



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ PŘI VÝROBĚ CEMENTU

IMPROVING PROCESSES IN CEMENT PRODUCTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ivan Kebísek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. et Ing. Pavel Juřica, Ph.D.

BRNO 2022

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav managementu
Student: **Ivan Kebísek**
Vedoucí práce: **Ing. et Ing. Pavel Juřica, Ph.D.**
Akademický rok: 2021/22
Studijní program: Procesní management

Garant studijního programu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Zlepšování procesů při výrobě cementu

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza problému a současné situace
Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení
Závěr
Seznam použitých zdrojů
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem práce je zmapování a analýza procesů při výrobě cementu za účelem jejich následného zlepšení ve formě snížení nákladů a chybovosti výstupů.

Základní literární prameny:

BOUTROS, T. a J. CARDELLA. The Basics of Process Improvement. Boca Raton, FL: CRC Press, 2016. ISBN 1498719880.

FIŠER, R. Procesní řízení pro manažery: jak zařídít, aby lidé věděli, chtěli, uměli i mohli. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-5038-5.

HAMMER, M. a L. W. HERSHMAN. Rychleji, levněji, lépe: devět faktorů účinné transformace podnikových procesů. Praha: Management Press, 2013. ISBN 978-80-7261-253-6.

JUROVÁ, M. Výrobní procesy řízené logistikou. Brno: BizBooks, 2013. ISBN 978-80-265-0059-9.

LIKER, J. K. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7.

SVOZILOVÁ, A. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011, ISBN 978-80-247-3938-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně dne 28.2.2022

L. S.

doc. Ing. Vít Chlebovský, Ph.D.
garant

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

ABSTRAKT

Bakalárska práca „Zlepšovanie procesov pri výrobe cementu“ je zameraná na zmapovanie procesov v podniku CEMMAC a.s. Cieľom tejto práce je zlepšenie a zefektívnenie procesov pri výrobe cementu. Pri vyhodnocovaní efektivity procesov bola sledovaná chybovosť výstupov pri jednotlivých operáciách a nákladovosť procesov. Bolo predpokladané, že sa v týchto procesoch nachádzajú úzke miesta, ktoré vedú k zníženej efektivite v daných procesov. Pre analýzu úzkych miest bola použitá procesná mapu, grafy, tabuľky a analýzu 5x PREČO. Výsledkom bolo potvrdenie predpokladov o neefektívnosti procesov a zistenie príčin vzniku problémov v procesoch. Návrhová časť práce obsahuje zlepšovateľské návrhy, ktoré vedú k zvyšovaniu efektivity hlavných procesov pri výrobe cementu.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Podnikové procesy, zlepšovanie podnikových procesov, výroba, riadenie výroby, analýza

ABSTRACT

The bachelor thesis named: „Improving processes in cement production“ is aimed at observing processes in the CEMMAC a.s. company. The aim of this work is to improve and streamline processes in cement production. When evaluating the efficiency of the processes, were monitored the error rate of outputs in individual operations and the costliness of the processes. It was assumed that there are bottlenecks in these processes that lead to reduced efficiency in the processes. Process map, charts, tables, and a 5x WHY analysis were used to analyse bottlenecks in processes. The result was to confirm the assumptions about inefficiencies in the processes and to identify the causes of bottlenecks in the processes. The design part of the thesis contains improvement suggestions that lead to improving the efficiency of the main processes in cement production.

KEY WORDS

Bussiness processes, Improving bussiness processes, Production, Production management, Analysis

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

KEBÍSEK, Ivan. Zlepšovanie procesov pri výrobe cementu. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2022. 73 s. Ústav managementu. Vedúci práce Ing. et Ing. Pavel Juřica, Ph.D.

ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že predložená bakalárska práca je pôvodná a spracoval som ju samostatne.
Prehlasujem, že citácia použitých prameňov je úplná, že som vo svojej práci neporušil autorské práva (v zmysle Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorskom a o právu souvisejících s právem autorským).

Dátum 9.5.2022

POĎAKOVANIE

Ďakujem Ing. et Ing. Pavlovi Juřicovi, PhD. za odborné konzultácie, užitočné rady a celkovú pomoc pri spracovaní tejto bakalárskej práce.

Taktiež by som sa chcel poďakovať vedeniu spoločnosti CEMMAC a.s., najmä finančnému riaditeľovi Ing. Danielovi Prekopovi, vedúcemu výroby Ing. Romanovi Húserkovi a vedúcemu úseku riadenia kvality a procesov Ing. Júliusovi Kuzmovi za poskytnuté informácie a materiály, bez ktorých by nebolo možné vypracovať túto prácu.

Obsah

ÚVOD.....	10
VYMEDZENIE PROBLÉMOV A CIEĽA PRÁCE.....	11
1 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ PRÁCE.....	12
1.1 Proces.....	12
1.1.1. Základné rozdelenie procesov.....	13
1.1.2. Procesné riadenie.....	14
1.2 Výroba a výrobný proces.....	15
1.2.1. Výrobný management.....	16
1.2.2. Úrovne riadenia výroby.....	16
1.2.3. Zaisťovanie kvality vo výrobnom procese.....	17
1.2.4. Efektivita v procesnom ponímaní.....	17
1.3 Zlepšovanie procesov.....	18
1.3.1. Priebežné zlepšovanie procesov.....	18
1.3.2. Bussiness Process Reengineering (BPR).....	19
1.4 Lean Production (Štíhla výroba).....	19
1.5 Six Sigma.....	20
1.6 Lean Six Sigma.....	21
1.7 DMAIC.....	22
1.7.1. Define.....	23
1.7.2. Measure.....	24
1.7.3. Analyze.....	25
1.7.4. Improve.....	25
1.7.5. Control.....	26
2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU PROCESOV PRI VÝROBE CEMENTU.....	27
2.1 Základné informácie o spoločnosti.....	27
2.1.1. Profil spoločnosti.....	28
2.1.2. Hlavné podnikateľské aktivity.....	28
2.1.3. Produkty.....	29
2.1.4. Zákazníci.....	29
2.1.5. Organizačná štruktúra.....	30
2.1.6. Podnikové procesy.....	31
2.2 DEFINE.....	32

2.2.1.	Problémy v procesoch.....	32
2.2.2.	Ciele	32
2.2.3.	Dokumentácia súčasného stavu výroby	33
2.3	MEASURE.....	39
2.3.1.	Analýza nákladov	39
2.3.2.	Merania chybných výstupov	40
2.3.3.	Analýza nákladov palivového hospodárstva.....	42
2.4	ANALYZE.....	43
2.4.1.	Analýza vzniku chybných výstupov – Drvenie suroviny	43
2.4.2.	Analýza vzniku chybných výstupov – Mletie suroviny.....	44
2.4.3.	Analýza vzniku chybných výstupov – Výpal slinku	45
2.4.4.	Analýza vzniku chybných výstupov – Mletie cementu	46
2.4.5.	Analýza vzniku chybných výstupov – Expedícia cementu	46
2.5	Zhodnotenie analytickej časti.....	47
3	VLASTNÉ NÁVRHY RIEŠENÍ.....	48
3.1	IMPROVE.....	48
3.1.1.	Predstavenie potenciálnych riešení.....	48
3.1.2.	Výber riešení.....	53
3.1.3.	Limity a obmedzenia riešení.....	58
3.1.4.	Sumár vybratých riešení	59
3.1.1.	Zmeny v procesoch po implementácii zmien	60
3.2	CONTROL.....	61
3.2.1.	Monitorovanie súčasného stavu chybovosti výstupov.....	62
3.2.2.	Monitorovanie súčasného stavu palivového hospodárstva.....	63
3.2.3.	Monitorovanie súčasného stavu nákladov	64
3.2.4.	Zhodnotenie návrhovej časti práce	65
	ZÁVER	67
	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	68
	ZOZNAM OBRÁZKOV	70
	ZOZNAM TABULIEK	71
	ZOZNAM PRÍLOH.....	72
	PRÍLOHY	73

ÚVOD

Dnešná doba a súčasný ekonomický systém je typický tým, že neodpúšťa chyby. Takmer v každom odvetví nájdeme na trhu hneď niekoľko podnikov, ktoré si navzájom konkurujú. Spoločnosti sa predbiehajú v tom, kto dokáže vyrábať ponúkané produkty za čo najnižšie náklady, a tým dosahovať čo najvyššie zisky. Výšku nákladov v podniku ovplyvňuje kvantum faktorov, avšak bez pochyb jedným z najdôležitejších faktorov je kvalita nastavených podnikových procesov. V prípade, že podnikové procesy so sebou nesú veľké množstvo nákladov alebo vo zvýšenej miere dochádza ku vzniku chybných výstupov, tak podnik svojou neefektívnou činnosťou stráca na trhu konkurencieschopnosť.

Riešením procesných nedostatkov a neustálym zdokonaľovaním procesov sa zaoberá procesný management. Ten sa pri zlepšovaní procesov primárne opiera o metodiky ako sú napríklad: Lean Production, Six Sigma a Lean Six Sigma. Tieto metódy síce sú odlišné, avšak všetky smerujú za totožným cieľom - dosiahnutie vyššej kvality procesov.

Počas výkonu mojej praxe v cementárni CEMMAC a.s. som zistil, že určité procesy pri výrobe cementu obsahujú nedostatky a majú potenciál byť efektívnejšie. Preto som sa vo svojej bakalárskej práci rozhodol venovať problematike zlepšovania podnikových procesov pri výrobe cementu.

Zmapovaním, zanalyzovaním procesov, nájdením procesných nedostatkov a následným predstavením riešení, ktoré zaručia zvýšenie celkovej efektivity procesov, by som chcel ukázať managementu cementárne, že vykonaním vhodných zmien dokáže podnik fungovať omnoho efektívnejšie. Po dokončení bude preto bakalárska práca odovzdaná firme, ktorá ju môže následne využiť pri zlepšovaní podnikových procesov pri výrobe cementu.

VYMEDZENIE PROBLÉMOV A CIEĽA PRÁCE

Už pri prvotnom pozorovaní podnikových procesov v spoločnosti CEMMAC a.s. bolo zrejmé, že efektívnosť procesov nie je na požadovanej úrovni. Pri rozhovoroch s managementom mi bolo dokonca niekoľko krát avizované, že súčasný stav nákladov a celková efektívnosť podniku by mohla byť omnoho lepšia. Pri podrobnejšom pozorovaní jednotlivých procesov sa mi podarilo odhaliť, ktoré procesy sa vo výraznejšej miere podieľajú na vzniku tohto problému. Príčinou týchto negatívnych okolností sú najmä výrobné procesy – proces prípravy suroviny, mletia suroviny, výpalu slinku, mletia cementu, balenia a expedície. Všetky tieto procesy negatívnym spôsobom ovplyvňujú celkovú efektívnosť činnosti podniku. Problémom vo výrobných procesoch je primárne vysoká miera chybovosti výstupov pri procesných činnostiach a s ním spojené vysoké náklady.

Preto cieľom tejto bakalárskej práce je zmapovanie, zanalyzovanie procesov, ktoré sa priamo podieľajú na výrobe cementu v cementárni CEMMAC a.s. za účelom ich následného zlepšenia vo forme zníženia nákladov a chybovosti výstupov. Východiskom práce bude komplexná analýza výrobných procesov, návrh a implementácia riešení, ktoré budú viesť k odstráneniu nedostatkov v procesoch, a k celkovému zvýšeniu efektivity činnosti podniku.

1 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ PRÁCE

Pri analytickej a návrhovej časti práce sa stretneme s veľkým množstvom pojmov týkajúcich sa problematiky podnikových procesov a ich zlepšovania. Pred tým, než prideme do styku s týmito pojmami v nasledujúcich kapitolách je však potrebné zdefinovať ich význam. Práve to bude cieľom úvodnej kapitoly tejto bakalárskej práce.

1.1 Proces

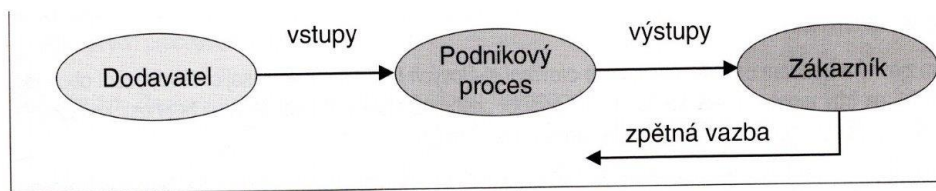
V odbornej literatúre je možné nájsť mnoho rôznych definícií opisujúcich pojem proces. Takmer všetky detailnejšie rozvídzajú základnú verziu definície pojmu proces, ktorá uvádza, že proces je komplex činností, ktoré premieňajú vstupy na výstupy. (4)

Monika Grasseová definuje proces ako: „súbor vzájomne súvisiacich alebo vzájomne pôsobiacich činností, ktoré dávajú pridanú hodnotu vstupom – pri využití zdrojov – a premieňajú ich na výstupy, ktoré majú svojho zákazníka“ (4, s. 7).

Mierne odlišný pohľad na pojem proces má Alena Svozilová, ktorej definícia procesu znie takto: „Proces je séria logicky súvisiacich činností alebo úloh, prostredníctvom ktorých – ak-sú postupne vykonávané – má byť vytvorený predom definovaný súbor výsledkov“ (1, s. 14).

Václav Řepa vo svojej definícii uvádza ďalšie dôležité aspekty súvisiace s procesom, a jeho definícia znie nasledovne: „Podnikový proces je súhrnom činností, transformujúcich súhrn vstupov do súhrnu výstupov (tovarov alebo služieb) pre iných ľudí alebo procesy, používajúce k tomu ľudí a nástroje“ (9, str. 13).

Základom takmer všetkých definícií procesu je pojem „činnosť“. Jeho význam je možné vysvetliť prostredníctvom jednoduchej definície, ktorá uvádza, že: „Činnosť, úloha alebo aktivita je merateľná jednotka práce, ktorej účelom je transformácia vstupného prvku do predom definovaného výstupu“ (1, str. 15).



Obrázok 1: Schéma procesu (9, s. 13)

Vstupy sú výrobné faktory, ktoré sú procesom transformované do produktov alebo služieb ponúkaných zákazníkom. Vstupy môžu mať hmotný ale takisto aj nehmotný charakter (5).

- Hmotné vstupy – Písané dáta, suroviny, materiály
- Nehmotné vstupy- Slovné požiadavky (5)

Výstupy sú produkty, služby, prípadne informácie, ktoré by mali spĺňať zákazníkmi definované podmienky pre uspokojenie ich potrieb. Podobne ako pri vstupoch, tak aj výstupy môžu mať hmotný ale aj nehmotný charakter. (5)

- Hmotné výstupy – produkty
- Nehmotné výstupy – rady poskytované zákazníkom (5)

1.1.1. Základné rozdelenie procesov

Takmer v každom podniku existuje veľké množstvo procesov, ktoré sa navzájom od seba odlišujú v rôznych parametroch. Keď hovoríme o parametroch, tak máme namysli: dobu trvania procesov, frekvenciu opakovania procesov, význam procesov, dôležitosť a účel procesov. Na základe nich je možné podnikové procesy rozdeľovať z mnoho hľadísk. Najviac používaným členením je členenie podľa dôležitosti a účelu procesov (4).

Členenie podľa dôležitosti a účelu procesov rozdeľuje procesy do 3 skupín:

- **Hlavné procesy**- sú tie procesy v podniku, ktoré vytvárajú hodnotu výrobkov alebo služieb poskytovaných zákazníkom danej spoločnosti, a sú priamo zodpovedné za dosahovanie poslania a cieľov podniku (4).

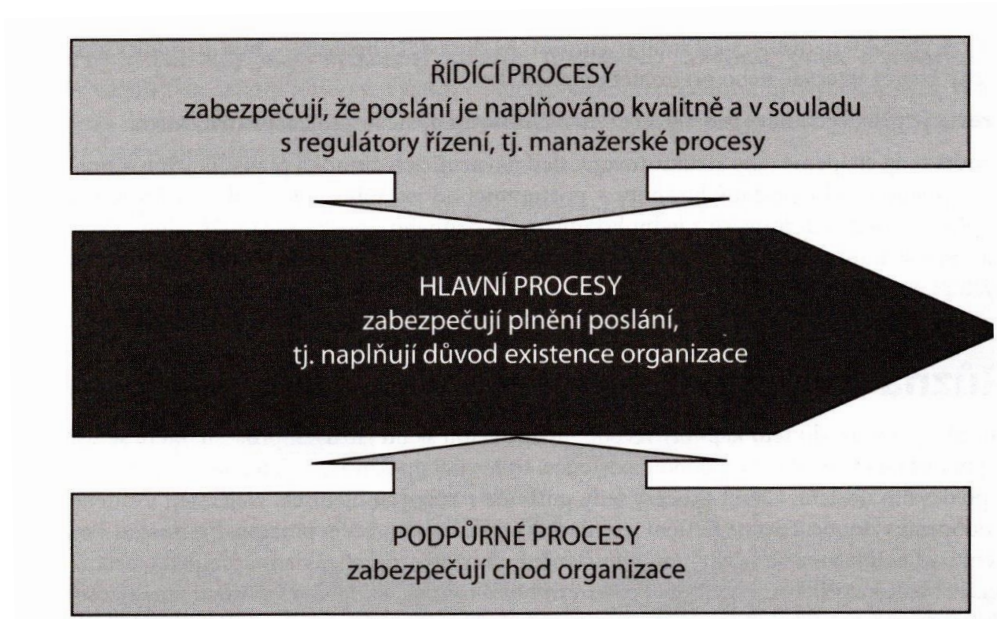
Príklady hlavných procesov: Predaj a marketing, Výroba (5)

- **Podporné procesy**- sú tie procesy v podniku, ktorých úlohou je zabezpečiť optimálne fungovanie ostatných podnikových procesov (najmä hlavných procesov) za cieľom udržania bezproblémového chodu organizácie (4).

Príklady podporných procesov: Ľudské zdroje, Financie a účtovníctvo (5)

- **Riadiace procesy**- sú tie procesy v podniku, ktorých cieľom je prostredníctvom koordinovania a riadenia zabezpečiť aby bolo poslanie spoločnosti riadne naplňované (4).

Príklady riadiacich procesov: Plánovanie (5)



Obrázok 2: Rozdelenie procesov (4, s. 14)

1.1.2. Procesné riadenie

Pod pojmom *procesné riadenie* rozumieme spôsob riadenia firmy, ktorý vníma podnikové procesy ako hlavný pilier správneho fungovania podniku (7).

Procesné riadenie so sebou nesie obrovský potenciál zvyšovania efektivity a výkonnosti podniku. Na druhej strane je však možné prostredníctvom nesprávneho výkonu funkcie procesného riadenia procesy v podniku značne skomplikovať, a tým priviesť firmu do výrazných problémov.

Riadenie procesov v podniku je komplexná záležitosť, ktorá vyžaduje prístup založený na využití zdravého rozumu. Preto esenciálnou požiadavkou, ktorú musí spĺňať manažér zaoberajúci sa riadením procesov je schopnosť logického rozmýšľania. Logika manažéra procesov ručí za rýchle, flexibilné a kreatívne riešenie problémov vznikajúcich v podnikových procesoch.

Faktory ovplyvňujúce úspešnosť procesného riadenia:

- Organizačná štruktúra
- Kultúra organizácie

- Manažérsky štýl

Organizačná štruktúra je diagram, ktorý definuje vzťahy medzi jednotlivými pracovnými pozíciami a podnikovými oddeleniami. Najčastejšie používanými typmi organizačných štruktúr sú: funkčná organizačná štruktúra, hierarchická organizačná štruktúra, maticová organizačná štruktúra a divízna organizačná štruktúra.

Kultúra organizácie je súbor hodnôt, zvykov, tradícií a postojov ovplyvňujúcich správanie a motiváciu zamestnancov v podniku.

Manažérsky štýl je spôsob akým manažér riadi svojich podriadených a je zväčša odrazom osobnostných predispozícií manažéra (10).

1.2 Výroba a výrobný proces

Výroba je podnikový proces, ktorého účelom je dosiahnutie transformácie vstupov na výstupy (hmotné statky). Okrem transformácie vstupov na výstupy sa výroba zaoberá aj riadením a usporiadaním výrobných faktorov vstupujúcich do výrobného procesu (8,12).

Výrobný proces je komplex vzájomne prepojených činností prebiehajúcich na výrobnom oddelení, pretvárajúcich vstupy na výstupy (8,11).

Výrobné procesy môžu byť v podnikoch vedené 2 spôsobmi:

- Výroba na základe aktuálneho stavu objednávok
- Výroba na základe odhadu budúceho stavu objednávok

Výroba na základe aktuálneho stavu objednávok reaguje na požiadavky zákazníkov v reálnom čase. Výroba statku je zahájená po obdržaní požiadaviek od zákazníka a následnom vyhotovení objednávky. Nastavenie výroby na základe aktuálneho stavu objednávok pre zákazníka znamená, že neexistuje možnosť okamžitého zakúpenia výrobku. Zákazník preto na obdržanie požadovaného výrobku musí čakať dlhšiu dobu.

Výroba na základe odhadu budúceho stavu objednávok vychádza z predpokladu, respektíve predikcie dopytu po danom výrobku v určitom čase. Zákazník má možnosť okamžitej kúpy výrobku, avšak pre podnik vzniká hrozba prebytočného držania zásob.

Výroba a výrobný proces v modernom výrobnom podniku by mali spĺňať tieto podmienky:

- Pripravenosť a otvorenosť k znižovaniu výrobných nákladov
- Schopnosť dosahovať požadovanú kvalitu a množstvo výrobkov
- Vybavenosť modernou a efektívnou technológiou
- Schopnosť flexibilne reagovať na negatívne okolnosti a zmeny v procese
- Vybavenosť pracovníkmi s vhodnou kvalifikáciou pre výkon práce

1.2.1. Výrobný management

Úlohou výrobného managementu je pomocou plánovania, koordinovania a riadenia, zabezpečiť vo výrobných procesoch požadovanú kvalitu, kvantitu a efektivitu. Výrobný management taktiež neustále monitoruje stav vo výrobných procesoch, hľadá priestor na ich zlepšenie a následne navrhuje potenciálne riešenia, ktoré by zabezpečili väčšiu procesnú kvalitu a efektivitu (8).

1.2.2. Úrovne riadenia výroby

Strategické riadenie výroby je súbor riadiacich činností vykonávaných za účelom nastavenia výrobných stratégií podniku a kontroly jej dodržiavania. Za strategické riadenie výroby zodpovedá spravidla vrcholové vedenie podniku, ktorého súčasťou by mal byť aj riaditeľ výroby.

Taktické riadenie výroby je súbor riadiacich činností nadväzujúcich na strategické riadenie výroby a ním nastavenú výrobnú stratégiu. Taktické riadenie výroby zodpovedá za strednodobé plánovanie výroby a činností spojených s výrobou (plánovanie maximálne do 1 roka). Za výkon taktického riadenia výroby zodpovedá management strednej úrovne.

Operatívne riadenie výroby je súbor riadiacich činností, ktorých úlohou je zabezpečenie dodržania výrobného plánu pri čo najväčšej efektivite využitia vstupov. Operatívne riadenie výroby je zamerané za krátkodobé plánovanie výroby (dni, týždne, max. mesiac) a za výkon týchto činností zodpovedá management najnižšej úrovne (14).

1.2.3. Zaisťovanie kvality vo výrobnom procese

Všeobecným cieľom výrobného procesu je výroba kvalitných produktov za čo najnižšie výrobné náklady. Pokiaľ chce podnik úspešne dosahovať tento cieľ, tak je nevyhnutné mať vo výrobnom procese zakomponované dostatočné množstvo kontrolných bodov umiestnených na správnych miestach. Umiestnenie kontrolných bodov je kľúčové, keďže pre minimalizovanie výrobných nákladov je potrebná identifikácia chybného nedostatku pri čo najnižšom znehodnotení. V situácii kedy je nekvalitný materiálový prvok, prípadne nedokončený výrobok v procese identifikovaný neskoro, je jeho znehodnotenie výrazne vyššie. Tým pádom na seba výrobný proces viaže zvýšené množstvo výrobných nákladov, čo vedie k samotnému zníženiu efektivity procesu.

Každý výrobný proces by mal obsahovať tieto typy kontrol:

- Vstupná kontrola
- Prevádzková kontrola
- Výstupná kontrola

Kontrola môže byť cielená na zisťovanie stavu výrobného procesu, na zistenie stavu hotovosti výrobkov alebo na zistenie akosti výrobkov. Aj napriek rozdielnosti pozorovaného aspektu je pri všetkých kontrolách nastavený identický postup pozostávajúci z 3 krokov:

- 1.) Stanovenie štandardov
- 2.) Meranie výkonnosti aspektov a porovnanie so štandardami
- 3.) Odstraňovanie odchýlok (8)

1.2.4. Efektivita v procesnom ponímaní

Efektivita (Efficiency) v procesnom ponímaní predstavuje pomer medzi vloženými vstupmi a z nich získanými výstupmi určitej činnosti, respektíve systému. Vysoká efektivita v praxi znamená, že pri činnosti, procese alebo systéme je používané také množstvo (objem) vstupov, z ktorého je dosahované maximálne množstvo výstupov spĺňajúcich požadovanú kvalitu (15).

1.3 Zlepšovanie procesov

Čoraz viac náročný zákazník a vysoká konkurencia – faktory, ktoré tlačia podniky k neustálemu zdokonaľovaniu podnikových procesov. Bez sústavného pozorovania, analyzovania a hľadania potenciálnych zlepšení v procesoch podnik stráca na trhu schopnosť konkurovať (9).

Zlepšovanie procesov je: „činnosťou zameranou na postupné zvyšovanie kvality, produktivity alebo doby spracovania podnikového procesu prostredníctvom eliminácie neproduktívnych činností a nákladov“ (1 ,str. 19).

Zlepšovanie procesov je možné uskutočňovať 2 spôsobmi:

- Priebežné zlepšovanie procesov
- Business Process Reengineering (BPR)

1.3.1. Priebežné zlepšovanie procesov

Priebežné zlepšovanie procesov spočíva v neustálom monitorovaní procesu za účelom nájdenia procesných nedostatkov a ich následnom odstránení.

Priebežné zlepšovanie procesov pozostáva z 5 krokov:

- 1.) Popis súčasného stavu procesu
- 2.) Stanovenie sledovaných metrík
- 3.) Sledovanie prevádzky procesu
- 4.) Meranie prevádzky procesu
- 5.) Návrh a implementácia zmien (9)

Zrejme najdôležitejšou fázou pri priebežnom zlepšovaní procesov je fáza číslo 2 – Stanovenie sledovaných metrík. Managementom zadefinované metriky musia spĺňať hneď niekoľko základných podmienok. Metriky musia byť: v súlade so všeobecnými a ekonomickými cieľmi v podniku; v súlade s kľúčovými podnikovými ukazovateľmi a v neposlednom rade musia byť neustále prehodnocované.

Michael Hammer a Lisa W. Hershman v diele Rychleji, levneji, lépe opisujú 7 smrteľných hriechov spojených s činnosťou nastavovania metrík. Najčastejšie vyskytujúcim sa „hriechom“ je márnivosť. Márnivosť v tomto poňatí reprezentuje

situáciu, kedy sú metriky nastavené až príliš benevolentne, keďže v záujme podniku je prezentovať sa v čo najlepšom svetle. Takto nastavené metriky spôsobujú, že sa celkové zlepšovanie podnikových procesov stáva kontraproduktívnym (3).

1.3.2. Business Process Reengineering (BPR)

Business Process Reengineering (BPR) je radikálna forma zlepšovania podnikových procesov vychádzajúca z tézy, že proces ako celok je nefungujúci, a je potreba ho zmeniť od úplných základov.

Business Process Reengineering sa skladá z nasledujúcich 5 krokov:

- 1.) Definovanie rozsahu projektu
- 2.) Analýza potrieb a možností
- 3.) Vytvorenie novej sústavy procesov
- 4.) Naplánovanie prechodu
- 5.) Implementácia zmien (9)

V porovnaní s priebežným zlepšovaním podnikových procesov je spôsob zlepšovania cez BPR oveľa radikálnejší, rizikovejší a časovo náročnejší. Začiatkom 90-tych rokov sa BPR venovala obrovská pozornosť. Z počiatku sa BPR prezentoval ako riešenie na všetky procesné nedostatky a problémy. V polovici 90-tych rokov však išlo BPR do úzadia, vzhľadom na nie moc pozitívne výsledky spojené s týmto spôsobom zlepšovania podnikových procesov (1,9).

1.4 Lean Production (Štíhla výroba)

Lean Production (Štíhla výroba) je súbor metodík a princípov cielených k odstraňovaniu plytvania vo výrobe. Metodika Lean Production je založená na predchodcovi súčasného ponímania štíhlej výroby, na koncepcii metodiky TPS (Toyota Production System) (1,6).

Systém výroby TPS je súbor metodík a princípov, prvýkrát aplikovaných v Japonskej automobilovej spoločnosti Toyota, ktoré upriamujú svoju pozornosť na tieto 4 faktory (4P):

- Filozofia (Philosophy) – upriamovanie sa na dlhodobé ciele podniku
- Proces (Process) – zdokonaľovanie procesov prostredníctvom odstránenia plytvania a strát
- Ľudia a partneri (People and Partners) – budovanie vzťahov s partnermi a rozvoj zamestnancov
- Riešenie problémov (Problem solving) – prijímanie rozhodnutí na základe dôkladného rozhodovacieho procesu (2)

Plytvanie (Waste) je všetko, čo v procese pre zákazníka nepridáva hodnotu. Plytvanie sa môže vyskytovať v 8 podobách:

- 1.) Transportation (Premiestňovanie) – premiestňovanie surovín, materiálov, výrobkov a ľudí, ktoré nemá pozitívny vplyv efektívnosť procesu a na tvorbu hodnoty
- 2.) Inventory (Skladovanie) – nadmerné skladovanie, prípadne skladovanie surovín a materiálov, ktoré nie sú pre proces potrebné
- 3.) Motion (Pohyb) - presun surovín, materiálov, strojov a ľudí z bodu A do bodu B, ktorého odstránenie by pozitívne vplývalo na efektívnosť procesu
- 4.) Waiting (Čakanie) – dočasné narušenie procesného toku
- 5.) Overprocessing (Prepracovávanie) – činnosti, aktivity a kroky v procese, ktoré sú zbytočné
- 6.) Overproduction (Nadvýroba) – produkcia výrobkov, ktoré si zákazník neobjednal, prípadne už bola jeho požiadavka po tomto výrobku naplnená
- 7.) Defects (chybné výrobky) – produkcia výrobkov nespĺňajúcich kvalitatívne parametre
- 8.) Skills (Schopnosti) – nedostatočná kvalifikácia zamestnancov spôsobujúca znižovanie efektívnosti procesov (1,5)

Pre dosahovanie cieľov používa metóda Lean Production hneď niekoľko nástrojov, ako napríklad: 5S, hĺbková analýza 5x WHY, SMED, VSM, Kaizen a ďalšie (6).

1.5 Six Sigma

Six Sigma je súbor metodík a princípov vychádzajúcich z predpokladu, že najdôležitejším faktorom v procese je kvalita. Na rozdiel od metodiky Lean Production,

tvorba hodnoty a odstránenie plytvania v procesoch nie sú vnímané ako kľúčové aspekty za cestou k podnikovému úspechu. Six Sigma vníma faktor kvality ako nástroj k zvyšovaniu podnikových ziskov a spokojnosti zákazníkov. Cieľom metodiky Six Sigma je teda neustále zvyšovanie kvality výrobkov, prostredníctvom znižovania variability vstupov, zvyšovania stability činností a odstraňovania rušivých vplyvov v procesoch (1,6).

Plytvanie v metodike Six Sigma je mierne odlišné ako pri metodike Lean Production. Six Sigma definuje plytvanie ako rozdiel medzi potenciálnou kvalitou a skutočnou kvalitou.

Potenciálna kvalita – kvalita výrobkov, ktorú je reálne možné dosahovať

Skutočná kvalita – kvalita výrobkov, ktorá aktuálne v skutočnosti dosahovaná

Metodika zlepšovania podnikových procesov Six Sigma je vo výraznej miere orientovaná na požiadavky zákazníkov. Požiadavky zákazníkov sú prezentované kritickým parametrom – CTx (anglicky Critical-to-x).

Príklady kritických parametrov:

- CTQ – Critical-to-Quality
- CTT – Critical-to-Time
- CTD – Critical-to-Delivery
- CTP – Critical-to-Price

Podľa týchto kritických parametrov si podnik následne nastavuje ciele zlepšovania procesov, ktoré majú zaručiť splnenie zákazníkových požiadaviek (1).

Nástroje, ktoré používa metodiky Six Sigma pre dosahovanie vyššej kvality výstupov a výrobkov sú napríklad: Procesná mapa, SIPOC, Paretov diagram, Ishikawov diagram a ďalšie (6).

1.6 Lean Six Sigma

V 90-tych rokoch tvorili metodiky Six Sigma a Lean Production hlavný prúd zlepšovania podnikových procesov. Z počiatku sa javilo, že si tieto metodiky navzájom konkurujú,

avšak v polovici 90-tych rokov sa došlo k záveru, že to nie je úplne pravda. Obe metodiky majú spoločný prienik v podobe nástrojov, ktoré používajú. Preto došlo k ich zjednoteniu, čo malo za následok vznik novej metodiky zlepšovania podnikových procesov – Lean Six Sigma.

Lean Six Sigma je metodika zlepšovania podnikových procesov pozostávajúca z kombinácie nástrojov a princípov 2 zlepšovateľských metód – Lean Production a Six Sigma (1,6).

Ciele metodiky Lean Six Sigma môžeme rozdeliť do 2 rovín:

- Nefinančné ciele – zníženie variability vstupov a výstupov; zvýšenie kvality výrobkov; minimalizovanie/odstránenie vzniku chybných výstupov (defects)
- Finančné ciele - minimalizácia výrobných ale aj nevýrobných nákladov (1)

V porovnaní s metódami Six Sigma a Lean Production je metóda Lean Six Sigma vzhľadom k väčšiemu množstvu využiteľných nástrojov omnoho flexibilnejšia. Túto metódu je preto možné aplikovať aj v situáciách, kedy by použitie metód Six Sigma a Lean Production nebolo úplne vhodné. Ďalší rozdiel medzi týmito metódami môžeme nájsť pri zlepšovateľských konceptoch. Zlepšovateľské koncepty Six Sigma a Lean Production sú založené na štandardoch, zatiaľ čo zlepšovateľské koncepty sú založené na metodológii (1,6).

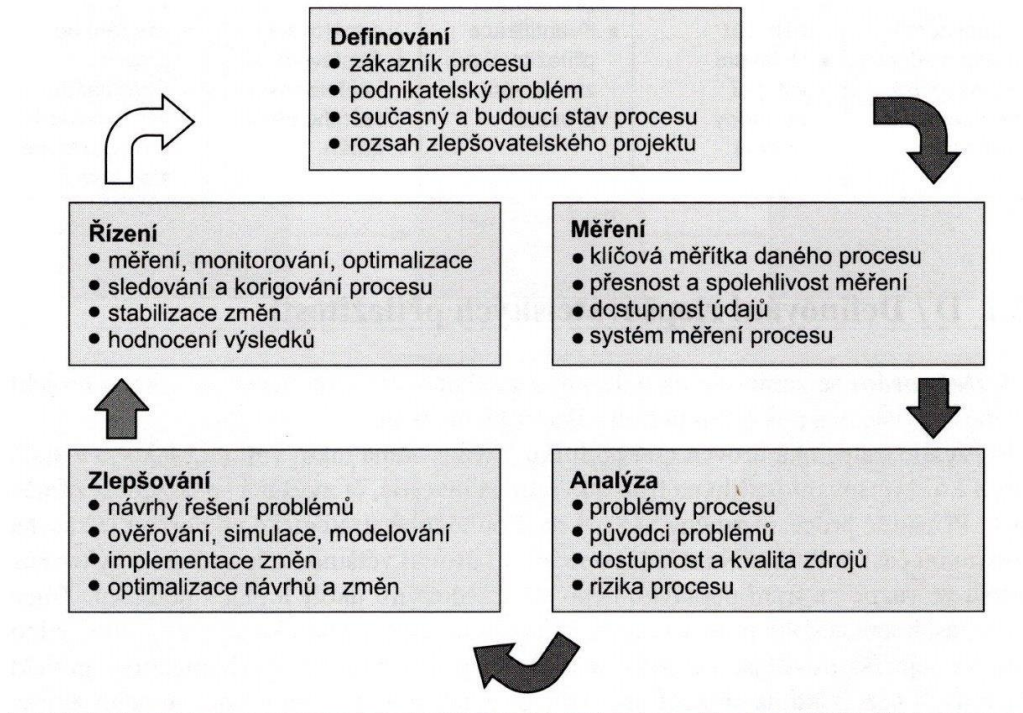
Štruktúra zlepšovania podnikových procesov Lean Six Sigma je zadefinovaná zlepšovateľským cyklom, o ktorý sa opiera – cyklus DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control) (1).

Nástroje, ktoré používa metóda Lean Six Sigma sú napríklad: Procesná mapa, Pareto diagram, Ishikawov diagram, VSM, 5x WHY a ďalšie (6).

1.7 DMAIC

Zlepšovateľský cyklus DMAIC je základným pilierom metódy zlepšovania podnikových procesov- Lean Six Sigma. Ako vyplýva zo samotného názvu, tak tento zlepšovateľský cyklus pozostáva z 5 fáz: D-Define, M-Measure, A-Analyze, I-Improve,

C-Control. Jednotlivé fázy sa medzi sebou líšia vo vykonávaných činnostiach a aplikovaných nástrojoch (1).



Obrázok 3: DMAIC (1, s. 89)

1.7.1. Define

Define je úvodnou fázou zlepšovateľského cyklu, ktorej cieľom je získanie všeobecného prehľadu o procesoch a vymedzenie cieľov projektu procesného zlepšovania (6).

Vo fáze Define prebiehajú nasledujúce činnosti:

- Dokumentácia súčasného stavu procesov
- Porozumenie procesom
- Identifikácia požiadaviek zákazníkov
- Vymedzenie problémov a zadefinovanie kvantifikovaných cieľov
- Vymedzenie rozsahu projektu
- Rozdelenie kompetencií a zodpovednosti (1,6)

V tejto fáze sa používajú nástroje ako: Procesná mapa, SIPOC, Funkčný rozklad kvality, Analýza záujmových skupín, Analýza rizík projektu a ďalšie. Najčastejšie využívaným nástrojom vo fáze Define je Procesná mapa. (1)

Procesná mapa je nástroj, ktorý vizuálne opisuje všetky činnosti tvoriace samotný proces, pričom sled týchto činností je zachovaný. Procesná mapa umožňuje rýchle a efektívne sa zoznámenie s procesom, a taktiež napomáha k identifikácii činností nepridávajúcich výrobku žiadnu hodnotu (non-value added activities).

V procesnej mape sa stretneme s týmito druhmi činností:

- Spúšťacie a ukončovanie činnosti – jasne definujú ako sa procesy začínajú a ako sa končia
- Transformačné činnosti – činnosti, ktoré premieňajú svoje vstupy na svoje výstupy, a teda hovoríme o činnostiach pridávajúcich výrobku určitú hodnotu (value-added activities)
- Schvaľovacie činnosti – činnosti, ktoré schvaľujú/neschvaľujú kvalitatívne podmienky v procese; spravidla ide o kontrolné činnosti
- Rozhodovacie činnosti – rozhodujú, ktorou cestou bude proces pokračovať (10)

1.7.2. Measure

Fáza Measure je zameraná na detailnejšie sa oboznámenie so súčasným stavom procesov. Na rozdiel od fázy Define, v ktorej sa proces sleduje zo všeobecného hľadiska, v tejto fáze sledujeme proces z hľadiska numerického (číselného) (6).

Vo fáze Measure prebiehajú nasledujúce činnosti:

- Zadefinovanie pozorovaných parametrov výkonnosti
- Zadefinovanie postupov meraní
- Nastavenie plánu meraní
- Uskutočňovanie meraní
- Zhromaždenie nazbieraných informácií (1,6)

V tejto fáze sa používajú nasledovné nástroje: Benchmarking, Diagramy procesných tokov, Histogramy, Analýzy kvality meracích systémov a ďalšie (1).

Benchmarking je nástroj, ktorý spočíva v neustálom porovnávaní vybratých interných parametrov podniku s konkurenciou. Najčastejšie je pre komparáciu používaný trhovú leader, ktorý udáva tempo a smer trhu. Benchmarking umožňuje strategickému managementu bez skreslenia sledovať skutočnú výkonnosť podniku a identifikovať priestor na zlepšenie (5).

1.7.3. Analyze

Fáza Analyze je zameraná na vyhodnocovanie údajov zozbieraných v predchádzajúcej fáze Measure. Vyhodnocovanie údajov je vykonávané najmä prostredníctvom štatistických a matematických metód. Cieľom fázy Analyze je vyhodnotenie odchýlok medzi cieľovými hodnotami a skutočnými hodnotami a následne zistenie príčin ich vzniku (1).

Vo fáze Analyze sa môžeme stretnúť s týmito nástrojmi: Brainstorming, hĺbková analýza 5x PREČO, Analýza rozptylov a trendov, Kapacitné a časové analýzy, Paretov diagram a ďalšie (1,6).

Hĺbková analýza 5x PREČO (5 WHY) je nástroj poskytujúci deduktívnu analýzu problému vyskytujúceho sa v procese. Princíp analýzy 5x PREČO spočíva v tom, že si pri každom probléme v procese položíme otázku „Prečo?“ minimálne 5-krát. Pri potrebe podrobnejšieho analyzovania si môžeme položiť otázku „Prečo?“ aj viac ako 5-krát. Postupným hľadaním odpovedí na túto otázku sa dostávame hlbšie do podstaty problému, čo nám následne umožní zistiť príčinu spôsobujúcu tento problém (5).

1.7.4. Improve

Fáza Improve vychádza z výsledkov analýz uskutočnených v 3.fáze zlepšovateľského cyklu DMAIC- Analyze. Cieľom fázy Improve je predstavenie potenciálnych riešení procesných nedostatkov a výber riešení vykazujúcich najväčšiu efektivitu.

Pri návrhu možných riešení a pri zhodnotení ich vhodnosti sa vo fáze Improve používajú nástroje ako: Brainstorming, Rozhodovacie matice, 7M, Diagramy silových polí a ďalšie (1,6).

Rozhodovacia matica je nástroj umožňujúci objektívne porovnanie navrhnutých riešení za prítomnosti určitých pozorovaných faktorov (podmienok). Najčastejšie používané

faktory ovplyvňujúce vhodnosť implementácie navrhnutých riešení sú napríklad: nákladovosť, obtiažnosť implementácie, čas implementácie a ďalšie.

Postup zostavovania rozhodovacej matice:

- 1.) Návrh potenciálnych riešení
- 2.) Stanovenie faktorov (podmienok), ktoré budú posudzované
- 3.) Priradenie váhy (dôležitosti) k jednotlivým faktorom
- 4.) Stanovenie stupnice hodnôt
- 5.) Priradenie číselných hodnôt ku konkrétnym riešeniam
- 6.) Vynásobenie číselných hodnôt riešení s číselnou váhou faktorov
- 7.) Súčet všetkých číselných hodnôt prislúchajúcich daným riešeniam (13)

Brainstorming je metóda založená na zoskupovaní myšlienok a nápadov, ktoré majú zabezpečiť vyriešenie problémov. Brainstorming sa teda opiera o kreatívne a kritické myslenie jednotlivca, prípadne skupiny ľudí (5).

1.7.5. Control

Fáza Control je záverečnou fázou zlepšovateľského cyklu DMAIC. Cieľom v tejto fáze je implementácia riešení vybraných vo fáze Improve, vyhodnotenie výsledkov implementácie a zabezpečenie stability v novo definovaných procesoch. Typickými činnosťami vykonávanými vo fáze Control sú:

- Návrh a zedefinovanie pozorovaných veličín
- Aktualizácia procesnej dokumentácie
- Návrh plánu a spôsobu kontroly
- Implementácia riešení
- Aktívne kontrolovanie prevádzky (1)

Pre výkon vyššie uvedených činností sa používajú nástroje ako: Matematické metódy, Návrhy meracích systémov, Kontrolné tabuľky a výpočty, Analýzy odchýlok, Analýzy trendov a ďalšie (1,6).

2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU PROCESOV PRI VÝROBE CEMENTU

Cieľom tejto kapitoly je zanalyzovanie 5 podnikových procesov, ktoré tvoria samotný proces výroby cementu v podniku CEMMAC a.s. a následné vyhodnotenie nedostatkov v týchto procesoch. Analytická časť bude obsahovať prvé 3 fázy zlepšovateľského cyklu DMAIC a samotná analýza bude vykonaná prostredníctvom mapy procesov, metódy benchmarkingu a hĺbkovej analýzy 5x PREČO. Informácie použité v analýzach pochádzajú z vlastných meraní, ktoré som počas svojej praxe vykonal v podniku a časť informácií pochádza z interných zdrojov, ktoré mi boli poskytnuté zamestnancami podniku.

2.1 Základné informácie o spoločnosti



Obrázok 4: Logo spoločnosti CEMMAC a.s.

Obchodné meno: CEMMAC a.s.

Právna forma: akciová spoločnosť

IČO: 31 412 106

DIČ: 2020383695

Sídlo: Cementárska 14/14 914 42, Horné Srnie (Slovenská republika)

Vznik: 1.5. 1992

Vedenie: Ing. Martin Kebísek, MBA (riaditeľ)

Odvetvie: Výroba cementu, vápna a oxidu horečnatého

Počet zamestnancov: 210

2.1.1. Profil spoločnosti

Spoločnosť CEMMAC a.s. sa svojou štruktúrou a počtom zamestnancov radí medzi stredne veľké podnikateľské subjekty a z pohľadu histórie ide druhú najstaršiu cementáreň na území Slovenskej republiky. Podnik dlhodobo vykazuje vysokú mieru stability na trhu a vďaka kvalitným produktom a korektnému prístupu voči zákazníkom patrí k uznávanej spoločnosti medzi obchodnými partnermi v tuzemsku, ale aj v zahraničí. V priebehu posledných 30-tich rokov sa podarilo spoločnosti CEMMAC a.s. dostať ku tzv. veľkým zákazkám. Cement z Horného Srnia bol použitý na výstavbu architektonických diel, z ktorých množstvo stavieb zvíťazilo v súťaži Stavba roka na Slovensku.

Projekty, pri ktorých CEMMAC a.s. vystupoval ako dodávateľ cementu: Vrcholová stanica Chopok, Národný futbalový štadión v Bratislave, City Arena v Trnave, Vodné dielo Gabčíkovo, rýchlostná cesta R2 v úseku Truša-Kriváň, Vedecké centrum SAV v Bratislave, Logistický park D1 Senec, Administratívno-bytový komplex Panorama Towers Bratislava.

2.1.2. Hlavné podnikateľské aktivity

Hlavnými podnikateľskými aktivitami v rámci predmetu podnikania sú:

- výroba cementu
- výroba iných minerálnych výrobkov nekovových (mleté vápence)
- výroba malty (suchých maltovín, omietkových zmesí, ušľachtilých (špeciálnych) omietok
- vykonávanie trhacích prác
- vedenie účtovníctva
- činnosť organizačných a ekonomických poradcov
- automatizované spracovanie dát
- výroba cementov, mletej trosky a výroby na báze cementov
- kúpa tovaru na účely jeho predaja konečnému spotrebiteľovi v rozsahu voľných živností (maloobchod)
- kúpa tovaru na účely jeho predaja iným prevádzkovateľom živností v rozsahu voľných živností (veľkoobchod)

- sprostredkovanie obchodu v rozsahu voľných živností
- poradenská činnosť v rozsahu voľných živností
- technické testovanie, meranie a analýzy v rozsahu voľnej živnosti

2.1.3. Produkty

Aj napriek tomu, že CEMMAC a.s. vyrába aj iné produkty okrem cementu, tak na trhu sa prioritne uvádza a prezentuje predajom cementových produktov. Súčasná technologická úroveň výrobného zariadenia umožňuje vyrábať 6 rôznych druhov cementov:

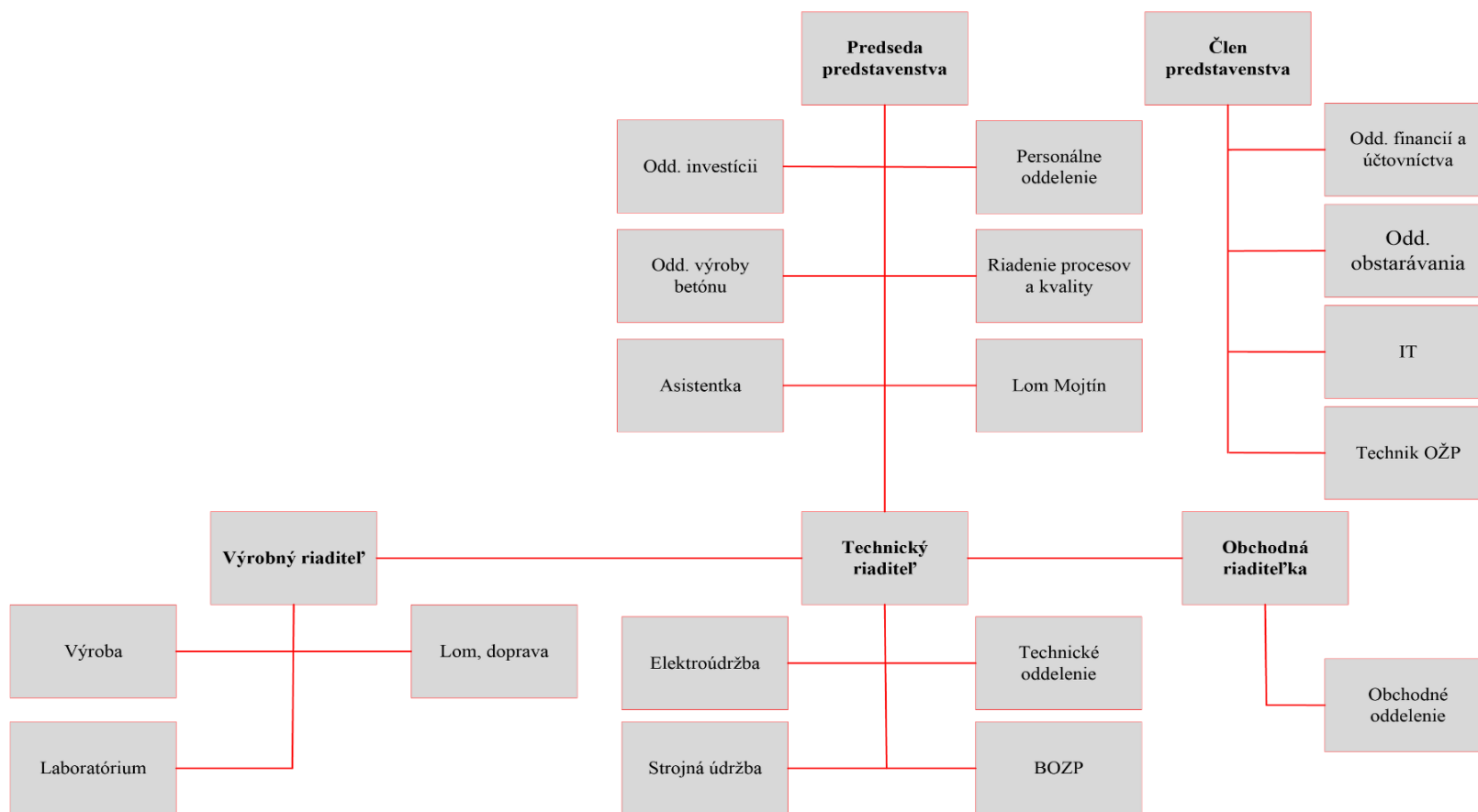
- portlandský cement CEM I 42,5
- portlandský troskový cement CEM II/A-S 42,5 R
- portlandský troskový cement CEM II/B-S 42,5 N
- vysokopecný cement CEM III/A 32,5 R
- vysokopecný cement CEM III/A 42,5 N
- síranovzdorný cement CEM III/B 32,5 N-SR

Z vyššie uvedených 6 druhov cementu sú prvé 3 produkované v najväčšom objeme a takisto sú v najväčšom množstve uvádzané aj na trh.

2.1.4. Zákazníci

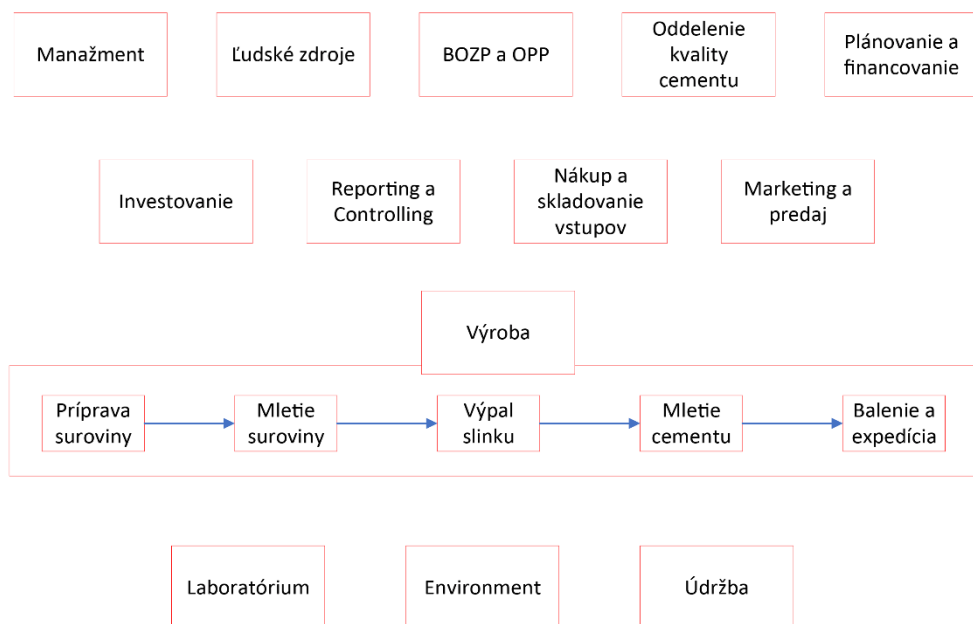
Podnik dodáva balený cement menším ale aj väčším stavebninám, voľne ložený výrobcom dlažby, omietok či betonárňam. Zákazníkom je pre cementáreň každý staviteľ, či už je to domáci kutil, ktorý doma na záhrade betónuje, alebo sieť betonární, ktorá dodáva cement pre výstavbu veľkých projektov. Vzhľadom k tomu, že akciová spoločnosť CEMMAC a.s. nepôsobí len na slovenskom trhu ale aj na stredoeurópskom, môžeme medzi stálymi odberateľmi podniku nájsť nielen slovenské podniky ale aj tie zahraničné (z Maďarska, z Česka, z Rakúska). Za strategicky kľúčových odberateľov je možné považovať 5 podnikov: Betonáreň Brož s.r.o. (Česko), Betonáreň SENEK AlasSlovakia (Slovensko), Karovič s.r.o. (Slovensko), Transportbeton GmbH & Co. KG (Viedeň- Rakúsko), Betonpartner Magyarország Kft (Maďarsko). Z týchto 5 spomínaných odberateľov sú 3 zahraniční, čo môže vzbudzovať dojem, že väčšina objemu predaného cementu putuje do zahraničia. Faktom však je, že už dlhé roky platí, že približne 70 % cementu z Hornosrnianskej cementárne zostáva na domacom trhu a zvyšných 30 % sa dodáva na zahraničný trh.

2.1.5. Organizačná štruktúra



Obrázok 5: Organizačná štruktúra podniku
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

2.1.6. Podnikové procesy



Obrázok 6: Prehľad procesov v podniku
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Riadiace procesy: Manažment, Ľudské zdroje, BOZP a OPP, Oddelenie kvality cementu, Plánovanie a financovanie, Investovanie

Hlavné procesy: Výroba, Marketing a predaj

Podporné procesy: Laboratórium, Environment, Údržba, Nákup a skladovanie vstupov, Reporting a Controlling

Spoločnosť CEMMAC a.s. má jasne vymedzených 18 procesov, ktoré zabezpečujú úspešné a plynulé fungovanie podniku (viď. Obrázok 3). Z procesnej mapy zároveň vyplýva, že samotný proces výroby pozostáva z 5 procesov. Hovoríme o procese prípravy suroviny, mletia suroviny, výpalu slinku, mletia cementu, balenia a expedície. Všetky tieto procesy prídávajú produktu určitú hodnotu, a preto sú v podniku zadefinované ako hlavné procesy. Práve týmito 5 procesom sa budem vo zvyšku mojej práce podrobne venovať s cieľom ich analyzovania a následného zlepšenia pomocou súborov a techník metódy Lean Six Sigma.

2.2 DEFINE

Fáza DEFINE je prvým krokom v cykle zlepšovania DMAIC, kedy je potrebné jednoznačne zdefinovať problémy vyskytujúce sa v procesoch, ciele, ktoré chceme dosiahnuť tým, že budeme zlepšovať procesy a zdokumentovať súčasný stav procesov.

2.2.1. Problémy v procesoch

- a) ERROR RATE OF OUTPUTS – miera chybovosti výstupov

V súčasnosti sa pri niektorých procesoch a ich špecifických činnostiach vyskytujú v zvýšenej miere chybné výstupy. Tento problém sa vyskytuje najmä pri drvení suroviny s chybovosťou výstupov **2%**, pri mletí suroviny na obehovej mlynici s chybovosťou **6%** a pri výpale slinku v rotačnej peci kde dosahuje chybovosť výstupov až **20%**.

- b) COSTS – náklady potrebné na výrobu 1 tony cementu

Náklady potrebné na výrobu 1 tony cementu sú pre podnik kľúčovým ukazovateľom pre sledovanie efektivity hlavných procesov pri výrobe cementu. V súčasnej dobe podnik stojí výroba 1 tony cementu **55,72€**.

2.2.2. Ciele

- a) ERROR RATE OF OUTPUTS – miera chybovosti výstupov

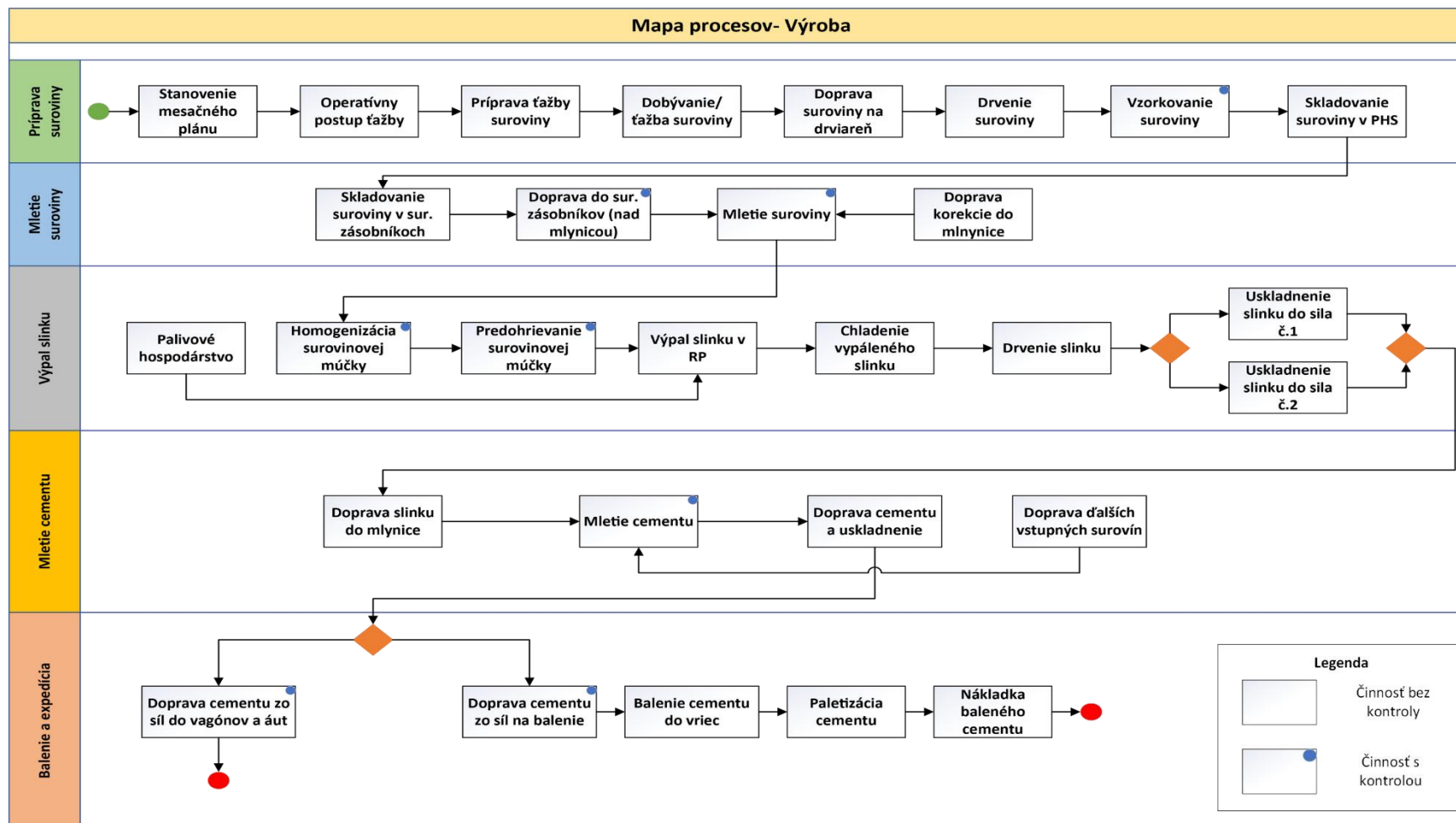
Cieľom zlepšenia je zníženie miery chybovosti výstupov, prípadne úplne eliminovanie výskytu chybných výstupov na problémových miestach v procesoch. Preto hodnoty chybovosti, ktoré chceme dosiahnuť pre rok 2023 na týchto miestach môžeme vyčíslieť ako: **X < 1%**.

- b) COSTS – náklady potrebné na výrobu 1 tony cementu

Cieľom bude zefektívnenie procesov do takej miery, aby náklady podniku na výrobu 1 tony cementu pre rok 2023 predstavovali **50 €**. Táto zmena by v percentuálnom vyjadrení znázorňovala pokles o **10,27%**.

Oba vyššie uvedené sledované atribúty sú navzájom prepojené. Každá chyba pri výstupe na seba viaže určité dodatočné náklady, a preto predpokladáme, že pri znižovaní miery chybovosti výstupov v procesoch budú prirodzene klesať aj náklady potrebné na výrobu 1 tony cementu. Kvantifikované ciele pre rok 2023 pracujú so súčasnými trhovými cenami materiálov, palív, energií a produktov.

2.2.3. Dokumentácia súčasného stavu výroby



Obrázok 7: Mapa hlavných procesov vo výrobe
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Proces prípravy suroviny

Stanovenie mesačného plánu výroby evidujeme ako počiatočnú činnosť v procese prípravy suroviny. Podnik si každoročne objednáva u externej firmy geologický prieskum pôdy v ťažobných priestoroch, ktorého výstupom sú informácie o stave zásob a kvality prírodných zdrojov. Výstupy geologického prieskumu spolu s informáciami o stave suroviny v PHS (predhomogenizačná skládka) a predikciou dopytu tvoria najdôležitejšie podklady pre vyhotovenie mesačného plánu výroby. Za zostavenie plánu zodpovedá vedúci výroby, ktorý tento plán následne predloží svojmu nadriadenému, a teda riaditeľovi výroby. Nasleduje predstavenie plánu vedúcemu ťažby a lomu, ktorý na dennej báze pred každou smenou vykonáva operatívny postup ťažby. Cieľom operatívneho postupu ťažby je priradenie úloh jednotlivým zamestnancom tak, aby každý z nich vedel ako má postupovať pri ťažbe suroviny. Po rozdelení úloh začína príprava ťažby suroviny, pod ktorú spadajú vrtné a trhacie práce. Vrtné práce sú vykonávané pomocou vrtnej súpravy (nadrozmerný vrták), ktorá do etáží v lome vyvíta diery siahajúce až 2 m pod podlahu etáže. Do vyvrtaných dier sa následne umiestni príslušný typ trhaviny a jej vypočítané množstvo, ktoré by malo zaručiť bezproblémový priebeh trhacích prác. Ak je trhavina úspešne inštalovaná, na pokyn strelmajstra dochádza k samotnému odstrelu suroviny. Trhacie práce podnik uskutočňuje v priemere 3-krát za týždeň. Po vykonaní odstrelu sú jednotlivé časti odstrelenej suroviny rôznej veľkosti. Väčšie časti je teda nutné rozpojovať pomocou kladiva, keďže vďaka svojej veľkosti by mohli spôsobiť problémy v drviči. Ak majú všetky časti suroviny vhodnú veľkosť, tak po surovinu príde nákladné vozidlo a prepraví ju na pracovisko zvané drviareň. Podnik vykonáva ťažbu 4 rôznych surovín: vápenec, Púchovský slieň, slienitý vápenec a sialitická surovina. Každá z vyššie uvedených 4 surovín má špecifické chemické zloženie, a teda aj rôzne hodnoty sýtenia Ca. Sýtenie suroviny na drviči musí dosahovať sýtenie Ca v intervale od 84% do 88%. Za spĺňanie týchto hodnôt zodpovedá obsluha drviča tvorená spravidla 2 pracovníkmi, ktorí korigujú pomery do drviča vstupujúcich surovín. Drvič podrví ťaženú surovinu na zrnitosť 0 – 25 mm (95 %) a 25 – 45 mm (5 %). Podrvená surovina ďalej putuje k 1. kontrolnému miestu v procese. Tým je vzorkovacia stanica (vzorkovačka). Vzorkovacia stanica je určená pre odber, drvenie, sušenie a mletie suroviny dopravovanej z drviča surovín na PHS. Vzorkovacia stanica podrvene suroviny je inštalovaná v presýpacej stanici umiestnenej v dopravnej trase z

drviarne na PHS. Do sklzu z výpadu dopravného pásu je zabudované výkyvné odoberacie zariadenie vzoriek, ktorým je z celého prierezu materiálu odoberaná reprezentatívna vzorka materiálu. Podrvený materiál sa dopraví do deliča vzoriek a je z neho oddeleného približne 10 % materiálu k spracovaniu v laboratóriu. Ostatné množstvo materiálu je z deliča vzoriek zvedené sklzom na dopravný pás do PHS. Výstup kontroly je po prechode 300 tonami suroviny cez vzorkovaciu stanicu. Laboratórium z odoberaných vzoriek vypočíta priemernú hodnotu sýtenia a ak táto hodnota spĺňa predpisové parametre, tak je vyhodnotená ako úspešná. V zásade aj keď nastane situácia, že priemerná hodnota sýtenia zo vzorky 300 ton bude nedostatočná, tak to nič nemení na tom, že aj napriek tomu smeruje surovina na PHS. Predhomogenizačná skládka slúži pre prípravu surovinovej zmesi požadovaného zloženia podrvených surovín z drviarne surovín (vápencov, slieňov, slienitých vápencov a ílovcov), ktoré sú na skládku zavázané na základe stanovených zmiešavacích pomerov. Využitelná kapacita tejto skládky je 31 300 ton. Surovina odoberaná z PHS reťazovým škrabákom je cez výsypané zariadenie nakladaná na dopravný pás šírky a dopravená do surovinového zásobníkov určených pre túto surovinu.

Proces mletia suroviny

Proces mletia suroviny začína skladovaním suroviny z PHS v surovinových zásobníkoch. Tých je celkovo 12, pričom 8 z nich je určených na skladovanie suroviny z PHS a zvyšné 4 na skladovanie korekčného vápenca. Zo zásobníkov surovina ďalej smeruje do zásobníkov nachádzajúcich sa priamo nad obehovou mlynicou. Tu nájdeme konkrétne 4 zásobníky, a to sú: zásobník na surovinu z PHS, zásobník na korekčný vápenec, zásobník na Fe – korekciu a zásobník na piesok. Posledné 3 uvedené suroviny sa nazývajú korekčné. Korekčné suroviny slúžia k upravovaniu chemického zloženia mletej suroviny v prípade, že boli zaznamenané hodnoty v chemickom zložení, ktoré pri mletí nie sú optimálne a chceme ich upraviť. U všetkých zásobníkov zároveň dochádza k ručnému odobratiu kontrolnej vzorky v intervale 1x v priebehu 7 dní, kedy sa zisťuje, či majú suroviny požadovanú kvalitu. Podrvená surovina zrnitosti o frakcii 0 – 25 mm (surovinová zmes z PHS, korekčný vápenec a Fe – korekcia) je zo zásobníkov pred mlynmi dávkovaná v stanovených pomeroch pomocou pásových váh do surovinových mlynov. Melivo vstupuje vstupným kolenom do mlyna a je mleté pri otáčaní mlyna vzájomným mechanickým oterom a nárazmi medzi mlecou náplňou, pancierovaním mlyna a časticami suroviny. Vstupná surovina do obehovej mlynice má mať nasledovné

zloženie: sliene (75 – 95 %), vápenec (4 – 24 %), Fe – korekcia (1 %). V prípade, že vápenec dosahuje hodnoty sýtenia nižšie ako 4%, tak je použitý korekčný vápenec na zvýšenie sýtenia Ca. Ak vápenec dosahuje príliš vysoké hodnoty, tak je použitý piesok, ktorý zabezpečí zníženie Ca sýtenia. Výstupom pri mletí suroviny je surovínová múčka a už podľa samotného názvu môžeme vydedukovať, že svojimi vlastnosťami, konkrétne farbou a zrnitosťou pripomína bežnú potravinársku múku. Chemické zloženie surovínovej múčky je na pravidelnej báze kontrolované každé 2 hodiny. Múčka priamo z obehovej mlynice putuje do homogenizačného sila, kde dochádza ku homogenizácii suroviny.

Proces výpalu slinku

Proces výpalu slinku začína v momente, kedy do homogenizačného sila o kapacite 6000 ton prichádza výstup z obehovej mlynice, a teda surovínová múčka. V homogenizačnom sila sa surovínová múčka umiestňuje do niekoľko rôznych vrstiev, keďže výstup z obehovej mlynice nie je stabilný a chemické zloženie tejto suroviny v čase kolíše. Pri vyprázdňovaní homogenizačného sila surovínová múčka prúdi z rôznych vrstiev, ktoré sa navzájom spoločne zmiešavajú, a tak dochádza k samotnému procesu homogenizácie. Pri výstupe z homogenizačného sila sa odoberá kontrolná vzorka každé 2 hodiny. Postupne sa v tomto procese dostávame ku dvom najdôležitejším činnostiam. Tými sú: predohrievanie surovínovej múčky a výpal slinku v rotačnej peci. Predohrievanie je prípravná činnosť, ktorá má za cieľ pripraviť surovinu pre výpal v rotačnej peci. Homogenizovaná surovina postupne prechádza cez potrubie, kde je predohrievaná na vysoké teploty až do 860°C a odtiaľ pokračuje do cyklónového výmenníka tepla LUCE s 5 teplovýmennými stupňami. V tomto kroku dochádza k premene suroviny na takzvanú predkalcinovanú múku. Tu opäť prebieha kontrola každé 2 hodiny. Na výsledky kontroly sa však nečaká a múka vstupuje do rotačnej pece bez toho aby sme mali k dispozícii akékoľvek výsledky kontroly. Rotačnú pec si vieme predstaviť ako obrovský valec o priemere 3,4 metra a dĺžke 46 metrov, kde dochádza k výpalu slinku, a teda k premene predkalcinovanej múky na cementársky slinok. Optimálne teploty v rotačnej peci by mali dosahovať hodnoty v intervale od 1450°C do 1600 °C. Tieto teploty zabezpečuje horák umiestnený priamo v peci. Horák je poháňaný 3 rôznymi palivami: uhlie, zemný plyn a TAP (tuhé alternatívne palivá). Uhlie a TAP sú do horáka dopravované prostredníctvom dopravníkového pásu a zemný plyn prostredníctvom potrubia. V súčasnosti sú tuhé

alternatívne palivá veľkým hitom, vzhľadom k ich nulovej až zápornej cene na trhu a dobrej výhrevnosti. Ide o veľmi kvalitnú náhradu za tradičné palivo a platí, že podnik využívaním TAP pri výrobe cementu môže vo výraznej miere znižovať výrobné náklady. Spravovanie palív vo výrobe nájdeme zadefinované pod pojmom „palivové hospodárstvo“. Po výpale v peci spadá vypálený slinok šachtou pod pec, kde sa nachádza roštový chladič, ktorý schladí slinok na prijateľnú teplotu. Slinok je následne z popod rotačnej pece od chladiča dopravovaný článkovým dopravníkom priamo do drviča slinku. V drviči je slinok podrvený na zrnitosť 0 - 30 mm. Z drviča putuje slinok priamo do slinkových síl. Tie sú v podniku 2, pričom každé z nich má kapacitu 7500 ton. Avšak tieto silá nie sú určené pre identický slinok. Do slinkového sila číslo 1 putuje slinok, ktorý bol počas výpalu v rotačnej peci vypálený pri ideálnych teplotách, a teda jeho kvalita je vysoká. Do slinkového sila číslo 2 putuje slinok, ktorý nebol vypálený pri ideálnych teplotách, a tým pádom sa do istej miery znehodnotil. Pri nízkych teplotách nám teda vzniká nedopal a pri extrémne vysokých teplotách prepal. Aj napriek tomu, že má tento slinok nižšiu kvalitu v porovnaní so slinkom v sila číslo 1, je možné ho ďalej použiť pri mletí cementu. Slinok z oboch síl sa teda zmieša v určitom pomere pri mletí cementu tak, aby bola zachovaná jeho kvalita pri následnom mletí.

Proces mletia cementu

Zo slinkových síl je slinok dopravovaný pomocou dopravníkov do cementovej mlynice. Ako bolo uvedené pri uskladňovaní rozličných kvalít slinku, je potrebné miešať kvalitný a nekvalitný slinok v určitom pomere aby sme zabezpečili predpísané normy kvality slinku pri mletí cementu. V podniku je dlhodobo zadefinovaný pomer 65% kvalitného slinku ku 35 % menej kvalitného slinku. V prípade, že je podiel menej kvalitného slinku vyšší hrozí chybný výstup pri mletí cementu. Spolu so slinkom sú do mlynice dodávané aj ďalšie vstupné suroviny, ktoré sú pri mletí cementu esenciálne. Konkrétne hovoríme o 4 surovinách, a to sú: troska, sadrovec, prísada proti chrómu a popolček. Tieto suroviny sú potom dopravníkom presúvané na surovinové váhy, kde sa navážia správne pomery surovín. Po navážení spadajú suroviny oceľovým hrdlom do mlynice. Mlynica zmes surovín pomelie na stanovenú jemnosť a zrnitosť podľa toho, aký druh cementu práve vyrábame. Melivo po zomletí prejde triedičom, ktorý z meliva odstráni nadrozmerné zhluky. Kontrola na tomto úseku prebieha každé 2 hodiny, tým, že sa z výstupu odoberie kontrolná vzorka, ktorá sa následne testuje v laboratóriu. Po mletí a odobratí vzorky je

potrebné namletý cement uskladniť. Tak ako pri prechádzajúcich činnostiach je doprava identicky riešená dopravníkmi, ktoré smerujú do cementových síl. V podniku je vybudovaných 15 cementových síl s kapacitou od 370 ton do 6000 ton.

Proces balenia a expedície

Posledným procesom pri výrobe cementu je proces balenia a expedície. V tomto procese je cieľom odovzdanie cementu zákazníkovi (odberateľovi). Expedícia cementu môže prebehnúť 2 spôsobmi:

1.) Expedícia cementu priamo do nákladných áut alebo nákladných vagónov

Najväčšie silo s kapacitou 6000 ton a ďalšie 3 silá s kapacitou 800 ton sú určené na expedovanie cementu priamym spôsobom do nákladných áut a vagónov. Na spodnej podstave síl je situovaný otvor, ktorého otváranie je zautomatizované. Pod silami sa taktiež nachádzajú aj koľajnice, ktoré umožňujú aj tento spôsob odberu. V momente kedy sa pod silá dostaví nákladné auto, prípadne vagón, pracovníci velína aktivujú otvorenie otvoru, čo vedie ku odsýpaniu cementu zo sila do auta alebo vagóna. Oba typy dopravných prostriedkov majú odbernú kapacitu približne rovnakú, a to 30 ton.

2.) Expedícia baleného cementu

Cement v ostatných menších silách je určený na expedíciu baleného cementu. Z týchto síl vedú osobitné dopravníky na baliace linky. V podniku nájdeme 2 baliace linky, kde je cement balený do 50 kg a 25 kg papierových ventilových vriec. Cementom balené vrecia ďalej pokračujú dopravníkom na paletizačnú linku. Paletizačná linka pozostáva zo zásobníka vriec a plošiny určenej pre palety. Cementové vrecia sa dopravníkom dostávajú pri zásobník, kde postupne po jednom spadajú. Pod zásobníkom je pripravená paleta, na ktorú sú zo zásobníka ukladané vrecia. Na paletu sa umiestňuje 8 vrstiev vriec, pričom jedna vrstva pozostáva z 5 vriec. Celkovo je na paletu teda umiestnených 40 vriec. Po úspešnom zaplnení palety, príde pracovník, ktorý paletu s vrecami odvezie pomocou vysokozdvížneho vozíka do skladu. Poslednou činnosťou v procese je premiestnenie paliet do kamiónov, a teda samotná expedícia.

Kontrola je pri oboch spôsoboch expedície uskutočňovaná 1x v priebehu 2 týždňov odberom vzoriek cementu z cementových síl.

2.3 MEASURE

Fáza MEASURE je zameraná na stanovenie a sledovanie súčasnej výkonnosti jednotlivých procesov. Vzhľadom k tomu, že vo fáze DEFINE sme si zadefinovali cieľ zlepšenia procesov vo forme zníženia nákladov a zníženia chybovosti pri výstupoch, tak práve tieto uvedené atribúty budeme pri meraniach sledovať. Výsledky meraní budú odprezentované prostredníctvom grafov a tabuliek.

2.3.1. Analýza nákladov

Na začiatok je potrebné si vyčíslit' všeobecné náklady podniku. Všetky uvedené informácie v tejto kapitole vychádzajú z finančného budgetu podniku pre rok 2021.

Tabuľka 1: Rozbor nákladov (2021)

(Zdroj: Interný zdroj a vlastné merania)

		Číselné vyjadrenie nákladov (€)		
Výrobné náklady	Príprava suroviny	1 807 050	22 710 000	33 432 000
	Mletie suroviny	4 096 620		
	Výpal slinku	7 333 820		
	Mletie cementu	8 559 610		
	Expedícia a balenie	912 900		
Nevýrobné náklady	Reklamácie od zákazníkov	600 000	10 722 000	
	Ostatné nevýrobné náklady	10 122 000		

Z prvej tabuľky „Tabuľka 1“ vyplýva, že celkové náklady podniku pre rok 2021 sú v hodnote 33 420 000 €, pričom náklady, ktoré vznikli priamo pri výrobe cementu tvoria až takmer 68% z celkovej hodnoty nákladov. Pri výrobných nákladoch je nutné poukázať na výšku nákladov pri 2 procesoch, a to sú: proces výpalu slinku a proces mletia suroviny. Tieto 2 procesy vykazujú pomerne vysoké hodnoty nákladov až vo výške niekoľkých miliónov eur. Najvyššiu hodnotu nákladov však vykazuje úplne iný proces, a to proces mletia cementu. V tomto prípade je však hodnota 8 559 610 € do veľkej miery skreslená, pretože z toho až viac ako 3 000 000 € tvorí spotreba elektrickej energie cementovej mlynice. Mletie cementu je totiž energeticky vysoko náročné, a preto to neevidujeme ako nedostatok v procese. Pri nevýrobných nákladoch si posvietime najmä na položku „Reklamácie od zákazníkov“. Túto položku nemôžeme priradiť k výrobným nákladom, aj keď platí, že jej výška priamo závisí od kvality výrobného procesu. Pod položku

„Ostatné nevýrobné náklady“ spadajú všetky náklady podniku, ktoré neboli vytvorené pri samotnom výrobnom procese cementu.

*Tabuľka 2: Náklady na 1 tonu cementu
(Zdroj: Interný zdroj a vlastné merania)*

	Hodnota (€)
Výrobné náklady na 1t cementu	37,85
Nevýrobné náklady na 1t cementu	17,87
Celkové náklady na 1t cementu	55,72
Cena za 1t cementu	59
Zisk na 1t cementu	3,28

Ako bolo uvedené vo fáze DEFINE, náklady na výrobu 1 tony cementu sú v podniku najviac sledovaným atribútom. Hodnotu tohto atribútu dostaneme ak vydělíme celkové náklady podniku v danom roku objemom výroby za ten istý rok. V súčasnosti, teda v roku 2021 podnik „potrebuje na výrobu 1 tony cementu 52,72 €. Aktuálna cena cementu na trhu je 59 €, a teda platí, že podnik pri súčasných nákladoch a súčasnej cene dosahuje zisk 3,28 €.

2.3.2. Merania chybných výstupov

*Tabuľka 3: Analýza chybných výstupov
(Zdroj: Interný zdroj a vlastné merania)*

Činnosť	Ročný objem (t)	Chybné výstupy (%)	Chybné výstupy (t)	Náklady na 1t chybného výstupu	Náklady na chybné výstupy (€)
Drvenie suroviny	500 000	2	10 000	20	200 000
Mletie suroviny v obehovej mlynici	594 000	6	35 640	19,64	700 000
Výpal slinku v rotačnej peci	370 000	20	74 000	13,51	1 000 000
Mletie cementu v cementovej mlynici	650 000	0,005	32,5	59	1917,5
Expedovanie cementu	600 000	0,1	600	1000	600 000
					2 501 918

Meraním chybovosti výstupov pri procesných činnostiach sme zistili, že podnik na niektorých miestach vo výrobe nevykazuje efektívnu činnosť. Najväčším problémom pri

výrobe chybných výrobkov je to, že tieto výrobky na seba viažu vyššie množstvo nákladov. Dôvod je prostý. Každý chybný výstup musí podnik určitými činnosťami „ošetriť“ tak, aby výroba mohla plynule pokračovať, a práve tým vznikajú podniku nadbytočné náklady. Pre lepšie pochopenie si preto poďme bližšie opísať ako sa postupuje pri jednotlivých činnostiach v situácií, že vznikne chybný výstup.

Drvenie suroviny

V prípade, že nám kontrola signalizuje chybný výstup, je potrebné odstaviť odber suroviny z PHS. Súčasne s tým sa dočasne pozastaví aj činnosť drviča kvôli tomu, aby nám do PHS neprichádzalo väčšie množstvo chybnéj suroviny. Následne sa odoberie zo zásobníku korekčný vápenec, ktorý je potom použitý pri optimalizácii suroviny v PHS. Po vyriešení problému sa spúšťa drvič, pričom jeho spustenie je pomerne energeticky náročné.

Mletie suroviny

V momente kedy nám pri mletí suroviny signalizuje kontrola chybný výstup, je pomletá surovina už dávno v homogenizačnom sile. Keď sa pozrieme na intenzitu kontroly (každé 2 hodiny) a hodinovú produkciu suroviny (40t/hod) zistíme, že nám mohlo do sila prepadnúť až 80 ton chybnéj suroviny. Preto nasleduje odstavenie oboch mlyníc a dochádza k úprave suroviny v homogenizačnom sile. Po odstránení problému je spustenie mlyníc ešte viac energeticky náročné než pri spúšťaní drviči.

Výpal slinku v rotačnej peci

Ak sa vo vyššom množstve vypaľuje nekvalitný slinok (nedopal alebo prepal) dochádza k upchatiu rotačnej pece. Dôvodom sú rozdielne vlastnosti kvalitného a nekvalitného slinku. Nekvalitný slinok je lepkavejší a má tendenciu sa priliepať na steny pece. Ak sa upchá pec je nutné jej úplne odstavenie, vychladenie, vyčistenie a opätovné postupné spustenie. Tento proces môže trvať 5-7 dní.

Mletie cementu v cementovej mlynici

Ak nám kontrola cementu a testy jeho vlastností ukážu, že cement nie je možné použiť pri stavebných prácach, a jeho vlastností sú zlé, je potrebné tento zomletý cement vyradiť. Tým pádom ho podnik považuje za odpad.

Expedovanie cementu

V prípade, že sa zákazníkovi javí, že použitý cement nebol v poriadku, pošle cementárni vzorku na test. Ak výsledky testov vykazujú, že cement nemal vhodnú kvalitu, je podnik nútený preplatiť zákazníkovi škodu vzniknutú pri používaní cementu, prepravu cementu a odškodné.

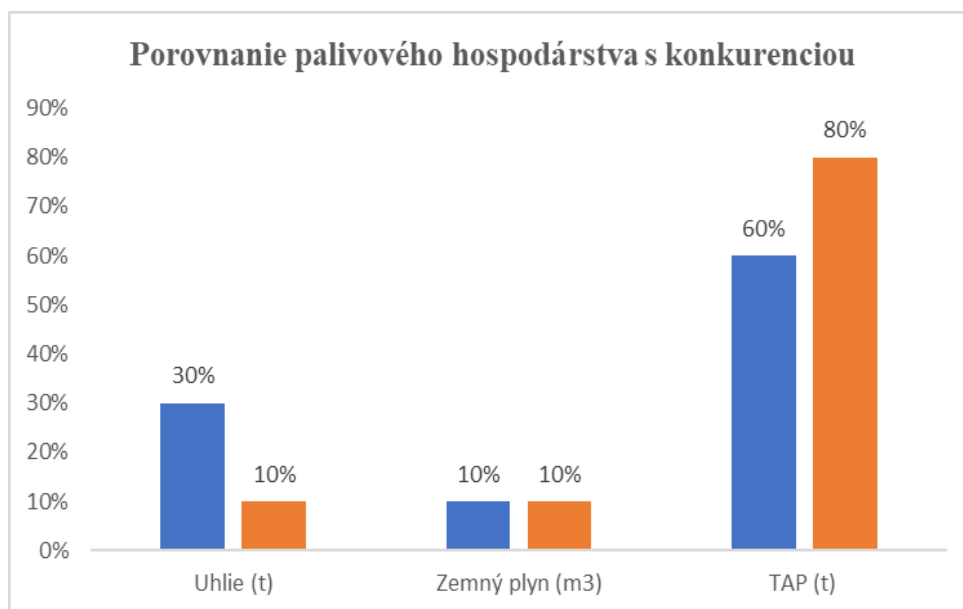
2.3.3. Analýza nákladov palivového hospodárstva

Významnú časť nákladov pri výpale slinku tvorí spotreba palív. Podnik na udržovanie plameňa v horáku používa 3 druhy paliva: uhlie, zemný plyn a TAP. V roku 2021 boli celkové náklady spojené s palivovým hospodárstvom vyčíslené na 1 775 000 €.

*Tabuľka 4: Analýza palivového hospodárstva
(Zdroj: Interný zdroj a vlastné merania)*

Druh paliva	Cena na jednotku (€)	Náklady (€)
Uhlie (t)	90	1 640 000
Zemný plyn (m ³)	25	135 000
TAP (t)	0	0

Z celkových nákladov spojených s činnosťou palivového hospodárstva tvoria náklady na spotrebu uhlia až ako 92 %. Necelých 8 % nákladov potom tvorí spotreba zemného plynu.



*Obrázok 8: Porovnanie palivového hospodárstva s konkurenciou
(Zdroj: Vlastné spracovanie)*

Cementáreň Cemmac a.s. má pri spotrebe palív zaužívaný pomer ich využitia 60-30-10 (TAP – Uhlie – Zemný plyn). Súčasný trend pri využívaní palív v obore výroby cementu je však mierne odlišný. Väčšina cementární či už na Slovensku alebo v zahraničí (Rakúsko, Česko, Bosna a Hercegovina) uprednostňujú pomer 80-10-10. Uhlie je spomedzi týchto 3 palív jednoznačne najdrahšie a jeho postupným znižovaním dosahujú cementárne lacnejšiu výrobu produktu.

2.4 ANALYZE

Cieľom kapitoly ANALYZE je zhodnotenie výsledkov z fázy MEASURE a následné zistenie príčin vzniku problémov v procese. Pri niektorých problémoch nie je možné na prvý pohľad určiť pôvod ich vzniku, a preto pre ich analýzu bude použitá hlbková analýza 5x PREČO.

2.4.1. Analýza vzniku chybných výstupov – Drvenie suroviny

Pri drvení surovín je pomerne jednoduché určiť príčinu vzniku chybných výstupov. Ak berieme do úvahy základnú podmienku pri drvení, a teda, že musí platiť 84-88% sýtenie Ca pri výstupnej surovine z drviča, tak výstup môže byť chybný v 2 prípadoch:

- 1) Sýtenie je nižšie ako 84%
- 2) Sýtenie je vyššie ako 88%

Podstatne častejšie sa pri drvení vyskytuje prvá možnosť. Obe varianty problému vznikajú v momente kedy sa do drviča vsypávajú suroviny za účelom drvenia. Obsluha síce vie odkiaľ surovina pochádza a aké má približné sýtenie Ca, avšak vzhľadom k tomu, že tu nie je žiadna forma kontroly, tak nikto nevie vyčíslit' presné hodnoty sýtenia. Všetko teda funguje na princípe akéhosi odhadovania hodnôt. Preto sa ľahko môže stať, že je odhad obsluhy chybný a do drviča sa vsype surovina s nízkym alebo vysokým sýtením. Tento problém nám následne vykáže kontrola po drvení.

Zhodnotenie

Príčina vzniku problému: Žiadna kontrola pri vsypávaní suroviny do drviča

2.4.2. Analýza vzniku chybných výstupov – Mletie suroviny

Problém: Vznik chybného výstupu pri mletí suroviny

- Do mlynice vstupujú za účelom mletia 4 suroviny: surovina z PHS + 3 korekčné suroviny. Vychádzajme z tvrdenia, že korekčné suroviny majú pri vstupe do operácie vždy rovnakú kvalitu, a teda kvalita dodávania surovín je konštantná. Aj napriek tomu nám však vznikajú chybné výstupy.

Prečo označujeme výstup ako chybný?

- Výstup z obehovej mlynice označujeme ako chybný v prípade, že má príliš nízky obsah suroviny z PHS (menej ako 4%) alebo naopak príliš vysoký (viac ako 24%).

Prečo je nesprávne sýtenie?

- Nesprávne sýtenie v pomletej surovine sme dosiahli preto, lebo už samotná surovina, ktorá bola v surovinovom zásobníku musela mať nesprávne sýtenie.

Prečo mala surovina v zásobníku zlé sýtenie?

- Surovina v surovinovom zásobníku prichádza do zásobníku priamo z PHS. To znamená, že ak má táto surovina zlé sýtenie, tak musí mať zlé sýtenie už na skládke PHS.

Prečo je surovina na PHS so zlým sýtením?

- Surovina je na PHS so zlým sýtením preto, lebo prešla cez kontrolu, ktorá uviedla, že jej sýtenie je optimálne.

Prečo kontrola uviedla, že je sýtenie optimálne?

- Kontrola uviedla, že je surovina v poriadku preto, lebo kontroly sú vyhodnocované z priemeru odobratých vzoriek po prechode 300 ton suroviny. Odoberacie zariadenie zároveň nie je schopné brať vzorky z väčších kusov suroviny, a preto berie na kontrolu len malé kusy. To znamená, že kontrola je maximálne nepresná.

Zhodnotenie

Príčina vzniku problému: Nepresná kontrola po drvení suroviny

2.4.3. Analýza vzniku chybných výstupov – Výpal slinku

Problém: Vznik chybného výstupu pri výpale slinku

- Pri výpale slinku v rotačnej peci evidujeme chybovosť až 20%. V tomto prípade si tiež musíme zadefinovať základnú podmienku, a teda, že pri vstupe do rotačnej pece má vstupná surovina vždy identické chemické zloženie a tým pádom aj vlastnosti.

Prečo je výstup označený ako chybný?

- Výstup je označovaný ako chybný preto, lebo nie je v peci vypalovaný pri ideálnych teplotách.

Prečo nie je slinok vypalovaný pri ideálnych teplotách?

- Slinok nie je vypalovaný pri ideálnych teplotách kvôli tomu, že teploty počas výpalu slinku v rotačnej peci značne kolíšu.

Prečo teplota v peci kolíše?

- Kolísanie teploty v peci spôsobuje rozdielna výhrevnosť palív, ktoré zabezpečujú generovanie tepla prostredníctvom horáka. Obsluha pece zároveň nevie efektívne spravovať/korigovať teplotu v peci.

Prečo nevie obsluha efektívne spravovať teplotu v peci?

- Teplotu v peci nie je možné efektívne spravovať, keďže obsluha nevie aká je výhrevnosť paliva, ktoré prichádza do horáka.

Prečo nemá obsluha znalosť o výhrevnosti paliva?

- O výhrevnosti palív nemáme znalosť vzhľadom k tomu, že palivá nie sú cestou do horáka analyzované. Analýzou by sa dalo jednoducho určovať výhrevnosť a efektívne reagovať na výkyvy teplôt.

Zhodnotenie

Príčina vzniku problému: Chýbajúca analýza výhrevnosti palív

2.4.4. Analýza vzniku chybných výstupov – Mletie cementu

Tak ako pri drvení suroviny, tak aj pri mletí cementu platí, že určenie príčiny vzniku chybného výstupu nie je vôbec komplikované. Chybný výstup je určený kontrolou po samotnom zomletí vstupných surovín na hotový cement. Výstup môžeme označiť za chybný pokiaľ nemá vhodné pomerové zloženie 5 vstupných surovín (sádrovec, slinok, chróm, popolček a troska).

Zhodnotenie

Príčina vzniku problému: Nesprávne namiešaný pomer vstupných surovín

2.4.5. Analýza vzniku chybných výstupov – Expedícia cementu

Chybný výstup pri expedícii v preklade znamená, že podnik poskytol/predal svojmu zákazníkovi cement, ktorý kvalitatívne nespĺňa zadané parametre. To môže zákazníkovi spôsobiť veľké problémy pri jeho používaní. Ako príklad môžem uviesť výrobu betónu, kde je cement jednou zo zložiek. V prípade, že je teda v betóne nekvalitný cement, betón nedosahuje ideálne výsledky napríklad v pevnosti. Stavby postavené z takéhoto cementu majú predpoklad, že ich životnosť bude extrémne krátka. Pri expedícii nám však vzniká jedna otázka. Ako je možné, že chybovosť pri expedícii je vyššia ako chybovosť pri mletí? Ak sa detailnejšie pozrieme na kontrolu po mletí cementu zistíme, že kontrola je vykonávaná každé 2 hodiny. Vykonanie samotnej kontroly k tomu trvá určitú dobu (nie viac ako hodinu). Výsledky kontroly teda máme k dispozícii v priemere po 2,5 hodinách. Za túto dobu nám však môže do cementových síl preklízať niekoľko desiatok ton cementu. Podnik sa spolieha na to, že sa chybný cement zmieša v silách s dobrým, čo by viedlo k dosiahnutiu normálneho zloženia. V určitých situáciách však ani zmiešanie cementu v silách nezaručí jeho optimálnu kvalitu.

Zhodnotenie

Príčina vzniku problému: Nízka frekvencia kontroly po mletí cementu

2.5 Zhodnotenie analytickej časti

Z vykonaných analýz vyplynulo, že niektoré procesy na seba viažu príliš vysoké náklady a pri týchto procesoch sme zároveň spozorovali vysokú mieru výroby chybných výstupov.

Procesy, ktoré na seba viažu najvyššie náklady:

- Mletie cementu
- Výpal slinku
- Mletie suroviny

Taktiež sme z analýz zistili, že nemalé náklady na seba viaže aj činnosť palivového hospodárstva. Pri optimálnom pomere využívania palív by sme preto mohli výrazne znížiť výrobné náklady.

Druhým pozorovaným atribútom pri analýzach bola miera chybovosti pri výstupoch. Z analýz sme sa dostali k záveru, že každý chybný výstup na seba viaže určité množstvo nákladov. Preto pokiaľ by sme dosiahli zníženie chybovosti pri výstupoch, tak by sme sa dopracovali aj ku zníženiu celkových výrobných nákladov.

Činnosti s najvyššou mierou chybovosti:

- Výpal slinku
- Mletie suroviny
- Drvenie suroviny

Vo fáze ANALYZE sme detailnejšie analyzovali príčiny vzniku vysokej miery chybovosti a vysokých nákladov, a zistili sme nasledovné informácie:

- Drvenie – pri vstupe do drviča nie je žiadna analýza/kontrola vstupnej suroviny
- Mletie suroviny – vysoká chybovosť je spôsobená nepresnou kontrolou po drvení
- Výpal slinku – pri výpale slinku chýba analýza výhrevnosti palív, ktoré vstupujú do horáka; taktiež je potrebná zmena pomeru v palivovom hospodárstve
- Mletie cementu – chybný výstup vzniká nesprávnym pomerom vstupných surovín
- Expedícia cementu – predaj chybného cementu je spôsobený nízkou frekvenciou kontroly po mletí cementu

3 VLASTNÉ NÁVRHY RIEŠENÍ

Cieľom tejto kapitoly je predstavenie potenciálnych riešení k problémom a nedostatkom, ktoré boli zistené v analytickej časti a následné aplikovanie najvhodnejších riešení pre zlepšenie hlavných procesov. Návrhová časť práce sa bude taktiež opierať o zlepšovateľský cyklus DMAIC, konkrétne o 2 fázy cyklu – fáza IMPROVE a fáza CONTROL.

3.1 IMPROVE

Fáza IMPROVE je zameraná na predstavenie možných riešení daných problémov a na vyhodnocovanie vhodnosti ich využitia. Pre vyhodnotenie účinnosti a vhodnosti výberu riešení bude použitá hodnotiacia matica.

3.1.1. Predstavenie potenciálnych riešení

V analytickej časti sme zistili hneď niekoľko nedostatkov v procese, pričom k niektorým nedostatkom respektíve problémom existuje viac ako 1 riešenie. Poďme si preto bližšie predstaviť avizované možné riešenia.

Nedostatok: Chýbajúca kontrola pri vstupe do drviča

Potenciálne riešenia:

- a) Investícia do Crossbelt analyzátora

Ako prvé potenciálne riešenie tohto problému sa nám javí investícia do takzvaného Crossbelt analyzátora. Tieto Crossbelt analyzátory sú špeciálne určené prístroje pre odvetvia, ktoré sa zaoberajú ťažbou surovín, prípadne prácou so surovinami, ktoré vyžadujú neustále pozorovanie a rozbor ich chemického zloženia. V podstate zjednodušene povedané ide o prístroj umožňujúci real-time kontrolu a sledovanie chemického zloženia suroviny. Toto zariadenie by posielalo priebežné dáta o zložení suroviny do velína, ktorý by potom v prípade nedostatočného sýtenia suroviny vedel o tomto probléme informovať obsluhu drviča. Obsluha by potom pomerne jednoducho a účelovo vedela riadiť drvenie suroviny. Najväčšou prednosťou tohto analyzátora je jeho vysoká presnosť, ktorá by nám zaručila úplné odstránenie chybných výstupov, a teda výstupov, ktoré nemajú optimálne hodnoty sýtenia vápencov (Ca sýtenia). Ďalšou

výhodou Crossbelt analyzátor je jeho plná automatizácia, čo by znamenalo, že by nebolo potrebné dodatočné umiestnenie ďalších pracovníkov za účelom obsluhy tohto zariadenia. Za hlavnú nevýhodu analyzátor považujeme jeho cenu. Toto zariadenie je pomerne dosť drahé a jeho cena sa pohybuje približne okolo 300 000 €. Potrebný bude aj nákup 1ks pásového dopravníku o cene 50 000 €. Cena pri Crossbelt analyzátoe však nie je jediným problematickým faktorom. Problematická a obtiažna môže byť aj jeho samotná implementácia do celkového procesu.

b) Zavedenie kontrolných odberov – frekvencia 1x každé 2 hodiny

Druhým možným riešením pre absenciu kontroly je zavedenie bežných kontrolných odberov vykonávaných každé 2 hodiny. Tieto kontrolné odbery by fungovali na rovnakom princípe ako odbery, ktoré sú bežne vykonávané pri iných operáciách v procesoch. Pre jednoduchú implementáciu by sa jednalo o ručne odoberané vzorky zo surovín, ktoré sú pred vstupom do drviča. Tieto vzorky by odoberal vždy jeden z pracovníkov, ktorý pracuje v lome a následne by ju doručil do laboratória pre jej rozbor. Vzhľadom k tomu, že by vzorky neboli vyzdvihované pracovníkom laboratória, tak by sme sa vyhli nadmernému preťažovaniu kapacít laboratória. V porovnaní s prvým riešením, a teda zavedením Crossbelt analyzátor ide o značne menej nákladné riešenie. Nevýhodou pri tejto forme kontroly však môže byť práve jej presnosť a adekvátnosť. Ako je vyššie uvedené, kontrola by bola uskutočňovaná každé 2 hodiny, a teda by mohlo dochádzať aj k tomu, že by kontrola nemusela odhaliť prípadný vznik chybného výstupu.

c) Zavedenie kontrolných odberov – frekvencia 1x každú hodinu

Tretím potenciálnym riešením problému by mohlo byť zavedenie bežných kontrolných odberov, ktoré by fungovali na totožnom princípe ako kontroly v predchádzajúcom riešení. Jediným rozdielom oproti druhému riešeniu by bola frekvencia týchto kontrol. V tomto scenári by bola kontrola uskutočňovaná 1x v priebehu 1 hodiny. Vzorky by boli taktiež odoberané a doručované do laboratória zamestnancom lomu. Častejšie odbery vzoriek a ich kontrola by zabezpečovali vyššiu presnosť a adekvátnosť kontroly, čím by sa nám mohlo podariť odhaliť omnoho väčšie množstvo prípadne vzniknutých chybných výstupov z drviča. Nevýhodou zavedenia tohto riešenia by mohla byť implementácia samotných kontrol. Ich vysoká frekvencia by mohla preťažovať pracovníkov lomu, ktorí

by museli prakticky každú chvíľu riešiť kontrolu suroviny a nemuseli by mať potom dostatok času na výkon ostatných úkonov, za ktoré zodpovedajú práve oni.

Nedostatok: Nepresná kontrola po drvení

a) Crossbelt analyzátor

Crossbelt analyzátor by bolo možné použiť aj po nadržení suroviny v drviči, kde by zastával úlohu vzorkovacej stanice. V analytickej časti sme pomocou hĺbkovej analýzy 5x PREČO zistili, že je pomerne dosť nepresná a jej výsledky adekvátne nezodpovedajú tomu, čo sa aktuálne v procese deje. Pri implementácii Crossbelt analyzátora by preto došlo k likvidácii vzorkovacej stanice na úkor omnoho presnejšieho zariadenia.

b) Kontrolné odbery – frekvencia 1x každé 2 hodiny

Po drvení suroviny by bolo možné nahradiť vzorkovaciu stanicu jednoduchými manuálnymi kontrolnými odbermi pásových dopravníkov o frekvencii 1x v priebehu každých 2 hodín. Odber by bol prakticky ešte jednoduchší než ten, ktorý by bol uskutočňovaný pred drvením suroviny, keďže podrvená surovina má frakciu 0-25 mm. Výhodou týchto kontrol by bola opäť aplikovateľnosť tejto zmeny, tak ako pri zavedení kontroly pred drvičom. Výkon drviča je 350 t/hod., čo zjednodušene znamená, že za hodinu môže pri ideálnom stave prejsť drvičom až 350 ton suroviny. V princípe by nevýhodou takejto frekvencie kontrol mohla byť schopnosť identifikovať chybné výstupy.

c) Kontrolné odbery – frekvencia 1x každú hodinu

Tretie riešenie identifikovaného problému by mohlo byť zavedenie bežných odberných kontrol, ktoré by boli uskutočňované častejšie ako pri druhom potenciálnom riešení. Tým pádom by sa nám mohlo podariť identifikovať väčšie množstvo nezhôd v procese, čo by viedlo k jeho zlepšeniu. Nevýhodou oproti druhému riešeniu je časová náročnosť pre zamestnancov, ktorí by sa museli zaoberať odberom a dopravou vzoriek do laboratória, a teda aj samotná implementácia zmeny by mohla byť problematickejšia.

Nedostatok: Pri vstupe do rotačnej pece nevieme TAP

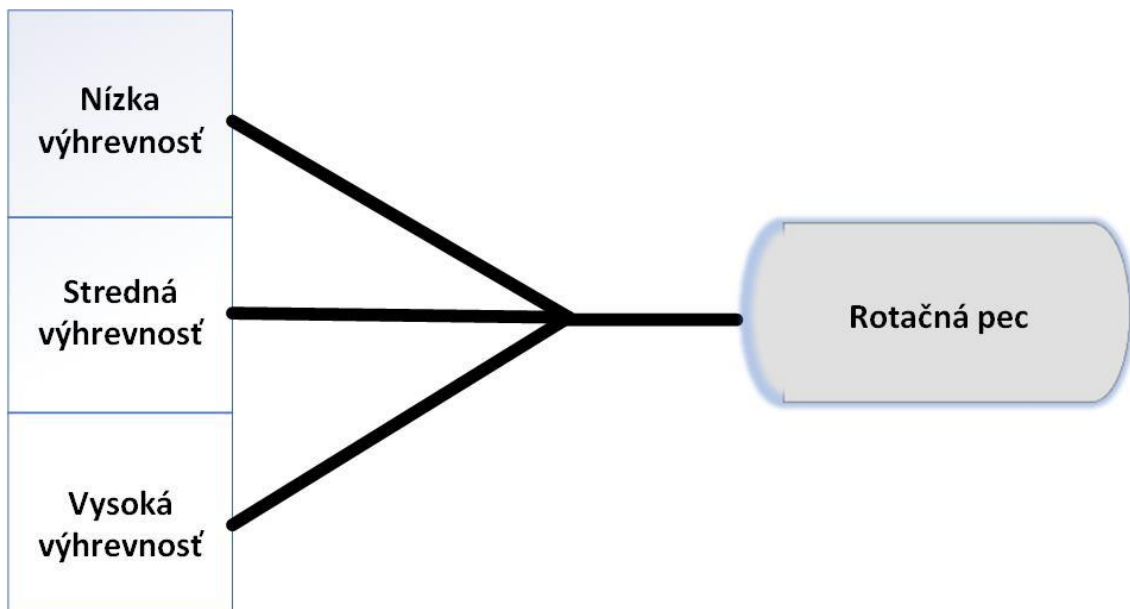
a) Crossbelt analyzátor pre analýzu výhrevnosti TAP

Prvou možnosťou ako vyriešiť nevedomosť o výhrevnosti palív prichádzajúcich do rotačnej pece a s tým späté kolísanie teplôt pri výpale slinku je implementácia Crossbelt

analyzátora. Ako bolo uvedené pri riešení absencie kontroly pred drvičom, Crossbelt analyzátor sa používa najmä pri zisťovaní chemického zloženia vytlačenej suroviny, avšak existuje aj taký typ Crossbelt analyzátora, ktorý dokáže identifikovať aj výhrevnosť TAP palív. Zavedením tohto analyzátora by sme opäť získali medzi operáciou „Palivové hospodárstvo“ a „Výpal slinku“ real-time kontrolu, ktorej výsledky by zasielané do velína. Na základe týchto výsledkov by obsluha pece vedela efektívnejšie spravovať teplotu v peci, čím by sme odstránili výpal menej kvalitného slinku.

b) Roztriedenie TAP podľa predpokladanej výhrevnosti

Ako bolo uvedené vo fáze DEFINE pri opise procesov, tuhé alternatívne palivá využívané pre udržiavanie plameňa v horáku sú pri dovoze do podniku od dodávateľov umiestňované na jedno miesto. Každý dodávateľ dodáva špecifické TAP, ktorých hodnoty výhrevnosti sa líšia. Na tento fakt sa však neprihliada. Riešenie tohto nedostatku by preto mohlo spočívať v separácii TAP pri dovoze do 3 sekcií: TAP s vysokou výhrevnosťou, TAP so strednou výhrevnosťou a TAP s nízkou výhrevnosťou. Pre implementáciu riešenia by bolo potrebné oddeliť TAP na sklade ideálne múrikom a k tomu zabezpečiť nákup 2 pásových dopravníkov, ktoré by zabezpečovali dopravu TAP z jednotlivých sekcií. Riešenie je oproti Crossbelt analyzátoru menej nákladné, konkrétne hovoríme o čiastke okolo 50 000 €.



Obrázok 9: Rozdelenie TAP do sekcií
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Nedostatok: Neefektívny pomer využitia palív

a) Zmena pomeru využitia palív na oborové hodnoty

Pri riešení neefektívneho zaobchádzania s rôznymi druhmi palív (uhlie, zemný plyn a TAP) sa nám naskytuje jediné riešenie – zmena pomeru využitia palív na hodnoty, ktoré aplikujú konkurenčné podniky vo svojom výrobnom procese. Ako bolo uvedené vo fáze MEASURE, v súčasnosti je v podniku zaužívaný pomer 60–30–10 (TAP – Uhlie – Zemný plyn), pričom v konkurencii je nastavený pomer 80–10–10. Zmenou pomeru využitia palív by sme vzhľadom k rozdielnym cenám jednotlivých druhov palív dosiahli výrazné zníženie nákladov spojených s výkonom činnosti „Palivové hospodárstvo“. Konkrétne výpočty zmien v nákladovosti budú predstavené v nasledujúcej fáze zlepšovateľského cyklu DMAIC, a teda vo fáze CONTROL.

Nedostatok: Nesprávne miešanie pomerov pred mletím cementu

a) Investícia do modernejších váh na mlynici cementu

V prípade vzniku chybných výstupov pri mletí cementu hovoríme o nedostatku v technológii. Váhy vážiace vstupné suroviny sú zastaralé, a práve preto vznikajú situácie kedy táto technológia nepresne naväži pomery surovín, čo vyústi do vzniku chybného výstupu – chybného cementu. Za súčasných podmienok a okolností sa teda naskytuje len jedno možné riešenie problému, a teda investícia do nových, modernejších váh. Táto investícia by podnik stála približne 150 000 €.

Nedostatok: Nízka frekvencia kontroly po mletí cementu

a) Kontrolný odber – frekvencia 1x za hodinu

V súčasnosti je po mletí cementu vykonávaná kontrola každé 2 hodiny. Vďaka tak nízkej frekvencii kontroly dochádza k priechodu cementu cez kontrolu bez toho, aby sa zistila jeho chybovosť. Častejším vykonávaním kontroly by sme dosiahli odhalenie väčšieho množstva chybných výstupov. To by pozitívne vplývalo aj expedíciu, keďže logicky by sme znížili aj množstvo expedovaného chybného cementu.

b) Priebežné kontrolné odbery zo síl 2x za týždeň

Potenciálnym riešením nedostatočnej frekvencie kontroly, ktorá by mohla viesť k zníženiu nákladov spojených s reklamáciami je zavedenie priebežných kontrol z každého síla. Celkovo by bolo ročne vykonaných o 1800 kontrolných odberov viac.

Z kapacitného hľadiska laboratória by bolo možné takéto množstvo kontrol vykonať, avšak implementácia a výkon takeého množstva kontrol by mohlo byť pre podnik mierne problematickejšie a náročnejšie.

3.1.2. Výber riešení

Po predstavení potenciálnych riešení je potrebné vybrať také riešenia, ktoré budú pre podnik najviac prínosné, a zároveň nám pomôžu dosiahnuť náš cieľ, a teda zníženie nákladov a chybovosti v procesoch o vopred zadefinované hodnoty.

Nedostatok: Chýbajúca kontrola pri vstupe do drviča

Pre nájdenie najlepšieho riešenia pri chýbajúcej kontrole použijeme rozhodovací nástroj – hodnotiacu maticu.

V hodnotiacej matici č.1 bude pozorovaných celkovo 6 kritérií:

- Kvalita výstupov kontroly = schopnosť kontroly podávať kvalitné a presné informácie o stave procesu
- Rýchlosť odozvy kontroly = rýchlosť s akou je schopná kontrola odhaliť chybný výstup
- Flexibilita pri riadení = schopnosť kontroly umožniť podniku pružne reagovať na negatívne okolnosti
- Náklady (Short-Term) = vplyv na náklady do 1 roka
- Náklady (Long-Term) = vplyv na náklady z dlhšieho časového hľadiska (viac ako 1 rok)
- Obtiažnosť implementácie = náročnosť zavedenia zmeny do procesu

K vyššie uvedeným kritériám budú pridelené číselné hodnoty na základe ich prínosu v danom kritériu.

Tabuľka 5: Stupnica hodnôt priradených k variantom

Hodnota	Význam
5	Výborný/á
4	Dobrý/á
3	Priemerný/á
2	Podpriemerný/á
1	Zlý/á

V hodnotiacej matici č.1 budeme porovnávať 3 potenciálne riešenia:

Varianta 1 : Nákup a následná implementácia Crossbelt analyzátora

Varianta 2 : Zavedenie kontrolných odberov – frekvencia 1x každé 2 hodiny

Varianta 3: Zavedenie kontrolných odberov – frekvencia 1x každú hodinu

Tabuľka 6: Hodnotiaca matica č.1

Kritérium	Váha	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Kvalita výstupov kontroly	5	5	3	4
Rýchlosť odozvy kontroly	5	5	2	3
Flexibilita pri riadení	5	5	2	3
Náklady (Short-term)	2	2	4	3
Náklady (Long-term)	4	4	2	3
Obtiažnosť implementácie	3	1	5	3
Celkové skóre		98	66	77

V hodnotiacej matici sme si taktiež stanovili dôležitosť jednotlivých kritérií tým, že sme k týmto kritériám priradili číselné vyjadrenie ich váhy. Použitá bola stupnica od 1 do 5, pričom hodnota vyjadrujúca najmenšiu dôležitosť kritéria je označená číslom 1 a naopak najvyššia dôležitosť číslom 5.

Po priradení hodnôt k jednotlivým variantom a po sčítaní skóre sme dospeli k záveru, že za aktuálnych okolností, a pri požadovaných kritériách bude pre podnik najoptimálnejšie prijať Variantu 1, a teda zainvestovať do kúpy Crossbelt analyzátora. Táto možnosť v hodnotiacej matici spomedzi všetkých možností dosiahla suverénne najlepšie skóre (98).

Nedostatok: Nepresná kontrola po drvení

Nedostatok vo forme nepresnej kontroly po drvení suroviny nám ponúka 3 možné riešenia, ktorými je možné odstrániť daný problém. Kvôli nepresnej vzorkovacej stanici dochádzalo ku priechodu chybných výstupov na PHS, a následne sa táto chybná surovina dostávala aj do surovinovej mlynice. Avšak je potrebné si opäť položiť 2 podstatné otázky, ktoré nám boli v predchádzajúcich fázach DMAIC cyklu zodpovedané. Pri akej činnosti/operácii nám vzniká chybný výstup, ktorý neodhalí táto kontrola? A aké vlastnosti má chybný výstup pri tejto operácii? Chybný výstup nám v tomto prípade

vzniká pri drvení, a to v dôsledku zlého Ca sýtenia v pomletej surovine. V prvotnom procesnom nedostatku sme sa však zaoberali absenciou kontroly pred samotným drvením, čo vyústovalo do vzniku chybných výstupov pri drvení. Po investícii do Crossbelt analyzátor a jeho následnej implementácii, dosiahneme úplné odstránenie vzniku chybných výstupov pri drvení. To v preklade znamená, že nepresná kontrola vo forme vzorkovacej stanice už nepredstavuje procesný nedostatok. Avšak aj napriek tomu, že vzorkovacia stanica neposkytuje úplne presné informácie o stave procesu, tak si toto kontrolné miesto v procese ponecháme funkčné ako určitú poistku v prípade mimoriadneho výpadku alebo poruchy Crossbelt analyzátor.

Nedostatok: Pri vstupe do rotačnej pece nevieme výhrevnosť TAP palív

Nedostatok informácii ohľadne výhrevnosti TAP palív vstupujúcich do rotačnej pece je možné riešiť 2 spôsobmi, ktoré boli uvedené v predchádzajúcej kapitole. Pre čo najobjektívnejšie a najpresnejšie porovnanie týchto možností opäť použijeme hodnotiacu maticu. Pomocou nej je možné veľmi jednoducho a účinne určiť, ktorá z možností je vhodnejšia pre implementáciu do procesu.

V tejto hodnotiacej matici bude pozorovaných celkovo 5 kritérií:

- Flexibilita = vyjadruje pružnosť v procese po implementácii riešenia
- Náklady (Short-Term) = vplyv na náklady do 1 roka
- Náklady (Long-Term) = vplyv na náklady z dlhšieho časového hľadiska (viac ako 1 rok)
- Čas implementácie = čas potrebný na implementáciu riešenia
- Obtiažnosť implementácie = náročnosť zavedenia zmeny do procesu

Stupnica hodnôt, ktoré budú v matici priradované ku jednotlivým kritériám je identická s tou, ktorá bola použitá pri riešení chýbajúcej kontroly pri vstupe do drviča (1-5).

V hodnotiacej matici č.2 budeme porovnávať tieto 2 potenciálne riešenia:

Varianta 1 : Crossbelt analyzátor pre analýzu výhrevnosti TAP

Varianta 2 : Roztriedenie TAP podľa predpokladanej výhrevnosti

Tabuľka 7: Hodnotiaci matica č.2

Kritérium	Váha	Varianta 1	Varianta 2
Flexibilita	5	5	4
Náklady (Short-term)	3	1	4
Náklady (Long-term)	4	5	5
Čas implementácie	3	2	3
Obťažnosť implementácie	2	2	2
Celkové skóre		58	65

V hodnotiacej matici č.2 sme si za prioritné kritérium stanovili flexibilitu. Dôvod je prostý. V prípade, že systémy pracovníkom vo veľké signalizujú teplotu, ktorá nie je ideálna pre výpal slinku, potrebujeme aby títo pracovníci boli schopní okamžite riešiť vzniknutý problém. To je možné len v prípade, že je proces dostatočne flexibilný.

Po vyplnení matice a sčítaní bodov sme dospeli k záveru, že pre podnik je vhodnejšie implementovať Variantu 2, a teda zaviesť roztrieďovanie TAP podľa ich predpokladanej výhrevnosti. Zvolené riešenie je menej nákladné a jeho implementácia je časovo menej náročná. Výsledkom zavedenia tejto zmeny je odstránenie vzniku menej kvalitného slinku. Podnik teda môže obe silá plne využívať pre uskladňovanie slinku rovnakej kvality.

Nedostatok: Neefektívny pomer využitia palív

Pri riešení neefektívneho hospodárenia s palivami sme si v predchádzajúcej kapitole predstavili jedno možné riešenie tohto nedostatku. Pomer využitia jednotlivých palív vieme upravovať na rôzne hodnoty, avšak hodnoty, ktoré sa aktuálne aplikujú v konkurenčných cementárňach sa javia ako najideálnejšie. Nastavením pomeru využitia palív na 80-10-10 (TAP- Uhlie- Zemný plyn) dosiahneme značné zníženie nákladov spojených s palivovým hospodárstvom, a zároveň nijakým spôsobom nenarušíme plynulý chod procesu. Z ekonomického hľadiska sa preto proces stane omnoho viac efektívnejším.

Nedostatok: Nesprávne miešanie pomerov pri vstupe do cementovej mlynice

Pri riešení nedostatku zastaraných váh bolo predstavené len jedno riešenie. Konkrétne ide o avizovanú investíciu do nákupu nových, modernejších váh, ktoré vážia vstupné suroviny idúce do mlynice. Investíciou do tejto modernejšej technológie dosiahneme odstránenie vzniku akýchkoľvek chybných výstupov pri mletí cementu. Výsledným efektom však nebude len samotné odstránenie chybovosti výstupov, ale taktiež aj zníženie dodatočných nákladov vzniknutých pri tejto činnosti.

Nedostatok: Nízka kontrola po mletí cementu

Pri riešení nízkej frekvencie kontroly po mletí cementu vychádzajme z odpovedí na nasledujúce otázky:

Čo umožňuje nízka frekvencia kontroly?

Takáto frekvencia kontroly spôsobuje priechod chybného výstupu cez kontrolné miesto bez toho aby systém zaznamenal chybovosť suroviny. Vzniká teda akási ilúzia toho, že do cementových síl putuje kvalitný cement.

Aký je následok?

Priechodom väčšieho množstva chybnej suroviny do cementových síl nastáva situácia, kedy je zákazníkovi expedovaný cement nedostatočnej kvality. To musí podnik následne riešiť kompenzáciou vzniknutých škôd.

Pre riešenie problému s nízkou frekvenciou kontroly boli predstavené 2 riešenia, pričom obe vychádzajú zo zvýšenia samotnej frekvencie kontroly. Po zodpovedaní vyššie uvedených otázok však dospejeme k záveru, že síce problémom v procese je nízka frekvencia kontroly, avšak len preto, lebo jej frekvencia spôsobuje situáciu kedy je zákazníkovi expedovaný nekvalitný cement. Teraz si však položíme ešte jednu otázku:

Je nízka frekvencia kontroly problémom pokiaľ nám nevznikajú chybné výstupy?

Takto zadefinovaná frekvencia kontroly za predpokladu, že pri mletí cementu nevznikajú chybné výstupy je vhodná, a tým pádom už nehovoríme o procesnom nedostatku. Implementáciou nových váh na cementovej mlynici teda odstránime aj problém s nízkou frekvenciou kontroly po mletí cementu.

3.1.3. Limity a obmedzenia riešení

Implementáciu vybratých riešení bez úplného zastavenia výrobného procesu je v podniku možné vykonať počas 2 mesiacov v roku – december a január. Výroba v spoločnosti CEMMAC a.s. prebieha len 10 mesiacov, nakoľko zimné mesiace do výraznej miery zneprijemňujú výkon určitých aktivít, ako je napríklad ťažba suroviny v lomoch. Podniku sa v jednoduchosti neoplatí vyrábať cement 12 mesiacov v roku, pretože efektivita výroby by bola do výraznej miery negatívne poznačená. December a január sú v tomto prípade takzvané mesiace údržby, kedy sú intenzívne vykonávané opravy a kontroly zariadení/ strojov.

Zavádzanie zmien do týchto procesov so sebou nesie aj určité obmedzenia limity, ktoré by mohli narušiť alebo sťažiť ich zlepšenie:

1.) Problémy so samotnou implementáciou zmien

Vzhľadom k tomu, že implementácia zmien bude vykonávaná počas zimných mesiacov je potrebné brať v úvahu aj faktor počasia. Nepriaznivé meteorologické podmienky (sneženie a pod.) môžu signifikantne spomaliť a sťažiť implementáciu nových zariadení do procesov. V prípade, že by podnik nemal implementované zariadenia včas (do 1.februára) vznikol by pre firmu cementáreň obrovský problém. Začiatok výroby cementu by musel byť posunutý o dni/týždne, a keďže všetky silá sú po zime takmer prázdne, tak by mohlo dôjsť ku dočasnej neschopnosti dodávania cementu svojim odberateľom. Zjednodušene povedané: neschopnosť dodávania cementu = porušenie zmlúv s odberateľmi = odchod odberateľov ku konkurencii = zníženie ziskov podniku.

2.) Neskúsenosť personálu s obsluhou nových zariadení

Po implementácii zmien je z logického hľadiska jasné, že zamestnanci spoločnosti CEMMAC a.s. budú mať prakticky nulovú skúsenosť s prevádzkou nových zariadení, a budú účastní v situáciách, v ktorých doposiaľ neboli. Potreba rýchleho a správneho rozhodovania môže byť v tomto prípade do výraznej miery narušená, čo následne môže vyústiť do ľudského pochybenia, a tým pádom aj vzniku procesnej chyby. Pravdepodobnosť výskytu takejto udalosti je možné znížiť zabezpečením dostatočnej kvalifikácie personálu a jeho neustálym zaúčaním.

3.1.4. Sumár vybratých riešení

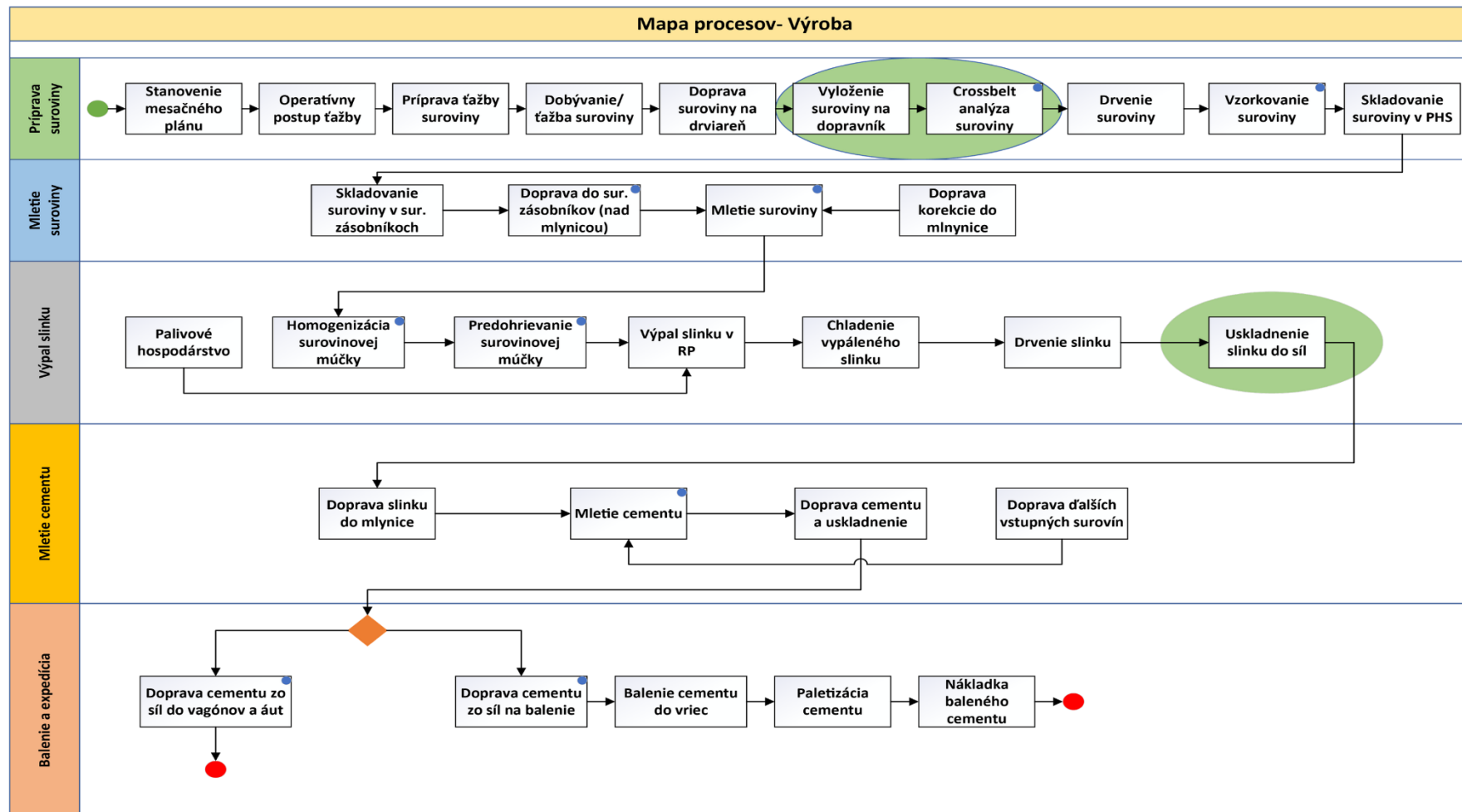
Po výbere najvhodnejších riešení pre odstránenie nedostatkov v procesoch je potrebné vypracovať sumár, respektíve určité zhrnutie toho, čo budeme v rámci zlepšovania procesov vykonávať. Nasledujúca tabuľka nám preto poskytne všeobecný prehľad zvolených riešení k prislúchajúcim nedostatkom, a zároveň nám odhalí čiastku celkových nákladov, ktoré budú spojené s vykonanými zmenami v procesoch.

Tabuľka 8: Prehľad riešení

Nedostatok	Zvolené riešenie	Náklady na riešenie (€)
Chýbajúca kontrola pri vstupe do drviča	Investícia do Crossbelt analyzátora	350 000
Nepresná kontrola po drvení	-	-
Pri vstupe do rotačnej pece nevieme TAP	Roztriedenie TAP podľa predpokladanej výhrevnosti	50 000
Neefektívny pomer využitia palív	Zmena pomeru využitia palív na oborové hodnoty	-
Nesprávne miešanie pomerov pred mletím	Investícia do modernejších váh na mlynici cementu	150 000
Nízka frekvencia kontroly po mletí cementu	-	-
		550 000

Ako je možné vidieť v tabuľke, celkovo sme zistili v analytickej časti 6 nedostatkov v procesoch, ktoré bolo možné nejakým spôsobom odstrániť. Po predstavení potenciálnych riešení a po ich následnom výbere sme sa rozhodli, že implementovať budeme celkovo len 4 riešenia. Výberom niektorých riešení sa nám totižto podarilo súčasne odstrániť až 2 nedostatky. Výsledkom toho bolo zistenie, že pri probléme s nepresnou kontrolou po drvení a pri probléme s nízkou frekvenciou kontroly po mletí cementu nie je potrebné aplikovať akúkoľvek zmenu. Implementácia vyššie uvedených 4 zmien v procesoch bude podnik celkovo stáť približne 550 000 €, pričom najväčšiu časť z tejto čiastky až 350 000 € tvorí investícia do Crossbelt analyzátora a jeho následná implementácia pred drvič.

3.1.1. Zmeny v procesoch po implementácii zmien



Obrázok 10: Procesná mapa po implementácii zmien
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Zavedenie vybraných zmien do procesov sa odzrkadlí aj v novom modeli procesnej mapy. V aktualizovanej verzii procesnej mapy môžeme badať tieto 2 zmeny:

1.) Vznik 2 nových činností v procese prípravy suroviny

V procese prípravy suroviny nám vzniknú 2 nové činnosti, a to: vyloženie suroviny na dopravník a Crossbelt analýza suroviny. V pôvodnom modeli sa surovina z lomu dopravila na drviareň, kde s ňou obsluha operatívne pracovala a podľa potreby ju umiestňovala do drviča. Po implementácii Crossbelt analyzátora a nového pásového dopravníka bude surovina dopravená na drviareň, následne vyložená na pásový dopravník odkiaľ bude putovať smerom do drviča. Na pásovom dopravníku pred drvičom bude umiestnený Crossbelt analyzátor, kde bude dochádzať k výkonu druhej činnosti, a teda ku analyzovaniu sýtenia suroviny. Výsledky analýzy bude mať k dispozícii obsluha drviča a operátori vo velíne.

2.) Zmena v uskladňovaní slinku v procese výpalu slinku

Pri pôvodnom modeli procesnej mapy sme uskladňovanie slinku rozdeľovali na 2 osobitné činnosti: uskladňovanie slinku do sila č.1 a uskladňovanie slinku do sila č.2. Príčinou tohto rozdelenia bola vysoká miera chybovosti výstupov pri výpale slinku. Tým, že nám pri výpale vznikali slinok s výrazne odlišnou kvalitou a odlišnými vlastnosťami, vznikala zároveň aj potreba od seba tieto dve skupiny slinku oddeľovať. Avšak po vyriešení problému so vznikom chybných výstupov pri výpale slinku nám bude vznikať už len 1 druh slinku. Kvalita a vlastnosti tohto slinku budú totožné, a teda nebude potreba slinok špecificky rozdeľovať do jednotlivých síl. V novom modeli procesnej mapy sa preto bude nachádzať už len 1 činnosť – uskladňovanie slinku do síl.

3.2 CONTROL

Cieľom poslednej fáze zlepšovateľského cyklu DMAIC bude kvantifikované pozorovanie procesov po implementácii zmien. Pozorovať budeme najmä to, či sa nám prostredníctvom zavedenia zmien v procesoch podarilo dosiahnuť ciele, ktoré sme si zadefinovali vo fáze DEFINE. Súčasťou tejto fázy budú grafy a tabuľky, prostredníctvom ktorých budeme porovnávať pôvodný stav procesov s tým aktuálnym.

3.2.1. Monitorovanie súčasného stavu chybovosti výstupov

Vo fáze DEFINE sme si pri atribúte chybovosti výstupov zadefinovali cieľ vo forme úplného odstránenia vzniku chybných výstupov, prípadne pokiaľ nie je možné dosiahnuť úplne odstránenie vzniku chybných výstupov, tak je cieľom dosiahnutie zanedbateľných hodnôt takýchto výstupov ($X < 1\%$). V nasledujúcej tabuľke sa preto pozrieme na porovnanie chybovosti výstupov a nákladov s nimi spätých pred a po aplikovaní zmien v procesoch.

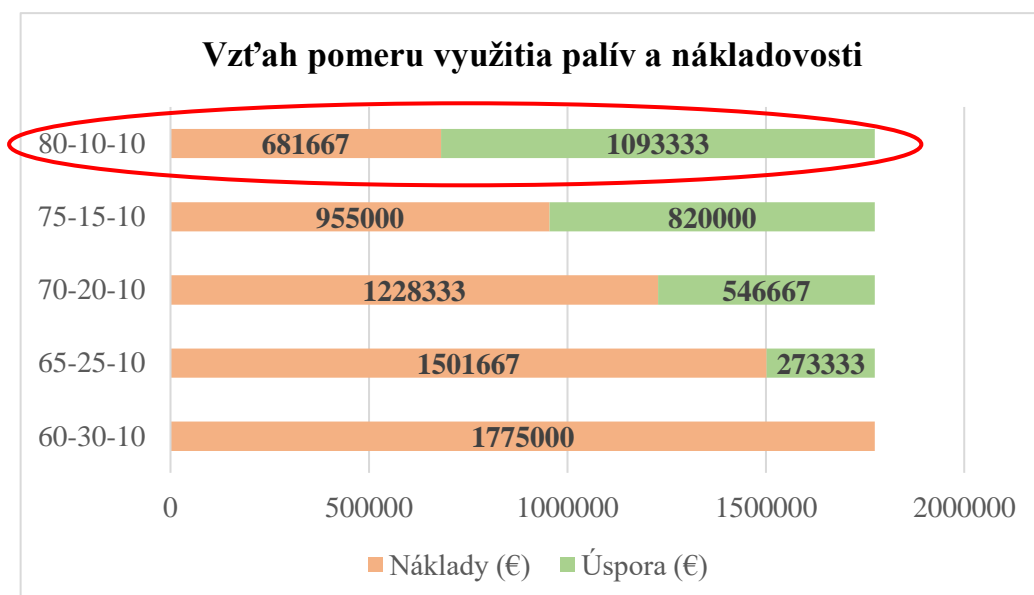
Tabuľka 9: Pozorovanie chybovosti výstupov

Činnosť	Ročný objem (t)	Pôvodný stav		Súčasný stav	
		Chybné výstupy (%)	Náklady na chybné výstupy (€)	Chybné výstupy (%)	Náklady na chybné výstupy (€)
Drvenie suroviny	500 000	2	200 000	0	-
Mletie suroviny v obehovej mlynici	594 000	6	700 000	0	-
Výpal slinku v rotačnej peci	370 000	20	1 000 000	0	-
Mletie cementu v cementovej mlynici	650 000	0,005	1917,5	0	-
Expedovanie cementu	600 000	0,1	600 000	0	-
			2 501 918		-

Interpretácia výsledkov: Pokiaľ pri pozorovaní súčasného stavu procesov budeme vychádzať z predpokladu, že pri výkone jednotlivých činností nebude dochádzať k hrubému pochybeniu ľudského faktora, tak môžeme zhodnotiť, že pri všetkých 5 činnostiach bol úplne odstránený vznik chybných výstupov. Pri aktuálnych podmienkach, a teda pri súčasnom ročnom objeme pri činnostiach, a pri súčasných trhových cenách vieme odstránením vzniku chybných výstupov zredukovať s nimi spojené náklady až o 100%. V peňažne vyjadrených jednotkách hovoríme o čiastke **2 501 918 €**.

3.2.2. Monitorovanie súčasného stavu palivového hospodárstva

Pred implementáciou zvoleného riešenia sa činnosť palivového hospodárstva nevykonávala dostatočne efektívne. Dôkazom toho boli vysoké náklady spojené s výkonom tejto činnosti. Príčinou nízkej nákladovej efektivity palivového hospodárstva bol nevhodne nastavený pomer využitia 3 dostupných palív používaných pre výhrev rotačnej pece. V pôvodnom procesnom stave bol aplikovaný pomer 60-30-10 (TAP-Uhlie-Zemný plyn), z čoho podniku vznikali náklady až vo výške 1 775 000 €. Pre zvýšenie finančnej efektivity sme sa preto rozhodli aplikovať zmenu pomeru využitia palív na 80-10-10. Takto zadaný pomer vzhľadom k vysokej cene uhlia zabezpečí výraznejšie zníženie nákladov spojených s palivovým hospodárstvom.



Obrázok 11: Vzťah pomeru využitia palív a nákladov
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Interpretácia výsledkov: Pokiaľ pri výpočtoch berieme v úvahu aktuálnu trhovú cenu uhlia (90 €/t) a zemného plynu (25 €/m³), tak pri každom znížení využitia uhlia o 5% a súčasnom navýšení využitia TAP o 5% dosiahneme zníženie vzniknutých nákladov o 273 333 € (vid'. Obrázok 8). Po nastavení pomeru využitia palív na 80-10-10 preto docielime zníženie nákladov palivového hospodárstva až o **1 093 333 €**, a teda v súčasnom procesnom nastavení by palivové hospodárstvo generovalo náklady vo výške **681 667 €**. V percentuálnom ponímaní v tomto prípade hovoríme o poklese nákladov činnosti o **61,6 %**. Zníženie nákladov palivového hospodárstva bude v ďalšej kapitole zahrnuté aj pri výpočtoch celkových nákladov po aplikovaní všetkých procesných zmien.

3.2.3. Monitorovanie súčasného stavu nákladov

Po badateľnom odstránení vzniku chybných výstupov pri jednotlivých činnostiach a po zvýšení efektivity palivového hospodárstva sa nám logicky tieto zmeny odzrkadlia aj na výške celkových nákladov. Pri pozorovaní celkových nákladov je opäť nutné vychádzať zo základného predpokladu, a teda, že všetky trhové ceny materiálov, palív a tovaru budú identické ako pri prvotnom pozorovaní.

Tabuľka 10: Stav celkových nákladov po aplikovaní zmien

		Číselné vyjadrenie nákladov (€)		
Výrobné náklady	Príprava suroviny	1 607 050	19 714 750	29 836 750
	Mletie suroviny	3 396 620		
	Výpal slinku	5 240 487		
	Mletie cementu	8 557 693		
	Expedícia a balenie	912 900		
Nevýrobné náklady	Reklamácie od zákazníkov	0	10 122 000	
	Ostatné nevýrobné náklady	10 122 000		

Interpretácia výsledkov: Pred samotným procesným zlepšením boli podnikové náklady rovné hodnote 33 432 000 €. Po implementácii zmien je možné pozorovať výraznejšie zníženie celkových nákladov až o **3 595 250 €**. Pri totožných trhových cenách a za súčasného procesného stavu by teda podnikové náklady boli v hodnote **29 836 750 €**. Takýto pokles sa podarilo dosiahnuť najmä výrazným znížením výrobných nákladov o **2 995 250 €**. Zlepšením výrobných procesov sme súčasne dosiahli aj pokles nákladov na strane nevýrobných procesov, konkrétne pri položke „Reklamácie od zákazníkov“ vo výške **600 000 €**.

Druhým a zároveň najdôležitejším pozorovaným atribútom pri sledovaní podnikových nákladov po implementácii zmien budú náklady, potrebné na výrobu 1 tony cementu. Pri tomto atribúte sme si v prvotnej fáze zlepšovateľského cyklu DEFINE zadefinovali s ním späť cieľ. Cieľom bolo dosiahnutie zníženia nákladov potrebných na výrobu 1 tony cementu minimálne o 5,72 €/t, a teda na hodnotu rovnú alebo nižšiu 50 €/t cementu. K vyjadreniu tohto atribútu opäť použijeme rovnaký výpočet, čiže celkové náklady vydelíme ročným objemom výroby, ktorý je aktuálne 600 000 ton. V nasledujúcej

tabuľke budeme porovnávať pôvodný stav sledovaného atribútu s tým súčasným za účelom zistenia, či bol tento cieľ dosiahnutý.

Tabuľka 11: Porovnanie- náklady na výrobu 1t cementu

	Pôvodný stav	Súčasný stav
	Hodnota (€)	Hodnota (€)
Výrobné náklady na 1t cementu	37,85	32,86
Nevýrobné náklady na 1t cementu	17,87	16,87
Celkové náklady na 1t cementu	55,72	49,73
Cena za 1t cementu	59	59
Zisk na 1t cementu	3,28	9,27

Interpretácia výsledkov: Prepočítaním celkových nákladov sme prišli k záveru, že pri súčasnej produkcii cementu, čiže pri 600 000 tonách ročne, vieme implementovaním procesných zmien dosiahnuť pokles v sledovanom atribúte až o **5,99 €/t**, na súčasnú hodnotu **49,73 €/t**. Keďže náš zadaný cieľ obsahoval čiastku 50 €/t, tak môžeme zhodnotiť, že aj druhý kvantifikovaný cieľ tejto práce sa podarilo úspešne dosiahnuť.

3.2.4. Zhodnotenie návrhovej časti práce

Cieľom návrhovej časti tejto práce bolo reagovať na nedostatky, ktoré boli odhalené v analytickej časti a vybrať vhodné riešenia zabezpečujúce dosiahnutie predom zadaných kvantifikovaných cieľov.

V 4.fáze zlepšovateľského cyklu DMAIC - IMPROVE bolo predstavených hneď niekoľko možných riešení, ktoré bolo možné aplikovať k vyriešeniu nedostatkov v procesoch. Prostredníctvom hodnotiacich matíc a logických úvah boli vybrané 4 riešenia vedúce k odstráneniu všetkých 6 procesných nedostatkov. Po implementácii vybraných riešení sme vzápätí zaevidovali 2 zmeny v procesnej mape, ktoré však vo výraznejšej miere neovplyvňujú priebeh celkového výrobného procesu.

V poslednej fáze zlepšovateľského cyklu - CONTROL bolo cieľom overenie účinnosti vybraných riešení, a zároveň zistenie úrovne dosiahnutia kvantifikovaných cieľov. Po predstavení súčasného stavu procesov a po porovnaní s ich pôvodným stavom sme dospeli k záveru, že aplikovaním vybraných riešení dochádza k zníženiu celkových

nákladov podniku až o **3 595 250 €**. Pokles celkových nákladov sa zároveň odrazil aj na výške nákladov spojených s výrobou 1 tony cementu. Tu sme zaznamenali pokles až o **5,99 €/t** na aktuálnu hodnotu **49,73 €/t**. Druhým pozorovaným atribútom bola miera, s akou v procesoch vznikali chybné výstupy. Po sledovaní súčasného stavu sme dospeli k záveru, že v procesoch by za aktuálnych okolností nemali vznikať akékoľvek chybné výstupy. Vo fáze CONTROL sa nám podarilo učiniť zistenie, že oba kvantifikované ciele z fáze DEFINE boli úspešne dosiahnuté.

ZÁVER

Cieľom bakalárskej práce bolo dosiahnutie vyššej efektivity výrobných procesov v cementárni CEMMAC a.s. Pri zvyšovaní efektivity výrobných procesov sme pozorovali 2 atribúty: miera chybovosti výstupov pri jednotlivých činnostiach a náklady potrebné na výrobu 1 tony cementu. Pre oba atribúty boli zadané kvantifikované ciele zlepšovania. Pri chybovosti výstupov bolo cieľom ich úplné odstránenie, prípadne dosiahnutie zanedbateľných hodnôt ($X < 1\%$). Pri nákladoch potrebných na výrobu 1 tony cementu bolo cieľom dosiahnutie hodnoty 50 €/t.

V analytickej časti práce bolo prostredníctvom niekoľkých nástrojov používaných pri aplikácii metodiky zlepšovania podnikových procesov Lean Six Sigma, že výrobné procesy tvoria drvivú väčšinu podnikových nákladov, a práve tieto procesy spôsobujú zníženú efektivitu podnikovej prevádzky. Detailnejšou analýzou výrobných procesov bolo odhalené v 5 výrobných procesoch až 6 procesných nedostatkov vedúcich k výraznému zvyšovaniu podnikových nákladov. Po zistení príčin ich vzniku bolo v návrhovej časti práce predstavených hneď niekoľko potenciálnych riešení, ktoré mali viesť k ich eliminácii. Pomocou logických úvah a aplikovaním rozhodovacej matice boli navrhnuté nasledujúce riešenia: investícia a zavedenie Crossbelt analyzátora pred drvením suroviny; zmena pomeru využitia palív pri palivovom hospodárstve; zavedenie triedenia TAP na základe výhrevnosti; investícia a zavedenie modernejších váh na cementovej mlynici.

Po implementácii zmien a po následnom monitorovaní výrobných procesov bolo zistené, že činnosti v takto nastavených procesoch negenerujú chybné výstupy, čo vedie k dodatočnému zníženiu nákladov až o 5,99 €/t. Po zavedení spomínaných opatrení by náklady na výrobu 1 tony cementu boli vo výške 49,73 €. Preto platí, že oba kvantifikované ciele bakalárskej práce boli úspešne dosiahnuté - výrobné procesy v podniku po zavedení zmien vykazujú omnoho vyššiu efektivitu.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- (1) SVOZILOVÁ, ALENA. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.
- (2) LIKER, JEFFREY K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7
- (3) HAMMER, MICHAEL, LISA W. HERSHMAN a HANA ŠKAPOVÁ. *Rychleji, levněji, lépe: devět faktorů účinné transformace podnikových procesů*. Praha: Management Press, 2013. ISBN 978-80-7261-253-6.
- (4) GRASSEOVÁ, MONIKA, RADEK DUBEC a ROMAN HORÁK. *Procesní řízení ve veřejném sektoru: teoretická východiska a praktické příklady*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1987-7.
- (5) BOUTROS, TRISTAN a JENNIFER CARDELLA. *The Basics of Process Improvement*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2016. ISBN 1498719880.
- (6) VANZANT STERN, TERRA. *Leaner Six Sigma: making Lean Six Sigma easier and adaptable to current workplaces*. London: Routledge, 2019. ISBN 9781138387928.
- (7) ŘEPA, VÁCLAV. *Procesně řízená organizace*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4128-4
- (8) JUROVÁ, MARIE. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 2013. ISBN 978-80-265-0059-9.
- (9) ŘEPA, VÁCLAV. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1281-4.
- (10) FIŠER, ROMAN. *Procesní řízení pro manažery: jak zařídit, aby lidé věděli, chtěli, uměli i mohli*. Praha: Grada, 2014, 1 portrét. ISBN 978-80-247-5038-5.
- (11) MAKOVEC, JAROMÍR. *Organizace a plánování výroby*. Praha: VŠE, 1996. ISBN 80-7079-171-3.
- (12) Výroba a výrobný proces. EuroEkonom.sk [online]. 4.12.2008 [cit. 2022-03-16]. Dostupné z: <https://www.euroekonom.sk/ekonomika/podnikova-ekonomika/vyroba/>
- (13) MARTINS, JULIA. 7 quick and easy steps to creating a decision matrix, with examples. Asana [online]. 29.4.2021 [cit. 2022-03-16]. Dostupné z: <https://asana.com/resources/decision-matrix-examples>

- (14) KEŘKOVSKÝ, MILOSLAV. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009. ISBN 978-80-7400-119-2.
- (15) Efektivnost, produktivita (Efficiency). In: ManagementMania [online]. Wilmington (DE), 2012, 02.11.2016 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/efektivnost>

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1: Schéma procesu	12
Obrázok 2: Rozdelenie procesov	14
Obrázok 3: DMAIC	23
Obrázok 4: Logo spoločnosti CEMMAC a.s.....	27
Obrázok 5: Organizačná štruktúra podniku	30
Obrázok 6: Prehľad procesov v podniku	31
Obrázok 7: Mapa hlavných procesov vo výrobe	33
Obrázok 8: Porovnanie palivového hospodárstva s konkurenciou	42
Obrázok 9: Rozdelenie TAP do sekcií.....	51
Obrázok 10: Procesná mapa po implementácii zmien.....	60
Obrázok 11: Vzťah pomeru využitia palív a nákladov	63

ZOZNAM TABULIEK

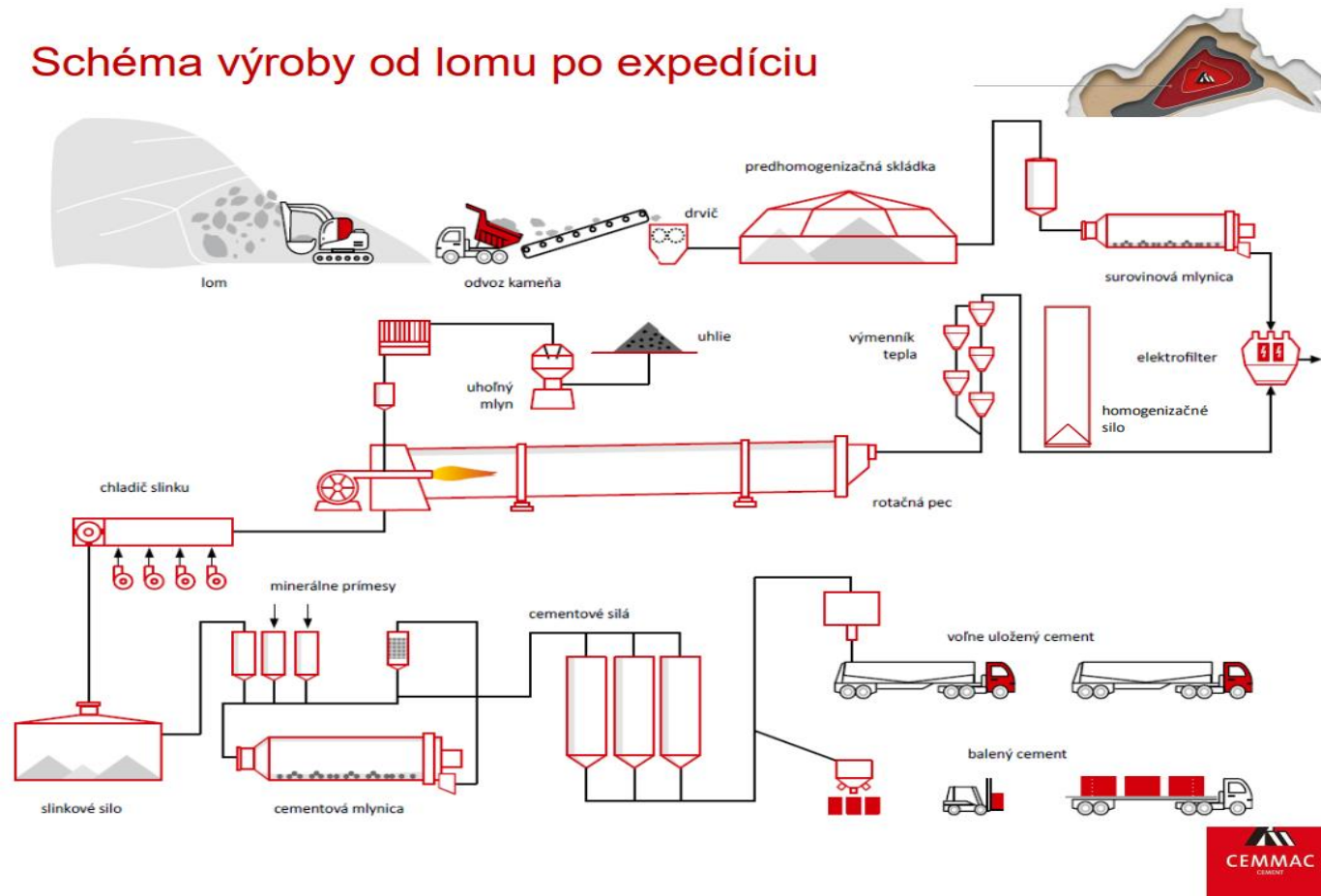
Tabuľka 1: Rozbor nákladov (2021).....	39
Tabuľka 2: Náklady na 1 tonu cementu.....	40
Tabuľka 3: Analýza chybných výstupov	40
Tabuľka 4: Analýza palivového hospodárstva.....	42
Tabuľka 5: Stupnica hodnôt priradených k variantom.....	53
Tabuľka 6: Hodnotiaca matica č.1	54
Tabuľka 7: Hodnotiaca matica č.2	56
Tabuľka 8: Prehľad riešení	59
Tabuľka 9: Pozorovanie chybovosti výstupov	62
Tabuľka 11: Stav celkových nákladov po aplikovaní zmien.....	64
Tabuľka 12: Porovnanie- náklady na výrobu 1t cementu.....	65

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1: Schéma výroba	73
--------------------------------	----

PRÍLOHY

Schéma výroby od lomu po expedíciu



Príloha 1: Schéma výroba