení na surovinovou moučku o požadované granulometrii a vlhkosti. Technologicky tvoří mlýn na výrobu surovinové moučky, rotační pec slinku, stabilizátor a elektroodlučovač jeden soubor. Vstupními komponenty jsou korálový vápenec, tmavý vápenec, břidlice, Fe korekce, sádrovec, struska. Jako sušící medium je využíváno odpadního kouřového plynu z pecního systému. Dosahovaný výkon mlýnice suroviny je  $150 \text{ t.hod}^{-1}$ .

### 1.3.2 Cementová linka

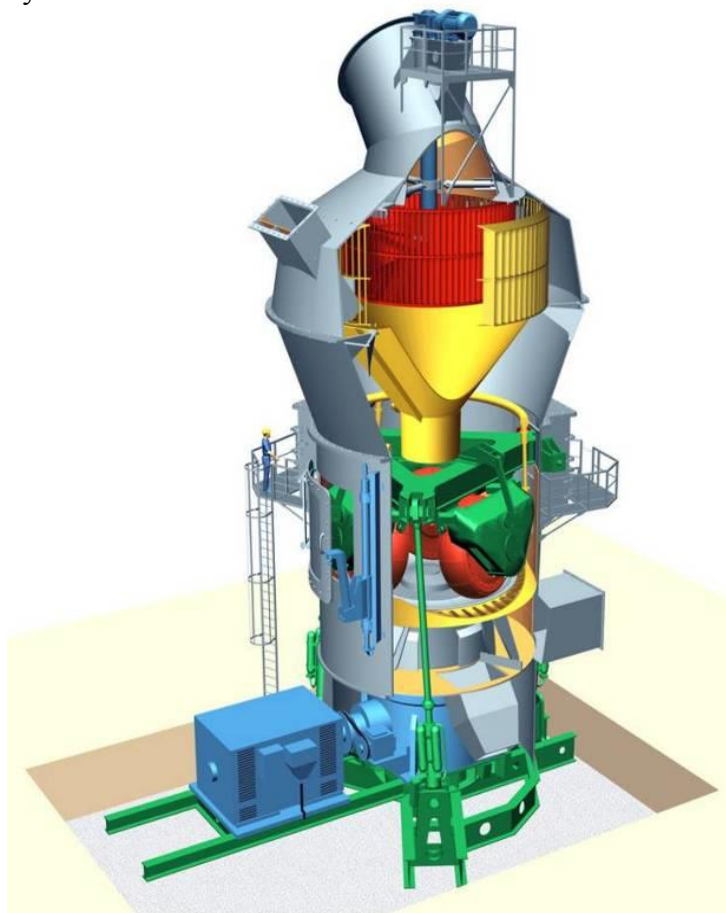
V budově cementové mlýnice se nachází pět linek na výrobu cementu. V cementové lince dochází k mletí čtyř vstupních surovin a to slinku (hlavní komponent pro výrobu cementu), sádrovce, vápence a strusky.

Cementové linky jsou složeny z bubnových mlýnů, třidičů, zásobníků, cyklonů, filtrů, vah a dále pak ze zařízení na dopravu materiálu – pásových, šnekových dopravníků, vzduchových žlabů a korečkových elevátorů. Mlýnský okruh je uzavřený a pracuje s mechanickým oběhem meliva. K mletí cementu slouží dvoukomorový bubnový mlýn. Výkon cementové linky je 30-60 t.hod<sup>-1</sup>.

### 1.3.3 Linka na mletí strusky

Další součástí mlýnice je linka na mletí strusky. Zde dochází k rozemletí struskového materiálu pomocí vertikálního mlýna na struskovou moučku, která je dalším komponentem k samotné výrobě strusko portlandského cementu.

Tato linka je sestavena z třidiče materiálu, filtrů, vah, rotačních dávkovačů a dopravních zařízení – pásových, vzduchových dopravníků a korečkových elevátorů. Zařízení na mletí strusky dosahuje výkonu 80 t.hod<sup>-1</sup>.



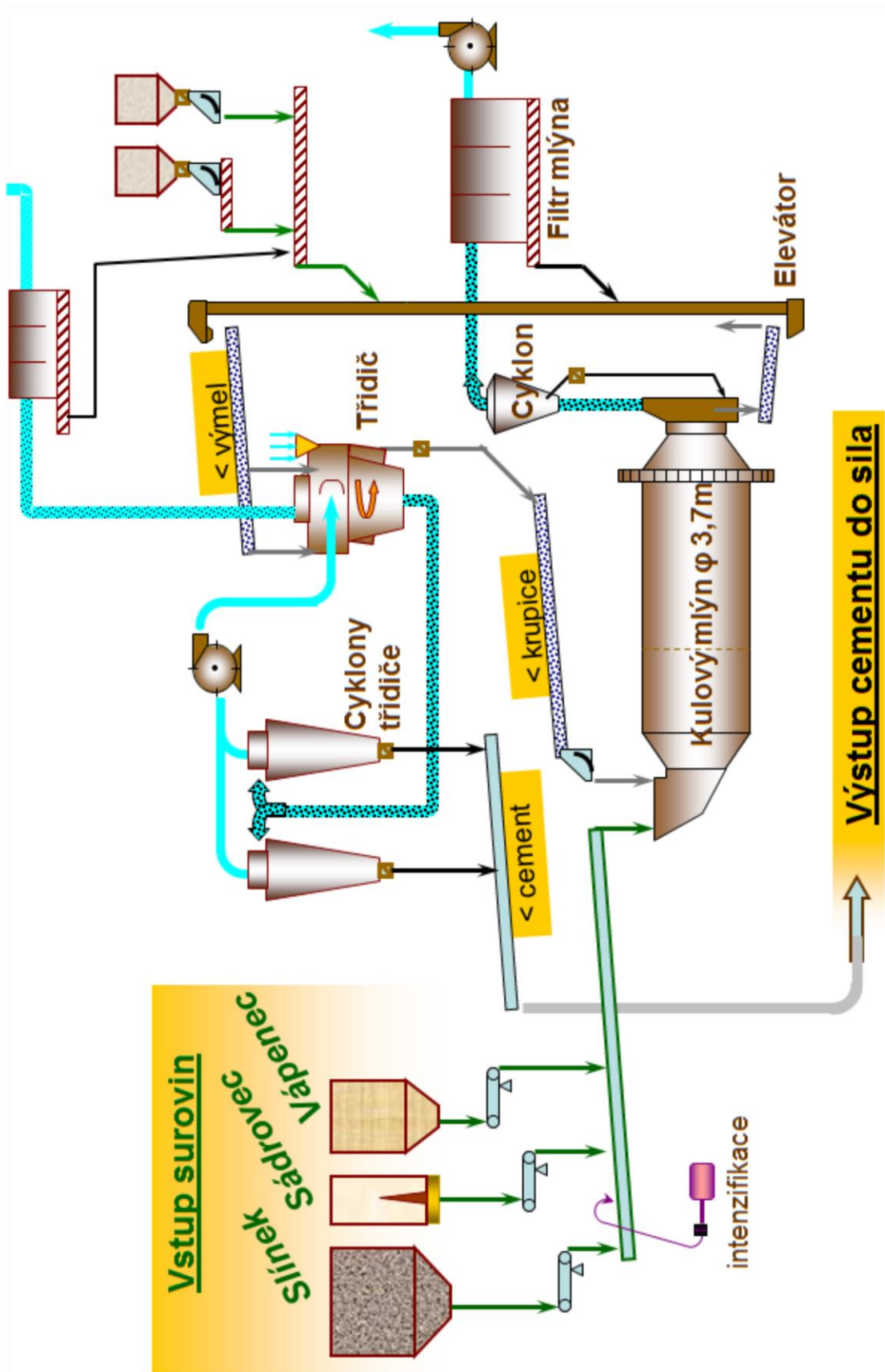
Obr. 2-vertikální mlýn z linky na mletí strusky (Českomoravský cement – závod Mokrý, 2013)

## 2 POPIS ZAŘÍZENÍ MLECÍ LINKY (CEMENTOVÉ)

Cementová linka se nachází v budově cementové mlýnice. Budova cementové mlýnice je skeletová stavba z monolitického betonu s cihlovými výplněmi stěn. Je zde uloženo celkem pět mlecích linek.

Na cementové lince dochází pomocí kulového mlýna k rozemletí vstupních surovin, které jsou uloženy v zásobnících. Na spodní části zásobníků jsou připevněny váhové podavače pro jednotlivé komponenty. Komponenty od jednotlivých podavačů jsou dopravovány gumovým dopravníkem přes krční ložisko do bubnového mlýna. Semletý materiál vypadává obvodovými segmenty do vzdušného čeřicího žlabu a do oběhového elevátoru. Pomocí elevátoru je melivo dopravováno do dalšího podlaží mlýnice, kde přes čeřicí žlab přichází na rozmetací talíř třídíče. Vytříděný produkt je odloučen v cyklonech a přiveden do čeřicího žlabu. Zpětná krupice je vedena čeřicím žlabem do průtočné váhy a dále do cementového mlýna, kde dochází opětovnému rozemletí. Dopravní čeřicí žlab je určen k dopravě hotového výrobku a je napojen na rozdělovací klapku. Ta pouští cement jednou cestou přímo na kalhotový skluz, ze kterého je hotový produkt dopravován za pomoci gumových dopravních pásů na elevátor a následně je materiál dopravován dopravním žlabem do sila. Druhá cesta vede skluzem do chladiče cementu, kde je cement ochlazován na teplotu 65 °C. Chlazení probíhá přes ocelový plášť vertikálního šneku, po kterém stéká voda. Po ochlazení je cement pomocí dopravního žlabu vrácen do původní cesty za rozdělovací klapku na gumový dopravník. Navažující dopravní pás dopravuje cement do zásobních sil (Českomoravský cement – závod Mokrý, 2013).

Řízení provozu cementové mlýnice je prováděno z centrálního velínu. Zaplnění mlýnu je řízeno automaticky na konstantní součet přídělů a zpětné krupice.



Obr.3 -Schéma cementové mlecí linky (Českomoravský cement – závod Mokrá, 2013)

## 2.1 Zásobníky

Zásobníky slouží k vytvoření zásob vstupní suroviny a jsou umístěny na začátku mlecí linky. Před mlýnem jsou pro složky cementu instalovány čtyři železobetonové zásobníky. Plnění těchto zásobníků je obstaráváno dvěma drapákovými jeřáby. Jako typy zásobníků jsou zde zvoleny zásobníky čtyřhranné s objemem 50-210 m<sup>3</sup>. Dna i stropy jsou odstupňovány v 6 % sklonu. Každý zásobník je opatřen dvěma vypouštěcími otvory s ručním šoupětem, dálkovým uzávěrem a regulovaným výstupem (Českomoravský cement – závod Mokrý, 2013).

## 2.2 Váhy

Pro dávkování materiálu do mlýna se používají pásové váhy Schenk typu DEL 1020 a 1040. Tyto typy vah jsou složeny z vážicího modulu pro integraci do stávající válečkové stolice dopravního pásu, ze snímače zatížení, který chrání proti přetížení a z ovládací skříně, která je připojena k senzorům. Pro měření rychlosti jsou k dispozici rozličné snímače, jako například tachy s třecím kolem. Výkonost těchto vah pro slínek je 4-80 t.hod<sup>-1</sup> a pro sádrovec 1,5-15 t.hod<sup>-1</sup> (schenckprocess.cz).

## 2.3 Dopravníky

K dopravě materiálu na cementové lince je využíváno několik různých druhů dopravníků. Nachází se zde dopravníky s tažným elementem nebo dopravníky bez tažného elementu.

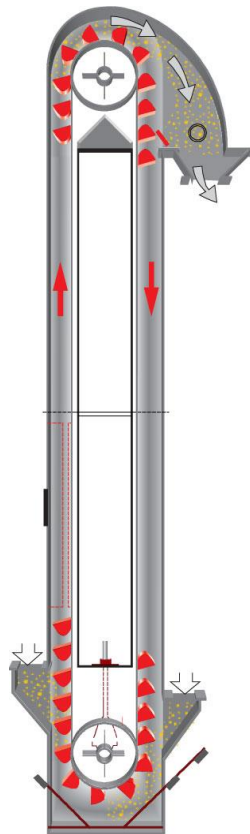
- **Šnekové dopravníky**

Přemísťují materiál ve vodorovné a svislé poloze pomocí rotujících šneků. Jsou složeny ze žlabu jako nosného orgánu, šneku a pohonu. Jsou tvořeny korytem, které je na konci uzavřeno štíty s valivými ložisky a speciálním těsněním šnekového hřídele. Koryto je opatřeno odnímatelnými kryty, čistícími a nahlížecími otvory (dsd-dostal.cz).

Při rotaci šneku dochází k posuvu materiálu ve žlabu. Pro správnou funkci je podmínka jen částečné naplnění žlabu materiálem (Kemka, 2009). Slouží k dopravě hotové suroviny nebo odloučeného materiálu z filtrů. Na cementové lince se nachází dopravníky o průměrech 200, 250, 320 mm a maximální celkové délky 30 m, dopravní rychlost materiálu je 0,4 m.s<sup>-1</sup>.

- **Korečkový elevátor**

Korečkový elevátor slouží k dopravě semletého sypkého materiálu ve vertikálním směru. Materiál je dopravován v tzv. korečcích, které jsou připevněné na tažném orgánu. Pohon elevátoru zde zajišťuje elektromotor se spojkou a převodovkou a je umístěn v hlavě dopravníku. Jako tažný orgán je zde použit pryžový pás EP 800/5 2+2 o délce 50 m. Šířka pásu je normalizována dle ČSN 260030 v závislosti na šířce korečku. Zavěšení korečku je zde na dvou větvích na zadní straně korečků. Korečky jsou vyráběny z ocelového plechu a k pásům jsou připevněny pomocí speciálních talířových šroubů. Vyprazdňování je řešeno gravitační silou (Kemka, 2009). Materiál je dopravován do výšky 25 m a výkonost elevátoru je až 160 t.hod<sup>-1</sup>.

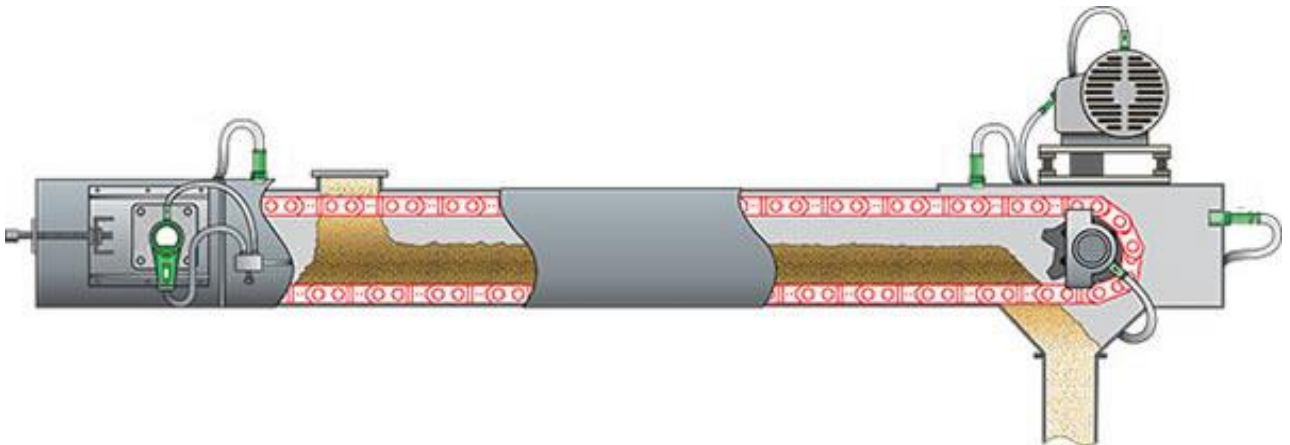


Obr. 4-korečkový elevátor (denis.fr)



- **Hrabicový dopravník (Redler)**

Redlery jsou mechanické prostředky pro dopravu sypkého materiálu. Nachází se pod pasy, které dopravují vstupní suroviny a slouží k dopravě setřené materiálu z těchto pasů. Tento hrnací dopravník je složen z řetězu a z unášeče, který je připevněn k tažnému elementu a posunuje materiál v uzavřeném žlabu. Žlab je ze svařovaného plechového materiálu, části žlabu jsou k sobě připevněny přírubami, které jsou vzduchotěsně uzavřené. Unášecí řetěz je speciálního kloubového typu a je poháněn elektromotorem přes převodovou skříň (Kemka, 2009).



*Obr. 5-hrabicový dopravník (Českomoravský cement – závod Mokrý, 2013)*

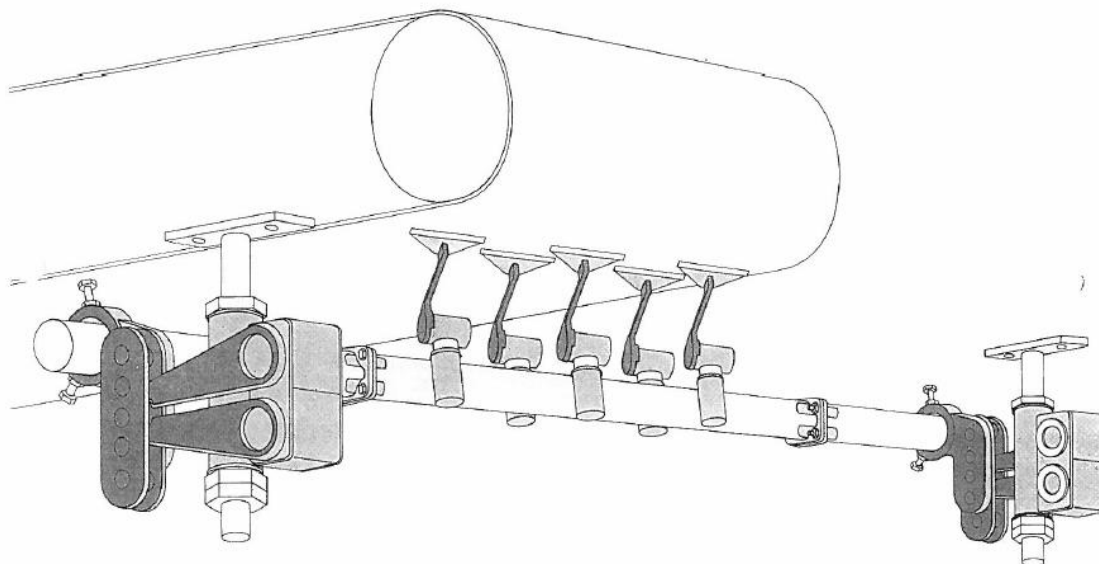
- **Čeřící žlaby**

Čeřící žlab je složen z plechového tělesa, ve kterém je napnutá tkanina propouštějící vzduch. Slouží k dopravě cementové krupice a nachází se před a za třídiči. Čeřící žlab je tvořen uzavřenou plechovou skříňí rozdělenou horizontálně průlinčitou přepážkou na dvě komory. Horní komora je materiálová a spodní je vzduchová. Zdrojem tlakového vzduchu je zpravidla ventilátor nebo rozvod tlakového vzduchu. Provzdušněný materiál ve skloněném dopravníku teče (dsd-dostal.cz).

- **Pásové dopravníky**

Tažný i nosný elementem je nekonečný jednosměrný pryžový pás poháněný bubny a podpíraný válečky. Dopravní množství materiálu je okolo  $70 \text{ t.hod}^{-1}$ , dopravní rychlost je  $8\text{--}10 \text{ m.s}^{-1}$  (Kemka, 2009). Jako pohon je využit elektromotor, který přes spojku s brzdou pohání hnací buben. Čistění pásu je prováděno ve vratné větvi pásového do-

pravníku. Zbytkový materiál, který ulpěl na pásu, je stírán pomocí pružného lamelového stěrače se speciálním kovovým břitem.

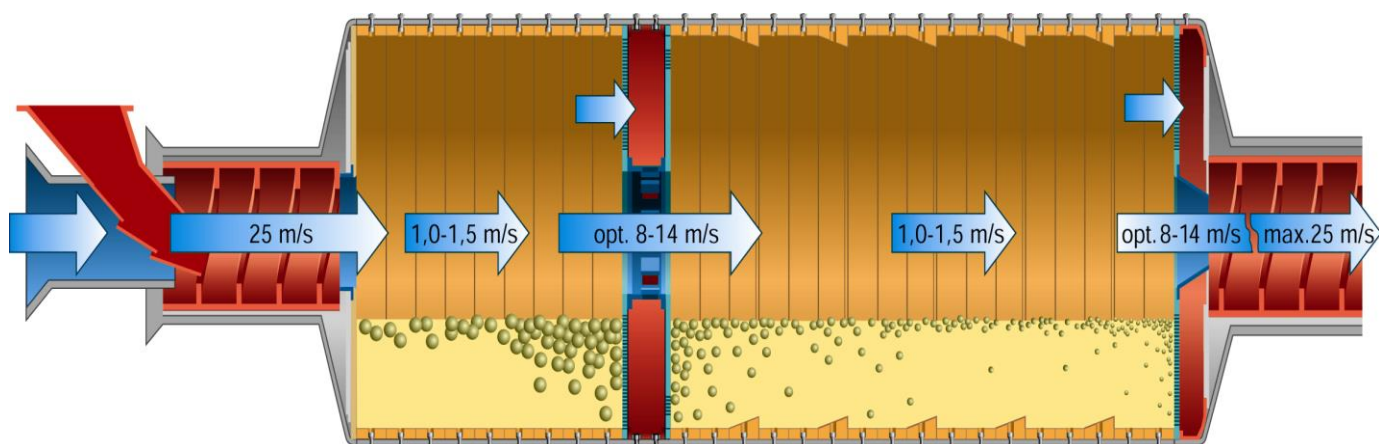


*Obr. 6-pásový dopravník se stěrači (Českomoravský cement – závod Mokrý, 2013)*

## 2.4 Mlýn

Zařízení pro mletí komponentů je v cementové lince použit bubnový mlýn oběhový s mechanickým oběhem meliva. Materiál je do mlýna dopravován kontinuálně. Při průchodu mlýnem je materiál rozměňován rázy, tlakem a třením. Částečně rozemletý materiál vypadává z mlýna a je dopravován elevátorem do třídiče. Mlýn je opatřen plechovým pláštěm, který je vyložen segmenty. Toto vyložení slouží k ochraně pláště a zvýšení mlecího efektu. Čela mlýna jsou vyložena pancéřovými deskami. Celkové rozměry mlýna jsou 3,6 x 9 m. Mlýn se skládá ze dvou komor. Mezi I. a II. komorou je mezistěna, jejíž konstrukce zajišťuje částečnou průchodnost rozmělněného materiálu štěrbinami z první komory do druhé. Délka I. komory je 2,5 m a délka II. komory je 6 m. Otáčky mlýna jsou 17 ot.min<sup>-1</sup>.

Jako mlecí element jsou využívána mlecí tělesa ve tvaru koule různých průměrů, která jsou umístěna společně s melivem ve válcovém bubnu, který se otáčí na dutých čepech kolem vlastní osy. Naplnění bubnu koulemi bývá obvykle z 1/3 objemu koulemi a z 1/4 až 1/3 melivem. Při otáčení bubnu se koule vlivem tření a odstředivé síly zdvihají a padají přímo do materiálu (Hovorka, 2005).



Obr. 7-bubnový mlýn oběhový s mechanickým oběhem meliva (Českomoravský cement – závod Mokrý, 2013)

## 2.5 Filtry

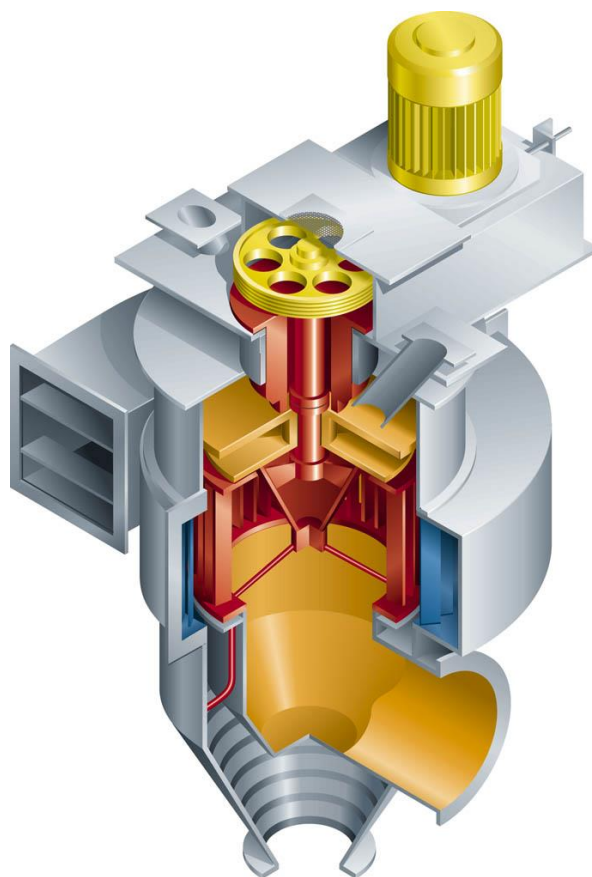
Pro odlučování částic jsou použity tkaninové filtry. Částice se zachycují základním principem filtrace, částice neprojdou filtrem, jsou zachyceny na povrchu, kde tak vzniká filtrační koláč. Na cementové mlýnici je použita filtrace atmosférického vzduchu, kde se filtrační tkaniny používají jednorázově. Filtry jsou z materiálu bavlněného (schopny pracovat při 80 °C), teflonového a skleněného (pracují při 200-300 °C). Podle tvaru filtrační látky jsou zde použity filtry hadicové a kapsové. Jako způsob regenerace se využívá pulsní profuk (Českomoravský cement – závod Mokrý, 2013).

## 2.6 Třídíče

U cementové linky je použit větrný třídíč typu HEC - 260. Větrné třídíče jsou používány v mechanických mlecích okruzích, případně v třídících linkách pro třídění suchých, nelepivých práškovitých materiálů. Materiál je dopravován do pracovního prostoru třídíče vzdušným žlabem. Pomocí otáček rotoru třídíče lze nastavit žádanou jemnost (při vyšších otáčkách je produkt jemnější).

Třídíč se sestává z vnější kuželové komory, vnitřní kuželové komory, horní části s výstupním potrubím, rozváděcích lopatek, rotoru a pohonu. Tříděný materiál je na rozptylový talíř podáván přes vstupní otvory, materiál prochází prostorem mezi kuželovými komorami, zde dochází k oddělování hrubších a jemnějších částic využitím principu rovnováhy sil mezi odstředivou silou a silou proudu vzduchu. Vytríděná krupice propadáva třídícím prostorem do výpadu hrubého materiálu a jemná složka je unášena

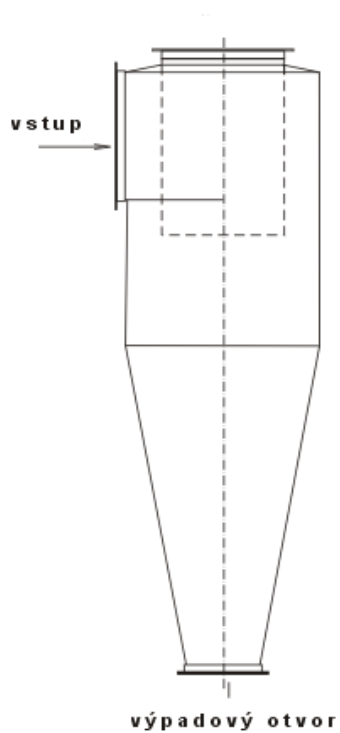
třídícím vzduchem přes rotační koš a odchází výpadem jemného materiálu. Podle nastavení úhlu rozváděcích lopatek je usměrněn tok vzduchu do rotoru. Rotor se otáčen rychlostí v závislosti na vlastnostech tříděného materiálu a požadované jemnosti (pspeengineering.cz). Výkon vysokotlakého třídíče HEC – 260 pro vstupní produkt je maximálně 150 t.hod<sup>-1</sup>.



*Obr. 8-třídíč (Českomoravský cement – závod Mokrý, 2013)*

## 2.7 Cyklony

Vírové odlučovače neboli cyklony patří do skupiny mechanických odlučovačů. K filtrování částic je využíváno odstředivé a setrvačné síly. Tyto síly jsou dané rozdílem hustoty vzduchu a hustoty částic. Jeho účelem je odloučení hrubšího materiálu od hotového cementového produktu. Zařízení má kuželový tvar zužující se směrem dolů k výpadovému otvoru, plášť je z plechového materiálu (Hemerka, 2000). Průměr odlučovače je 3 m s celkovou výškou 5,45 m.



*Obr. 9-cyklon (lisnice.com)*

### **3 DEFINICE SYSTÉMU ÚDRŽBY**

Údržba je obnovovací proces, jehož smyslem je systematické odstraňování důsledků fyzického, případně i ekonomického opotřebení jednotlivých prvků i celého systému zařízení, k němuž dochází v důsledku jeho využívání ve výrobním procesu při vynakládání optimálních nákladů (Jurová, 2002).

Do pojmu údržba je zahrnuto udržování (čištění, ošetřování, základní mazání atd.), opravy (opatření k opětovnému vytvoření požadovaného stavu) a také kontrolně inspekční a revizní činnost. Funkce údržby je řízení, kontrola, plánování a provedení. Všechny funkce jsou určeny k trvalému zlepšování a jejich činnosti a úsilí slouží k dosažení cílů závodu.

Od roku 1997 se v podniku Českomoravský cement, a.s., Mokrý, postupně začalo přecházet z decentrální údržby na centrální údržbu s filozofií TPM – Totálně produktivní údržba. TPM je progresivní přístup organizace údržby, který si objektivně žádá stále složitější výrobní zařízení, stroje a přístroje. Vzrůst automatizace a bezobslužné výroby však neodstraňuje potřebu lidské práce. Automatizovány jsou pouze výrobní operace a údržba stále závisí na lidských zdrojích.

#### **3.1 Totálně produktivní údržba – TPM**

TPM je souhrn nástrojů a postupů, které nejsou určené nejen pro oddělení údržby. Jedná se o určitou obdobu TQM (totální péče o jakost). TPM se svým způsobem dotýká každého pracovníka společnosti a je součástí firemní kultury.

TPM je orientována na zapojení všech pracovníků do aktivit, které směřují k minimalizaci neshod a havárií v podniku. Jde rovněž o snahu překonání tradičního dělení lidí na pracovníky pracující na daném stroji a na pracovníky, kteří ho opravují. Vychází se z toho, že pracovník, který obsluhuje stroj nebo zařízení, má šanci zachytit abnormalitu v práci stroje nebo zařízení a v případě budoucí poruchy eliminovat všechny možné faktory poruch a to prostředím provozního týmu TPM na pracovišti (Košturiak, Frolík, 2006).

#### **Historie TPM:**

Původ tohoto novodobého systému údržby je v Japonsku. Japonci nejprve přebrali systém preventivní a produktivní údržby z USA a tento systém dále rozvíjeli. Hlavními prvky, kterými se TPM od systému vytvořeného v USA liší, jsou:

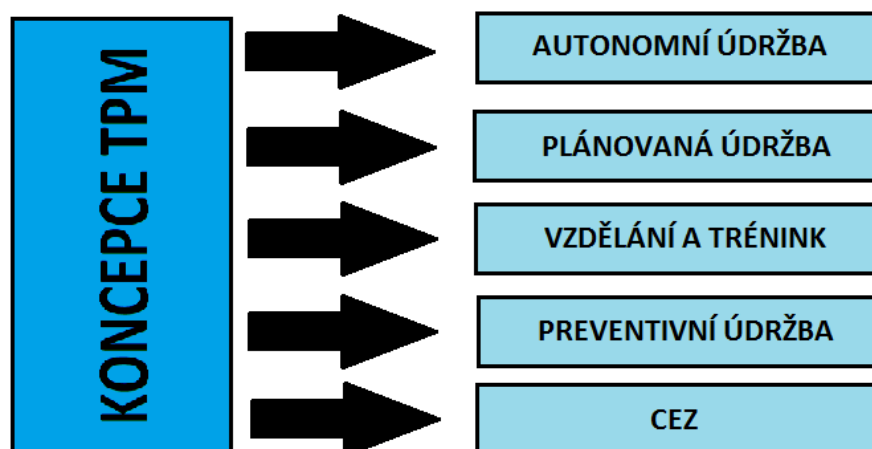
- týmová práce,
- údržba je vykonávána operátorským zařízením,
- zavedení zvýšené bezpečnosti na pracovišti,
- příjemné pracovní prostředí je základ výkonnosti lidí.

Průkopníkem systému TPM je Seichi Nakajima, který postupně v 50. a 60. letech studoval systém pro preventivní údržbu (Preventive Maintenance) v USA a v Evropě. Svoje poznatky zpracoval a později ho nazval Total Productive Maintenance – Totálně Produktivní Údržba. V roce 1971 tento systém Seichi Nakajima zavedl do japonských podniků (Košturiak, Frolík, 2006).

### 3.2 Základní princip TPM

Hlavní cíl, který má TPM, je eliminace přerušení práce stroje a tím zvýšit produktivitu výrobního zařízení. Údržba v tradičním pojetí se zabývá především přerušeními v důsledku poruchy stroje či zařízení. TPM se zabývá i oblastí jako jsou ztráty při práci stroje s poškozenými komponenty nebo dokonce při použití nesprávného technologického postupu či nevhodného uspořádání pracoviště, což může vést například ke zbytečně dlouhým seřizovacím časům.

Koncept TPM je tvořen pěti základními programy. Každý program sleduje jeden speciální cíl a skládá se z jasně definovaných kroků. Všechny programy společně tvoří koncepci TPM vztahující se k procesům a k významným oblastem podniku. Mezi pilíře TPM patří autonomní údržba, plánovaná údržba, vzdělání a trénink pracovníků, preventivní údržba, celková efektivnost zařízení (Voštová, Helebrant, Jeřábek, 2002).



Obr. 10-základní pilíře TPM (zdroj autor)

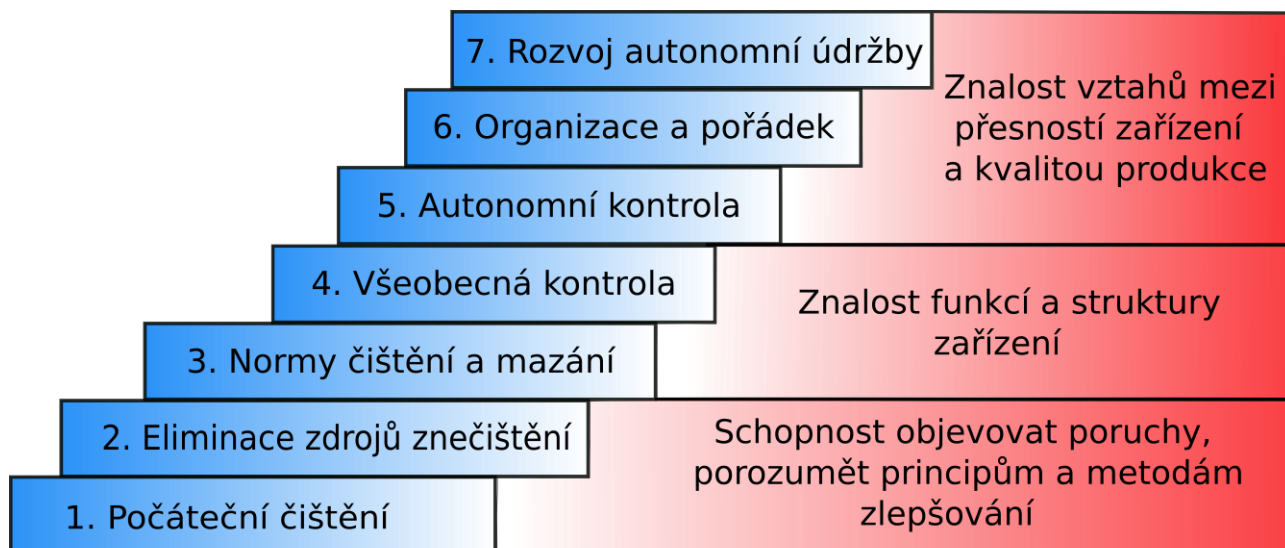
### 3.3 Autonomní údržba

Autonomní údržba je způsob zapojení obsluhy, strojů a zařízení do běžné údržby – čištění, mazání, kontrola. Ve výrobním procesu pracuje obsluha, operátoři a pracovníci údržby se stroji a tento systém je často označován jako systém člověk – stroj. Myšlenkou autonomní údržby je souhra systému člověk a stroj. Její kvalita závisí na tom, do jaké míry je propojena práce lidí s provozem a výkonem stroje. Na mlecí lince je usilováno o maximální využití linky, čehož se může dosáhnout pouze zajištěním podmínek pro plynulý a bezporuchový provoz. Autonomní údržba tedy vykonává:

- samostatné provádění některých údržbářských činností obsluhou,
- účast obsluhy na údržbě a zlepšování stroje/zařízení,
- spoluodpovědnost obsluhy za provozuschopnost stroje/zařízení.

Bezporuchovost zařízení je výsledek týmového úsilí mezi operátorem a údržbou. Obsluha je často schopna předejít poruchám, předvídat poruchy a tím i prodlužovat životnost stroje. Prevence je základem pro dosažení cíle TPM – žádné chyby, žádné poruchy, žádné úrazy (Košturiak, Frolík, 2006).

Zavedení autonomní údržby probíhá v sedmi krocích.



Obr. 11-zavedení autonomní údržby (zdroj autor)



### **3.4 Plánovaná údržba**

Po uplynutí předem stanoveného časového cyklu je prováděna plánovaná oprava nebo kontrola. Patří sem plánovaná, prediktivní a proaktivní údržba, kterou provádí specialisté z útvaru údržby s operátory strojů. Náplní plánované údržby je především preventivní inspekce a preventivní opravy.

Jako plánovaná oprava se v podniku Českomoravský cement, a.s. považuje např. zimní generální oprava, kdy dochází k úplné odstávce celého závodu a probíhá pouze prodej naskladněných zásob cementu v silech. Proto je odstávka prováděna pouze jednou ročně a to v zimním období z důvodu menší expedice. Cílem plánované údržby je předcházet poruchám včasným odhalením a odstraňováním možných příčin vzniku poruch (cmms.cz).

### **3.5 Preventivní údržba**

Když je oprava provede v době, kdy je stroj ještě schopný funkce, avšak zbývající doba provozu již nevystačí s dostatečnou jistotou až do nejbližší plánované opravy, pak hovoříme o preventivní údržbě. Má za cíl předcházet poruchám včasným odstraněním možných příčin jejich vzniku. Bývá navržena tak, aby docházelo ke zvyšování většímu využití výrobních kapacit, a sleduje tři hlavní zásady prevence.

- zachování normálních podmínek
- včasné odhalení abnormalit
- rychlá reakce

Nevýhodou preventivní údržby jsou odstávky stroje pro opravu nebo výměnu součástí a tím dochází ke ztrátám času. Právě proto z toho hlediska je velice důležité plánování preventivních oprav (udrzbapodniku.cz).

### **3.6 CEZ – celková efektivnost zařízení**

CEZ je funkce ztrát způsobena poruchami, ztrátami rychlosti, krátkodobými prostoji a nízkou kvalitou vyráběného výrobku.

Celková efektivnost je zaměřena na maximální využití výrobního zařízení, sledováním a redukcí šesti základních typu ztrát na cementové lince:

- přerušení práce stroje v důsledku poruchy,
- krátkodobé přerušení provozu,

- práce se sníženou rychlostí,
- přestavby a nastavování strojních zařízení,
- ztráty při rozběhu procesu,
- nesprávné vyrobení a opravení komponentů (zmetky).

Měření CEZ je prováděno vyhodnocováním celkové efektivnosti zařízení a systematickým sledováním zařízení. U těchto metod platí, že přehlednost, jednoduchost a rychlost jsou velice důležité faktory při sběru dat. Data při měření CEZ není nutné provádět na všech výrobních zařízeních, ale mělo by být zaměřeno na místa s největší vy-  
tížeností, popřípadě u strojů s nejčastější poruchovostí a výpadky při provozu (Mašin, Vytlačil, 2000).

Při výpočtu celkové efektivnosti zařízení jsou pozorovány tyto parametry:

- míra využití,
- míra výkonu,
- míra kvality.

### **3.7 Vzdělání a trénink**

Podniky v současnosti musí neustále modernizovat své provozy, objevovat nové oblasti a vyvíjet nové technologie, aby vybudovaly podnikovou strukturu. Úkoly spojené s podnikem mohou provádět jen lidé – pracovníci firmy.

Vzdělání a trénink není jen jedním z bloků TPM, ale je to pilíř, který podpírá i ostatní části programu TPM. Trénink operátorů, provozních zámečnicků, obsluhy strojního zařízení začíná prvním krokem samostatné údržby a je vyvíjen postupným vzděláváním ve specializovaných oblastech (jako např. rozebíratelné spoje, mazání, hydraulické pohony apod.) Trénink pro pracovníky z údržby je zaměřen na získávání hlubších znalostí o technice a strojích. Důležitou částí tréninku je analýza, kterou je třeba využít při odstraňování chronických problémů strojů a zařízení (Mašin, Vytlačil, 2000).

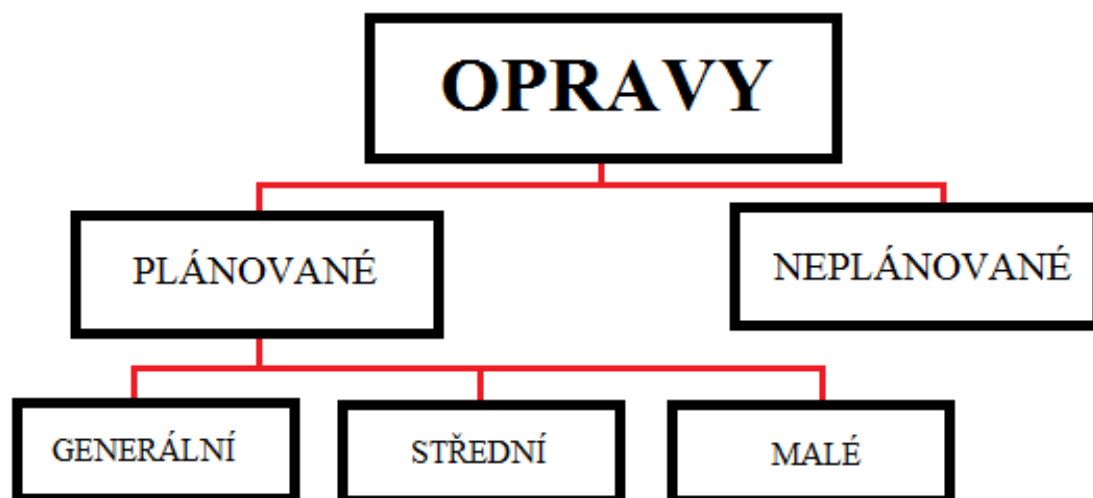
## 4 SYSTÉMY OPRAV VE ZVOLENÉM PODNIKU

Úkolem údržby je provozovat a opravovat stroje a zařízení s minimem investičních nákladů a také provozovat zařízení po co možná nejdelší dobu, při maximální hospodárnosti a spolehlivosti. Těchto cílů se dá dosáhnout pouze systematickou údržbou strojů.

Údržba strojů a zařízení slouží především k zachování základních prostředků, k zabránění nepředvídatelným přerušením provozu, výpadkům výroby a zlepšení bezpečnosti práce.

Jelikož jsou s opravami spojené i vysoké náklady a výdaje firmy, mají položky určené na údržbu a opravy v dnešních moderních podnicích významnou ekonomickou úlohu. Snahou při organizaci údržbářské činnosti je usilovat o co nejkratší trvání generální, ale i středních oprav. Využívají se k tomu některé metody řízení.

Pod pojmem opravy se rozumí opatření k opětovnému vytvoření požadovaného stavu. V podniku Českomoravský cement, a.s. se jako opravy rozumí opravy plánované a neplánované.



*Obr. 12-systém oprav v závodě Mokrý (zdroj autor)*

### 4.1 Plánované opravy

Plánované opravy patří do skupiny preventivní údržby. Po uplynutí určité doby provozu stanovené na podkladě zkušeností a v souladu s výrobním plánem se stroje odstaví, prohlédnou, rozeberou a vymění se jejich části nebo celé agregáty. Tento systém oprav je velmi nákladný, avšak velice důležitý pro správný chod zařízení. Podle rozsahu

oprav se plánované opravy v podniku Českomoravský cement, a.s. Mokrá dělí na generální, střední a běžné.

## **4.2 Generální opravy**

Tento druh oprav se řadí k nejrozsáhlejším a nejvíce významnějším opravám, které vyžadují největší část nákladů. Pro generální opravy se používá zkratka GO.

GO představují podrobnou opravu veškerého zařízení s výměnou či opravou většiny dílu a částí. Vyžadují vždy poměrně dlouhou odstávku ve výrobě. Dříve byl účel tohoto typu oprav odstranit účinky fyzického opotřebení nebo poškození. V dnešní době je podporováno úsilí o zvýšení celkové technickoekonomické úrovně výrobního programu (tzn. modernizace zařízení). Tím to se částečně odstraňuje zastarání výrobního zařízení a neustále tak dochází k modernizaci linky.

Generální opravy jsou uváděny ve výhledových plánech oprav ve velkém předstihu a je určen její rozsah a detailní postup. V přípravné části se zajišťují náhradní díly, materiál pro výrobu součástí, projekční a výkresová dokumentace. Také je nezbytné, aby byl zajištěn dostatek pracovníků potřebných pro výkon oprav. Generální opravy zajišťují specializovaní pracovníci z externích firem či pracovníci z oddělení údržby podniku (Českomoravský cement-závod Mokrá, 2013).

### **4.2.1 GO na cementové lince v podniku Mokrá**

Jelikož probíhá výroba cementu v cementárně Mokrá nepřetržitě po celý rok 24 hodin denně, je nutné vybrat správnou dobu na odstávku zařízení. Proto se GO opravy v této firmě plánují jednou ročně a to v zimním období, kde bývá nejmenší expedice cementu. Při této odstávce dochází k úplnému zastavení výrobního procesu a probíhá pouze prodej naskladněných zásob v silech.

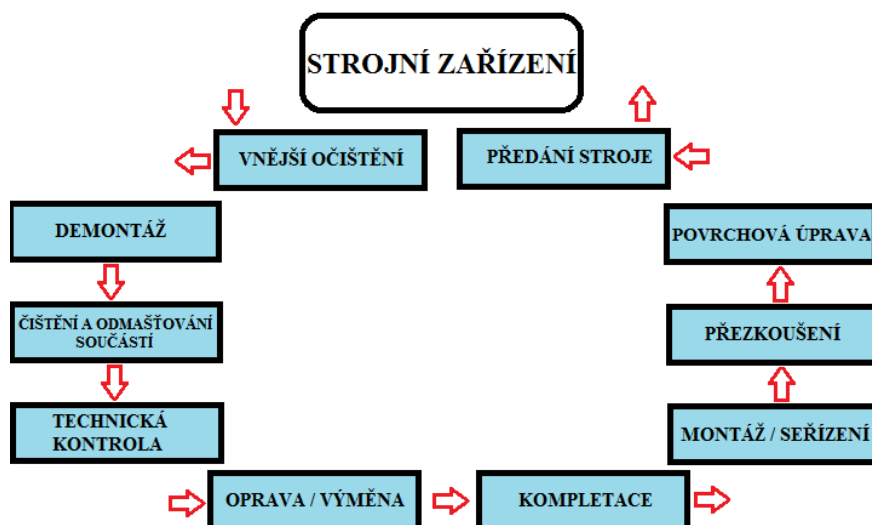
Na opravách cementové mlecí linky se podílí nejenom specializovaní opraváři a údržbáři z podniku, ale i pracovníci externích firem. Celkově se na této dvou měsíční odstávce podílí přes 150 nejrůznějších pracovníků a odborníků z více jak z deseti firem, z oboru strojírenského, stavebního a elektro.

Mlecí linka je zařízení, které tvoří jednu z nejhlavnějších a nejpodstatnějších částí cementové výroby. Proto je velice důležité, aby byl kladen veliký důraz na bezchybné zjištění závad a následné provedení oprav. Generální opravy jsou naplánované podle seznamu závad, které byly zjištěny při kontrole stavu zařízení během předešlých gene-

rálních oprav a které byly zjištěny při běžné údržbě, která probíhala v průběhu celého roku.

Postup při GO opravách strojních zařízení na cementové lince:

1. Vnější očištění a omytí a zkontrolování stavu zařízení.
2. Úplná demontáž základních prostředků a jednotlivých součástí.
3. Čištění a odmašťování součástí a demontovaných uzlů.
4. Kontrola součástí a podrobná prohlídka všech uzlů - stanoví se, které díly nejsou schopny dalšího použití nebo které díly jsou schopny renovace a které budou použity při zpětné montáži.
5. Oprava nebo výměna součástí - podle náročnosti jsou opravy prováděny přímo na místě demontáže nebo na centrální dílně.
6. Kompletace součástí.
7. Montáž a seřízení - kromě vlastního nastavení se dále jedná o seřízení vzájemných poloh součástí, nastavení vymezení vůlí, předpětí pružin, vymezení zdvihů, vyvážení kol apod.
8. Přezkoušení stroje - je zkontrolováno, zda zařízení dosahuje předepsaných výrobních i ostatních technických parametrů.
9. Povrchové úpravy - zařízení je zakrytováno a popřípadě je opatřeno nátěrovým systémem.
10. Předání stroje - předání probíhá přímo u zařízení a je předána dokumentace k zařízení se záznamy o opravě.



Obr. 13-schéma postupu při GO opravách (zdroj autor)

### **4.3 Střední opravy**

Pod pojmem střední oprava je myšlen opravářský výkon většího rozsahu, při kterém dochází k výměně nebo opravě většího počtu součástí stroje či zařízení a seřizuje se jejich chod. Při střední opravě nemusí být opravářský úkon zaměřen na celý stroj či zařízení ale oprava může být soustředěna jen na některé jeho části. Přitom nesmí docházet k zanedbání celkové revize a seřízení stroje (Českomoravský cement-závod Mokrý, 2013).

Kdy dojde k provádění střední opravy, se stanoví z opravářských cyklů oprav, a protože střední oprava znamená delší odstávku stroje či zařízení z provozu, je důležité termíny odstávky zahrnout a upřesnit v ročních plánech oprav. Při stanovení rozsahu středních oprav se vychází z předchozích zjištěných závad při malých opravách, při nichž byly rozebrány některé uzly strojů a zařízení.

Důležitou součástí oprav je i plánování a příprava, která musí být zahájena s dostatečným předstihem. Základem přípravy je stanovit rozsah oprav a také vypracovat rozpis oprav, ze kterého vyplývá množství potřebného materiálu, množství a druhy náhradních dílů. Nejnáročnější bývá zpravidla zajišťování náhradních dílů, jelikož na cementové mlýnecích jsou i zařízení, na které je potřeba výroba speciálních dílů na zakázku. Mezi takové díly patří pancéřové desky, kterými je vyložen oběhový mlýn. Tento díl je vyráběn firmou např. Slévárny Přerov a čekací lhůta je 4-5 měsíců.

Střední opravy tvoří v podniku Českomoravský cement, a.s., Mokrý velmi výraznou kategorii, protože jde o opravy velkých jednotek výrobního zařízení, opravy bývají většího rozsahu a jelikož je v tomto podniku velké množství strojního zařízení, provádějí se poměrně často.

### **4.4 Malé (běžné) opravy**

Malé opravy jsou všechny ostatní opravářské výkony, které jsou svým rozsahem menší než generální a střední opravy.

Jedná se o poruchy, kde dochází k částečné demontáži a opravě stroje či zařízení, kterou je schopen provést pracovník konající prohlídku tím nářadím kterým je vybaven při provádění běžné inspekční prohlídky. Část oprav bývá prováděna již při preventivních prohlídkách, při kterých je zjišťován stav základních prostředků, aby mohlo dojít ke stanovení rozsahu oprav, popřípadě zamezit poruchám.

Na cementové lince se mezi běžné opravy řadí např. výměna válečku na pásových dopravnících nebo výměna kluzného ložiska na šnekových dopravnících. Často se stává, že při běžné opravě jsou nalezeny závady, které nejsou upřednostňovány a jsou zapísány do rozpisu ke středním či generálním opravám.

#### 4.5 Neplánované opravy

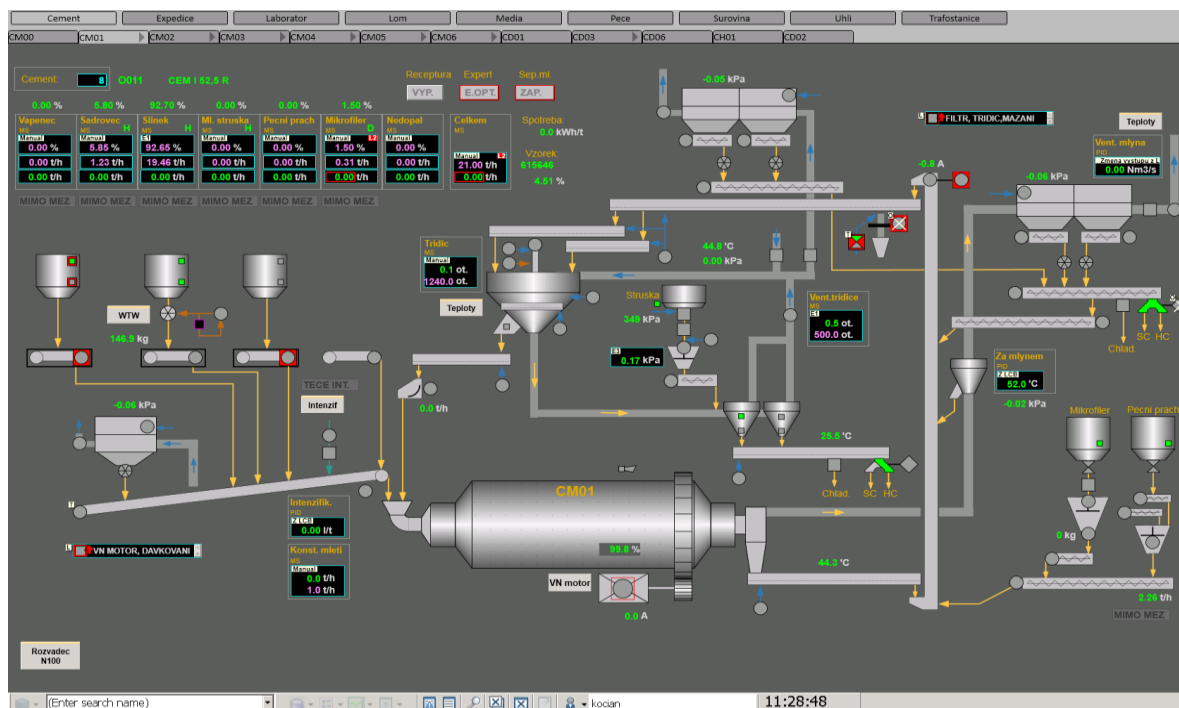
Neplánovaná oprava nastává tehdy, kdy dojde k náhlé poruše stroje či zařízení. Poruchy na zařízení jsou způsobeny vinou obsluhy nebo jinou výrobní či provozní vadou (únava materiálu, špatná konstrukce, přetížení stroje).

Při těchto opravách dochází k výměně nebo opravě poškozené součásti co v nejkratším časovém úseku tak, aby mohl výrobní proces pokračovat. U každé poruchy je nutné zjistit příčinu, odstranit ji a vyvodit preventivní opatření tak, aby nedocházelo k opětovnému poškození stroje či zařízení (Českomoravský cement-závod Mokrá, 2013).

Jako běžné neplánované příčiny opravy na cementové lince mohou být:

- **Provozní příčiny** – zahlcení zařízení materiálem způsobené chybným nastavením a provozováním zařízení (např. šnekový dopravník).
- **Mechanické příčiny** – přetrhané pásy, prodřené otvory v dopravnících, utržené korečky, odpojení čidla na váze.
- **Elektrické příčiny** – poruchy motoru (spálení elektromotoru) nebo řídicích systému.

Sledování poruch v podniku je monitorováno z řídicího střediska (centrální velín), kdy jsou operátorem sledovány na monitorech přehledové snímky z jednotlivých zařízení. Všechna zařízení cementové mlýnice lze vidět na obr. 14, kde je znázorněno schéma výroby cementu. Operátor sleduje, zda konkrétní zařízení je v pořádku a má možnost ho v případě havárie z řídicího centra vypnout.



Obr. 14-snímek cementové mlýnice z řídicího centra (Českomoravský cement – závod Mokrá, 2013)

#### 4.6 Informační systém v údržbě

Nedílnou součástí inovativní údržby je bezpodmínečně i informační systém, přes který se řídí celé oddělení údržby. V podniku Českomoravský cement, a.s., Mokrá se využívá informační systém SAP (Safety Assessment Program), který je využíván v rámci celé mezinárodní skupiny HeidelbergCement. Je významným nástrojem pro plánování nákladů, termínů a kapacit. Pro údržbu a opravy slouží konkrétně modul SAP R/3 PM (Plant Maintenance). Modulem údržba a opravy jsou podporovány všechny činnosti spojené s plánováním a realizací údržbářských a opravárenských činností. Systém umožňuje:

- plánování a řízení údržby (analýza požadavků podle druhu a naléhavosti, stanovení priorit zakázek),
- napojení na controllingový modul (podrobné sledování účtovaných nákladů na opravy),
- řízení stavu zásob náhradních dílů (rezervace materiálu, požadavky na náhradní díly a materiály).



Největší využití systému je v době generálních oprav, kde je možné kontrolovat všechny provedené operace na zařízeních (Anderson, 2012).

Mezi výhody systému SAP patří např. okamžitý přístup k podnikovým informacím, snížení nákladů díky zvýšené flexibilitě, dobrá elektronická komunikace mezi odběrateli a dodavateli atd. Naopak mezi nevýhody systému se považují vysoké pořizovací náklady systému, vysoké náklady při inovaci-upgradu a údržbě systému.

Na obr. 16 je znázorněna ukázka z hlášení ze systému SAP, kde se jedná o hlášení poruchy elektromotoru na náhonu cementového mlýna.

The screenshot shows a SAP maintenance report titled "Změna hlás.údržby: Hlášení poruchy". The report details a fault on a motor (CM01) at a cement mill (Cementový mlýn 1). The fault description states that the motor has a high current draw (over 200A) and low RPM, indicating a broken winding. The report includes technical details, competence information, and scheduled dates.

Hlášení	
Hlášení	10557390 M1 CM01-porucha VN motoru
Status hlášení	OEOX PRŪZA ZPHL
Zakázka	10615799

Stav objektu	
Profil číno	
Popis	CM01-porucha VN motoru
23.12.2014 06:15:56 Jan SADLOŇ (JSADL)	
11EL - Elektromotor náhonu cement.mlýna CM01M145 má velký odběr, více jak 200A a nízké otáčky. Měřením zjištěno přerušené vinutí kotvy elektromotoru. Odpojení, zapojení elektromotoru a měření kabelů musí být provedeno na základě příkazu "B".	

Referenční objekt	
Technické místo	CZ11-50-01CM-510 004 Cementový mlýn 1
Vybavení	80313368 Elektromotor VN CM1- CM01M145
Konstr.celek	

Kompetence	
Plánov.skupina	MO / CZ11 CVÚ Mokrá
OdpovPracoviš	11EL / CZ11 Elektroúdržba závod Mokrá
Odpovědný uživa	
Autor hlášení	SADLOŇ Datum hlášení 23.12.2014 06:04:03

Mezní termíny	
Požad.začátek	23.12.2014 06:04:03 Priorita 3-Jeden týden
PožKonec	30.01.2015 00:00:00 <input type="checkbox"/> Výpadek

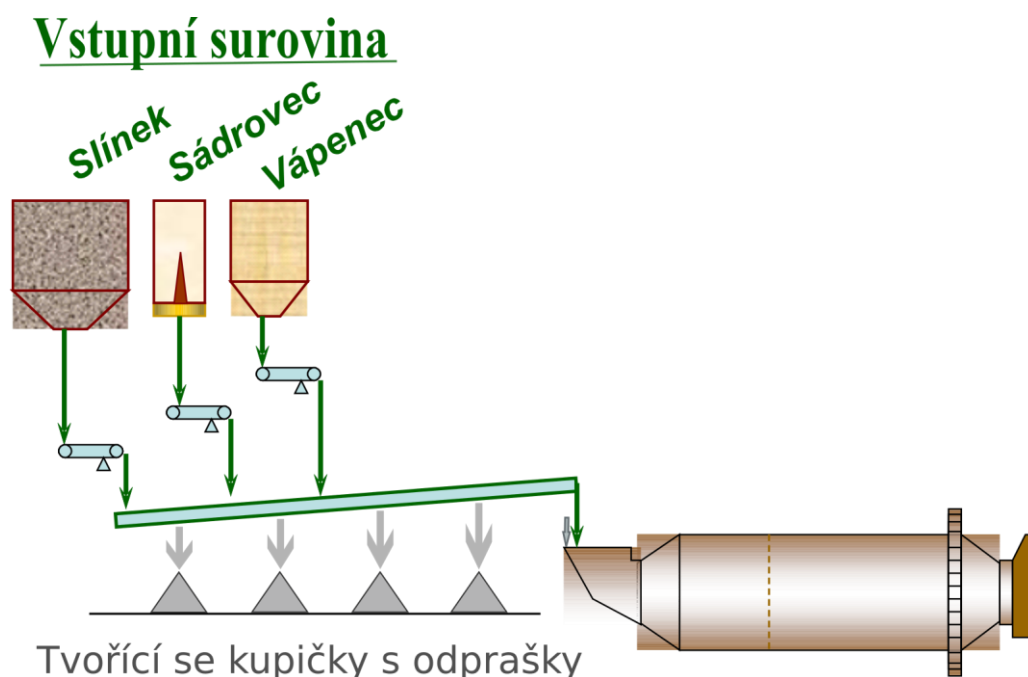
  

Data poruchy	
Začátek poruchy	23.12.2014 06:04:03 <input type="checkbox"/> Výpadek
Konec poruchy	00:00:00 Doba výpadku

Obr. 15-ukázka hlášení poruchy v systému SAP (Českomoravský cement – závod Mokrá, 2013)

## 5 IDENTIFIKACE PROBLÉMU A NÁVRH NA NÁPRAVNÉ OPATŘENÍ

V Cementárně Mokrá byl častý problém na cementové mlýnici s likvidací odprašku pod pásovým dopravníkem, který přepravuje komponenty ze surovinových zásobníků do cementového mlýna. Cílem bylo navrhnout řešení pro snížení prašnosti v objektu a současně tak zvýšit využití odprašků pro proces mletí.



Obr. 16-tvořící se kupičky pod pásovým dopravníkem (zdroj autor)

### 5.1 Identifikace problému

Doprava suroviny ze zásobníků cementové mlýnice do cementového mlýna byla určitým zdrojem prášení. Toto prášení vznikalo ve spodní větvi pásu, především v místech, kde se nachází podpěrné válečky. Vlivem vysoké abrazivnosti a vlhkosti přepravovaného materiálu docházelo na zdrsňeném povrchu pásu k tomu, že materiál byl nalepován na tato místa a tvořil se tzv. nálepek, který při následném zpětném pohybu dopravníku vlivem gravitace a vibracím odpadl. To mělo za příčinu tvoření hromádek materiálu pod pásy a tím i vysokou prašnost, která znečišťovala okolní stroje a zařízení. Pokud nedošlo k včasnému odklizení kupiček materiálu pod pásy, docházelo tak

k vybočení pásu nebo dokonce i k mechanickému poškození, což mohlo znamenat odstavení mlecí linky. Odklizení materiálu pod pásy bylo závislé na lidském faktoru.

Na cementové lince za rok 2014 bylo vyrobeno přes 800 tisíc tun cementu. Během provozu bylo zjištěno, že během hodiny vznikne pod pásy 7 kg napadaného materiálu. Při provozu mlýnice z 6 134 hodin provozu bylo časové využití na mletí 69,8 %. Celkové ztráty materiálu tedy činily 30 t.rok-1.

Vzniklé kupičky odprašků pod pásy nebylo možno dříve využít a materiál se tak tedy stal nepoužitelný pro další proces. Také bylo nutné zajistit pro úklid napadaného materiálu pracovníky. Vznikaly tím ztráty až 95 820 Kč ročně.

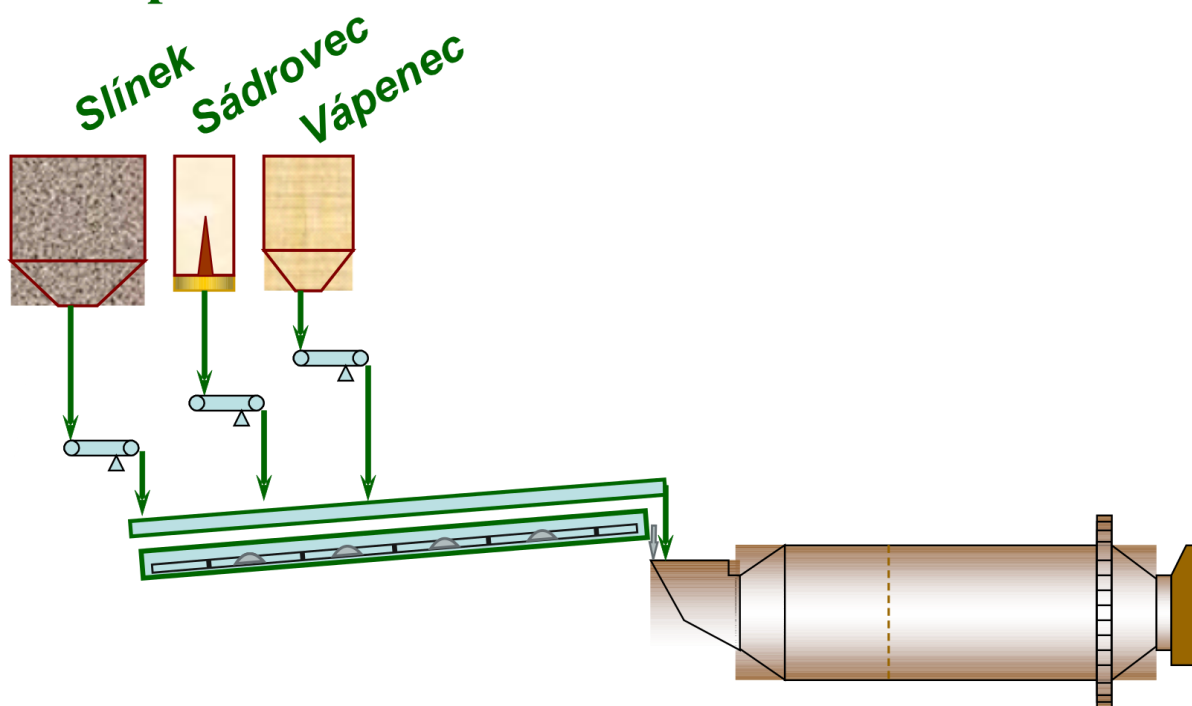
Pro snížení vzniklých odprašků, které se samovolně ukládaly na podlahu pod pás, z části pomohlo snížení počtu podpěrných válečků. Toto řešení však z dlouhodobého hlediska neřešilo situaci a bylo považováno pouze za provizorní řešení jak prodloužit interval na úklid vzniklých odprašků.

V minulosti bylo zkoušeno nálepky odstraňovat pomocí rotačních kartáčů s vlastním pohonem. Princip těchto kartáčů spočíval v tom, že byly umístěny v těsné blízkosti pásu a pomocí pohybu pásu docházelo k rotaci kartáčů a nálepek se z prohlubin a vydřených drážek vymetal. Tímto způsobem bylo dosaženo snížení tvoření kupiček odprašku na podlaze pod pásy, ale docházelo tak k velkému zvíření prachu, který se následně nekontrolovatelně ukládal po celém prostoru cementové mlýnice. Krátká životnost kartáčů s vysokou cenou zapříčinila to, že nedošlo k zavedení tohoto zařízení do běžného provozu a po prvním zkušebním roce bylo odstraněno.

## 5.2 Návrh na nápravné opatření

Týmem pracovníků byl navržen pro likvidaci odprašků pod pásy hrabicový dopravník (redler). Hrabicový dopravník byl umístěn pod stávající pásový dopravník a díky tomuto zařízení došlo k eliminaci užití lidského úsilí k odstranění kupiček odprašků, částečnému zamezení víření prachu a současně vzniklé odprašky byly shrnovány zpět do vstupního hrdla mlýna a tento materiál mohl být dále zpracován.

## Vstupní surovina



Obr. 17-řešení problému (zdroj autor)

## 5.3 Popis zařízení

Zařízení pro likvidaci odprašků se skládá:

- hrabicový dopravník,
- poháněcí stanice,
- napínací stanice,
- řetěz,
- žlab,
- sběrné potrubí.

### 5.3.1 Hrabícový dopravník

Pod pásovým dopravníkem se nachází hrabícový dopravník (redler). Hrabícový dopravník se řadí do skupiny dopravníků hrnoucích. Jeho úkolem je dopravit pomocí řetězů s unášeči odprašky napadané ve žlabu do hrdla mlýnu.

Hrabícový dopravník se pohybuje v časových intervalech současně se stávajícím pásovým dopravníkem. Pod vstupem odprašku byl umístěn otevřený žlab, do kterého padají vzniklé odprašky. Odprašky jsou dopravníkem unášeny směrem ke vstupnímu hrdlu mlýna, kde se nachází výsypný otvor. Tento systém umožňuje dvoucestnou dopravu odprašků. Převážná část materiálu odchází do mlýna. Při vzniku zavalování dopravníku zbytek odprašků odchází do kontejneru, který je opatřen plechovou clonou fungující jako zábrana proti prašnosti.

Technické parametry hrabícového dopravníku:

- typ dopravníku: hrabícový s řetězy a unášeči
- osová vzdálenost: 15 300 mm
- dopravní rychlost:  $0,16 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- dopravní výkon:  $2 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$
- výkon pohonu: 2,2 kW

### 5.3.2 Poháněcí stanice

Poháněcí stanice se skládá ze skříně s výpustným otvorem (výsypka) a z elektropřevodovky, která je přímo uchycená na hřídeli, na kterém jsou na pevně nasazena řetězová kola. Záchytný moment převodovky je eliminován pákou s čepem ukotveným do skříně. Hřídel je uchycen v naklápěcích soudečkových ložiskách. Poháněcí stanice je napevno přišroubována pomocí příruby ke žlabu.

Technické parametry poháněcí stanice:

- typ převodovky: NORD SK3282 ABGH-80S/4 TF
- jmenovitý výkon: 2,2 kW
- převodový poměr: 10,78
- jmenovitý moment: 1611 N.m
- výstupní otáčky:  $17 \text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$
- Celková hmotnost: 80 kg

### 5.3.3 Napínací stanice

Napínací/vratná stanice je umístěna na opačné straně redleru než poháněcí stanice a slouží k napínání unášeného řetězu. V napínací stanici se nachází skříň, ve které je na naklápěcích soudečkových ložiskách uložen hřídel s řetězovými koly. Vně skříně se nachází napínání řetězu, které je zde řešeno pomocí šroubů a matic na obou koncích hřídele.

### 5.3.4 Řetěz a unášec

Jako tažný orgán je zde užit řetěz opatřený plochými deskovými unášeči. Úkolem této části zařízení je posunovat materiál k hrdlu mlýnu.

Články řetězu jsou kované v zápustkách z ocelí a dále se kalí. Uchycení unášečů je pomocí nýtů. Výrobce těchto řetězů je firma Řetězárny Vamberk.

Technické parametry řetězu a unášeče:

- šířka hrabic: 800 mm
- vzdálenost os řetězů: 15 300 mm
- typ řetězu: S42 Vamberk

### 5.3.5 Žlab

Žlab redleru je otevřený ve tvaru písmene U, je vyhotoven z ocelového plechu, který je opatřen povrchovým nátěrem. Jednotlivé dílce žlabu jsou k sobě spojeny přírubou a na bočnicích jsou uchyceny vodící lišty pro vedení řetězů. Vodící lišty jsou k bočnici uchyceny pomocí šroubů z důvodu možné demontáže při opotřebení. Na bočnicích jsou přidělané horní příruby s pryžovými těsnícími pásy a nosnou závěsnou konstrukcí, která slouží jako uchycení ke stávajícímu nosnému pásovému dopravníku. Spodní část žlabu je vyztužena z důvodu vyššího opotřebení. Žlab je členěn na úseky po 1,4 m.

### 5.3.6 Sběrné potrubí

Sběrné potrubí je uchyceno pomocí šroubů na výstupní díl z hnací stanice a skládá se z přípojovacího dílu, kalhotového skluzu s klapkou, z dílu ústíciho do vstupního hrdla mlýnu a z dílu ústíciho do stávajícího kontejneru, který je v určitém časovém intervalu vyměňován.

Potrubí je z konstrukční ocele 11 373 a je opatřeno protikorozním nátěrem. Skluz je v provedení klapka se závažím.

#### **5.4 Zhodnocení provedeného opatření**

Provedeným opatřením bylo docíleno snížení celkové prašnosti na cementové lince. A dále došlo k částečné automatizaci odklízecího systému, což je jedním z cílů systému údržby TPM. Bylo eliminováno a zabráněno možnému poškození pásu a tím došlo ke zvýšení časového využití mlecí linky a životnosti dopravního pásu.

Při zkouškách zařízení bylo vysledováno, že není potřeba, aby hrabicový dopravník pracoval v nepřetržitém provozu společně s pásem, ale bylo zjištěno, že je dostačující pohyb hrabicového zařízení po 20minutových intervalech. Tím došlo i k částečné úspoře energií oproti plánovanému provozu a k prodloužení životnosti jednotlivých náhradních dílů.

## 6 ZÁVĚR

Bakalářská práce sumarizuje základní informace o strojní údržbě cementové mlecí linky v závodě Českomoravského cementu a.s. Mokrá. Během provozu cementové mlecí linky byl identifikován nedostatek při likvidaci odprašků pod pásovým dopravníkem a byl vymezen postup pro inovaci zařízení.

Při řešení strojní údržby a oprav v cementárenském podniku bylo nejprve nutné detailně popsat systém složení cementové mlecí linky, způsob procesu při výrobě cementu a následně i rozbor jednotlivých komponentů a zařízení na lince.

Systém pro údržbu v podniku Českomoravský cement, a.s., závod Mokrá byl po zjištěných informacích identifikován jako způsob Totálně Produktivní Údržby, která si klade za cíl eliminaci přerušování výrobního procesu a tím zvýšení produktivity výrobního zařízení.

Druhy a způsoby oprav jsou v tomto dokumentu popsány a rozřazeny dle významu a časové náročnosti. Dále byl zde popsán informační systém, který je nezbytný pro komunikaci mezi zaměstnanci v jednotlivých odděleních při údržbě a opravách v závodě s ohledem na systém TPM.

Závěrečná část práce byla zaměřena na identifikaci konkrétního problému. Jedná se o tvoření kupiček odprašků pod pásovým dopravníkem při zpětném pohybu pásu. Při řešení tohoto problému bylo zjištěno, že celkové ztráty materiálu činily  $30 \text{ t.rok}^{-1}$  a jelikož napadaný materiál nebylo možno dále využít k výrobě cementu, docházelo tak k finančním ztrátám až 95 820 Kč za rok. Díky navrhovanému systému pro odklizení odprašků pod pásovým dopravníkem došlo ke snížení prašnosti, ke zvýšení životnosti pásu, k automatizaci odklízecího zařízení a k dalšímu využití vzniklých odprašků. Všechny tyto úkony jsou součástí cíle systému údržby TPM a pomocí toho systému došlo ke zvýšení efektivity zařízení.



## SEZNAM LITERATURY

ANDERSON G. W., 2012: *Naučte se SAP za 24 hodin*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 432 s. ISBN 9788025136850.

*CYKLON: Nové řešení konstrukce vírových odlučovačů materiálu* [online]. 13.1.2015 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <<http://www.lisnice.com>>

ČESKOMORAVSKÝ CEMENT – ZÁVOD MOKRÁ: *Propagační materiály cementárna Mokrá. Mokrá, 2013.*

ČESKOMORAVSKÝ CEMENT – ZÁVOD MOKRÁ: *Podniková literatura. Mokrá, 2013.*

DENIS [online]. [cit. 2015-03-28]. EG 0312. Dostupné z: <<http://www.denis.fr>>

DSD-DOSTAL [online]. [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: <<http://www.dsd-dostal.cz>>

HEMERKA J., 2000: *Odlučování tuhých částic*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2000, 138 s. ISBN 8001022706

HEIDELBERGCEMENT: *Závod Mokrá* [online]. [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: <[www.heidelbergcement.com](http://www.heidelbergcement.com)>

HOVORKA F., 2005: *Technologie chemických látek I*. Vyd. Vysoká škola chemicko - technologická v Praze, Praha, 180s, ISBN 80-7080-588-9

JEŘÁBEK K., HELEBRANT F., VOŠTOVÁ V., 2001: *Provoz a údržba strojů*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 193 s. ISBN 8001024180.

JUROVÁ M., 2002: *Ekonomika a management podniku*. Brno: VUT, 217 s. ISBN 80-214-2060-X

KEMKA V., 2009: *Stavba a provoz strojů: stroje a zařízení pro SPŠ strojní*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 281 s. ISBN 978-80-7333-075-0

VALENT O., 2010: *Komplexní řešení preventivní, autonomní, prediktivní a proaktivní údržby* [online]. [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <<http://udrzbapodniku.cz>>

KOŠTURIÁK J., FROLÍK Z., 2006: *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 237 s. ISBN 80-868-5138-9.

MAŠÍN I., VYTLAČIL M., 2000: *TPM : Management a praktické zavádění*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 251 s. ISBN 80-902235-5-9.

PSP ENGINEERING A.S. [online]. [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <<http://www.pspeng.cz> >

SCHENCKPROCESS [online]. [cit. 2015-03-28]. BV-D2049CZ. Dostupné z: <<http://www.schenckprocess.cz>>

VALENT O., 2009: *Revoluce v moderní údržbě*. [online]. [cit. 2015-03-28]. Dostupné z:<<http://www.cmms.cz>>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1-schéma závodu Českomoravský cement .....	11
Obr. 2-vertikální mlýn z linky na mletí strusky .....	12
Obr. 3-schéma cementové linky .....	13
Obr. 4-korečkový elevátor .....	16
Obr. 5-hrabicový dopravník.....	17
Obr. 6-pásový dopravník se stěrači.....	18
Obr. 7-bubnový mlýn oběhový s mechanickým oběhem meliva .....	19
Obr. 8-třídič .....	20
Obr. 9-cyklon .....	21
Obr. 10-základní pilíře TPM.....	23
Obr. 11-zavedení autonomní údržby .....	24
Obr. 12-systém oprav v závodě Mokrá.....	27
Obr. 13-schéma postupu při GO opravách .....	29
Obr. 14-snímek cementové mlýnice z řídicího centra .....	32
Obr. 15-ukázka hlášení poruchy v systému SAP.....	33
Obr. 16-tvořící se kupičky pod pásovým dopravníkem.....	34
Obr. 17-řešení problému .....	36