

Projekt zefektívnení výrobního procesu vybraného pracoviště firmy Cemmac a. s.

Dušan Maschtovský

Diplomová Práce
2011/2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Dušan MASCHTOVSKÝ**
Osobní číslo: **M10859**
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**

Téma práce: **Projekt zefektivnění výrobního procesu vybraného pracoviště firmy Cemmac a. s.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši vztahující se k problematice optimalizace výrobního procesu jako východisko pro zpracování projektové části.

II. Praktická část

- Analyzujte výrobní proces ve firmě Cemmac a. s. a formulujte jeho hlavní nedostatky.
- Spracujte projekt zefektivnění výrobního procesu vybraného pracoviště.
- Zhodnoťte přínosy zaměření projektu.

Závěr

Rozsah diplomové práce: cca 70 stran
Rozsah příloh:
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

JOHNSON, G., SCHOLLES, K. Cesty k úspěšnému podniku. Praha: Computer Press, 2000. 803 s. ISBN 80-7226-220-3.
KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M. a kol. Jak zvyšovat produktivitu firmy. Žilina: inForm, 2002. ISBN 80-968583-1-9.
KOŠTURIÁK, J. a FROLÍK, Z. Štíhly a inovativny podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. 240 s. ISBN 80-247-0199-5.
LIKER, J. The Toyota way: 14 management principles from the world. New York : McGraw-Hill, 2007. 330 s. ISBN 0-07-139231-9.
MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. Nové cesty k vyšší produktivitě. Liberec: IPI, 2000. 311 s. ISBN 80-7226-220-3.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Dobroslav Němec
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: 18. června 2012
Termín odevzdání diplomové práce: 13. srpna 2012

Ve Zlíně dne 18. června 2012

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka



prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- Odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²;
- podle § 60³ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

¹ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

- (1) Vysoká škola nevydělčně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledků obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
- (2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpis, opisy nebo rozmnoženiny.
- (3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

² zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

- (3) Do práva autorského také nezahrnuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užívá-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

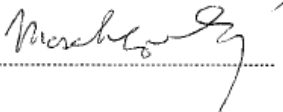
- (1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odprá-H autor takového díla udělit svolení bez vádného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a použité informační zdroje jsem citoval;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 13. 8. 2012


.....

⁴ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

- (2) Nem-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Témou diplomovej práce je zefektívnenie procesu vybraného pracoviska cementárne Cemmac a. s. Cieľom práce je zefektívniť proces chladenia slinku, ktorý sa nachádza na linke rotačnej pece a predstavuje úzke miesto výrobného procesu podniku a zároveň je cieľom znížiť spotrebu energií na linke rotačnej pece.

Ako podklad pre spracovanie projektu slúži teoretická časť tejto práce, v ktorej sú uvedené metódy a nástroje slúžiace pre analýzu, zhodnotenie súčasného stavu a pre následnú optimalizáciu procesu.

Praktická časť sa začína krátkym predstavením spoločnosti. Nasleduje analýza spoločnosti a identifikovanie úzkeho miesta výrobného procesu. V projektovej časti sú následne popísané jednotlivé kroky projektu, ktoré viedli k dosiahnutiu požadovaného výkonu a splnenia zadaných cieľov.

Kľúčové slová: výkon, spotreba energií, úzke miesto, účinnosť procesu, projektové riadenie

ABSTRACT

The topic of given diploma thesis is to achieve streamlined process of selected workplace in cement plant Cemmac a. s.. The goal is to make the clinker cooling process, part of a kiln line, more efficient. Process of clinker cooling represents bottleneck in the manufacturing process in the company. Additional objective is to reduce energy consumption on the kiln line.

Theoretical part of the thesis creates the groundwork of the project by describing methods and tools designed for the analysis of the company in order to evaluate its current state and suggest further optimizing of the processes.

The analysis is opened by the introduction of the company, followed by its analysis and identification of bottleneck in manufacturing process. The project describes every step taken in order to achieve required performance and to fulfill set objectives.

Keywords: performance, energy consumption, bottleneck, process efficiency, project management

Na tom to mieste by som rád poďakoval vedúcemu diplomovej práce, pánovi Ing. Dobroslavovi Nemcovi za odborné vedenie, cenné rady a pripomienky, ktoré boli pri spracovávaní diplomovej práce veľkým prínosom.

Ďalej ďakujem všetkým pracovníkom spoločnosti Cemmac a. s. Horné Srnie za pomoc a spoluprácu. Menovite Ing. Martinovi Hrobárovi za jeho rady a pomoc a môjmu otcovi za jeho rady, pomoc a čas ktorý mi venoval pri písaní práce.

Zvláštne poďakovanie patrí mojej rodine za prejavenu trpezlivosť a podporu.

Ako môžeme pamätať na svoju nevedomosť, bez ktorej nemôžeme rásť, keď svoje znalosti neustále používame? [Henry David Thoreau]

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČASŤ	12
1 PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO	13
1.1 HISTÓRIA PRIEMYSELNÉHO INŽINIERSTVA	13
1.2 METÓDY A NÁSTROJE PRIEMYSELNÉHO INŽINIERSTVA	14
1.2.1 Klasické priemyselné inžinierstvo.....	15
1.2.2 Programy moderného priemyselného inžinierstva	16
1.2.3 Plytvanie.....	17
2 PRODUKTIVITA	18
2.1 MIERY PRODUKTIVITY	19
3 SWOT ANALÝZA	21
3.1 POSTUP TVORBY SWOT	21
3.2 ZÁSADY TVORBY SWOT ANALÝZY.....	22
4 THEORY OF CONSTRAINTS – TOC	23
4.1 CIELE PODNIKU A ICH MERANIE	23
4.2 SYSTEM ZLEPŠOVANIA TOC.....	24
4.2.1 DBR – Drum Buffer Rope	25
5 DMAIC – DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL	26
5.1 FÁZA DEFINOVANIA PROJEKTU	26
5.1.1 SIPOC diagram	27
5.2 FÁZA MERANIA.....	28
5.2.1 Histogram	28
5.3 FÁZA ANALÝZY	29
5.3.1 Ishikawa diagram	30
5.4 FÁZA ZLEPŠOVANIA.....	31
5.4.1 Brainstorming.....	31
5.5 FÁZA RIADENIA A KONTROLY	33
5.5.1 Štandardizácia procesov	33
5.5.2 Zmenové riadenie.....	34
II PRAKTICKÁ ČASŤ	36
6 SPOLOČNOSŤ CEMMAC A. S.	37

6.1	ZÁKLADNÉ USTANOVENIA	37
6.2	PODNIKATELSKÁ ČINNOSŤ	37
6.3	PRÁVNE A HOSPODÁRSKE POSTAVENIE SPOLOČNOSTI.....	38
6.4	HISTÓRIA SPOLEČNOSTI	38
6.5	PODNIKATELSKÉ AKTIVITY	40
6.6	PREHĽAD AKCIONÁROV	41
6.7	ORGANIZAČNÁ ŠTRUKTÚRA.....	42
6.8	ODBERATELIA PODNIKU CEMMAC A. S.	42
6.9	ANALÝZA KONKURENCIE.....	44
6.10	SWOT ANALÝZA SPOLOČNOSTI CEMMAC A. S.	45
6.11	TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY	45
6.11.1	Ťažba surovín v lome	45
6.11.2	Doprava a vyklápanie surovín.....	46
6.11.3	Drvenie surovín	47
6.11.4	Mletie podrvenej suroviny.....	48
6.11.5	Homogenizácia suroviny v sile	49
6.11.6	Výpal slinku na rotačnej peci a jeho chladenie	50
6.11.7	Mletie cementu	52
6.11.8	Expedícia cementu	53
6.12	ÚZKE MIESTO VO VÝROBNOM PROCESSE PODNIKU CEMMAC A.S.	54
7	LINKA ROTAČNEJ PECE	56
7.1	ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE O LINKE	56
7.2	TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY NA LINKE	57
7.2.1	Homogenizácia surovinovej múčky	57
7.2.2	Mlynica uhlia.....	58
7.2.3	Doprava a dávkovanie uhlia do RP	59
7.2.4	Výpal slinku na RP.....	60
7.2.5	Chladenie a drvenie slinku	63
7.3	PROCES CHLADENIA SLINKU	65
7.3.1	Lay out chladiča slinku.....	67
7.4	ZHRNUTIE VÝSLEDKOV ANALÝZY	68
8	ZADANIE A DEFINOVANIE PROJEKTU.....	69
8.1	ZADÁVACÍ LIST PROJEKTU	69
8.2	ČASOVÝ HARMONOGRAM PROJEKTU	70
8.3	SIPOC DIAGRAM CHLADENIA SLINKU	71
8.4	NÁKLADY NA PREVÁDZKU CHLADIČA SLINKU A POTENCIÁLNE ÚSPORY	72
8.5	SÚČASNÉ TECHNOLOGICKÉ MÔŽNOSTI ZEFEKTÍVNENIA PROCESU CHLADENIA SLINKU	72
9	MERANIE PARAMETROV PROCESU CHLADENIA SLINKU.....	74

9.1	SPOTREBA PALÍV NA VÝROBU SLINKU	76
9.2	TEPLOTA SLINKU	77
9.3	TEPLOTA TERCIÁRNEHO VZDUCHU	78
9.4	TEPLOTA ODPADNÉHO VZDUCHU.....	78
9.5	SPOTREBA ELEKTRICKEJ ENERGIE V PROCESSE CHLADENIA SLINKU	79
9.6	ÚČINNOSŤ ROŠTOVÉHO CHLADIČA	79
10	ANALÝZA STAVU CHLADIČA SLINKU.....	81
10.1	PROBLÉMOVÉ OBLASTI PROCESU CHLADENIA SLINKU.....	81
10.2	NEGATÍVNE VPLYVY CHLADIČA.....	81
10.3	PLYTVANIE V PROCESSE CHLADENIA SLINKU.....	82
10.4	PRÍČINY VZNIKNUTÝCH PROBLÉMOV V PROCESSE CHLADENIA SLINKU.....	82
11	FÁZA ZLEPŠENIA PROCESU CHLADENIA SLINKU.....	85
11.1	NÁVRHY NA ZLEPŠENIE PROCESU A VYHODNOTENIE PONÚK.....	85
11.2	POPIS VYBRANÉHO RIEŠENIA	87
11.3	NÁKLADY NA REKONŠTRUKCIU	89
11.3.1	Predpokladaná návratnosť investície.....	90
11.4	REALIZÁCIA ZLEPŠENIA	91
11.4.1	Zrekonštruovaný chladič slinku	95
12	RIADENIE A KONTROLA ZLEPŠENÉHO PROCESU CHLADENIA SLINKU.....	97
12.1	ANALÝZA ÚDAJOV PO ZLEPŠENÍ.....	97
12.1.1	Spotreba elektrickej energie	98
12.1.2	Spotreba palív na linke rotačnej pece.....	98
12.1.3	Účinnosť procesu chladenia slinku	99
12.2	ZMENY V PROCESSE CHLADENIA SLINKU	100
12.3	NÁVRATNOSŤ INVESTÍCIE	101
12.4	PRÍNOSY REALIZOVANÉHO ZLEPŠENIA	102
12.5	VYHODNOTENIE CIEĽOV PROJEKTU	104
12.6	RIZIKÁ PROCESU CHLADENIA.....	104
12.7	NEUSTÁLE ZLEPŠOVANIE	105
	ZÁVER	106
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	108
	ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	111
	ZOZNAM OBRÁZKOV	113
	ZOZNAM TABULIEK	115
	ZOZNAM PRÍLOH.....	116

ÚVOD

Svet sa neustále mení. Paradigmá, ktoré sa považovali za niečo nemené sú preč. Dodávateľia nemajú takú moc ako v minulosti a prispôsobujú sa požiadavkam zákazníka. Zákazník v obchodnom svete určuje smer vývoja. Uspokojenie zákazníka patrí medzi najvyššie priority podnikov. Ale nie je to primárny cieľ firiem. Primárnym cieľom podniku je zarábať peniaze. Bez splnenia tohto cieľa nemôžeme uspokojovať zákazníkov a ponúkať im tie najvyššie služby. Preto treba zabezpečiť aby bol podnik ziskový.

Generovanie zisku v súčasnej dobe, keď na trhoch prevláda kríza sa pre niektoré podniky môže zdať ako nedosiahnuteľný cieľ. Zvyšovaním tržieb a znižovaním nákladov sú dva spôsoby ako vytvoriť ziskovú spoločnosť. Tržby môžeme zvyšovať neustálym zlepšovaním v plnení požiadaviek zákazníka. Pre oblasť znižovania nákladov je treba vytvoriť štíhlu organizáciu. Štíhla výroba a štíhla administratíva sú smerom, ako sa podniky môžu stať efektívnymi organizáciami s nízkymi nákladami na výrobu a vysokými tržbami. Ďalším spôsobom ako navýšiť tržby a znížiť náklady v podniku sú investície. Dôležitým ukazateľom pri rozhodovaní sa o investícii je jej návratnosť. Správnym investovaním vo výrobe podniku sa môže v krátkom časovom horizonte dosiahnuť obrovské zlepšenie či už na strane tržieb alebo znižovania nákladov. Pre firmu ktorá sa rozhodne investovať je hlavne potrebné aby fáza analýzy bola čo najdôkladnejšia a určila presné príčiny problémov. Následne zlepšenia musia byť rýchlo implementované a musia sa odstrániť presne definované príčiny problémov. Ďalej treba pokračovať v neustálom zlepšovaní nového procesu a zvyšovať výkonnosť podniku.

V teoretickej časti práce je vypracovaná literárna rešerš, v ktorej sú zhrnuté a popísané metodiky a nástroje potrebné pre analýzu a následnú optimalizáciu procesov. Slúži ako podklad pre projekt uskutočnený v podniku Cemmac a. s. Horné Srnie.

Praktická časť je rozdelená na analytickú a projektovú časť. Analytická časť sa venuje spoločnosti Cemmac a. s. jej stručnej charakteristike a analýze výrobného procesu podniku. Analýza odhalila úzke miesto výrobného procesu na linke rotačnej pece, ktorým je proces chladenia slinku. Na základe analýzy bol stanovený projekt, ktorý má za cieľ zefektívniť proces chladenia slinku a znížiť energetickú náročnosť linky rotačnej pece.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO

Priemyselné inžinierstvo je mladý multidisciplinárny obor, ktorý rieši potreby podnikov v oblasti moderného priemyselného manažmentu. Kombinuje technické znalosti inžinierskych oborov s poznatkami z podnikového riadenia a s ich pomocou racionalizuje, optimalizuje a zefektívňuje výrobné a nevýrobné procesy v podniku.

Zaoberá sa metodológiou projektovania, plánovania, zavádzania a zlepšovania priemyslových procesov a implementačnou schopnosťou v oblasti inovácii s cieľom zaistiť ich vysokú efektivitu a konkurencieschopnosť. Priemyselné inžinierstvo sa dá chápať ako hľadanie cesty ako jednoduchšie, kvalitnejšie, rýchlejšie a lacnejšie vykonávať a riadiť podnikové procesy. (API, 2005 – 2012)

1.1 História priemyselného inžinierstva

Za prvopočiatok štíhlej výroby sa môže považovať Eli Whitney, ktorý sa preslávil ako vynálezca stroja na spracovanie bavlny, ktorý uviedol do prevádzky v roku 1799. Vďaka tomu stroju dostal kontrakt na výrobu 10000 mušket pre americkú armádu za neobyčajne nízku cenu 13,40 USD. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, str. 30)

Titul “Otec priemyselného inžinierstva” si zaslúži F.W. Taylor. Na prelome 19. a 20. storočia sa pri zvyšovaní produktivity práce zameril na jej premyslenú organizáciu. Taylor použil na ľudskú prácu exaktné metódy pomocou ktorých prácu usporiadal do najmenších podrobností aby bola maximálne efektívna a aby sa práca dala skutočne riadiť. (Mašín a Vytlačil, 2000, str. 87)



Obr. 1 F.W.Taylor (Bio.TRUE STORY, 2012)

Ďalšími významnými postavami boli manželia Frank a Lilian Gilbrethovi, ktorý obohatili obor priemyselného inžinierstva o techniku pohybových štúdií. Základným princípom pohybových štúdií je overená skutočnosť, že všetky manuálne činnosti predstavujú kombináciu obmedzeného počtu 17 základných pohybov tzv. therbligov.

Obdobie pásovej výroby v automobilovom priemysle priniesol Henry Ford. Jeho nová výrobná stratégia ochromila konkurenciu. Jeho auto model T sa stalo známe po celom svete. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, str. 30)

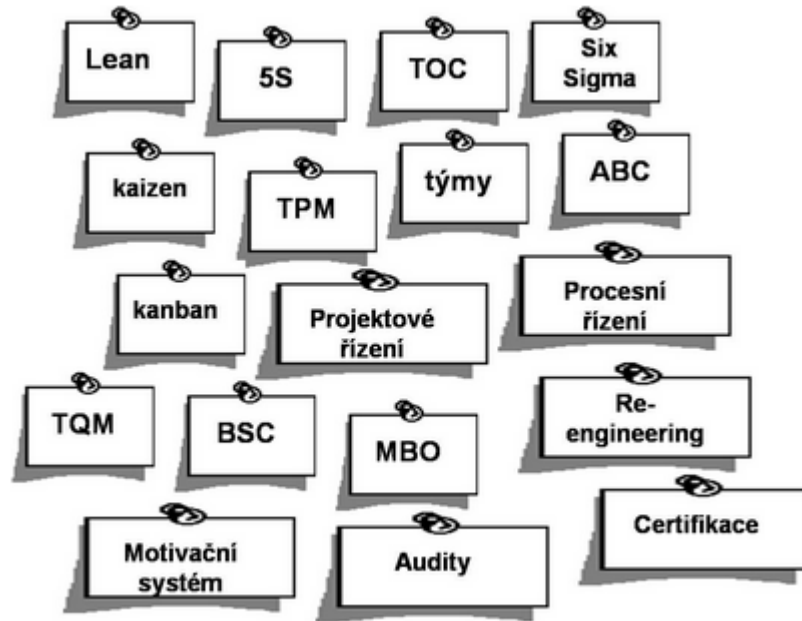
Ford sa vo svojej stratégii zameral na plytvanie a snažil sa ho odstrániť zo všetkých procesov, taktiež jeho filozofiou bola starosť o zamestnancov. Jeho výrobný systém sa stal inšpiráciou pre najštíhlejšiu organizáciu na svete, Toyotu.

V roku 1948 sa zapísal do dejín priemyselného inžinierstva Harold B. Maynard, ktorý vymyslel metodiku MTM (method time measurement). Je to kombinácia pohybových a časových štúdií, nazýva sa metodikou preddefinovaných časov. Kjell B. Zandin pokračoval vo vývoji metód merania spotreby času pomocou systémov predom určených časov. Vymyslel metodiku MOST, ktorá vychádza z MTM ale je jednoduchšia a rýchlejšia na používanie v praxi.

Z hľadiska Japonského priemyselného inžinierstva sa nesmie prehliadnuť Shigeo Shingo, ktorý vymyslel metodiky ako SMED (výrazné skrátenie doby výmeny nástrojov), Zero Defect (program nulových vád). Spoločne s výrobným inžinierom, ktorý pracoval v Toyote Taichi Ohnom ďalej pokračovali na systémoch ako Just in time, systém Poka Yoke (systém eliminujúci chyby pracovníkov), Kanban (systém logistiky a bezskladového hospodárstva). (Mašín a Vytlačil, 2000, str. 88)

1.2 Metódy a nástroje priemyselného inžinierstva

Podľa Mašína a Vytlačila (2000, str. 89) sa priemyselné inžinierstvo delí na dve vetvy. Prvou a staršou je klasické priemyselné inžinierstvo, ktoré je orientované na exaktné vedy. Druhou vetvou je moderé priemyselné inžinierstvo, ktoré sa zaoberá potrebami socio-technického systému a obchodného prostredia.



Obr. 2 Obrázok metody a nástroje (CPI, 2010)

1.2.1 Klasické priemyselné inžinierstvo

Klasické priemyselné inžinierstvo prešlo od svojho vzniku dlhým vývinom a môže sa teda deliť na dve fázy:

- Štúdium práce
- Operačný výzkum

Štúdium práce je založené na dvoch technikách:

- Štúdium pracovných metód
- Meranie práce

Štúdium metód je technika, s ktorej pomocou sa dá rozložiť ľudská činnosť (operácia, pracovný postup) na elementy a tieto elementy analyzovať. Táto technika sa zameriava na elimináciu zbytočných činností a nájdenie, čo najlepšej cesty ako vykonávať veci. Medzi metódy štúdia práce patria:

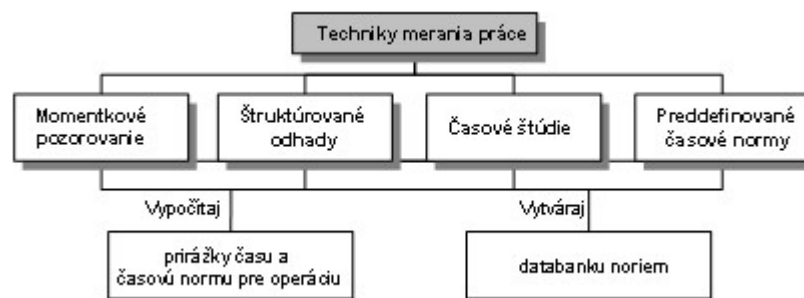
- Pohybové štúdie
- Procesná analýza
- Dotazníky

- Videozáznamy, fotografie

Meranie práce je vlastne aplikácia techník vytvorených pre určenie potrebného času na výkon špecifikovanej práce kvalifikovaným robotníkom na definovanej úrovni výkonu. Meranie práce je účinným nástrojom pre zvyšovanie produktivity a výrazného zníženia nákladov. Medzi metódy merania práce patria:

- Štruktúrované odhady
- Momentkové pozorovanie
- Časové štúdie
- Systémy predom určených časov

(Mašín a Vytlačil, 2000, str. 89 – 92)



Obr. 3 Techniky merania práce (Fraunhofer IPA Slovakia, 2012a)

1.2.2 Programy moderného priemyselného inžinierstva

Metódy moderného priemyselného inžinierstva sú v porovnaní s klasickými metódami komplexnejšie a nedajú sa matematicky overiť a to z toho dôvodu pretože tu veľkú úlohu zohráva človek. Tieto programy sú zamerané na tzv. nefyzické investície (tzn. rozvoj pracovníkov i organizačnej štruktúry), ktoré by mali byť pred investíciami do fyzického majetku spoločnosti. Veľký obsah programov moderného priemyselného inžinierstva vychádza z japonskej školy, ktorá bola v tejto oblasti prelomová. Medziprogramy moderného priemyselného inžinierstva sa radia:

- Rychlé zmeny – SMED
- Zlepšovanie procesov a odstraňovanie plytvania

- Tímová práca
- TPM (totálne produktívna údržba)
- Program nulových vád
- Simultánne inžinierstvo
- Systém merania produktivity a ďalšie

(Mašín a Vytlačil, 2000, str. 95 – 99)

1.2.3 Plytvanie

Jedným z dôležitých poslaní priemyselného inžinierstva je hľadať a odstraňovať plytvanie. Za plytvanie môžeme označiť všetko, čo zvyšuje náklady výroby alebo služby bez toho, aby zvyšovalo ich hodnotu. Na obrázku č. 4 je zobrazených 7 základných druhov plytvania. Novopridaným 8. Druhom plytvania sú nevyužití pracovníci. (Košturiak a Frolík, 2006, str. 19)



Obr. 4 7 druhov plytvania (Fraunhofer IPA Slovakia, 2012b)

2 PRODUKTIVITA

Produktivita je definovaná ako pomer medzi výstupom generovaným systémom a vstupmi potrebnými pre tvorbu tohto výstupu. Vyššia produktivita znamená s rovnakými zdrojmi dosiahnuť viac alebo dosiahnuť vyšší výstup (množstvo, kvalita) s nemennými zdrojmi/vstupmi.

$$Pr\ oduktivita = \frac{Výstupy}{Vstupy}$$

Obr. 5 Obecné vyjadrenie produktivity (SLCP, 2010)

Všeobecná definícia je stále rovnaká, či ide o pracovisko, výrobný systém, podnik, národnú ekonomiku alebo politický systém. Vo výrobnom procese sú vstupné zdroje transformované na výstupy. Transformačný proces v značnej miere rozhoduje o výslednej efektívnosti výroby. Tento vzťah je možné zobrazit' vo forme stromu produktivity. (Gregor a Mičieta, 2010, str. 31 - 33)



Obr. 6 Strom produktivity (SLCP, 2010)

Hodnotenie podnikového výkonu musí zahrňovať interný ako aj externý výkon. Systém merania výkonu musí byť schopný merať zlepšovanie. Zlepšovanie je dôležité v piatich hlavných oblastiach:

- Efektívnosť = (aktuálny výstup / očakávaný výstup)* 100

- Výkonnost' = (aktuálne využívaný zdroj / plánovaný zdroj) * 100
- Produktivita = výstupy / vstupy
- Kvalita
- Účinok (efekt)

(Gregor a Mičieta, 2010, str. 34)

2.1 Miery produktivity

Obecné vyjadrenie produktivity, ktoré znie výstupy vydelené vstupmi sa pre ďalšie potreby upravuje do nasledujúcich pomerov, ktorými v reálnych podmienkach produktivitu vyjadrujeme:

- Parciálna produktivita

$$PP = \frac{\text{celkový merateľný výstup}}{\text{1 trieda merateľného vstupu}}$$

Parciálna produkciivita je základnou mierou, ktorou porovnáva produktivitu každého zdroja individuálne. Každý vstup/zdroj má vypočítaný samostatný pomer k celkovému výstupu.

- Index produktivity

$$IP = \frac{\text{aktuálna produktivita}}{\text{štandard produktivity}} \times 100$$

Index produktivity vyjadruje ako si daný podnik stojí voči svojim nastaveným štandardom a ako sa vyvíja.

- Totálna produktivita

$$TP = \frac{\text{celkový merateľný výstup}}{\text{celkový merateľný vstup}}$$

Totálna produktivita je najefektívnejšia miera produktivity v prípade, že je využíva-
na spoločne s finančnými výpočtami a parciálnymi produktivitami.

(Mašín a Vytlačil, 2000, str. 27 - 28)

3 SWOT ANALÝZA

SWOT analýza je jednoduchým nástrojom, koncepčným základom pre systematickú analýzu. Je zameraná na kľúčové faktory, ktoré ovplyvňujú strategické postavenie podniku. SWOT analýza identifikuje silné a slabé stránky podniku a porovnáva ich s vplyvmi, ktoré dopadajú na podnik. (Sedláčková, 2000, str. 78)

Cieľom je identifikovať do akej miery je súčasná miera stratégie spoločnosti schopná sa vyrovnat' so svojimi silnými a slabými stránkami a taktiež schopná vyrovnat' sa so zmenami, ktoré nastávajú v obchodnom prostredí. Zhotovenie analýzy SWOT môže priviesť organizáciu k myšlienkam ako využiť svoje unikátne zdroje ktorými disponuje. SWOT je skratkou pre silné miesta (Strengths), slabé miesta (weaknesses), príležitosti (opportunities) a hrozby (Threats). (Johnson a Scholes, 2000, str. 161)

Fakty pre SWOT sa dajú zhromaždiť pomocou najrôznejších techník. Prevzatím predchádzajúcich čiastočných analýz, porovnávaním s konkurenciou (benchmarking), prípravným diskusie expertov (brainstorming), alebo interview. (Keřkovský a Vykypěl, 2002, str. 97)



Obr. 7 SWOT analýza (Čevelova, 2008)

3.1 Postup tvorby SWOT

Cieľom SWOT analýzy nie je spracovať zoznam potenciálnych príležitostí a hrozieb a silných a slabých stránok ale predovšetkým je cieľom vytvoriť ideu hlboko štrukturovanej

analýzy poskytujúcej užitočné poznatky. Postup pri realizácii SWOT analýzy je nasledujúci:

1. Identifikácia a predpoveď hlavných zmien v okolí podniku. Dôraz pri analýze treba venovať zmenotvorným silám a kľúčovým faktorom úspechu.
2. S využitím záverov jednotlivých častí analýzy vnútorných zdrojov a schopností podniku identifikovať silné a slabé stránky podniku a špecifické prednosti.
3. Posúdiť vzťahy medzi jednotlivými silnými a slabými stránkami na jednej strane a hlavných zmien na strane druhej.

(Sedláčková, 2000, str. 78 – 79)

3.2 Zásady tvorby SWOT analýzy

1. Závery SWOT by mali byť relevantné, analýza by mala byť spracovaná s ohľadom na účel, pre ktorý je spracovávaná
2. Analýza SWOT by mala byť zameraná na podstatné veci a fakty. Po identifikácii by mali byť zredukované na tie najdôležitejšie
3. Ak je SWOT súčasťou strategickkej analýzy, tak by pri nej mali byť identifikované iba „strategické“ fakty
4. SWOT analýza by mala byť objektívna, teda nemala by odrážať subjektívne názory vyhotoviteľa, ale mala by odrážať skutočnosť
5. Jednotlivé faktory, ktoré sú uvedené v analýze by mali byť ohodnotené podľa ich významu
6. Výhodné je ak sa jednotlivé fakty v tabulke SWOT identifikujú/označia.

(Keřkovský a Vykypěl, 2002, str. 98 – 99)

4 THEORY OF CONSTRAINTS – TOC

Každý systém má svoje obmedzenie, ktoré mu zabraňuje dosiahnuť väčší stupeň výkonnosti. Táto veta sa dá ľahko aplikovať aj na každý podnik. Podnik má svoje obmedzenie, ktoré mu zabraňuje vo väčšej výkonnosti. Obmedzenia sa delia do troch skupín:

- Fyzické obmedzenia – chýbajúca kapacita strojov, ľudí, zariadení
- Obmedzenia v riadení (manažérske obmedzenia) – predstavujú nevhodné riadenie podniku manažmentom
- Obmedzenia v chovaní ľudí – obmedzenia v chovaní ľudí sú domnienky, presvedčenia alebo prepoklady, ktoré nakoniec spôsobujú existenciu manažérskych obmedzení

(Košturiak a Frolík, 2006, str. 49 – 50)

4.1 Ciele podniku a ich meranie

Čo je cieľom podniku? Táto základná otázka pre riaditeľov podnikov nemusí byť až taká jednoduchá ako sa zdá. Veľa odpovedí znie ako napríklad cieľom podniku je efektívne vyrábať, mať čo najväčší podiel na trhu, znižovať náklady, plniť zmluvné požiadavky alebo mať čo najväčšiu moc/silu. Všetky tieto odpovede nám niečo o tom danom podniku vypovedajú ale ani jedna takáto odpoveď nevyjadruje primárny cieľ. Základným cieľom podniku je zarábať peniaze. Všetko ostatné sa odvíja od tohto cieľa. Bez toho aby podnik zarábal peniaze sa dlho na trhu neudrží. Ak si vezmeme trend dnešných dní, ak by cieľom podniku bolo uspokojovať požiadavky zákazníka, tak prečo mu nepredávame produkciu za bezvýznamné ceny, alebo im ju nedáme zadarmo? Pretože cieľom podniku je zarábať peniaze tak zákazníci musia platiť za služby, ktoré im poskytneme. (Goldratt a Cox, 2001, str. 37 – 40)

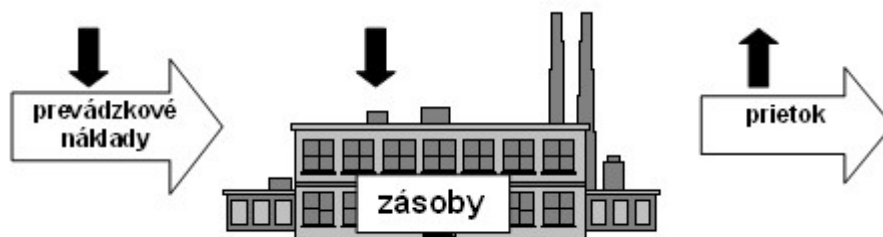
Ak má podnik cieľ, tak logickým vyústením musí byť, že si zvolí merítka pre napĺňanie tohoto cieľa. Prvým ukazateľom ktorý je treba sledovať je čistý zisk podniku. Ďalšou oblasťou, ktorú treba kontrolovať je oblasť návratnosti investícií. Zdalo by sa, že tieto dva ukazatele nám dajú presný obraz o tom ako si náš podnik stojí. Lenže dobré výsledky v týchto dvoch oblastiach nám ešte nezaručia, že podnik neskrachuje. Musíme svoju po-

zornosť sústrediť na tretí ukazateľ cashflow. Sledovaním čistého zisku, návratnosti investícií a cashflowu máme prehľad o tom ako je na tom podnik.

Riadenie prevádzky závodu na každodennej úrovni s cieľom zarábania peňazí potrebuje iné vyjadrenie ukazateľov ako sú čistý zisk, návratnosť investícií a tok peňazí. Preto sú definované nasledujúce ukazatele pre meranie výkonnosti organizácie:

- Prietok – tempo akým systém vytvára peniaze prostredníctvom tržieb
- Zásoby – predstavujú všetky peniaze, ktoré systém vložil do nákupu vecí, ktoré má v úmysle predat'
- Prevádzkové náklady – všetky peniaze, ktoré systém vynaloží na to aby premenil zásoby na prietok.

(Goldratt a Cox, 2001, str. 64 - 67)



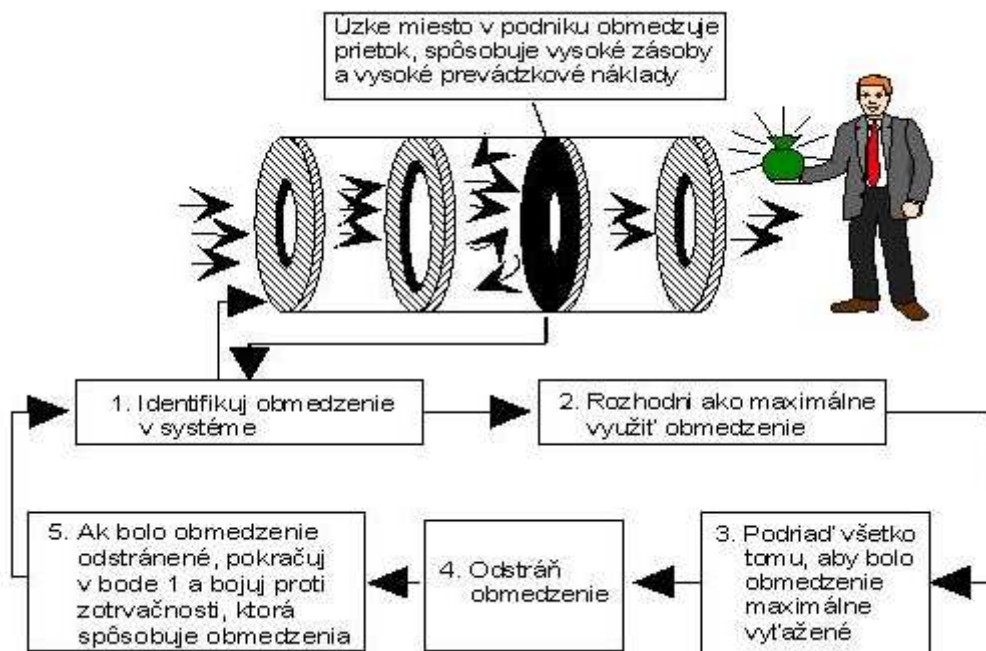
Obr. 8 Ukazatele výroby (Fraunhofer IPA Slovakia, 2012c)

4.2 Systém zlepšovania TOC

Systém zlepšovania alebo manažment úzkych miest sa riadi podľa piatich krokov:

1. Identifikovať systémové obmedzenia
2. Rozhodnúť ako využiť systémové obmedzenie
3. Podriadiť všetko ostatné vyššie uvedenému rozhodnutiu
4. Pozdvihnúť systémové obmedzenie
5. Ak sa pri predchádzajúcom kroku obmedzenie odstráni, vráť sa ku kroku č. 1, ale nedovoľ aby systémové obmedzenie spôsobilo zotrvačnosť.

(Goldratt a Cox, 2001, str. 295)



Obr. 9 Manažment úzkych miest (Fraunhofer IPA Slovakia, 2012c)

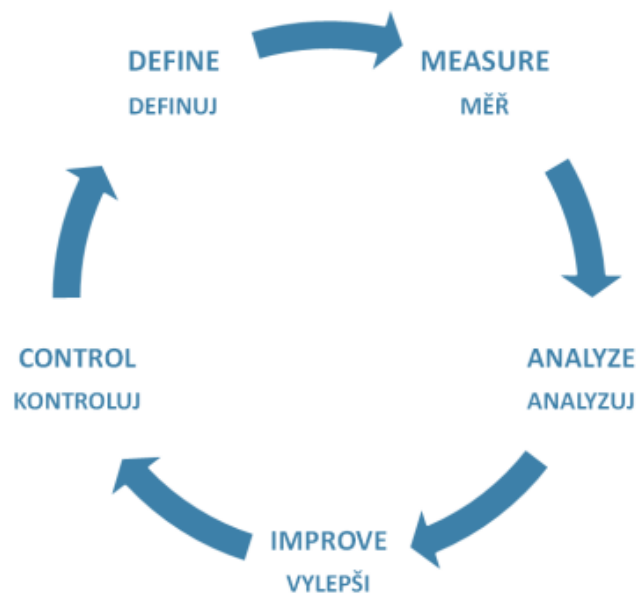
4.2.1 DBR – Drum Buffer Rope

Systém DBR zabezpečuje ochranu úzkeho miesta. Zaistuje, aby sa celý podnik riadil podľa toho, ako je na tom úzke miesto a vyrábalo v jeho rytme. DBR je založené na regulácii vstupu výrobných úloh podľa stavu úzkeho miesta. Úzke miesto udáva tempo celej výroby – bubnuje (Drum). Prostredníctvom „lana“ (Rope) je úzke miesto prepojené so vstupným materiálom a udáva koľko vstupného materiálu sa má použiť/vpustiť do systému. Ak by sa prihodila situácia, že by jeden stroj pred úzkym miestom vypadol, úzke miesto by prestalo pracovať. Tomuto sa vyhneme ak pred úzkym miestom vytvoríme časový zásobník (Buffer). Primárnym cieľom časového zásobníku je ochrániť plánovaný termín ukončenia výrobných úloh pred typickými problémami vo výrobe (poruchy, Murphyho vplyvy). (Košťuriak a Frolík, 2006, str. 55)

5 DMAIC – DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL

DMAIC je metóda pre riešenie projektov vyvinutá metodikou Six sigma. DMAIC používa štandardný algoritmus postupnosti jednotlivých krokov. Dodržiavaním štandardného postupu eliminujeme chyby a nedostatky v riešení projektov, medzi ktoré patria nedodržiavanie pôvodného účelu zámeru projektu, snaha prejsť do etapy zlepšovania bez dôkladnej analýzy príčin problémov alebo prekročenie časového rámca projektu. (Kormanec, Košťuriak a Strnátková, 2011, str. 23)

Všetky projekty Six sigma majú štandardizovaný priebeh, ktorý je založený na klasickom demingovom cykle PDCA (plan – do – check – act). Cyklus PDCA je proces neustáleho zlepšovania. Z tohto cyklu je odvodený koncept DMAIC (Definuj – Meraj – Analizuj – Zlepši – Riadi) pre riadenie projektov. (Töpfer a kolektiv, 2008, str. 71)



Obr. 10 Cyklus DMAIC (ManagementMania.com, 2011)

5.1 Fáza definovania projektu

Po vybratí témy, úlohy ktorá sa má v projekte riešiť je tu prvá fáza projektu Define - Definuj. Prebieha definícia cieľov, vlastných problémov na základe analýzy požiadaviek zákazníka. Základom môžu byť problémy výrobné, procesné alebo interferenčné. Počas tejto fázy sa určuje počet nutných zdrojov a doba trvania a realizácie projektu. Spresnenie for-

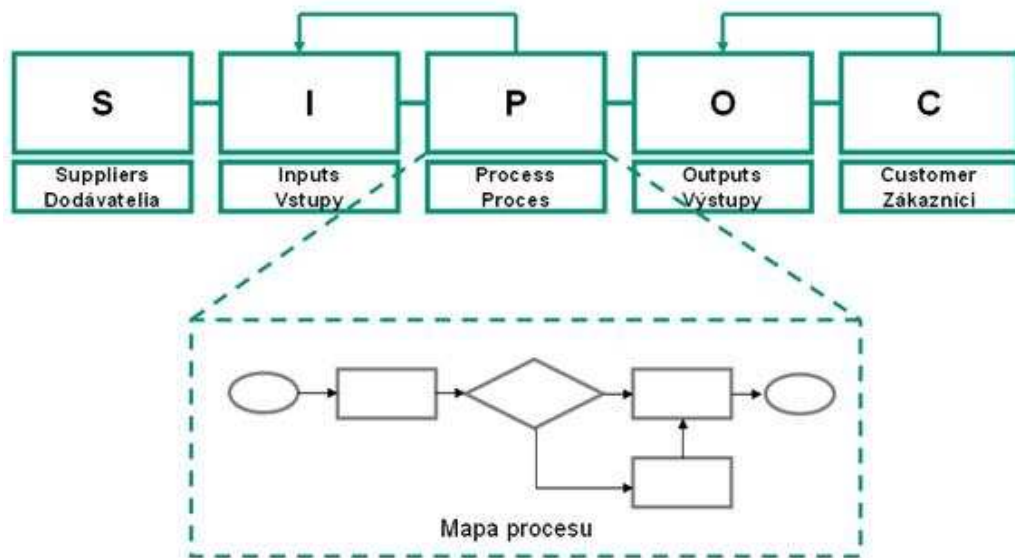
mulácii problémov prebieha dôslednou orientáciou na definovanie interných a externých zákazníkov a ich kritických požiadavok. K upresneniu sa používajú nástroje SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer) diagram na identifikáciu viacerých stupňov procesu. Druhým nástrojom je analýza VOC-CTQ (Voice of customer – Critical to quality). (Töpfer a kolektiv, 2008, str. 72)

5.1.1 SIPOC diagram

SIPOC reprezentuje všeobecnú mapu procesu v zjednodušenej vizuálnej podobe. Je to postupné zobrazenie najvýznamnejších častí procesu. Slúži pre objasnenie procesu ostatným ľuďom vo vnútri i mimo podniku. SIPOC diagram zobrazuje vzťah dodávateľ – proces – zákazník s popisom vstupov a výstupov procesu. Vymedzuje hranice procesu a popisuje požiadavky na proces. Postup tvorby sa skladá z piatich krokov:

1. Identifikovanie interných a externých zákazníkov a stanovenie priorít medzi všetkými zákazníkmi
2. Príprava zoznamu CTQ požiadavok, kvalitatívnych požiadavok, požiadavok na dodávky a nákladových požiadavok na každého zákazníka.
3. Určenie krokov ktoré ovplyvňujú proces
4. Stanovenie začiatku a konca procesu
5. Identifikácia vstupov a dodávateľov procesu, jednotlivých krokov procesu

(Košturiak et al., 2010, str. 179)



Obr. 11 SIPOC diagram (Košturiak et al., 2010, str. 180)

5.2 Fáza merania

Pri fáze merania platí pravidlo, že iba podnik, ktorý vykonal analýzu svojich procesov je schopný zmerať svoju kvalitu dosiahnutých tržných výkonov. Meranie sa týka všetkých relevantných ukazateľov procesu. Z nameraných veličín pomocou kreatívnych techník je možné zvládnuť podstatu vypovedajúcich meraní charakteristických veličín. Vo fáze merania sa objasňuje význam a požiadavky týchto úkonov, ktoré majú vymedziť kritéria vplyvu a možnosti zlepšenia. Medzi hlavné nástroje fázy merania patria histogram, paretova analýza, zber údajov, mapa toku hodnôt, štatistické nástroje, snímkovanie procesov a ďalšie. (Töpfer a kolektív, 2008, str. 73 – 74; Kormanec, Košturiak a Strnátková, 2011, str. 27)

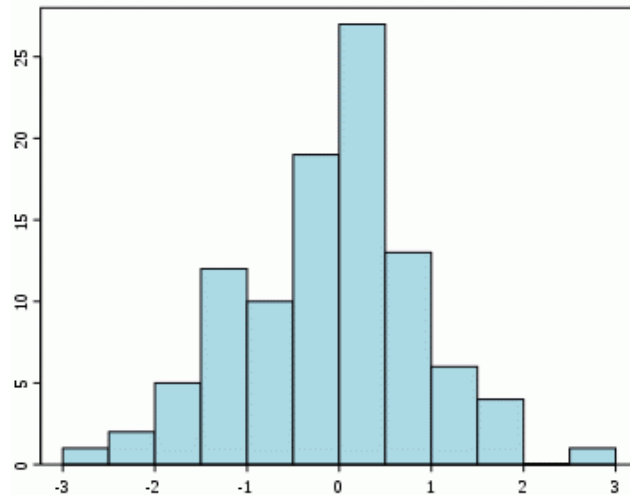
5.2.1 Histogram

Histogram je grafická metóda popisujúca rozdelenie nameraných hodnôt – súboru sledovanej veličiny. Hodnoty sú zoskupené do stĺpcov. Každý stĺpec môže vykazovať presnú hodnotu alebo interval hodnôt. Výška stĺpcov je daná počtom výskytu hodnôt v danom intervale. Postup tvorby histogramu, pri ktorom vytvárame intervaly, do ktorých potom radíme namerané hodnoty prebieha v nasledujúcich krokoch:

1. Určenie počtu stĺpcov (intervalov) histogramu.
2. Druhým krokom je určenie šírky intervalu

3. Jednotlivé hodnoty zaradíme do príslušných intervalov
4. Skonštruujeme histogram

(Veber a kol., 2010, str. 275)



Obr. 12 Histogram (Volko, 2009)

5.3 Fáza analýzy

Primárnymi cieľmi vo fáze analýzy je vyhodnotiť výkonnosť každého procesu vzhľadom k požiadavkam zákazníka a vytvoriť systém meraní kľúčových výstupov a sledovanie plnenia špecifikovaných služieb. (Pande, Neuman a Cavanagh, 2002, str. 70)

Vo fáze analýzy ide o úpravu a štruktúru nameraných údajov, výsledkov. Pritom sa vykonáva detailná analýza problémov a ich súvis s nameranými dátami. Musí sa pritom vziať v úvahu dve odlišnosti a to diferenciáciu medzi veličinami príčiny a veličinami účinku. Druhou je rozpoznanie dôsledkových súvislostí medzi hlavnými a vedľajšími problémami. Táto analýza môže byť založená na Ishikawovom diagrame. Prináša základnú štruktúru merných veličín vplyvu a výsledkov. (Töpfer a kolektiv, 2008, str. 73 – 74)

Cieľom kvalitatívnej analýzy je hľadanie všetkých možných kombinácií faktorov, ktoré by sa dali interpretovať ako problém, alebo by mohli viesť k problému. Kvantitatívna analýza pomáha číselne ohodnotiť poradie jednotlivých faktorov. Jednofaktorová analýza produkuje v riešení len jeden vplyvový faktor, ktorý priamo ovplyvňuje posudzovanú príčinu. Viacfaktorová analýza pracuje s viacerými vplyvovými faktormi naraz. (Kormanec, Košturiak a Strnátková, 2011, str. 38)

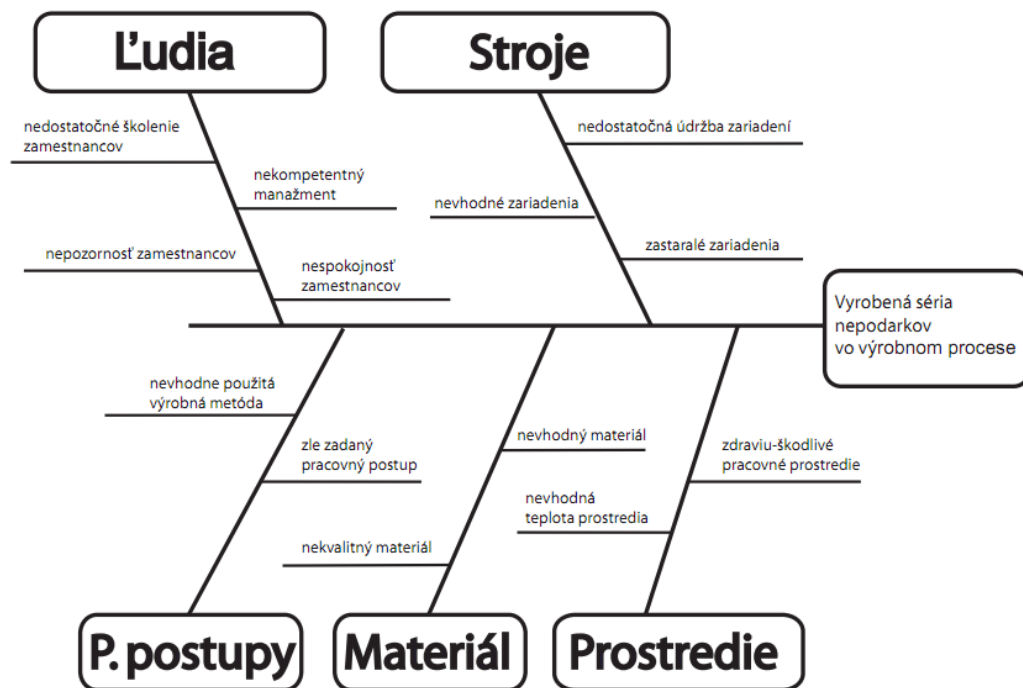
5.3.1 Ishikawa diagram

Ishikawa diagram sa taktiež nazýva diagram príčin a následkov alebo diagram rybia kosť, kvôli jeho podobnosti po skonštruovaní. Slúži práve na zobrazenie súvislostí medzi príčinami a následkami skúmaných problémov. Je to podklad pre určenie dôležitostí príčin a úvah o ich odstránení. Príčina skúmaných problémov nebýva väčšinou jediná, ale býva ich väčšie množstvo. Tieto príčiny sú medzi sebou vzájomne prepojené a rôzne štrukturované. Ishikawa diagram ponúka ucelený pohľad na problém a jeho príčiny, hľadanie súvislostí i možností ich riešenia. Po vytvorení diagramu práca nekončí. Práve jeho vytvorenie a priamy pohľad na problém je spúšťač diskusií, v ktorých sú zaznamenávané ďalšie príčiny na všetkých úrovniach. (Veber a kol., 2010, str. 269 - 271)

Diagram sa vytvára nasledujúcim postupom:

1. Problém je jasne znázornený v hlave ryby
2. Je potrebné nakresliť chrbticu a rebrá
3. Pokračuje sa pýtaním otázky prečo na každú príčinu problému
4. Pohľad na diagram a identifikovanie hlavných príčin
5. Navrhnutie cieľov na odstránenie príčin

(Košturiak et al., 2010, str. 191)



Obr. 13 Ishikawa diagram (Manazment-kvality.sk, 2011)

5.4 Fáza zlepšovania

Cieľmi fázy zlepšovania je nájsť potencionálne možnosti zdokonalenia a rozvinúť procesne orientované riešenie podporované konkrétnymi riešeniami a podloženými analýzami. Ďalším cieľom tejto fázy je efektívne zaviesť do praxe nové procesy a dosiahnuť tak merateľné a udržateľné výhody. (Pande, Neuman a Cavanagh, 2002, str. 71)

Hlbšia analýza príčin ako bola popísaná vo fáze analýzy problémov prináša základ pre identifikáciu a usporiadanie priorít zlepšovacích opatrení. Opäť prebieha kontrola a konkretizácia účinkov prognóz, ktoré boli stanovené na začiatku projektu. Ak nie sú dosiahnuté výsledky cieľovej úrovne, je treba opäť vykonať slučku spätnej väzby vo fáze analýzy. Základom fázy zlepšovania je akčný plán, ktorý je pripravený k realizácii, a ktorý nám umožní dosiahnuť vytýčené ciele. Rýchla realizácia a docielenie účinkov sú dôležitým ukazateľom projektu. (Töpfer a kolektív, 2008, str. 75)

5.4.1 Brainstorming

Metóda na podporu generovania nápadov (brain - mozog, storming - útočenie, búrka). Vznikol ako odpoveď na klasické vedenie porád, kde pracovníci nemajú takú voľnosť krea-

tívne sa vysloviť, kvôli zaujatému postojú vedúceho porady, čo väčšinou vedie k umlčaniu akejkoľvek kreativity aj u ostatných podľa toho ako sa zachoval predtým. Základným princípom brainstormingu je oddelenie generovania nápadov od ich hodnotenia a určenie takých pravidiel, ktoré uvoľňujú atmosféru a vytvárajú podmienky pre kreativitu originálnych nápadov a vzájomnú inšpiráciu. (Fraunhofer IPA Slovakia, 2012d)



Obr. 14 Brainstorming (Fraunhofer IPA Slovakia, 2012d)

Postup metódy brainstormingu:

1. Príprava – výber moderátora, zapisovateľa a miesta konania brainstormingu
2. Definovanie problému
3. Zostavenie tímu 5 – 7 ľudí (môžu byť aj laici, neodborníci)
4. Zahájenie stretnutia a vysvetlenie pravidiel
5. Prezentácia problému a diskusia, analýza, prípadne korekcia
6. Proces brainstormingu – 20 – 40 minút spontánne generovanie nápadov, vzájomná inšpirácia. Moderátor povzbudzuje a dáva impulzy, vedie zúčastnených k téme a dohliada na dodržovanie pravidiel
7. Zapisovateľ zaznamenáva všetky nápady na viditeľnom mieste
8. Brainstorming končí keď prestanú vznikať nápady
9. Triedenie a vyhodnocovanie nápadov
10. Spracovanie záverečného protokolu.

(Košturiak et al.,2010, str. 195)

5.5 Fáza riadenia a kontroly

V poslednej fáze je dôležité stabilizovať zlepšené procesy, respektíve výrobky a strážiť požadovanú cieľovú úroveň. Ďalej stále musí byť kontrolované či v budúcnosti sa budú dať odstrániť dlhodobé hlavné príčiny problémov. Tým pádom prebieha aj kontrola dosiahnutých výsledkov nového procesu a jeho kvalitatívne napredovanie. Taktiež sa vykonáva výsledná kalkulácia, aby bolo možné stanoviť výsledné odchýlky od stanovených projektových cieľov. Dôležité dáta by mali byť zdokumentované a uložené do znalostnej databázy podniku. Po stabilizácii procesu a jeho prijatí zamestnancami, môže začať fáza neustáleho zlepšovania procesu. (Töpfer a kolektiv, 2008, str. 76)

Cieľom fázy riadenia a kontroly je zaviesť priebežné podnikové praktiky, ktoré povedú k prevádzkovým zlepšeniam a zaistiť priebežné merania, preskúšanie a obnovu produktu, služieb alebo postupov. Meranie ukazateľov a monitorovanie procesov povedie k ďalšiemu vylepšovaniu výkonnosti. Vypracovanie plánov odozvy vytvorí mechanizmy k okamžitému reagovaniu na nové kľúčové informácie. (Pande, Neuman a Cavanagh, 2002, str. 72)

5.5.1 Štandardizácia procesov

So stabilizáciou procesu úzko súvisí štandardizácia. Stabilný a výkonný proces dosiahneme keď ho štandardizujeme. Štandard procesu v tomto kontexte znamená najlepší, najefektívnejší postup aký je momentálne známy a možný pri vykonávaní danej operácie v podniku. Po stabilizácii a štandardizácii nastupuje proces neustáleho zlepšovania. Tento proces neustáleho zlepšovania by mal mať za následok práve zmenu dovtedajšieho štandardu za nový lepší a výkonnejší.



Obr. 15 Štandardy (ICES, 2007 – 2011)

5.5.2 Zmenové riadenie

Realizácia zmien v podniku je to najzložitejšie, pretože aj ten najdokonalejší projekt sa realizuje v danom prostredí, s konkrétnymi pracovníkmi a prirodzenou vlastnosťou človeka je strach zo zmeny. Ľudia sa najväčšmi bránia zmenám, o ktorých nevedia aké budú mať konečné výsledky a tým pádom aj dôsledky na organizáciu. Cítia sa byť v ohrození, že zmenu nezvládnu, nebudú už potrební v podniku alebo budú musieť začať pracovať ináč ako doteraz.

Zmena zvnútra s podporou zvonka, ktorej ťažisko je postavné na ľuďoch a tímoch vo vnútri podniku, má vysokú šancu na úspech. Zmena zvnútra by mala byť iniciovaná vrcholovým manažmentom, nie však formálne a s neznalosťou problematiky. Ľudia, ktorí sú zapojení v procese zmeny od začiatku a vytvárajú budúci plán, nemajú problém prijať zmenu, kvôli tomu, že to je ich vlastné dielo a participovali na procese zmeny.

V organizáciách treba postupne prekonávať vrstvy odporu, ktoré vznikajú proti zmene. Existuje 6 vstiev odporu. Treba ich prekonávať pomocou logiky a správnej komunikácie s ľuďmi. Každá zmena je spojená s prekonaním odporu alebo zotrvačnosti voči nej. Existuje 6 hlavných úrovní odporu pri procese zmeny:

1. Ľudia si neuvedomujú nevyhnutnosť zmeny – na prekonanie tejto vrstvy je treba presne definovať problémy a ich príčiny
2. Keď ľudia pochopia nutnosť zmeny, obyčajne nemajú jasné, či vôbec existuje nejaké riešenie – je treba dosiahnuť dohodu, že možné riešenie existuje a diskutovať o základných rozporoch, ktoré sa objavujú
3. Akonáhle sa odstáni predchádzajúca vrstva odporu voči zmene, ľudia pripustia že existuje riešenie, ale nemajú vôbec predstavu aký dopad by malo toto riešenie na všetko ostatné v podniku. Najväčší odpor je proti zmenám u ktorých nepoznáme výsledok. Preto treba diskutovať o zmene, ako vyrieši problém a čo prinesie.
4. Ak sa prekoná tretia vrstva odporu a je vidieť smer riešenia, teda čo zmena prinesie, vtedy sa začnú objavovať výhrady typu „áno ale ...“ Na túto vrstvu odporu treba vyhradiť čas na vysvetlenie a je potreba aby pracovník ktorý obhajuje zmenu mal poriadnu výdrž a trpezlivosť.

5. Piata vrstva odporu spočíva v prekážkach, ktoré vidia ľudia pred sebou a neveria vo svoje sily, že sú ich schopní prekonať. Čím je prekážok viac tým lepšie, a presnými plánmi na odstránenie týchto prekážok a spoločným prekonaním sa odstráni aj táto vrstva odporu a posilní sa puto čo spája ľudí v procese zmeny
6. Poslednou vrstvou odporu je, že ľudia nevedia detailný postup riešení, nevedia aké kroky nasledujú v akom poradí a podobne. Táto vrstva si vyžaduje koordinovanie pracovníkov a ich vedenie.

(Warnecke et al., 2000, str. 100 – 110)

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

6 SPOLOČNOSŤ CEMMAC A. S.

6.1 Základné ustanovenia

Obchodné meno spoločnosti: CEMMAC a.s.

Sídlom spoločnosti je: Horné Srnie, PSČ 914 42

IČO: 31412106

Spoločnosť vznikla dňom: 01.05.1992 (CEMMAC, 2012)



Obr. 16 Cementáreň Cemmac a. s. Horné Srnie

6.2 Podnikateľská činnosť

Predmetom činnosti spoločnosti je výroba cementu, výroba iných minerálnych výrobkov nekovových (mleté vápence), výroba malty (suchých maltovín, omietkových zmesí, ušľachtilých /špeciálnych/ omietok) a ostatné činnosti vyplývajúce z predmetu podnikania uvedeného vo Výpise z obchodného registra, Okresného súdu Trenčín, oddiel: Sa, vložka číslo: 14/R. (CEMMAC, 2012)

6.3 Právne a hospodárske postavenie spoločnosti

Právna forma spoločnosti je „akciová spoločnosť“. Spoločnosť je samostatnou právnickou osobou, je spôsobilá nadobúdať práva a zaväzovať sa. Za porušenie svojich záväzkov a iných povinností zodpovedá svojim majetkom. (CEMMAC, 2012)

Úlohou riadenia vo vnútri spoločnosti je dosiahnuť také vzťahy medzi riadiacim manažmentom spoločnosti a vnútropodnikovými organizačnými jednotkami (ďalej len VOJ) navzájom, aby bol zabezpečený optimálny rozvoj a fungovanie celej spoločnosti. V riadení sa uplatňujú a sú dodržiavané tieto princípy:

- základnou úlohou riadiaceho manažmentu je rozpracovanie a presadzovanie strategických zámerov celej spoločnosti a starostlivosť o jej finančnú základňu
- operatívne a bežné prevádzkové záležitosti sú plne v právomoci VOJ
- maximálne poznanie a uspokojovanie potrieb trhu a zákazníka
- prioritne sú uplatňované ekonomické metódy riadenia
- decentralizujú sa rozhodovacie právomoci, plne sa využíva automatizácia administratívnych prác a pružné organizačné systémy

(CEMMAC, 2012)

6.4 História spoločnosti

1883 - taliansky podnikateľ Giovanni Batista Pisetta založil v miestach terajšej cementárne vápencový lom, z ktorého dodával vápencové kvádre na stavbu železníc.

1895 - Pisetta dal postaviť dve murované pece na pálenie slinku s výkonom 70 q na pec.

1922 - skúšky vykonané vo Výskumnom ústave v Brne a v Berlíne potvrdili prvotriednu kvalitu vápencov a slieňov, mimoriadne chemicko - fyzikálne vlastnosti pre výrobu portlandských cementov.

1926 - rodina Spiškovcov odkúpila od Pisettu miestne lomy, utvorila akciovú spoločnosť Moravsko - slovenské cementárne a zadala výstavbu cementárne firme Curt von Gruber z Berlína.

- 1929 - bola postavená cementáreň v jej prvej podobe s jednou pecou s výkonom 100 ton slinku za deň. Cementáreň mala v tom čase kladivový drvič, sušiaci bubon, surovinový mlyn, cementový mlyn, dve silá na cement a ručnú baliareň.
- 1943 - pribudli dve šachtové pece, štyri cementové silá, slinkovňa, surovinový mlyn, druhý cementový mlyn.
- 1950 - vznikla samostatná organizačná jednotka - Hornosrnianska cementáreň, štátny podnik s pridruženou vápenkou v Novom Meste nad Váhom.
- 1959 – 1962 - veľká rekonštrukcia závodu. Boli vybudované štyri šachtové pece, drviareň, šesť surovinových zásobníkov, surovinová mlynica, tri železobetónové homogenačné silá, druhý mlyn a dva veterné triediče a kompletná sušiareň trosky.
- 1988 - boli postavené dve betónové slinkové silá s kapacitou 15 000 ton slinku.
- 1994 - do prevádzky spustený elektrofilter, ktorému môže závod vdáčiť za vypúšťanie menších emisií než západoeurópske cementárne.
- 1998 - začiatok výstavby novej linky rotačnej pece. V rámci rekonštrukcie bola vybudovaná rotačná pec s päťstupňovým cyklónovým výmenníkom tepla typu LUCE a kalci-načným kanálom, chladič slinku, drviareň suroviny, predhomogenačná skládka, homogenačné silo, mlynica uhlia.
- 2000 - zahájené dávkovanie suroviny do pecnej linky, začiatok výstavby sušiarne trosky.
- 2001 - zavedenie sušiarne trosky do prevádzky.
- 2002 - začiatok výstavby novej cementovej mlynice.
- 2003 - mlynica cementu 80 t/h - uvedenie do prevádzky.
- 2004 - využívanie TAP pri výpale slinku, zníženie obsahu Cr6+ v cemente.
- 2005 - odvod pecných plynov, by-pass -likvidácia chlóru v systéme.
- 2006 - modernizácia expedície VLC na autocisterny.
- 2007 - doprava a dávkovanie prísad do mlyníc cementov.
- 2008 - zahájenie výstavby popolčekových síl a skladu olejov.
- 2009 – cementové silo + exped., popolčekové silá

(CEMMAC, 2012)

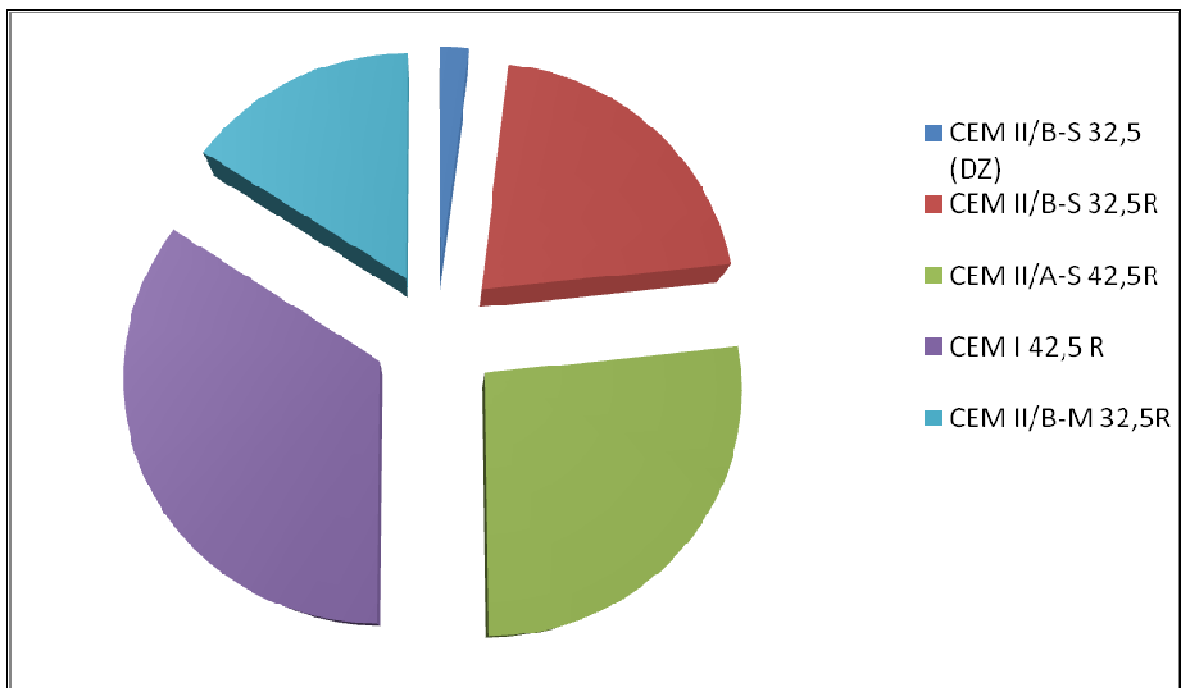
6.5 Podnikatelské aktivity

Hlavnou podnikatelskou aktivitou spoločnosti je výroba cementu. Súčasná technická úroveň výrobného zariadenia umožňuje vyrábať cement zodpovedajúci norme STN P ENV 197-1 v triede:

- portlandský troskový cement CEM II/B-S-32,5 R
- portlandský troskový cement CEM II/A-S 42,5 R
- portlandský cement CEM I 42,5R
- portlandský zmesný cement CEM II/B-M 32,5R
- portlandský troskový cement CEM II/B-S 32,5 (DZ)

(CEMMAC, 2012)

Spoločnosť Cemmac a. s. ponúka 5 druhov portlandského cementu na predaj.



Obr. 17 Graf predaja jednotlivých druhov cementu (Vlastné spracovanie)

Spoločnosť Cemmac a. s. ponúka 5 druhov portlandského cementu na predaj. Na grafe môžeme vidieť, že najpredávanejší je cement portlandský cement CEM I 42,5R a portlandský troskový cement CEM II/A-S 42,5 R. Najmenej sa predáva cement portlandský troskový cement CEM II/B-S 32,5 (DZ), ktorý je špeciálne vyrábaný pre rakúskych zákazníkov podľa rakúskych smerníc výroby cementu.

Na tabuľke nižšie, vidíme ako spoločnosť Cemmac a. s. hospodárila v roku 2011.

V minulom roku poklesli tržby oproti minulému roku o 3 milióny eur, v dôsledku krízy v stavebníctve. Zisk spoločnosti aj tak presiahol milión eur, vyšplhal sa na sumu 1 546 533 eur.

Tab. 1 Finančné výsledky spoločnosti

Tržby rok 2010	34 699 577
Tržby rok 2011	31 837 368
Hospodársky výsledok po zdanení 2010	2 542 082
Hospodársky výsledok po zdanení 2011	1 546 533

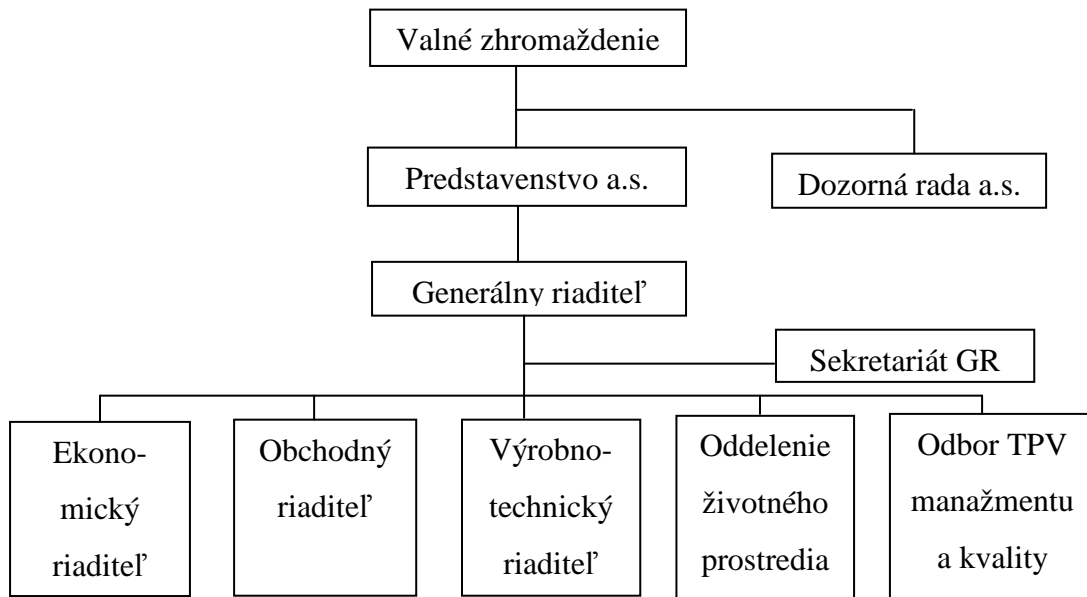
6.6 Prehľad akcionárov

Štruktúra akcionárov vlastniacich viac ako 5 % akcií emitenta:

- Asamer & Hufnagl Baustoff Holding Wien GmbH Co. KEG, Rakúsko 82,72 %
- Rieder Fertigteile GmbH, Maishofen, Rakúsko 11,76 %

(CEMMAC, 2012)

6.7 Organizačná štruktúra

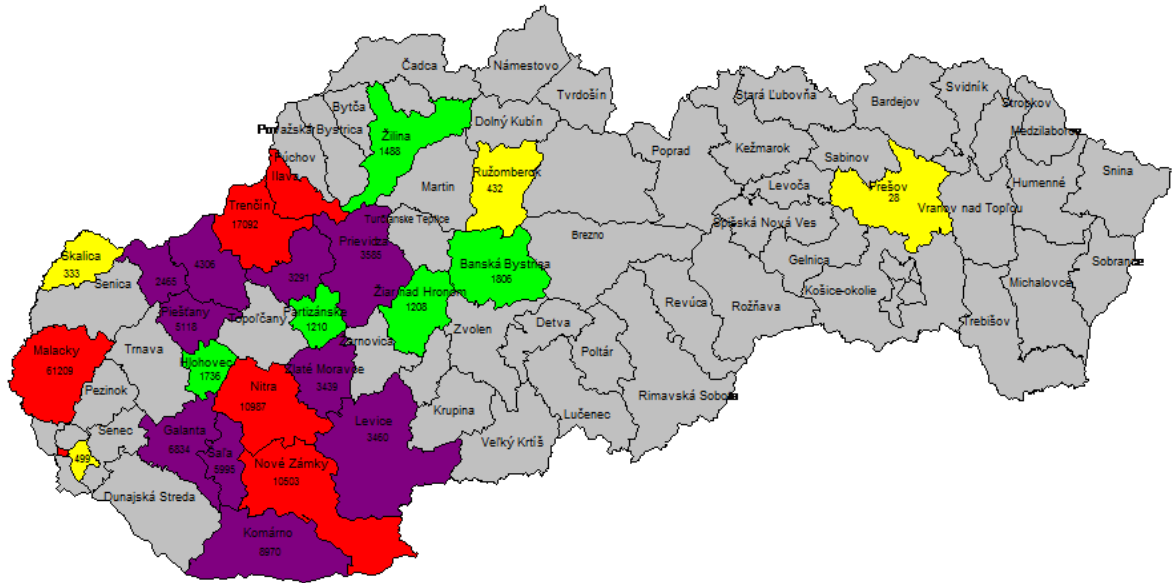


Obr. 18 Organizačná štruktúra podniku (Interné materiály)

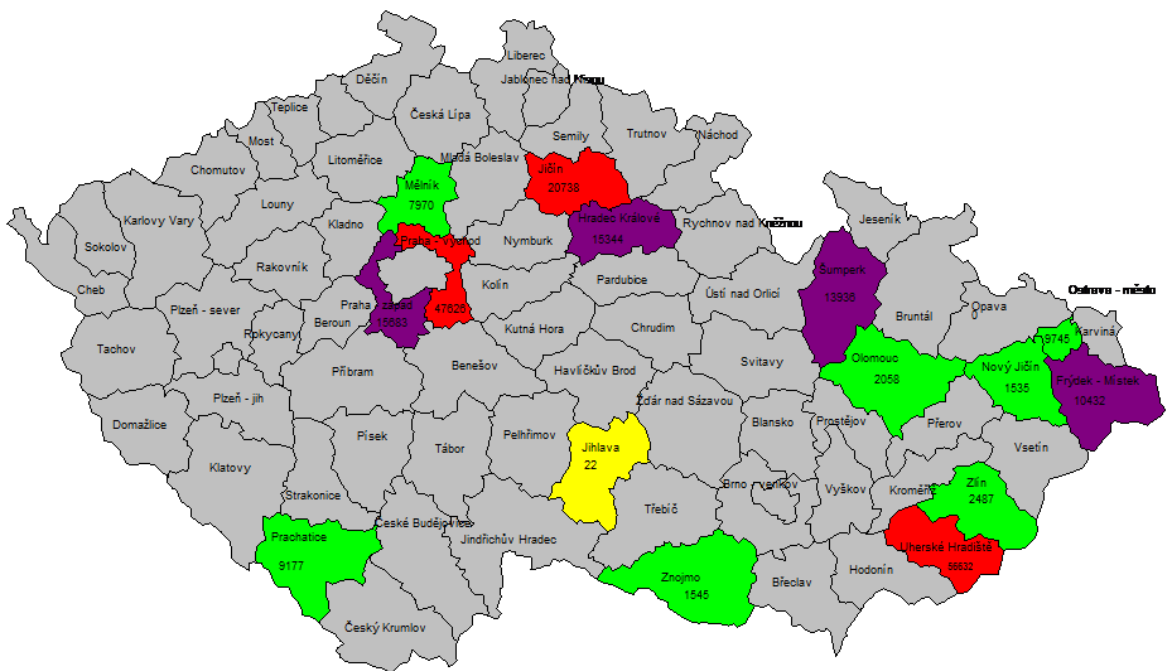
Organizačná štruktúra podniku Cemmac a.s. nie je kompletná z dôvodu veľkého rozsahu jednotlivých pododdelení. K ekonomickému riaditeľovi prislúchajú nasledujúce oddelenia: odbor plánovania, financovania a úverovej politiky, odbor personálnej a mzdovej politiky. Pod obchodného riaditeľa spadajú oddelenia ako odbor odbytu a odbor marketingu. K výrobo-technickému riaditeľovi sú pridelené oddelenia: odbor technicko-investičného rozvoja, odbor energetiky, odbor výroby alebo odbor starostlivosti o základné fondy. Odbor TPV a kvality zodpovedá za oddelenie riadenia, kontroly a laboratória. (Interné materiály podniku)

6.8 Odberatelia podniku Cemmac a. s.

Medzi hlavných odberateľov cementu podniku Cemmac a. s. sú odberatelia zo Slovenskej a Českej republiky. Na obrázkoch č. 19 a 20 sú zobrazené hlavné oblasti kam Cemmac predáva cement. Expedícia cementu je o niečo vyššia na území Slovenska. Červenou farbou sú označené okresy s najväčším odbytom, teda predaj cement presahuje 20 000 ton cement.



Obr. 19 Slovenský odberatelia podniku Cemmac a. s. (interné materiály)



Obr. 20 Český odberatelia podniku Cemmac a. s. (interné materiály)

Tab. 2 Legenda (interné materiály)

	0-	1000
	1000-	10000
	10000-	20000
	20000-	

V tabuľke č. 3 je znázornená výroba a predaj cementu v rozmedzí rokov 2000 až 2011. Na predaji cementu je vidieť, aký dopad mala kríza na stavebníctvo. Najvyššie tržby z predaja boli v roku 2005 a to 614 747 000 €. Do roku 2011 poklesli až na hodnotu 502 243 000 €.

Tab. 3 Výroba a expedícia cementu (interné materiály)

Rok	Slinok	Cement	Expedícia
2000	268 000	378 000	382 580,10
2001	359 000	445 000	457 308,00
2002	350 000	495 000	495 601,00
2003	380 000	518 000	519 170,00
2004	426 000	587 000	587 052,70
2005	426 000	615 000	614 747,40
2006	405 000	602 000	604 440,70
2007	413 000	622 000	621 933,90
2008	419 000	636 000	636 110,10
2009	390 000	547 000	544 876,50
2010	390 000	516 000	511 243,60
2011	396 000	502 000	502 001,70

6.9 Analýza konkurencie

V tabuľke sú uvedení hlavní konkurenti cementárne Cemmac a.s. na Slovensku, v Českej republike a v Poľsku.

Tab. 4 Konkurencia podniku Cemmac a. s.

Považská cementáreň, a.s., Ladce	Ladce	www.pcla.sk
Holcim (Slovensko) a.s.	Rohožník	www.holcim.sk
Východoslovenské stavebné hmoty a.s.	Turňa nad Bodvou	www.vsh.sk
Cement Hranice a.s.	Hranice	www.cement.cz
Českomoravský cement, a. s.	Mokrá	www.heidelbergcement.com
Cemenownia Warta s.a.	Warta	www.wartasa.com

6.10 SWOT analýza spoločnosti Cemmac a. s.

Spoločnosť Cemmac a. s. sa v stratégii spoločnosti zameriava na odstraňovanie slabých stránok podniku, z ktorých najdôležitejšie sú vypísané v SWOT analýze a udržiavanie silných stránok a využívanie príležitostí ktoré poskytuje trh. Medzi silné stránky podniku patria dobré vzťahy so zákazníkmi a s tým súvisiaca dobrá kvalita cementu, ktorú zákazníci oceňujú. Podnik je taktiež zameraný na inovácie zamerané na procesy. Slabými stránkami podniku sú nízka surovinová základňa, nižšia produkcia cementu oproti konkurencii. Cemmac a. s. vidí svoje možnosti uplatnenia v rozširovaní ponuky cementu a s tým súvisiacou väčšou výrobnou kapacitou. Hrozby prostredia v ktorom sa podnik nachádza je novopostavená cementáreň v Maďarsku, čo môže znamenať odliv zákazníkov. Zdražovanie energií a vstupných surovín znamená pre cementáreň vyššie výrobné náklady.

Tab. 5: SWOT analýza podniku Cemmac a. s. (Vlastné spracovanie)

Silné stránky	Slabé stránky
Dobré vzťahy so zákazníkmi	Nízka surovinová základňa
Vysoká kvalita	Veková štruktúra zamestnancov
Zabezpečenie transportu cementu pre zákazníkov	Nízka produkcia cementu oproti konkurencii
Neustály rozvoj prostredníctvom investícií	Limitovaná produkcia na linke rotačnej pece
Príležitosti	Hrozby
Rozširovanie ponuky cementu	Zdražovanie energií, vstupných surovín
Preniknutie na nové trhy	Koniec stavebnického boomu v Poľsku
Rozšírenie výrobnéj kapacity	Tlak zákazníkov na ceny
Očakávaný rast v stavebníctve	Nová cementáreň v Maďarsku

6.11 Technologický postup výroby

6.11.1 Ťažba surovín v lome

Ťažba suroviny sa zabezpečuje na jednotlivých ťažobných lokalitách nachádzajúcich sa v dobývacom priestore cementárne. Postup ťažby je usmerňovaný oddelením technickej prípravy výroby - hl. technologom v potrebných časových obdobiach. Prevádzkový proces v lome sa začína vrtnými prácami, ktoré sa vykonávajú vrtnou súpravou. Sú vykonávané na

základe geologického prieskumu podľa pokynov ved. prevádzky ťažby surovín, ktorý sa riadi príkazmi hl. technológa, v otázkach týkajúcich sa kvality a vhodnosti suroviny. Po navštívaní sa prevádzajú trhacie práce v dvoch rozsahoch a to:

- a) trhacie práce malého rozsahu
- b) trhacie práce veľkého rozsahu (clonové odstrelý)

Zmiešavacie pomery slietov z jednotlivých lokalít sa stanovujú na základe chemických analýz vrtných múčok. Doprava materiálu do drviarne je zabezpečená vozidlami Tatra 815. (Interné materiály podniku)



Obr. 21 Ťažba vápenca (Vlastné spracovanie)

6.11.2 Doprava a vyklápanie surovín

Na dopravu suroviny v lome sa využívajú nákladné vozidlá T 815. Vodič privezie surovinu po určenej trase k násypke drviča, kde na pokyn obsluhy drviča vyklopí obsah korby do násypky. V násypke musí byť vrstva materiálu z predchádzajúceho vozidla, aby boli tlmené nárazy materiálu z práve vyklápaného vozidla.

Po vyprázdnění obsahu korby vozidla, túto vráti do pôvodnej polohy. Až keď je korba na svojom mieste, môže odísť pre ďalšiu surovinu. Uvedený cyklus sa opakuje tak, aby násypka bola plynule plnená a tým zabezpečený hospodárny chod drviča. Násypka musí byť opatrená zaisťovacím zariadením, ktoré zabráni prípadnému pádu vozidla do násypky. (Interné materiály podniku)

6.11.3 Drvenie surovín

Ťažená surovina z lomovej prevádzky pred jej zomielaním musí byť podrvená na zrnitosť vhodnú pre surovinovú mlynicu. Suroviny sú drvené na zrnitosť:

0 – 25 mm	95 %
25 – 45 mm	5 %

Suroviny ťažené trhavinou alebo priamo rypadlami z ťažobnej steny sú nákladnými autami dovážané do násypky drviarne. Celý priestor drviarne je zastrešený a proti bočnému vetru a dažďu z troch strán opláštený. Podrvená surovina je odvádzaná sklzom na odťahový pás. (Interné materiály podniku)



Obr. 22 Vykládka a drviareň suroviny (Vlastné spracovanie)

6.11.4 Mletie podrvenej suroviny

Podrvená surovina zrnitosti 0 – 25 mm je zo zásobníkov pred mlynmi dávkovaná v stanovenej pomere pomocou pásových váh do surovinových mlynov s pneumatickým obehom meliva. Jedná sa o jednokomorové trubnaté mlyny s výkonom $50 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$. Melivo vstupuje vstupným kolenom do mlyna a je zomielané pri otáčaní mlyna vzájomným mechanickým oterom a nárazmi medzi mlecou náplňou, pancierovaním mlyna a časticami suroviny. V priebehu mletia je surovina sušená horúcimi odpadnými plynmi z RP. Zomletá surovina je vynášaná vzdušným prúdom výstupným kolenom a potrubím do vzduchoprúdneho lopatkového triediča.

Lopatkový triedič je vzduchotechnické zariadenie, v ktorom sú odtriedňované jemné častice zomletej suroviny od hrubých. Triedenie je založené na princípe zmeny rýchlosti a smeru vzdušného prúdu častíc. Jemnosť surovinovej múčky sa reguluje nastavením sklonu lopa-

tek v triediči. Hrubá odtriedená frakcia je vracaná potrubím späť do mlyna. (Interné materiály podniku)



Obr. 23 Mlynica suroviny (Vlastné spracovanie)

6.11.5 Homogenizácia suroviny v sile

Zmiešavací systém surovínovej múčky zabezpečujúci zrovnomenenie chemického zloženia surovínovej múčky z obehových mlyníc sa uskutočňuje v homogenizačnom sile. Podávanie surovínovej múčky do homogenizačného sila je zabezpečené v súlade s požiadavkami na vytvorenie správnej vrstvy materiálu zloženej z rôznych vrstiev, ktoré boli vytvorené pri plnení sila mletou surovínovou múčkou z obehových mlyníc. Pri vyprázdňovaní homogenizačného sila surovínová múčka prúdi z rôznych vrstiev, ktoré sa navzájom spoločne zmiešavajú a tak dochádza k procesu homogenizácie. (Interné materiály podniku)



Obr. 24 Homogenizačné silo (Vlastné spracovanie)

6.11.6 Výpal slinku na rotačnej peci a jeho chladenie

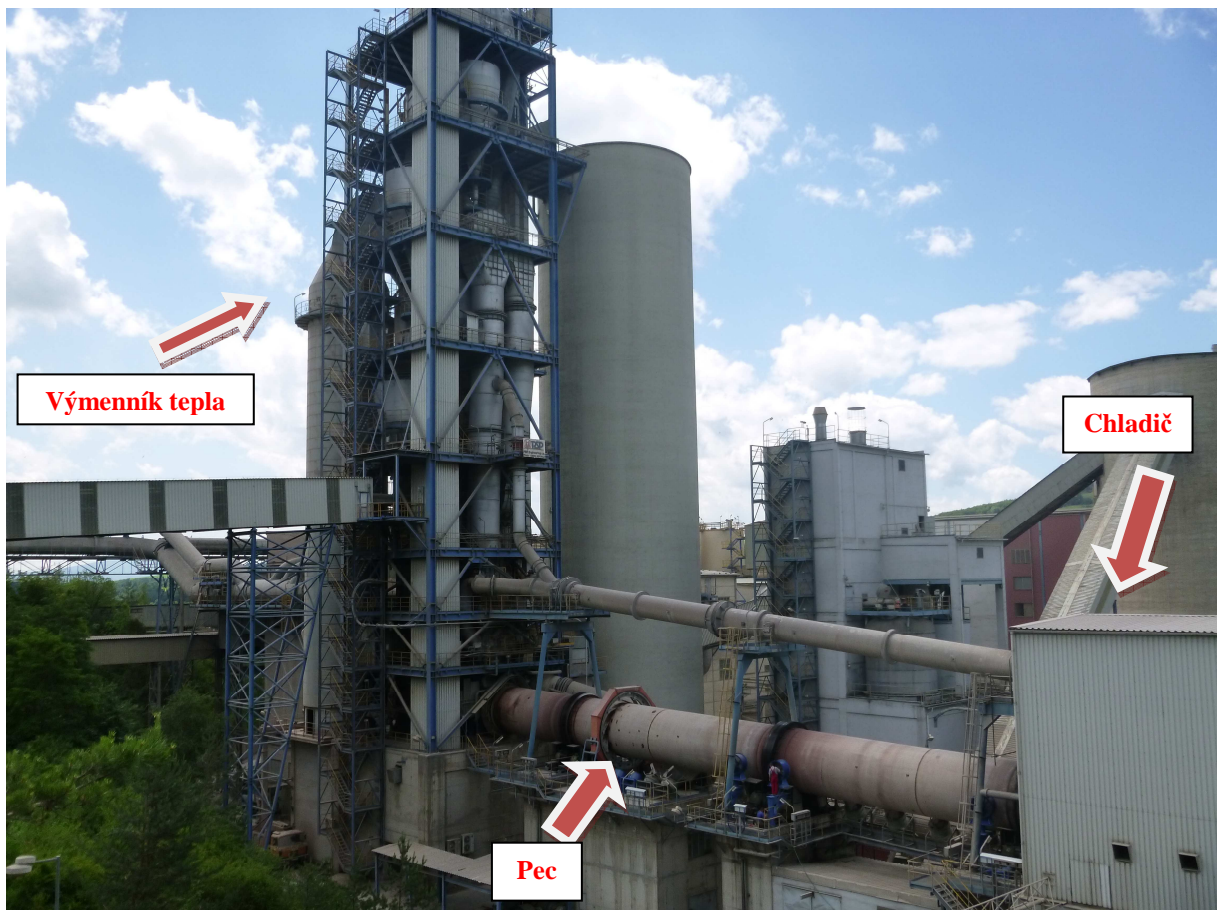
Kalcinačný kanál s vírivou hlavou je vstavaný do nosnej konštrukcie cyklónového výmenníka. Kanál zaisťuje intenzívnu výmenu tepla medzi plynmi a surovinou a zároveň umožní redukciu NO_x .

Teplotechnická funkcia dolnej časti kanála je založená na spätnom víre a recirkulačnom efekte, ktorý vzniká v jeho spodnej časti. Tu zmes suroviny a horiace palivo vykonáva spätný recirkulačný pohyb a tak zotrúva dlhšiu dobu v oblasti maximálneho teplotného spádu.

Pre zaistenie spaľovacieho vzduchu pre kalcinačný kanál a pre redukciu NO_x je privádzaný terciárny vzduch do spodnej časti kanálu a nad redukčnú spaľovaciú zónu. Kalcinačný kanál v spodnej časti naväzuje na pätný kus RP. Výmenník tepla ako aj kalcinačný kanál je vybavený žiaruvzdornou výmurovkou.

Roštový chladič pozostáva zo spodnej komory s prívodmi a rozvodmi chladiaceho vzduchu a s chladiacim roštom a z horúcej komory s odvodmi vzduchu. Dno komory je uzavreté sadou výsypiek s uzávermi, pod ktorými je dopravník na odťah vychladeného slínok. Na rošt v hornej časti spodnej komory vypadáva slínok z RP.

Roštová plocha nad prvou komorou prvého vozíka osadená roštnicami má individuálny prívod chladiaceho vzduchu do jednotlivých sekcií. Medzery v roštniciach u pevných radov sú smerované po toku materiálu, roštnice pohyblivých padov majú štrbiny usmerňujúce prúd chladiaceho vzduchu naprieč jeho toku. Tým je chladený slínok prefukovaný krížovo tj. zvyšuje sa intenzita chladenia. (Interné materiály podniku)



Obr. 25 Linka rotačnej pece (Vlastné spracovanie)

6.11.7 Mletie cementu

Mletie cementu sa uskutočňuje v združenej dvojstupňovej mlynici s uzavretým mechanickým obehom. Výrobný postup pri mletí a skladovaní cementu pozostáva z nasledovných dielčích častí:

- odber a doprava komponentov pre mletie na CM
- mletie cementu
- doprava a uskladňovanie mletého cementu

Slinok a sádrovec sú v stanovenom pomere váhami dopravované do sklzu predmieľacieho mlynu. Troska je v prípade mletia zmesných cementov dopravovaná v žiadanom množstve z váh do hrdla predmieľacieho mlyna systémom dopravy trosky. Množstvá určuje oddeľovanie technickej prípravy výroby predpisom, odkiaľ ich preberajú smenoví majstri do prevádzkových kníh. V predmieľacom mlyne sú tieto komponenty zomleté. Mlyn je odvetrávaný ventilátorom. Melivo z predmieľacieho mlyna prepadáva cez klapku do korečkového elevátora, ktorým je melivo dopravované do fluidného pneumatického dopravníka Rayman. Jeho súčasťou je odlučovač ťažkých častíc z meliva, ktorý je obsluhou pravidelne vyprázdňovaný. (Interné materiály podniku)



Obr. 26 Mlynica cementu (Vlastné spracovanie)

6.11.8 Expedícia cementu

Výrobný postup expedície cementu pozostáva z nasledovných čiastkových technologických častí:

- expedícia baleného cementu
- expedícia paletovaného cementu
- expedícia voľnoloženého cementu

Na obrázku č. 27 je zobrazená expedícia voľnoloženého cementu. Spoločnosť Cemmac a. s. expeduje cement všetkými spôsobmi. Prostredníctvom cisterien, železničnej dopravy a balený cement pomocou kamiónov. (Interné materiály podniku)



Obr. 27 Expedícia cementu (Vlastné spracovanie)

6.12 Úzke miesto vo výrobnom procese podniku Cemmac a.s.

Pomocou metodiky TOC (Theory of Constraints) sa v podniku Cemmac určilo obmedzenie vo výrobe. Toto obmedzenie predstavuje linka rotačnej pece. Produkciu cementu vo výrobe limituje kapacita rotačnej pece, ktorá sa pohybuje na úrovni 1200 ton slinku za deň. Po bližšom preskúmaní linky, zistíme že pravým obmedzením na linke je proces chladenia slinku. Chladič slinku pracuje so surovinou, ktorá je vypálená v rotačnej peci. V momentálnej dobe chladič slinku nespĺňa požiadavky na chladenie slinku, pretože požadovaná teplota slinku má byť na hodnote 70 °C a nižšie. Ak by podnik chcel aby chladič slinku chladil na teplotu 70 °C, tak celá kapacita linky by sa pohybovala na úrovni 1000 ton slinku za deň. Sú-

časná hodnota teploty slinku pri produkcii 1200 ton je v priemere 130 °C. Preto je potrebné dodatočné chladenie na dopravníkoch pomocou technologickej vody, prípadne chladenie v silách slinku, taktiež pomocou technologickej vody. Pomocou metodiky TOC je určené úzke miesto v podniku. Toto úzke miesto je riadené podľa predposledného kroku metodiky teda je vyt'azovné na maximum a jeho hlavná úloha, čo je chladenia slinku je dokončovaná ešte dodatočne na ďalších pracoviskách, keďže je to možné. Tento problém je treba riešiť a odstrániť ho. Cieľom je toto úzke miesto eliminovať ako určuje posledný krok metodiky a sústrediť sa následne na hľadanie ďalšieho obmedzenia systému. Nasledujúcim obmedzením systému po odstranení úzkeho miesta na chladiči slinku by bola denná kapacita rotačnej pece.



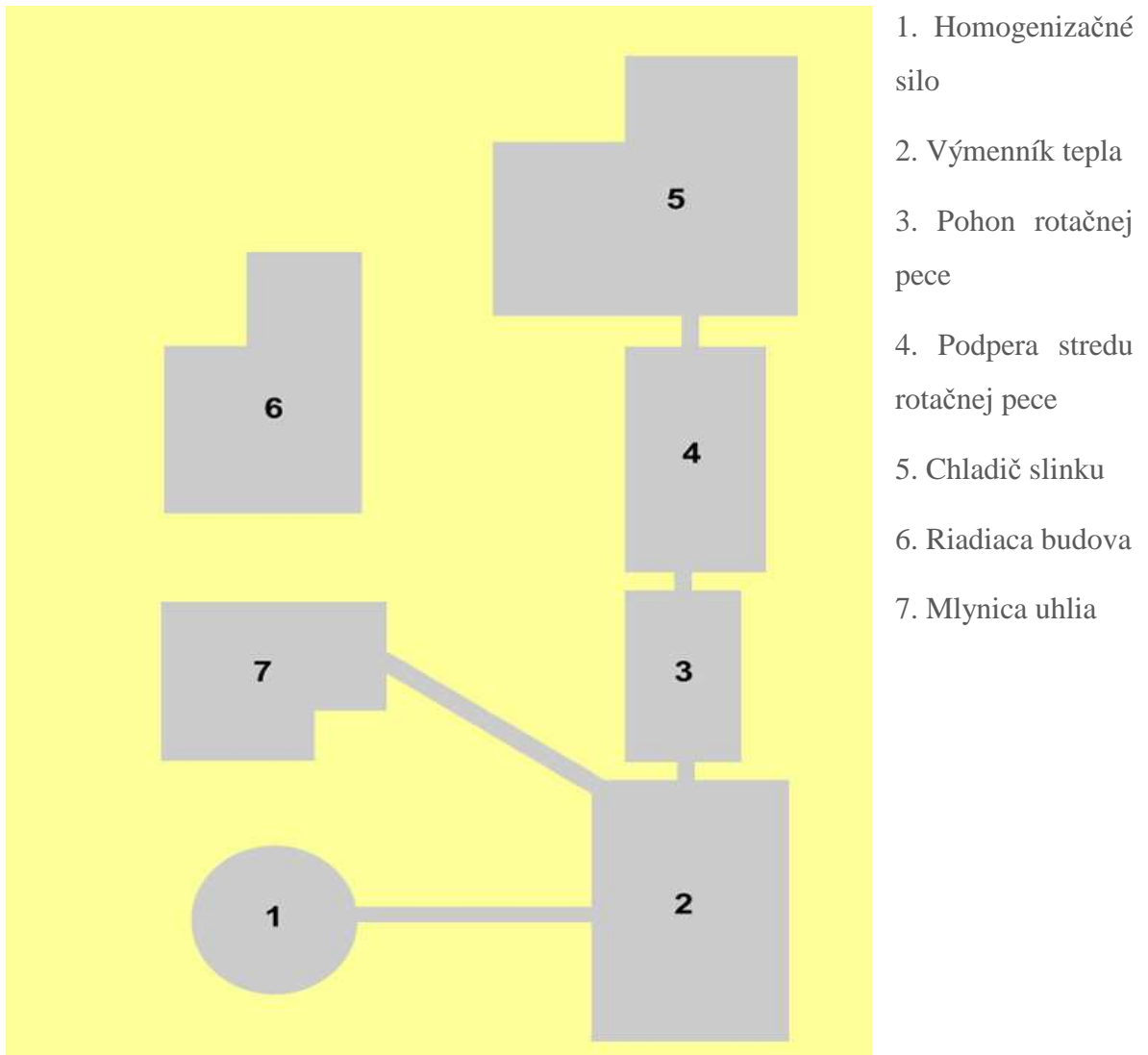
Obr. 28 Chladič slinku

Proces chladenia slinku predstavuje úzke miesto. Pri riešení problematiky zariadenia chladiča slinku je treba brať do úvahy celú linku z dôvodu úzkeho prepojenia procesov na linke. Pri zmene parametrov chladenia slinku ako terciárny vzduch alebo výstupná teplota slinku po chladení sa zmena prejaví na celej linke rotačnej pece.

7 LINKA ROTAČNEJ PECE

7.1 Základné informácie o linke

Linku rotačnej pece tvoria homogenizačné silo, výmenník tepla, rotačná pec, chladič slinku, mlynica uhlia a riadiaca budova tzv. velín. Na linke rotačnej pece pracuje 7 pracovníkov. Skupinu pracovníkov na linke tvoria majster, operátor, striedač, obsluha výmenníka, obsluha rotačnej pece a chladiča, obsluha palivového hospodárstva. Linka je v prevádzke 24 hodín denne.



Obr. 29 Lay-out linky rotačnej pece

Surovina prechádza linkou v nasledujúcej postupnosti. Na začiatku sa nachádza v homogenačnom silu, z ktorého po dopravníku putuje do rotačnej pece. Po vypálení z rotačnej pece prichádza surovina na rošty chladiča slinku. Mlynica uhlia dodáva palivo do rotačnej pece. Celý proces na linke rotačnej pece je riadený z velína. (Interné materiály podniku)

7.2 Technologický postup výroby na linke

7.2.1 Homogenizácia surovinovej múčky

Zmešovací systém surovinovej múčky zabezpečujúci zrovnomenenie chemického zloženia surovinovej múčky z OM I a OM II sa uskutočňuje v homogenačnom silu. Surovinová múčka je dopravovaná do homogenačného silu (HS) sústavou dopravných ciest z OM I a OM II.

Podávanie surovinovej múčky do HS je zabezpečené v súlade s požiadavkami na vytvorenie správnej vrstvy materiálu zloženej z rôznych vrstiev, ktoré boli vytvorené pri plnení silu mletou surovinovou múčkou z OM I a OM II. Pri vyprázdňovaní HS surovinová múčka prúdi z rôznych vrstiev, ktoré sa navzájom spoločne zmiešavajú a tak dochádza k procesu homogenizácie.

Potrebný vzduch do HS je vedený cez pneumatické klapkové ventily (vnútorný a vonkajší kruh) do vynášacích fluidných sklzov pod centrálnym kuželom. Pri normálnej prevádzke sa aktivujú 2 klapkové ventily (jeden pre vnútorný a jeden pre vonkajší kruh) súčasne. Vnútorný kruh je rozdelený do 6 čeriacich sekcií. Vonkajší kruh je rozdelený do 6 ľavých vetracích sekcií a 6 pravých vetracích sekcií. Po uplynutí stanoveného času (1 – 20 min.) sú aktivované ďalšie čerpacie sekcie tým, že sa zatvárajú a otvárajú odpovedajúce pneumatické klapkové ventily. Dve protiľahlé čerpacie sekcie, jedna vnútorná a jedna vonkajšia (ľavá alebo pravá čeriacia sekcia sa cyklus od cyklu striedajú) sú súčasne aktivované a prepínajú sa v smere hodinových ručičiek na ďalšie sekcie. V priebehu prepínania na ďalšie čeriacie sekcie sa nasledujúci pneumatický klapkový ventil otvorí predtým, než sa predchádzajúci pneumatický klapkový ventil uzavrie.

Ďalej každá vynášacia sekcia je rozdelená do rôznych čeriacich oblastí. Každú čeriacu oblasť možno samostatne prevzdušňovať ručne ovládanými škrtiacimi ventilmi. Základné nastavenie škrtiacich ventilov. Riadenie HS sa zabezpečuje z velína RP. (Interné materiály podniku)

7.2.2 Mlynica uhlia

Strojno-technologické zariadenia predstavuje skladovacie zariadenie surového (neupraveného) uhlia v centrálnej skládke v mlynici uhlia s dopravnými a odtriedovacími zariadeniami pri dopravnom prepojení týchto skladovacích zariadení.

Palivom pre výpal slinku na RP je ZP resp. zmes ZP – uhlie alebo 100 %. Uhlie je zomleté v mlynici uhlia na jemnosť 5 – 12 % zbytku na site 0,09 mm podľa druhu uhlia (obsah popola). Pre mletie čierneho uhlia je použitá sušiacia mlynica s pneumatickým okruhom.

Technologický proces sušiaceho mletia uhlia začína odberom surového uhlia zo zásobníka. Vlastné dávkovanie uhlia do mlyna je objemové, pomocou skriňového redléru (zmena výkonu sa zabezpečuje zmenou rýchlosti dopravnej reťaze).

V mlyne je palivo pôsobením tlakových a šmykových síl rozomleté triedičom na požadovanú jemnosť vytriedené a pri spolupôsobení horúcich dymových plynov súčasne vysušené na požadovanú vlhkosť.

Potrubím je uholný prášok prúdom brýd vynášaný z triediča mlyna do hadicového filtra pozostávajúceho z explózneho šlotu nad strechou mlynice a explózneho šlotu - hadicového filtra. V hadicovom filtri typu BETH je zomletý palivový prášok odlúčený z nosných brýdových plynov. Filter je vybavený 6 ks explóznymi klapkami.

Doprava zomletého uhlia do zásobného sila je zabezpečená zberným šnekovým dopravníkom cez turniketový uzáver a priečny šnekový dopravník, ktorým je uholný prášok dopravovaný do zásobníka sila. (Interné materiály podniku)



Obr. 30 Mlynica uhlia (Vlastné spracovanie)

7.2.3 Doprava a dávkovanie uhlia do RP

Technologický súbor je spojený so súborom palivového hospodárstva, linku RP a naväzuje na mlynicu uhlia. Zariadenie dopravy a dávkovania začína na prírube výpadkového kónusu zásobníka sila mletého uhlia a ukončené je prírubami na dopravné potrubie uhoľného prášku naväzujúcich na guľové kĺby v zostave pred horákmi. Mleté uhlie uskladnené v zásobníku je odťahované z dna zásobníkov pomocou vyhrnovacieho zariadenia do dvoch identicky strojovo zostaviteľných liniek.

Prvá z liniek zásobuje uhoľným prachom horák RP a druhá oba kalcinačné horáky umiestnené v kalcinačnom kanále na výmenníku. Každá z týchto liniek začína svojím výpadom s

aktivátom. Súčasťou linky je aj vlastný zdroj dopravného vzduchu – dúchadlo uložené do protihlukovej skrine. V prípade potreby je tlakový vzduch na lište uzatvorený a do stojných odberových miest je dopravovaný inertný plyn CO₂. (Interné materiály podniku)

7.2.4 Výpal slinku na RP

Pecná linka pozostáva z cyklónového výmenníka LUCE 5 ST 2 / 370. 460 s kalcinačným kaviálom, rotačnou pecou 3,4 x 46 m, roštového chladiča slinku a terciárneho potrubia. Doprava suroviny do výmenníka je mechanická. Výkon linky 1200 t slinku za deň. Pecné plyny z výmenníka sú odťahované pomocou pecného ventilátora u ktorého je namontovaná ochrana proti prekročeniu maximálnej dovolenej teploty.

Korečkovým elevátorom je surovinová múčka dopravovaná od váhy nad cyklón C 1. Tu je surovina cez sklz a turniketový uzáver vedená k dvojici dialkove ovládaných klapiek, ktorými môže byť usmernená buď do sklzu (späť do cirkulácie suroviny v homogenizačnom silu), alebo podľa potreby rozdeliť jej tok do I. II. stupňa výmenníka. Týmto možno ovplyvniť teplotu odpadných dymových plynov využívaných k sušeniu a mletiu suroviny na OM I a OM II až o 50 °C.

Cyklónový výmenník LUCE s piatimi teplovýmennými stupňami a kalcinačným kanálom typu AS pozostáva z:

- ◆ z cyklónov 3,7 m (C1) prvého predohrievacieho stupňa ST I a kanálom plynov, kde dochádza k prvému kontaktu dávkovanej suroviny s plynmi, privádzanými zo stupňa ST II. Z odťahových hrdiel cyklónu sú odpadné plyny odvádzané odťahovým potrubím k pecnému ventilátoru.
- ◆ z cyklónu 4,6 m (C2) druhého predohrievacieho stupňa ST II do ktorého padá surovina sklzmi z ST I. Sklzy sú vybavené dvojicou jednoduchých klapiek. Kanál plynov je upravený tak, že je doňho možné zaviesť časť dávkovanej suroviny z deliča suroviny (pri vyšších nárokoch na sušenie v OM)
- ◆ z cyklónu 4,6 (C3) tretieho predohrievacieho stupňa ST III do ktorého padá surovina sklzom z ST II. Sklz je vybavený jednoduchou klapkou.
- ◆ z cyklónu 4,6 (C4) štvrtého predohrievacieho stupňa ST IV do ktorého padá surovina sklzom z ST III. Sklz je vybavený jednoduchou klapkou. Odlúčená surovina z tohto stupňa je zavedená sklzom do spodnej časti kalcinačného kanála.

- ◆ z cyklónu 4,6 (C5) piatego predohrievacieho stupňa ST V, ktorý odlučuje predohriatu surovinu privádzanú plynmí z kalcinačného kanála. Surovina je následne sklzom s jednoduchou klapkou zavedená cez pätný kus do rotačnej pece. (Interné materiály podniku)



Obr. 31 Terciárne a odpadné potrubia (Vlastné spracovanie)

Kalcinačný kanál KKN s vírivou hlavou je vstavaný do nosnej konštrukcie cyklónového výmenníka. Kanál zaisťuje intenzívnu výmenu tepla medzi plynmi a surovinou a zároveň umožní redukciu NO_x .

Na linke sa používa 2x kombinovaný horák pre práškové uhlie a zemný plyn. Skladá sa zo súsose usporiadaných trubiek, cez ktoré prechádza do trysiek požadované médium pre spaľovanie tj. primárny vzduch a práškové uhlie alebo zemný plyn. Centrálné potrubie súčasne vytvára kanál pre chladiaci vzduch trysiek zemného plynu. Kanál zemného plynu je súsose usporiadaný okolo kanála stredového. Zemný plyn preteká cez vímnik k rozširujúcej sa tryске, ktorej výstupný prierez môže byť menený. Kanál pre práškové uhlie je súsose umiestnený vedľa kanálu pre plyn a je vedľa neho taktiež umiestnený kanál pre primárny vzduch resp. pre chladiaci vzduch. (Interné materiály podniku)



Obr. 32 Rotačná pec (Vlastné spracovanie)

Horák rotačnej pece je kombinovaný horák pre práškové uhlie a zemný plyn. Skladá sa zo súsose usporiadaných trubiek, cez ktoré prechádza do trysiek požadované médium pre spaľovanie tj. primárny vzduch, práškové uhlie a zemný plyn. Stredová trubka slúži pre vedenie zapalovacieho horáku. Kanál radiálneho plynu je súsose vedený okolo stredovej trubky.

V ďalšom kanále je vedený axialny plyn. Ďalší kanál slúži pre vedenie primárneho vzduchu. Pomocou 2 uzáverov je zemný plyn rozdelený do 2 kanálov. Terciárne potrubie privádza odprášený terciárny vzduch dvoma vetvami ku kurenisku do spodnej časti kalcinačného kanála a jednou vetvou do oblasti ukončenia redukčnej zóny (pod hlavou kalcinačného kanála) vo funkcii D - NO_x. (Interné materiály podniku)



Obr. 33 Terciárne potrubie (Vlastné spracovanie)

7.2.5 Chladienie a drvenie slinku

Na rošt v hornej časti spodnej komory chladiča slinku vypadáva slinok z RP. Roštová plocha nad prvou komorou prvého vozíka osadená roštnicami má individuálny prívod chladiaceho vzduchu do jednotlivých sekcií. Medzery v roštniciach u pevných radov sú smerované po toku materiálu, roštnice pohyblivých padov majú štrbiny usmerňujúce prúd chladiaceho vzduchu naprieč jeho toku. Tým je chladený slinok prefukovaný krížovo tj. zvyšuje sa intenzita chladenia.

Druhá komora prvého vozíka je osadená nízkymi štrbinovými roštnicami s prívodom chladiaceho vzduchu pod rošt zvlášť pre ľavú a pravú stranu.

Otvormi v roštnicích je do vrstvy slinku na rošte vháňaný radou ventilátorov chladiaci vzduch, ktorý prúdi cez vrstvu a odníma slinku teplo. Vysoko predohriaty vzduch je odvážaný do RP a kalcinačného kanálu k spalovaniu. Odpadový vzduch o nižšej teplote je po odprášení v cyklónoch zavedený k mlynici suroviny (sušenie suroviny pri mletí). (Interné materiály podniku)



Obr. 34 Chladič slinku (Vlastné spracovanie)

Drvič slinku slúži k drveniu slinku prepadajúceho z roštového chladiča cez triediaci sklz na ktorom sa čiastočne odtriedi slinok so zrnami pod 30 mm. Vstupná a výstupná zrnitosť materiálu z drviča je upravená vlastným návodom k používaniu drviča. V spodnej skrini drviča je uložený rotor zvarovanej konštrukcie, pozostávajúcej z dutého hriadela na ktorom sú privarené disky s drviacimi lištami. (Interné materiály podniku)



Obr. 35 Drvič slinku (Vlastné spracovanie)

7.3 Proces chladenia slinku

Dvojvozikový roštový chladič RCH s efektívnou chladiacou plochou 29,53 m² má mechanické pohony s plynulou zmenou otáčok pomocou frekvenčných meničov. Na konci roštu je inštalovaný triediaci sklzový rošt a následne odrazový drvič ODN 11 200 x 2000.

Roštový chladič pozostáva zo spodnej komory s prívodmi a rozvodmi chladiaceho vzduchu a s chladiacim roštom a z horúcej komory s odvodmi vzduchu. Dno komory je uzavreté sadou výsypiek s uzávermi, pod ktorými je dopravník na odťah vychladeného slinku. Na rošt v hornej časti spodnej komory vypadáva slinok z RP.

Roštová plocha nad prvou komorou prvého vozíka osadená roštnicami má individuálny prívod chladiaceho vzduchu do jednotlivých sekcií. Medzery v roštniciach u pevných radov sú smerované po toku materiálu, roštnice pohyblivých padov majú štrbiny usmerňujúce prúd chladiaceho vzduchu naprieč jeho toku. Tým je chladený slinok prefukovaný krížove tj. zvyšuje sa intenzita chladenia. Druhá komora prvého vozíka je osadená nízkymi štrbinovými roštnicami s prívodom chladiaceho vzduchu pod rošt zvlášť pre ľavú a pravú stranu. Druhý rošt je osadený štandardnými roštnicami.

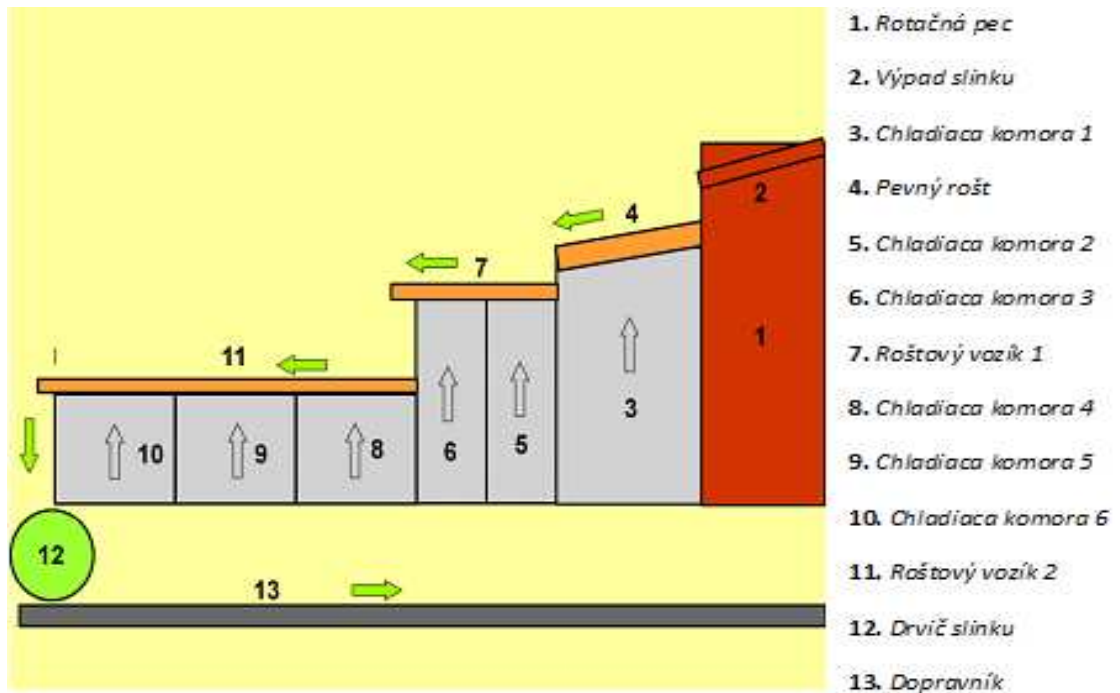
Otvormi v roštniciach je do vrstvy slinku na rošte vŕhaný radou ventilátorov chladiaci vzduch, ktorý prúdi cez vrstvu a odníma slinku teplo. Vysoko predohriaty vzduch je odvá-

žaný do RP a kalcinačného kanálu k spalovaniu. Odpadový vzduch o nižšej teplote je po odprášení v cyklónoch zavedení k mlynici suroviny. (Interné materiály podniku)



Obr. 36 Surovina v chladiči slinku (Interné materiály podniku)

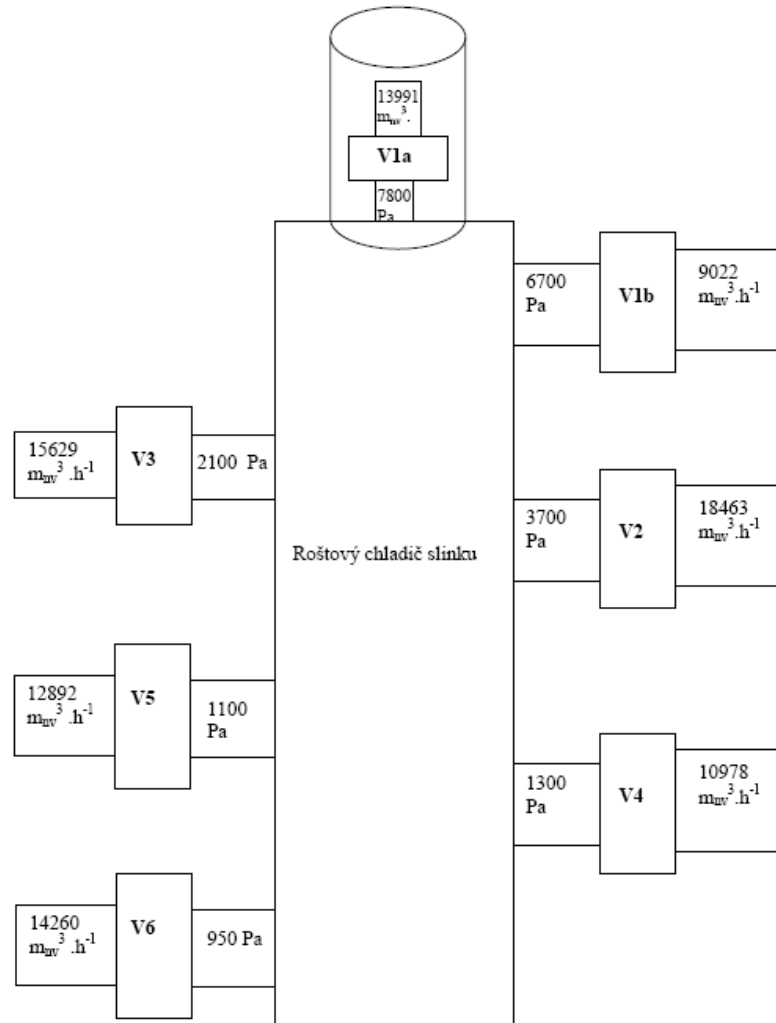
Na obrázku 37 je znázornený prierezový pohľad na proces chladenia slinku. Zelené šípky znázorňujú tok materiálu a šedé šípky tok chladného vzduchu. Roštnicové vozíky vykonávajú pohyb do oboch strán a pomocou vratného pohybu vytlačajú slinok zo svojej plochy a slinok sa tým pádom dostáva na ďalší roštnicový vozík alebo pokračuje do drviča slinku. Z drviča slinku odchádza slinok dopravníkom do slinkových síl.



Obr. 37 Proces chladenia slinku (Vlastné spracovanie)

7.3.1 Lay out chladiča slinku

Lay-out chladiča slinku pozostáva zo siedmich ventilátorov označených na obrázku písmenom V a roštov na ktorých je chladený slinok prostredníctvom ventilátorov. Výpad slinku z rotačnej pece sa nachádza v tesnej blízkosti ventilátora č. 1. Ostatné ventilátory sú okolo chladiča rozmiestnené postupne pravidelne z oboch strán.



Obr. 38 Lay-out chladiča slinku

7.4 Zhrnutie výsledkov analýzy

Ako bolo uvedené úzke miesto výrobného procesu predstavuje proces chladenia slinku, ktorý sa nachádza na linke rotačnej pece. Súčasný proces chladenia bol inštalovaný v roku 1997 podľa vtedy najlepšej technológie. V súčasnej dobe je ale tento spôsob nedostačujúci čo sa prejavilo aj tým, že chladenie slinku prestavuje úzke miesto výrobného procesu. Z analýz môžeme stanoviť že odpadný vzduch z procesu chladenia má vysokú teplotu a teplo ktoré, ktoré obsahuje je stratou pre podnik. Taktiež výstupná teplota slinku je hlavným obmedzením, pretože chladič slinku nie je uspořobený pre chladenie slinku v objemoch 1250 ton slinku za deň. Z týchto dôvodov je preto dôležité zadať projekt pre proces chladenia slinku a vyriešiť jeho aktuálne problémy, ktoré obmedzujú výrobu podniku Cemmac a. s..

8 ZADANIE A DEFINOVANIE PROJEKTU

8.1 Zadávací list projektu

Názov projektu:	Zefektívnenie procesu chladenia slinku na linke rotačnej pece
Účel:	Na linke rotačnej pece sa nachádza obmedzenie na výstupe. Chladič slinku nepracuje dostatočne efektívne a straty ktoré produkuje treba znížiť a odstrániť. Účelom tohto projektu je nájsť riešenie, ktoré zvýši účinnosť chladenia a odstráni plytvanie v procese chladenia slinku a zabráni plytvaniu firemných zdrojov.
Ciele projektu:	<ol style="list-style-type: none">1. Zvýšenie teploty terciárneho vzduchu2. Zníženie teploty odpadného vzduchu3. Zníženie výstupnej teploty slinku4. Zníženie spotreby energie v procese chladenia
Manažér projektu:	Ing. Karol Podhora - generálny riaditeľ Cemmac a. s.
Projektový tím:	Ing. Marián Maschtovský, vedúci odboru technicko-investičného rozvoja Ing. Radoslav Škripec, člen odboru technicko-investičného rozvoja Ing. Martin Hrobár, člen odboru technicko-investičného rozvoja Bc. Dušan Maschtovský, študent UTB
Vlastníci výstupov z projektu:	Bc. Roman Húserka, vedúci výroby
Obmedzenia projektu:	Projekt nie je rozpočtovo obmedzený, investičné návrhy musia mať návratnosť do 5 rokov, investícia mu-

sí byť zrealizovaná počas generálnych opráv, ktoré sú v trvaní 4 týždňov

Riziká projektu:

Nedodržanie termínov a predĺženie projektu

Zrealizovanie investície v priebehu 4 týždňov

Zaučenie obsluhy linky rotačnej pece

8.2 Časový harmonogram projektu

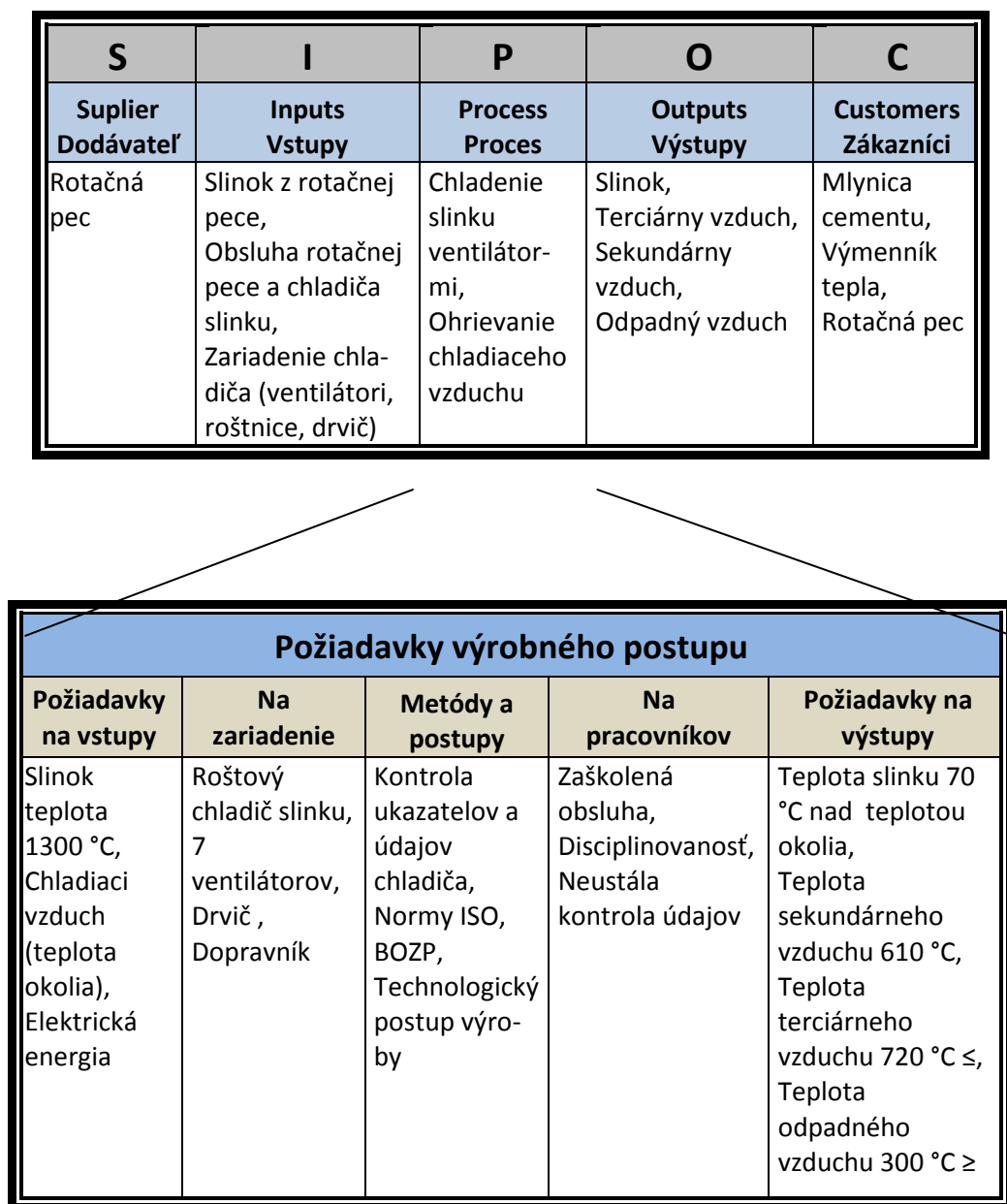
Časový harmonogram projektu bol definovaný pomocou metodiky DMAIC. Každá fáza projektu má určené svoje trvanie. Projekt je naplánovaný na obdobie od septembra 2010 do júla 2012. Každá fáza cyklu DMAIC má svoje obdobie trvania. Fáza zadania a definovania projektu prebieha v mesiaci september roku 2010. Na konci mesiaca septembra je taktiež naplánované zahájenie fázy merania, ktorá má trvanie v rozmedzí 2 mesiacov a teda bude prebiehať od septembra do novembra 2010. Fáza analýzy procesu je určená na dva mesiace a to od decembra 2010 do januára 2011. Od februára roku 2011 bude zahájená fáza zlepšovania, kde sa počíta so spoluprácou s externými firmami a táto fáza sa ukončí v januári roku 2012. Riadenie, kontrola a stabilizácia procesu je naplánovaná na rozmedzie od januára 2012 do júla roku 2012.

časový horizont	2010				2011												2012							
činnosti	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Definovanie a zadanie projektu																								
Meranie výkonnosti procesu																								
Analyzovanie nameraných dát a ukazateľov																								
Zlepšovanie procesu																								
Riadenie a kontrola zlepšeného procesu																								

Obr. 39 Časový harmonogram projektu (Vlastné spracovanie)

8.3 SIPOC diagram chladienia slinku

Prostredníctvom SIPOC diagramu je prehľadne definovaný proces chladienia slinku, kde sú uvedené všetky dôležité náležitosti. Od dodávateľa po interného zákazníka cez vstupy a výstupy procesu. Dôležitým výstupom diagramu je presné zadefinovanie požiadaviek zákazníka a to teplota slinku a teplota sekundárneho, terciárneho a odpadného vzduchu. Týmto požiadavkám sa musí podriaďiť celý proces chladienia slinku. Na obrázku č. 40 je proces chladienia slinku popísaný detailne, a sú v ňom zahrnuté všetky dôležité náležitosti.



Obr. 40 SIPOC diagram procesu chladienia slinku (Vlastné spracovanie)

8.4 Náklady na prevádzku chladiča slinku a potenciálne úspory

Náklady na prevádzku chladiča slinku sa skladajú zo spotreby elektrickej energie a údržby zariadenia a nákladov na obsluhu zariadenia. Pri zvýšení teploty terciárneho vzduchu a znížení odpadnej teploty vzduchu, by úspory rástli aj v oblasti spotreby palív pre rotačnú pec. Najvyššie náklady sú na spotrebu uhlia a na elektrickú energiu. V tejto oblasti sa očakávajú najvyššie úspory. Taktiež údržba zariadenia vyžaduje vysoké náklady na prevádzku kvôli výmene roštníc chladiča. Roštnice tohto typu chladiča vyžadujú špeciálne odliatky, preto ak by bola odstránená táto potreba očakáva sa výrazne zníženie nákladov na údržbu. Celková vyčíslená predbežná úspora je suma 230 000 eur ročne. V tabuľke sú zobrazené a vyčíslené náklady na prevádzku zariadenia chladiča a tiež očakávané prínosy projektu zefektívnenia procesu chladenia slinku v cementárni. Cena elektrickej energie je vypočítaná podľa aktuálnej výroby slinku ročne. Palivá (uhlie, tuhé alternatívne palivá, pneumatiky) sú používané v procese pálenia slinku v rotačnej peci, ale ak by sa zvýšila účinnosť chladenia slinku v chladiči slinku, stúpila by teplota terciárneho a sekundárneho vzduchu tak potom by klesla spotreba palív na linke. Momentálna spotreba palív za rok je vypočítaná podľa aktuálnej výroby slinku ročne.

Tab. 6 Náklady na prevádzku a potenciálne úspory (Vlastné spracovanie)

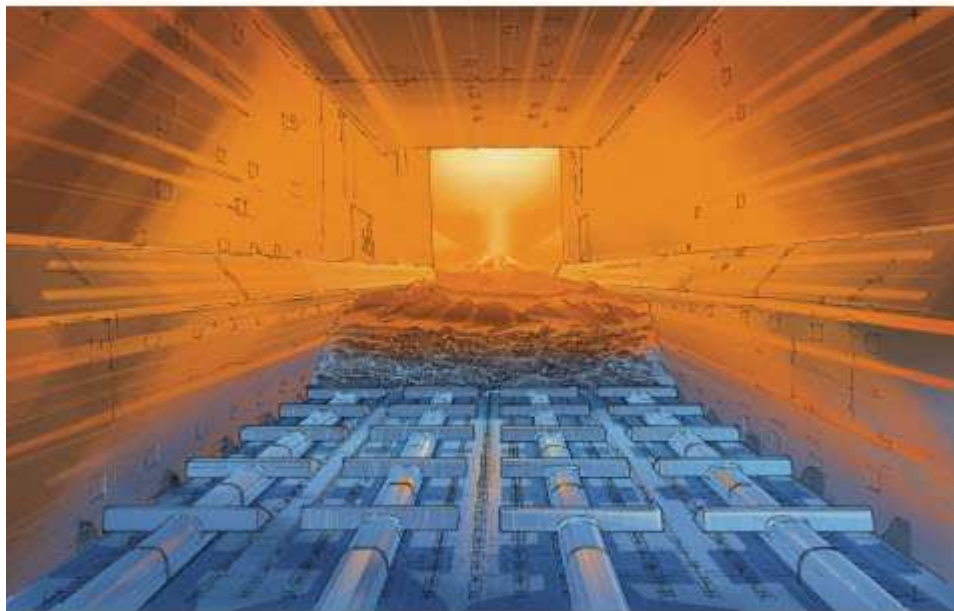
položka	cena €	Potenciálna úspora/rok
Elektrická energia 1 MWh	100,9	-
1 GJ výhrevnosti paliva	3,42	-
Údržba chladiča/rok	65 000,00	50 000
Spotreba elektrickej energie chladič/rok	310 872,90	100 000
Spotreba palív chladič/rok	4 761 666,00	80 000
Obsluha/rok	10 800,00	-
Celkom	5 148 338,90	230 000

8.5 Súčasná technologická možnosť zefektívnenia procesu chladenia slinku

Vývoj v cementárskom prostredí sa neustále aj počas krízy vyvíja. Pri zlepšovaní alebo dokonaca odstránení úzkeho miesta na linke rotačnej pece sa musí súčasný stav porovná-

vať s trendami vo svete, ktoré predstavujú najlepšie spôsoby vykonávania procesu. Inšpirácia získaná práve s porovnaním sa s najlepšimi metódami v chladení slinku v odvetví je dobrou cestou k zefektívneniu chladenia slinku v Cemmac a. s.

Najnovšia generácia chladenia slinku je štvrtá v poradí. S inštaláciou novinky od dánskej spoločnosti FLSmidth sa začalo v USA v Texase v meste Capitol. Cementáreň v tomto meste nebola spokojná s množstvom produkovaného cementu a chcela ho navýšiť. Úzke miesto sa práve nachádzalo na chladiči slinku, ktorý obmedzoval kapacitu výrobného procesu. Výmenou roštov chladiča za nové dosiahol podnik lepšie chladenie s nižším počtom ventilátorov a lepšiu distribúciu vzduchu k slinku. Zväčšená plocha chladiča umožňovala pojať väčšie množstvo slinku, o ktoré sa cementáreň v meste Capitol snažila. Taktiež pokles počtu ventilátorov znamenal zníženie spotreby elektrickej energie. Oproti minulej vysokej spotrebe klesla o 20 percent. Ďalším prínosom vďaka lepšej distribúcii vzduchu bolo zvýšenie terciárnej teploty vzduchu z klasických ≤ 700 °C na ≥ 900 °C. Lepšou distribúciou vzduchu klesol podiel odpadného tepla a to zo 118 kcal/kg slinku na 96 kcal/kg slinku. Na tomto príklade sú viditeľné úspechy, ktorých dosiahla cementáreň vďaka rekonštrukcii chladiča a odstránila tak úzke miesto vo výrobe cementu. (FLSmidth, 2010)



Obr. 41 Chladenie slinku (FLSmidth, 2010)

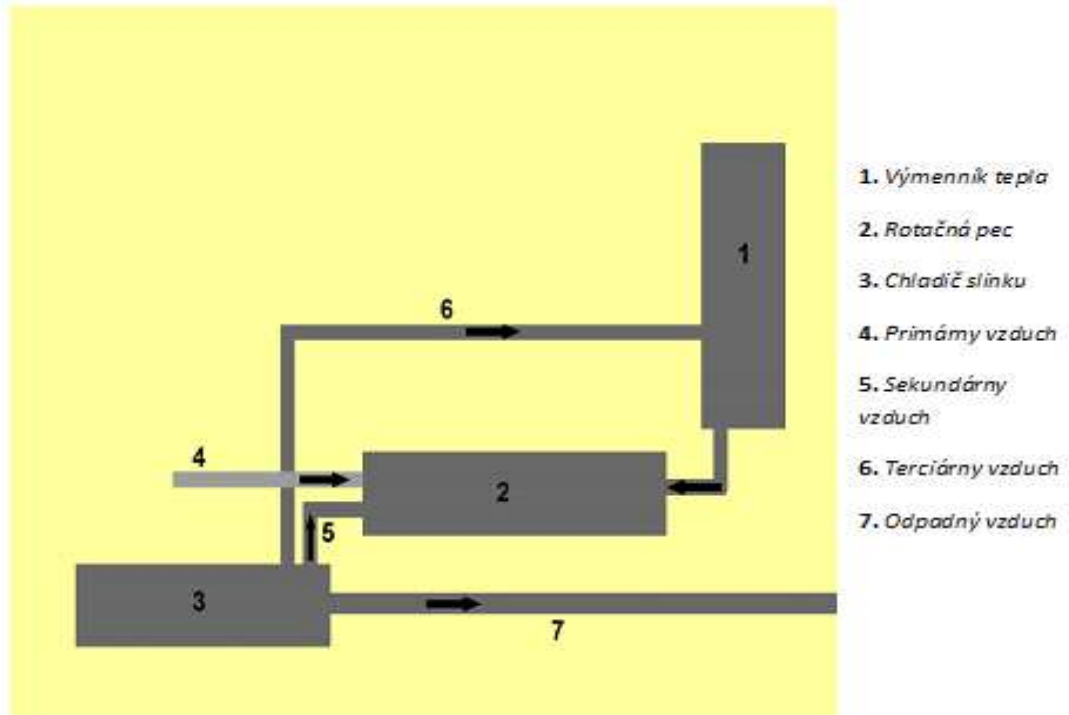
9 MERANIE PARAMETROV PROCESU CHLADENIA SLINKU

Meranie výkonnostných parametrov zahŕňovali celú linku rotačnej pece, pretože pri zmene ukazateľov v procese chladenia slinku budú ovplyvnené aj ostatné procesy na linke. Meranie výkonnostných parametrov procesov chladenia slinku boli vykonávané z dvoch zdrojov. Jedným bol Cemmac a. s., ako interný zdroj a druhým zdrojom meraní bola špecializovaná poradenská spoločnosť z oblasti životného prostredia. Pri porovnaní meraní externej poradenskej firmy a interného merania teplôt a tepla sa ukázalo, že merania teploty terciárneho vzduchu v podniku cemmac a.s. sú nepresné. Ostatné ukazatele interných meraní sa zhodujú s nameranými údajmi poradenskej spoločnosti. Interné merania sú zaznamenávané a kontrolované na veľké linky rotačnej pece. Merania sú dostatočne presné, a budú slúžiť ako vstup pre fázu analýzy. V nasledujúcej tabuľke sú vypísané údaje vybraných ukazateľov výkonnosti linky rotačnej pece. Tabuľka je zameraná na údaje, ktoré sa budú týkať zefektívnenia procesu chladenia slinku.

Tab. 7 Ukazatele výkonnosti linky (Vlastné spracovanie)

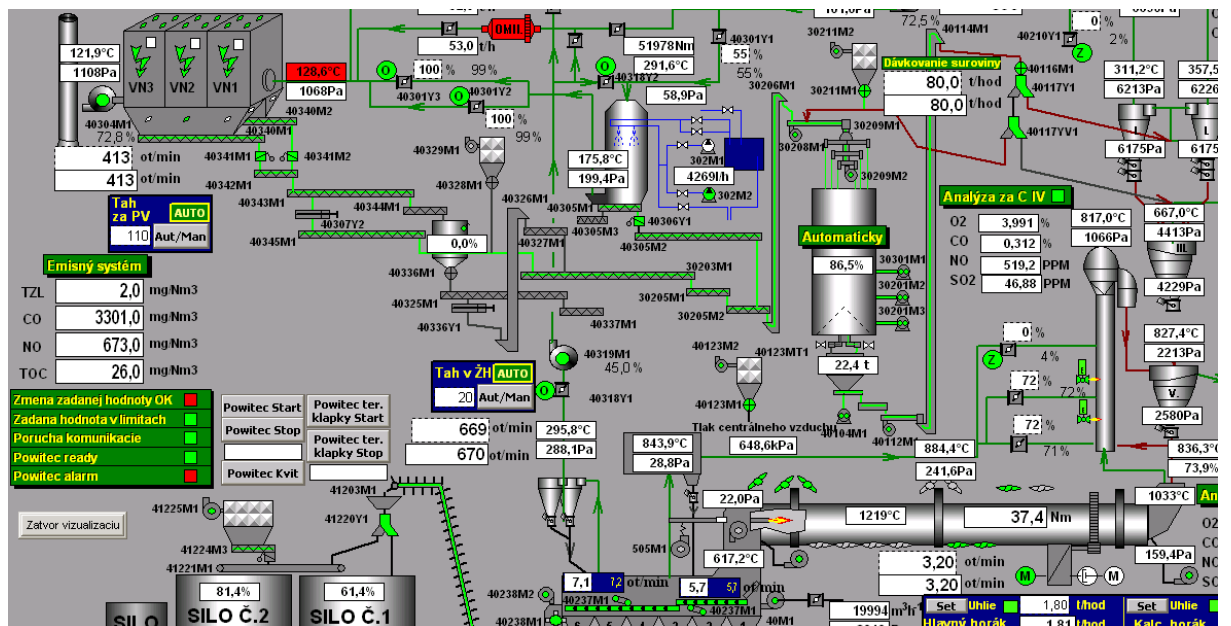
Charakteristika	Rozmer	7.4.2009	8.4.2009
Výkon linky v slinku	t/deň	1237	1230
Spotreba čierneho uhlia	kg/h	4696,7	4642
Spotreba TAP	kg/h	2297,5	2305,2
Teplota slinku na výpade z pece	°C	1330	1320,6
Teplota sekundárneho spaľovacieho vzduchu	°C	639,2	599,3
Teplota terciárneho vzduchu	°C	737	686
Teplota chladiaceho vzduchu	°C	30 - 38	25 - 32
Teplota odpadového vzduchu	°C	417	384
Teplota slinku z roštového chladiča	°C	175	221
Účinnosť roštového chladiča	%	44,73	43,42

Pre lepšie predstavenie a vizualizáciu procesu je na obrázku 42 zobrazené ako prúdi vzduch na linke rotačnej pece. Terciárny vzduch smeruje z chladiča slinku do výmenníka tepla, primárny a sekundárny vzduch smerujú do rotačnej pece. Odpadný vzduch sa na linke rotačnej pece už nevyužíva a je smerovaný do elektroodlučovača.



Obr. 42 Prúdenie vzduchu na linke (Vlastné spracovanie)

Na obrázku 43 je zobrazený neustály proces pozorovania údajov o výrobe slinku, ktorý prebieha na veľkej linke rotačnej pece. Túto kontrolu vykonáva obsluha linky. Pri výraznom odchylení sa od údajov ktoré sú v tabuľke 7 sa okamžite vykonávajú nápravné opatrenia na odstránenie vzniknutého problému.



Obr. 43 Zobrazenie údajov o linke (Interné materiály)

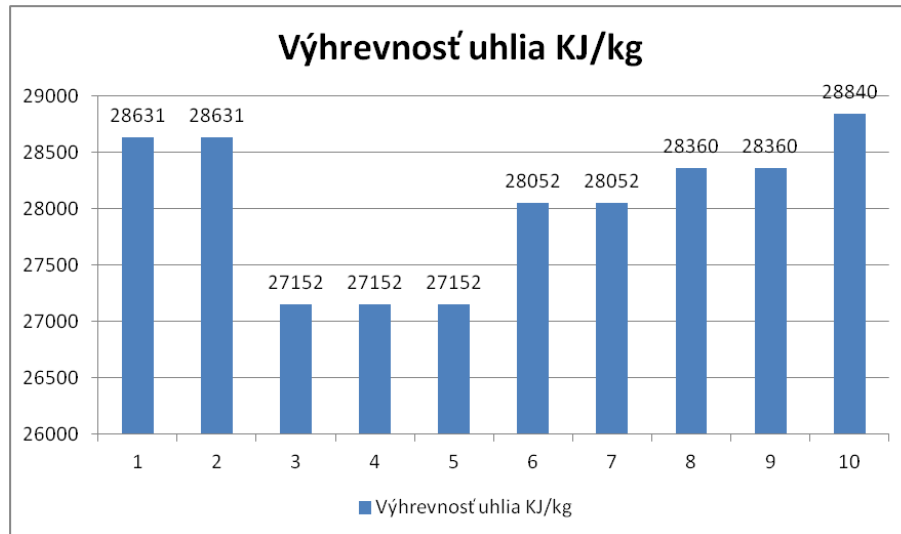
9.1 Spotreba palív na výrobu slinku

Palivá na linke rotačnej pece sú hlavne využívané na udržiavanie dostatočného tepla v rotačnej peci. V tabuľke č. 8 sú uvedené dáta o spotrebe palív pri danej výrobe slinku. Dôležitým ukazateľom je výhrevnosť, ktorá určuje koľko ton daného paliva bude potreba na linke rotačnej pece. Uhlie sa využíva v najväčšej miere, nasledované tuhými alternatívnymi palivami (TAP) a dosť sú využívané taktiež pneumatiky. Výhrevnosť pneumatík je konštantná na úrovni 24 000 kJ/kg. Výhrevnosť alternatívneho paliva kolíše denne, kvôli zložitému určeniu zloženia paliva. Preto podnik vypočítava vážený priemer výhrevnosti na konci mesiaca a táto hodnota je určujúcou. V tabuľke č. 8 sú uvedené namerané hodnoty výhrevnosti uhlia, tuhých alternatívnych palív a pneumatík. Výhrevnosť uhlia sa pohybuje okolo 28 000 kJ/kg. Spriemerovaná výhrevnosť TAP je na hodnote 26 044 kJ/kg paliva a výhrevnosť pneumatík je na 24 000 kJ/kg pneumatík.

Tab. 8 Spotreba palív na linke (Vlastné spracovanie)

Merania	Uhlie (t)	Uhlie výhrevnosť (KJ/kg)	TAP (t)	Výhrevnosť TAP (KJ/kg)	Pneumatiky (t)	Výhrevnosť pneumatík (KJ/kg)	Slink (t)
1	88	28631	55	26 044	13	24000	1211
2	85	28631	60,5	26 044	13,5	24000	1225
3	97	27152	32	26 044	9,7	24000	1063
4	85	27152	63	26 044	19,4	24000	1226
5	87	27152	56	26 044	15,3	24000	1166
6	85	28052	52	26 044	15	24000	1113
7	86	28052	62,8	26 044	15,5	24000	1223
8	90	28360	61,6	26 044	15,3	24000	1219
9	88	28360	62	26 044	14,7	24000	1217
10	94	28840	49	26 044	12,6	24000	1189

Najvhodnejším palivom pre použitie v rotačnej peci je uhlie, ktorého výhrevnosť je zobrazená aj na obrázku č. 44. Jeho výhoda je v tom, že sa nelepí na steny pece ako ostatné palivá, ktoré majú naopak tú výhodu že sú lacnejšie oproti uhliu.



Obr. 44 Graf výhrevnosti uhlia (Vlastné spracovanie)

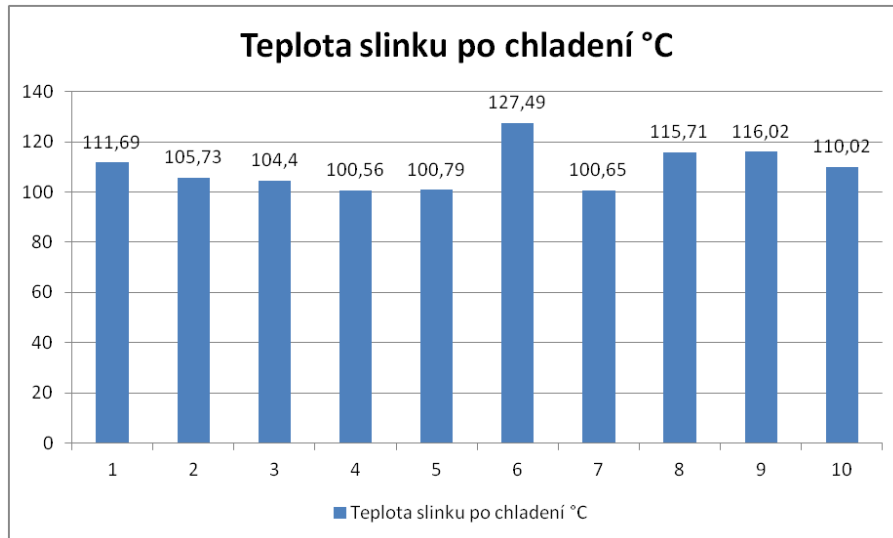
9.2 Teplota slinku

Na obrázku č. 45 sú uvedené údaje o teplote slinku, ktorý je výstupom rotačnej pece a slúži ako vstupný materiál pre proces chladenia. Námerov bolo uskutočnených desať a v grafe sú uvedené namerané teploty. Teploty slinku sa pohybujú okolo hodnoty 1330 °C.



Obr. 45 Graf teploty slinku na výstupe z pece (Vlastné spracovanie)

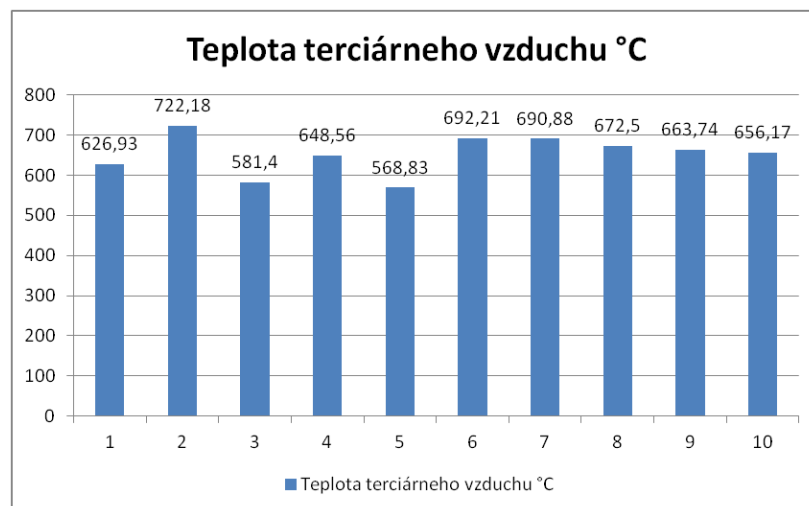
Na obrázku č. 46 sú uvedené teploty slinku po procese chladenia. Počet vykonaných námerov je 10. Teplota slinku sa pohybuje okolo teploty 100 °C nad teplotou okolia a vyššie. Tento slinok slúži ako vstupný materiál pre mlynicu cementu.



Obr. 46 Teplota slinku po chlazení (Vlastné spracovanie)

9.3 Teplota terciárneho vzduchu

Na obrázku č. 47 sú uvedené námery teplôt terciárneho vzduchu. Počet vykonaných námerov je 10. Teplota terciárneho vzduchu sa pohybuje okolo teploty 650 °C. Potrubie terciárneho vzduchu vychádza z komory chladiča slinku a ústi do výmenníka tepla.

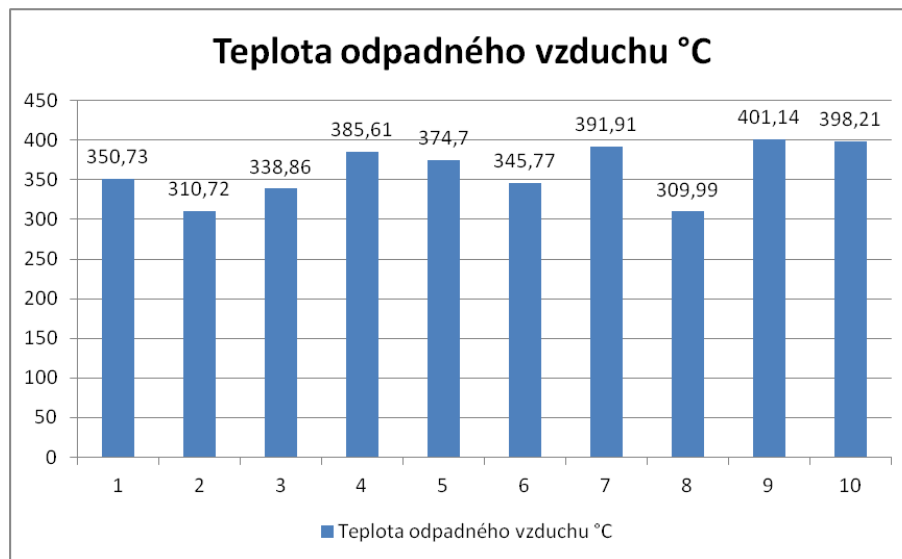


Obr. 47 Teplota terciárneho vzduchu (Vlastné spracovanie)

9.4 Teplota odpadného vzduchu

Na obrázku č. 48 sú uvedené namerané hodnoty teploty odpadného vzduchu. Počet námerov je 10. Teplota odpadného vzduchu sa podľa meraní pohybuje okolo teploty 350 °C.

Odpadný vzduch smeruje z roštového chladiča potrubím do elektroodlučovača, kde sa z neho odstáňa škodliviny pre životné prostredie a je následne vypúšťaný do ovzdušia.



Obr. 48 Teplota odpadného vzduchu (Vlastné spracovanie)

9.5 Spotreba elektrickej energie v procese chladenia slinku

Elektrickou energiou sú v chladiči slinku napájané viaceré zariadenia. V procese chladenia slinku spotrebovávajú elektrickú energiu ventilátori, mechanický pohon chladiča a drvič slinku. Pri výrobe 1250 ton slinku za deň sa pohybovala spotreba energií na hodnote 7,12 kWh na jednu tonu slinku.

Tab. 9 Spotreba elektrickej energie (Vlastné spracovanie)

Produkcia slinku	1250 ton
Inštalovaná energia	602 kW
Požadovaná energia	365 kW
Špecifická spotreba el. energie	365 kW/51,25 ton/h = 7,12 kWh/t slinku

9.6 Účinnosť roštového chladiča

V tabuľke č. 10 sú uvedené údaje z meraní materiálovej bilancie roštového chladiča slinku. Mernou jednotkou je kJ/kg slinku. Pomocou tejto jednotky sa vypočíta účinnosť chladiča slinku. Vychádza z nameraných hodnôt tepla sekundárneho vzduchu, terciárneho vzduchu, odpadového vzduchu, slinku z chladiča a povrchových strát chladiča. Položky pridávajúce

hodnotu sú sekundárny vzduch a terciárny vzduch. Ostatné položky sú pre nás z pohľadu ďalšieho použitia vo výrobnom procese cementu stratou.

Tab. 10 Materiálová bilancia chladiča (Vlastné spracovanie)

Výstup z chladiča	kJ/kg slinku	%
Sekundárny vzduch	367,0	25,4
Terciárny vzduch	260,8	18,0
Odpadový vzduch	608,6	42,1
Slinok z chladiča	189,7	13,1
Povrchové straty chladiča	19,8	1,4
Suma	1445,9	100

Účinnosť chladiča vypočítame pomerom (sekundárny vzduch + terciárny vzduch) / suma x 100. Účinnosť roštového chladiča slinku sa po tomto výpočte rovná hodnote **43,42 %**.

10 ANALÝZA STAVU CHLADIČA SLINKU

10.1 Problémové oblasti procesu chladienia slinku

Z meraní chladiča chladiča slinku a porovnaním s konkurenciou sa určili problémové oblasti chladienia slinku. Problémovými oblast'ami sú:

- Nízka efektívnosť chladienia slinku
- Vysoká teplota a percento odpadného vzduchu
- Vysoká spotreba elektrickej energie na prevádzku chladiča slinku
- Vysoké náklady na údržbu chladiča slinku
- Vysoká výstupná teplota slinku
- Hlučnosť zariadenia

Z námerov sa zistilo, že proces chladienia slinku má malú účinnosť. Táto nízka účinnosť je spôsobená konštrukciou a stavbou chladiča slinku. Konštrukcia chladiča slinku nepovoľuje aby sa do terciárneho potrubia dostával vzduch s vyššou teplotou. Momentálna konštrukcia teda umožňuje aby sa teplý vzduch dostával do odpadného potrubia. Tým pádom, keď sa vzduch dostane do tohto potrubia stáva sa z neho odpadný vzduch a na linke rotačnej pece už nie je využitý. Konštrukcia chladiča zapríčiňuje aj ostatné problémové oblasti. Vysoká spotreba elektrickej energie je spôsobená vysokým počtom ventilátorov a ich spotreba energie je príliš vysoká. Ďalším problémom sú vysoké náklady na údržbu. Je to spôsobené častou výmenou používaných roštníc na chladiči slinku. Tieto roštnice sa musia špeciálne odlievať u dodávateľa, a následne zameniť za predchádzajúce, čo spôsobuje vysoké náklady na údržbu zariadenia. V súčasnej situácii je teplota slinku na hodnote okolo 150 °C. Požadovaná teplota je 70 °C. Ak by súčasný chladič slinku mal chlaďiť na teplotu 70 °C muselo by sa znížiť vstupné množstvo slinku do procesu chladienia. Avšak taktiež by klesla výroba cementu pre celý podnik z čoho by vznikli obrovské straty a preto je to v momentálnej situácii nerealizovateľné.

10.2 Negatívne vplyvy chladiča

Chladič má negatívny vplyv na rôzne pracoviská a spotrebu materiálov v podniku. Patria sem:

- Dodatočné chladenie slinku na nasledujúcom pracovisku technologickou vodou
- Vysoké náklady na prevádzku chladiča (elektrická energia)
- Zaneprázdnenosť údržby
- Spotreba uhlia, tuhých alternatívnych palív a pneumatík

Keďže chladič slinku nechladí slinok na požadovanú teplotu 70 °C, je potreba chladiť slinok na dopravníkoch pomocou technologickej vody. Týmto procesom dodatočného chladenia sa dosiahne požadovaná teplota slinku, ktorý je vhodný ako vstupný materiál do mlyníc cementu. Ďalšími vplyvmi, ktoré je potrebné odstrániť je spotreba času údržby na chladiči a spotreba energií na linke rotačnej pece.

10.3 Plytvanie v procese chladenia slinku

V procese chladenia slinku je najvýznamnejším plytvaním nevyužitie tepla ktoré prichádza z rotačnej pece do chladiča. Vypočítaná účinnosť sa pohybuje na 43 %. Je to z dôvodu nevyužívania odpadného vzduchu. V odpadnom vzduchu sa nachádza okolo 680 kJ na kilogram slinku. Cemmac a. s. nakupuje palivá v cenách priemerne za jeden GJ tepla 3,42 €. Pri výrobe slinku denne 1200 ton je strata vyčíslená na deň 2495 €. Ak by sa zvýšila teplota terciárneho vzduchu a znížila teplota odpadného vzduchu na minimum odstránilo by sa toto plytvanie v rádoch tisíc eur.

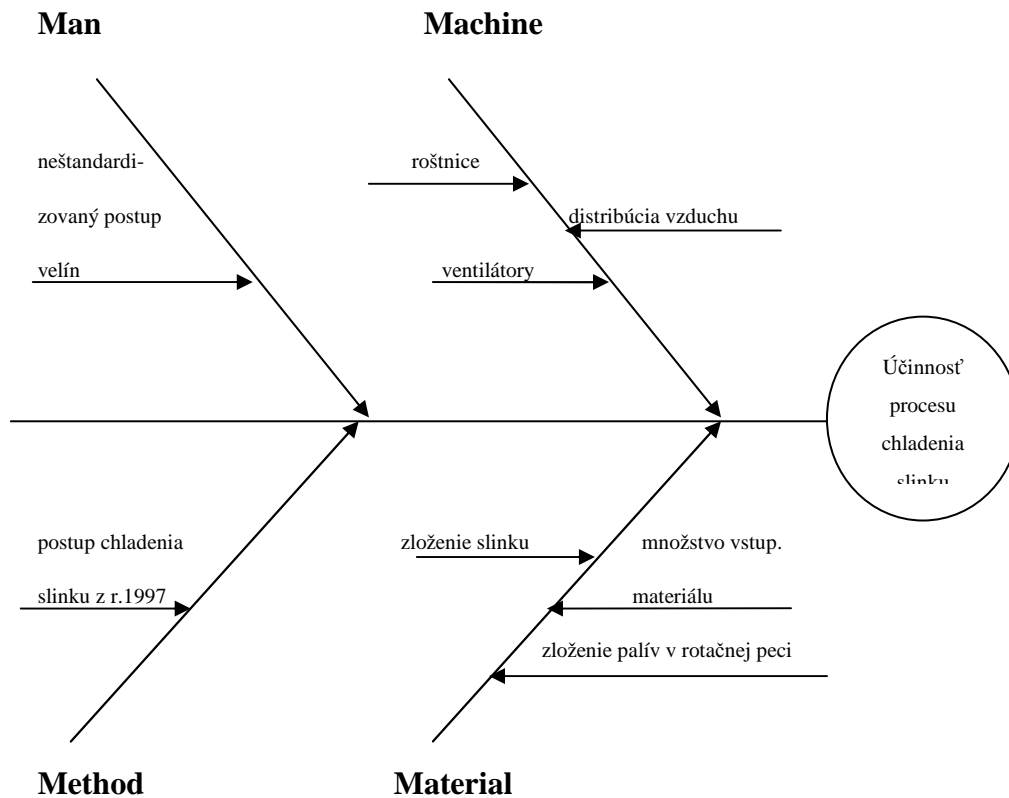
Tab. 11 Denná strata odpadného vzduchu (Vlastné spracovanie)

Cena 1 GJ (€)	3,42
Odpadný vzduch (kJ/kg slinku)	608
Výroba slinku deň (t)	1200
Strata € deň	2495

10.4 Príčiny vzniknutých problémov v procese chladenia slinku

Pri analýze príčin spozorovaných a zistených problémov procesu chladenia slinku sa postupovalo pomocou diagramu príčin a následkov/ Ishikawa diagramom. Príčiny vzniknutých problémov sa rozdelili do štyroch skupín Man – človek/obsluha, Machine – zariadenie, Method – metódy chladenia, Material – suroviny/materiál. Nižšie je zobrazený obrázok

Ishikawa diagram, ktorý prehladne zobrazuje príčiny problémov v procese chladenia slinku. Najzávažnejšie príčiny sa nachádzajú v oblastiach materiálu a zariadenia chladiča. Chladič slinku bol postavený v roku 1997 podľa vtedy dostupných najlepších znalostí. V súčasnej dobe ale už je toto zariadenie zastarané a príliš stratové a slabo efektívne. Roštnice na ktoré padá slinok z rotačnej pece je potreba vymeniť za modernejšiu technológiu, taktiež s tým súvisí aj distribúcia vzduchu, ktorá je z hľadiska účinnosti na nízkej úrovni. Momentálne sa v chladiči nachádza 7 ventilátorov. Ventilátory spôsobujú vysokú spotrebu elektrickej energie a taktiež vysoký stupeň hluku na pracovisku. V oblasti materiálu sa nachádzajú príčiny, ktoré majú vplyv na výstupnú teplotu slinku a taktiež majú vplyv na chod chladiča a jeho proces chladenia. Súčasný chladič slinku nemá kapacitné možnosti aby chladil 1200 ton slinku na teplotu 70 °C. Ak by sa znížilo množstvo slinku páleného v rotačnej peci, v tom prípade by chladič dokázal chladit' na požadovaných 70 °C. Účinnosť a efektívnosť chladiča sa snižuje aj odstavkami rotačnej pece, preto musíme zahrnúť aj príčiny ktoré túto situáciu spôsobujú. Je to chemické zloženie slinku a zloženie alternatívnych palív ktoré pri zvýšenom obsahu chlóru spôsobujú lepenie palív na steny rotačnej pece a tým vznikajú prestoje v chode. V oblasti Ishikawa diagramu človek/obsluha, sú príčiny vysokej spotreby energií kvôli neštandardizovaným postupom pri nastavení chladenia slinku na veľké linky. V častí metód sú príčiny problémov zastarané postupy chladenia. Tento postup chladenia bol inštalovaný v roku 1997 a jeho zmena vyžaduje investíciu ktorá zrekonštruuje celý chladič a navrhne novú metódu chladenia slinku. Tento zoznam príčin je dôležitou časťou projektu, kvôli cieľom, ktoré si projektový tím stanovil. Odstranéním týchto negatívnych vlastností procesu chladenia slinku sa stane proces oveľa účinnejším a úspornejším v oblasti nákladov na prevádzku zariadenia.



Obr. 49 Ishikawa diagram procesu chladienia slinku (Vlastné spracovanie)

Z fázy analýzy vyplýva, že problémy ktoré sme definovali sú najviac zapríčinené práve zariadením, ktoré je v prevádzke a materiálom používaným v procese chladienia slinku. Zameraním sa na zariadenie a odstránením zistených koreňových príčin dosiahneme riešenie momentálnych problémov a taktiež sa dosiahnu ciele definované projektom. Naším primárnym cieľom je teda odstrániť tieto príčiny, čo sa dosiahne zmodernizovaním zariadenia chladiča. Modernizácia by mala vyriešiť problém s množstvom slinku a tým pádom teplotou na výstupe z chladiča, ktorý prichádza denne do procesu chladienia a taktiež znížiť náklady na prevádzku zariadenia.

11 FÁZA ZLEPŠENIA PROCESU CHLADENIA SLINKU

Fáza zlepšovania má za cieľ uskutočniť zlepšenie, ktoré prinesie očakávané výsledky a splní ciele, ktoré má projekt splniť. Dôležitou úlohou je vybrať správne riešenie problémov chladiča slinku na linke rotačnej pece. Projektový tím sa zhodol, že prvým krokom, ktorý povedie k odstráneniu alebo zmenšeniu dopadu problémov na prevádzku je zamerať sa na zariadenie v procese chladenia slinku. Chladič slinku bol postavený v roku 1997 a od tej doby nebol modernizovaný. Trendy v cementárskom priemysle sa vyvíjajú neustále dopredu. Preto sa projektový tím rozhodol zadať zakázku pre externé firmy špecializujúce sa na proces chladenia slinku. Úlohou projektového tímu bolo zhromaždiť všetku dokumentáciu týkajúcu sa procesu a linky. Zhromaždená dokumentácia bola potom poskytnutá externým spoločnostiam, ktoré mali vypracovať ponuky pre rekonštrukciu chladiča slinku v cementárni Cemmac a. s. Horné Srnie. Cemmac vybral 4 spoločnosti ktorým dal možnosť uchádzať sa o rekonštrukciu chladiča. Boli to spoločnosti IKN GmbH, FL Smidth A/S, PME spol s.r.o. a Fons Technology International. Z ich ponúk vyberie tú, ktorá bude riešiť problémy chladenia slinku a bude spĺňať ciele, ktoré sú stanovené projektom. Projektový tím pri zadávaní požiadaviek externým firmám na budúci stav procesu chladenia slinku v podniku vychádzal aj z poznatkov, ako fungujú moderné procesy chladenia slinku a preto sa firmám zadali ako základné podmienky:

- Zníženie teploty slinku
- Zvýšenie teploty terciárneho vzduchu aspoň o 100 °C
- Znížiť teplotu odpadného vzduchu
- Znížiť kalorickú spotrebu tepla na výpal slinku
- Rekonštrukciu realizovať počas generálnych opráv cca 21 dní
- Zníženie spotreby elektrickej energie

11.1 Návrhy na zlepšenie procesu a vyhodnotenie ponúk

Po doručení ponúk od externých firiem na rekonštrukciu chladiča sa ponuky hodnotili a porovnávali. Víťazom sa stala firma Fons Technology International. V tabuľke č. 12 je prehľad všetkých ponúk. V tabuľke sú rozobrané pozitíva a negatíva ponúkaných riešení jednotlivých spoločností.

Tab. 12 Ponuky na zlepšenie procesu (Interné materiály podniku)

Základné údaje	Ponuka č. 1	Ponuka č. 2	Ponuka č. 3	Ponuka č.4
spoločnosť	IKN GmbH	FL Smidt A/S	PME spol. s r. o.	Fons Technology International
sídlo spoločnosti	Neustadt Germany	Valby Copenhagen - Denmark	Přerov - Česká republika	Istanbul - Turecko
zariadenie	Roštový systém	ABC vstup, CB jednotka 6x7 roštníc		FONS DELTA COOLER
návrh riešenia	Čiastočná úprava vozíka č. 1 a v komore č.1	Kompletná úprava komory č. 1,2,3	Čiastočná úprava v komore č. 1 a v kmre č. 2	Kompletná rekonštrukcia chladiča slinku
hlavný zámer riešenia	Zlepšenie distribúcie slinku na rošte chladiča	Zlepšenie distribúcie slinku na rošte chladiča. Zároveň je riešený riadený prechod z pevného ABC vstupu na pohyblivú časť chladiacej plochy RCH.	Zväčšiť chladiacu plochu RCH.	Nová koncepcia roštovej plochy zabezpečí lepšiu chladiacu účinnosť RCH s pozitívnym dopadom na ekonomiku výroby slinku.
pozitíva	<ol style="list-style-type: none"> 1. Relatívne jednoduchý systém. 2. Jednoduchý systém inštalácie. 3. Je možné použiť stávajúce ventilátory. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rieši nie len vstup a distribúciu slinku na chladiacej ploche, ale aj jeho ďalší tok až po IV. komoru, čo umožní lepšie riadenie procesu chladenia slinku. 2. Systém prevzdušňovania ABC vstupu zaručuje riešenie problematiky tvorby "snowmen" na rošte chladiča. 3. Systém mechanických regulátorov prietoku chladiaceho vzduchu zaručí rovnomerný požadovaný prietok chladiaceho vzduchu. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jednoduché riešenie. 2. Jednoduchá realizácia. 3. Super cena. 4. Bezkonkurenčná cena pre "Supervising". 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Komplexné riešenie chladenia slinku. 2. Moderná koncepcia a zníženie opotrebitelnosti mechanických častí roštovej plochy. 3. Presne definované garancie. 4. Zníženie prietoku vzduchu na chladenie s následným odľahčením systému linky RP. 5. Systém mechanických regulátorov prietoku chladiaceho vzduchu zaručí rovnomerný potrebný prietok chladiaceho vzduchu. 6. Dobrá cena za dodávky SSS (50 % zľava) 7. Zaujímavý systém financovania 8. Vyhovujúca doba dodania dodávky SSS 9. Vyhovujúca doba na inštaláciu a uvedenie do prevádzky. 10. Dobrá cena za " Supervising ". 11. Vyčíslené úspory a uvedené garancie zabezpečujú skorú návratnosť investície. 12. Vytvára sa rezerva pre ďalšie možné modernizácie na linke RP.

negatíva	<ol style="list-style-type: none"> 1. Neprimerane vysoká cena za dodávku. 2. Najdrahší "Supervising" 3. Dlhá dodacia lehota. 4. KIDS majú tendenciu znížiť vlastnú. priechodnosť postupným zanášaním nečistotami nasávanými z vonku. 5. Zložitejší systém výmeny KIDS v prípade náhlej výmeny. Časť plochy je pasivovanej pod žiarobetonom (hourse shoes). Operatívne je možné vymeniť cca 70 % plochy. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zložitejší systém rekonštrukcie. 2. Vyššia cena za dodávku zariadení. 3. Vysoká cena za "Supervising". 4. Vyšší rozsah dodávok BSD a BBS, čo výrazne ovplyvní konečnú cenu za rekonštrukciu. 5. Nie sú uvedené garancie a úspory. 6. Dlhá dodacia lehota. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zväčšenie chladiacej plochy si vyžaduje väčšiu spotrebu chladiaceho vzduchu, čo je v našom prípade nežiadúce. 2. Riešenie kladie vyšie nároky na prevádzku ventilátorov a zaťaženie celého systému linky RP. 3. Neodstráni problematiku tvorby "snowmen" a ani distribúcia slinku na chladiacom rošte nebude priaznivejšia. 4. Nie je záruka na dodržanie požadovaných garancii. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Komplexná rekonštrukcia. 2. Doba realizácie musí byť 24h/deň 3. Konečná cena sa zvýši za dodávky BSD a BBS + "Supervising".
poradie vo výbere	3	2	4	1

11.2 Popis vybraného riešenia

Vybrané riešenie spĺňa všetky požiadavky ktoré boli stanovené na budúci stav procesu chladienia slinku. Spoločnosť Fons Technology garantuje zníženie teploty slinku nepodvrvených častí na maximálne 70 °C nad teplotou okolia. Teplota terciárneho vzduchu bude minimálne 820 °C. Teplota odpadného vzduchu bude znížená zo súčasného ročného priemeru 330 °C na 300 °C. Kalorická spotreba tepla na výpal slinku bude znížená o 15 kcal/kg slinku. Spoločnosť Fons Technology sa zaviazala splniť aj poslednú požiadavku a to zrekonštruovať chladič za tri týždne teda 21 dní počas generálnych opráv v podniku Cemmac a.s. Taktiež po rekonštrukcii chladiča je garantovaná aj znížená spotreba elektrickej energie a to z dôvodu zníženia počtu ventilátorov a ich výmenu za nové, ktoré majú tiež nižšiu spotrebu energie na prevádzku. Znížená bude aj hlučnosť prostredia zariadenia chladiča a to z toho dôvodu, že sa predpokladá znížiť počet ventilátorov a keďže sa predpokladá výmena ventilátorov za nové tak aj toto riešenie prispeje k zníženiu hlučnosti.

Rekonštrukcia sa bude týkať celého systému chladienia slinku. Prebehne výmena roštov, výmena pohonov a výmena ventilátorov. Súčasných dve jednotky mechanického pohonu budú nahradené pohonom hydraulickým. Touto výmenou klesne spotreba elektrickej energie. Dodávateľ sa tiež zaväzuje za engineering, teda nastavenie procesu tak aby fungoval podľa

parametrov, ktoré ponúka nový chladič slinku. Na obrázku číslo 50 je zobrazený ponúkaný roštový chladič slinku Fons Delta Cooler, ktorý bude inštalovaný v podniku Cemmac a. s..



Obr. 50 Chladič slinku Fons Delta Cooler (FONS technology)

V tabuľke č. 13 je popísané riešenie od spoločnosti Fons Technology a garantované parametre po inštalácii navrhovaného riešenia procesu chladenia slinku.

Tab. 13 Návrh riešenia procesu chladienia slinku (Interné materiály podniku)

Parameter	Fons Technology International
Návrh riešenia	Kompletná rekonštrukcia chladiča slinku , vostavba chladiaceho systému FONS DELTA COOLER, hydraulický pohon, možnosť použiť stávajúce , ventilátory, resp. inštalácia nových, použijú sa existujúce vzduchové delá
Hlavný zámer riešenia	Nová koncepcia roštovej plochy zabezpečí lepšiu chladiacu účinnosť chladiča slinku s pozitívnym do- padom na ekonomiku výroby slinku.
Rozsah dodávky	1. Chladiaci roštový systém 2. Pohon chladiaceho roštového systému 3. Motor hydraulického systému 4. Výbava hydraulického systému, elektro a riadenie 5. Dokumentácia 6. Engineering
Procesné garancie	Vstup slinku do RCH t/deň : 1270, Teplota slinku do RCH v st.C : 1400, 1. Zníženie kalorickej spotreby o 15 kcal/kg slinku 2. Teplota terc. vzduchu : min. 820 st. C 3. Teplota nedrveného slinku : max. 70 st. C nad tep- lotou okolia 4. Teplota odpadného vzduchu max. 300 st. C 5. El. energia pre stávajúce ventilátory - 4,5 kWh/t - 0,3 kWh/t slinku pre hydraulický pohon - 0,5 kWh/t slinku sa nezmení (súč. drvič) 5. El. energia pre nové ventilátory - 3,5 kWh/t - 0,3 kWh/t slinku pre hydraulický pohon - 0,5 kWh/t slinku sa nezmení (súč. drvič)
Dodacia lehota	Ex-works Istanbul (Turecko) : 3 mesiace Doba realizácie : 3 týždne (24 h /d)

11.3 Náklady na rekonštrukciu

V tabuľke č. 14 je prehľad nákladov na rekonštrukciu chladiča slinku, ktorá prebehne počas generálnych opráv v mesiaci január 2012. Celková suma za rekonštrukciu chladiča činí 826 397 €. Jednotlivé položky sú rozpísané v tabuľke.

Tab. 14 Náklady rekonštrukcie (Vlastné spracovanie)

položka	cena (€)
FONS DELTA COOLER - zariadenie	576 000
4 KS chladiace ventilátory	46 500
4 KS motory pre ventilátory	18 666
1 sada neštandardné zariadenie	13 400
Demontážne a montážne práce	64 000
Stavebné dodávky a práce	36 800
Elektročasť - dodávka/montáž/nastavenie	30 268
Doprava/balenie/nátery	6 000
Engineering	12 000
Náklady financovania, garancie, risk kľúčovej zákazky	22 763
Celkom	826 397

11.3.1 Predpokladaná návratnosť investície

Dôležitou časťou v navrhovanom zlepšení je prepočet návratnosti investície. V cementárskom priemysle sa za dobrú investíciu považuje taká, ktorá má návratnosť najviac päť rokov. Výpočtom o potencionálnych úsporách nového chladiča slinku sa vypočítajú potencionálne úspory a určíme predbežný výpočet návratnosti investície. Nasledujúce údaje sú dôležité pri určovaní a prepočte investície:

- Súčasná spotreba elektrickej energie: 7,12 kWh/ tona slinku
- Predpokladaná spotreba elektrickej energie po rekonštrukcii: 4,3 kWh/ tona slinku
- Produkcia slinku: 390 000 ton/rok
- Predpokladané zníženie spotreby tepla: o 15 kcal/kg slinku
- jednotka tepla 1 cal (kalória) = 4,2 J (Joul)
- Cena elektrickej energie: 100,9 €/ MWh (Megawat hodna)
- Cena uhlia: 3,42 €/GJ (Gigajoul)

Tab. 15 Predpokladaná ročná úspora navrhovaného riešenia

položka	výpočet	úspora/rok
Elektrická energia	7,12 kWh/t sl. – 4,3 kWh/t sl. = 2,82 kWh/t sl. (2,82 kWh/t sl. x 390.000 t/y)/1000 x 100,9 €/MWh =	110.969 €
Palivá (uhlie, TAP)	(15 kcal x 4,2 x 1000 x 390.000t/y)/1000000 x 3,42 €/GJ =	84.029 €
Údržba	–	50.000 €
Suma	–	244.998 €

Keďže za rok sa usporí podnik 244 998 €, tak pri nákladoch na rekonštrukciu, ktoré činia 826 397 € je predpokladaná návratnosť investície 3 roky a 136 dní.

11.4 Realizácia zlepšenia

Realizácia dohodnutej rekonštrukcie prebiehala počas generálnych opráv v podniku Cemmac a.s. Generálne opravy sa uskutočnili v dňoch od 7.1. 2012 do 27.1. 2012. Rekonštrukcie sa účastnili pracovníci cementárne a externí pracovníci firmy Fons Technology, ktorý mali hlavnú zodpovednosť za prebiehajúce zlepšenie na chladiči slinku. Základné kroky zlepšenia prebiehali v tejto postupnosti a v časovom rozsahu:

časový horizont činnosti	Január 2012																				
	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.
Chladienie a čistenie	■	■	■																		
Vybúranie výmurovky a čistenie		■	■																		
Demontážne práce		■	■	■	■	■															
Montáž modulov chladiča								■	■												
Montážne práce (elektro zariadenia)			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
Uvedenie do prevádzky										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Obr. 51 Časový harmonogram rekonštrukcie chladiča (Vlastné spracovanie)

- Chlazenie a čistenie 7.1. 2012 – 9.1. 2012



Obr. 52 Chlazenie a čistenie (Vlastné spracovanie)

- Vybúranie výmurovky a čistenie 8.1. 2012 – 9.1. 2012



Obr. 53 Vybúranie výmurovky chladiča (Vlastné spracovanie)

- Demontážne práce 8.1. 2012 – 12.1. 2012



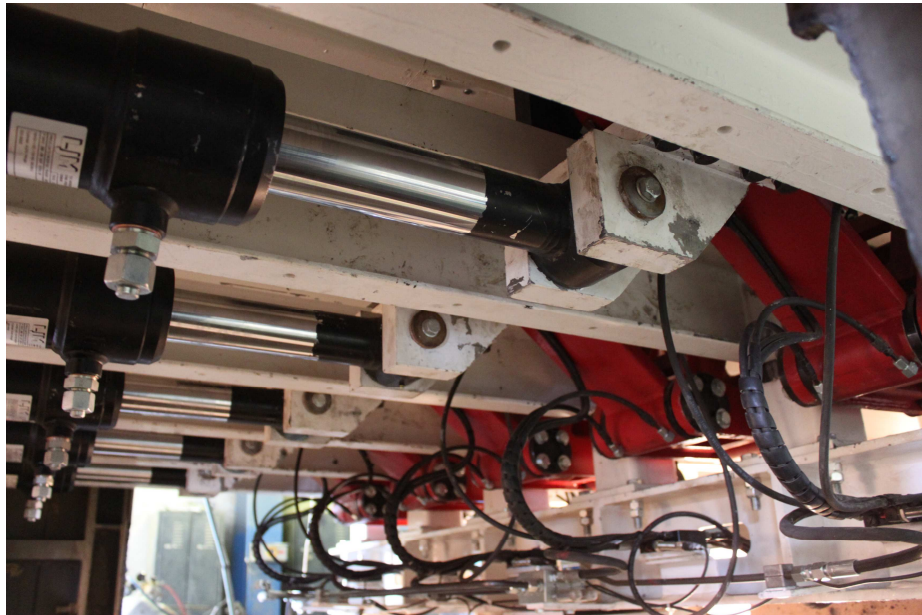
Obr. 54 Demontážne práce na chladiči (Vlastné spracovanie)

- Montáž jednotlivých modulov chladiča 14.1. 2012 – 16.1. 2012



Obr. 55 Montáž modulov chladiča (Vlastné spracovanie)

- Montážne práce (elektro zariadenia) 9.1. 2012 – 20.1. 2012



Obr. 56 Montážne elektro práce (Vlastné spracovanie)

- Uvedenie do prevádzky 15.1. 2012 – 27.1. 2012



Obr. 57 Uvedenie do prevádzky chladiča (Vlastné spracovanie)

11.4.1 Zrekonštruovaný chladič slinku

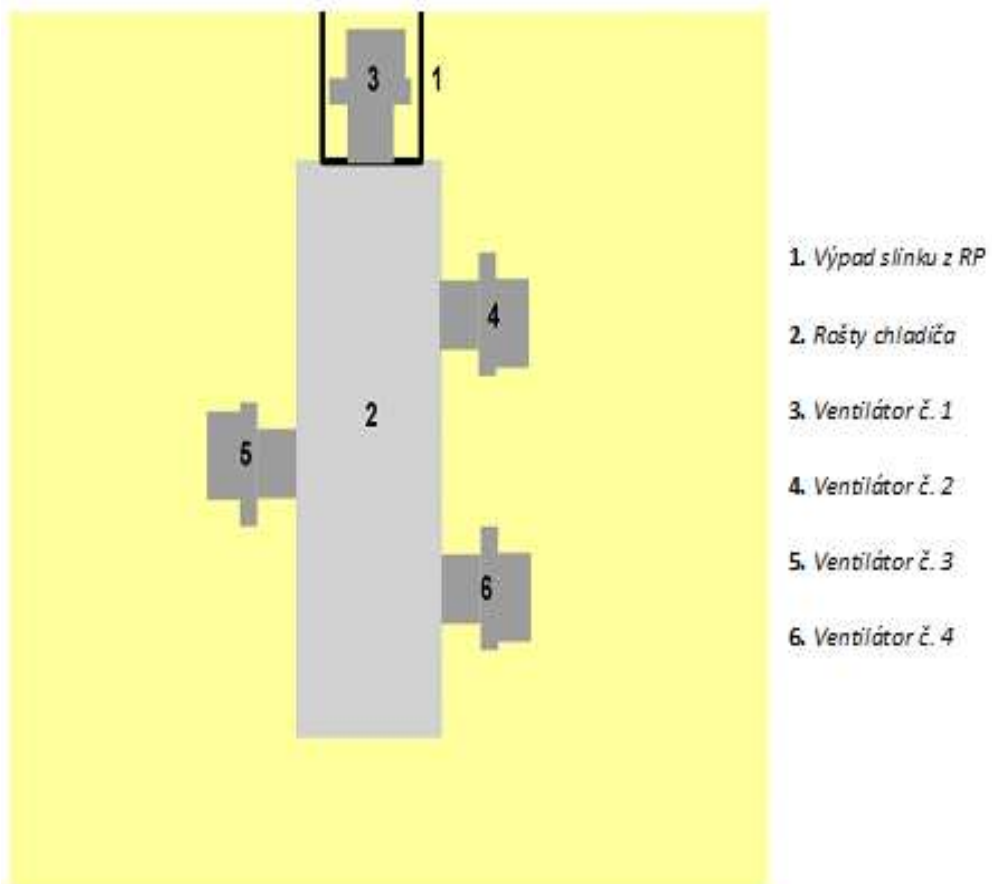
Dňa 27. 1. 2012 bola ukončená rekonštrukcia a do prevádzky bol spustený zrekonštruovaný chladič slinku. Podnik sa v tejto fáze snaží uviesť chladič do takého chodu aby sa dostal na požadované parametre. Školenia obsluhy prebiehali v tomto čase a boli vykonávané spoločnosťou Fons Technology a ich odborníkmi.



Obr. 58 Zrekonštruovaný chladič slinku (Vlastné spracovanie)

Na obrázku č. 59 je zobrazený lay-out chladiča slinku, na ktorom je zobrazené umiestnenie nových ventilátorov pri chladiči slinku. Ich počet klesol zo 7 na 4. Týmto zlepšením sa znížila spotreba elektrickej energie na chladiči slinku. Druhou výhodou z odstránenia prebytočných ventilátorov je zníženie hluku na pracovisku.

Rekonštrukcia chladiča prebehla v dohodnutom termíne. Fáza zlepšenia bola ukončená s pozitívnymi výsledkami. Testy procesu chladenia vykazovali zlepšenia. Nasledujúca fáza projektu je riadenie kontrola procesu a jeho nastavenie na optimálne podmienky, ktoré budú vykazovať stabilné zlepšenie procesu.



Obr. 59 Lay-out zrekonštruovaného chladiča slínku (Vlastné spracovanie)

12 RIADENIE A KONTROLA ZLEPŠENÉHO PROCESU CHLADENIA SLINKU

Fáza riadenia zlepšeného procesu chladenia slinku začala po spustení zrekonštruovaného chladiča do prevádzky. Od 28.1. 2012 prebieha fáza riadenia a pracovníci projektového tímu sa snažia udržať proces chladenia čo najúčinnjší a je snahou dosahovať neustále stanovené ciele a garantované parametre výkonu chladiča slinku. Kontrola parametrov garantovaných spoločnosťou Fons Technology International, sa vykoná v termíne od 23.7 do 24.7 2012. Počas týchto meraní výkonu procesu sa overia dosiahnuté zlepšenia.

12.1 Analýza údajov po zlepšení

V tabuľke č. 16 sú zobrazené namerané údaje z 23.7. 2012, ktoré potvrdzujú garancie ktoré firma FONS technology ponúkla. Merania boli prevedené za účasti spoločnosti Fons Technology a podniku Cemmac a. s.. Namerané údaje slúžili k overeniu výkonnosti chladiča a potvrdenie garantovaných parametrov. V tabuľke sú taktiež zachytené námery pred rekonštrukciou, ktoré slúžia k názornému porovnaniu zlepšenia voči predchádzajúcemu stavu procesu chladenia slinku. Pri výkone linky 1209 ton slinku za deň bola teplota terciárneho vzduchu 911,6 °C čo je zlepšenie približne o 200 °C. Garancia zníženia teploty odpadného vzduchu bola taktiež splnená a to na hodnotu 296,83 °C, kde podmienkou bolo aby teplota odpadného vzduchu bola maximálne 300 °C. Ďalším významným prínosom je zníženie teploty slinku na výstupe z chladiča. Teplota chladiča sa pohybuje na 81 °C, teda 53 °C na teplotou okolia (v ten deň 28°C). Vďaka tomuto zlepšeniu môže byť odstránené dodatočné chladenie slinku pomocou technologickej vody na nasledujúcom pracovisku. Prínosom je taktiež zníženie kalorickej spotreby, ktorá klesla o 15 kcal/kg slinku. A to z 850 kcal/kg slinku na hodnotu 835 kcal/ kg slinku. Tento ukazateľ vyplýva z predchádzajúcich zmienených prínosov ako zvýšenie teploty terciárneho vzduchu a zníženie teploty odpadného vzduchu. Z toho vyplýva, že klesne spotreba tuhých palív čím vzniknú úspory v palivovom hospodárstve podniku.

Tab. 16 Prehľad parametrov procesu chladenia slinku (Vlastné spracovanie)

Charakteristika	Rozmer	7.4.2009	8.4.2009	23.7.2012
Výkon linky v slinku	t/deň	1237	1230	1209
Teplota terciárneho vzduchu	°C	737	686	911,6
Teplota odpadového vzduchu	°C	417	384	296,83
Teplota slinku z roštového chladiča	°C	175	221	81

12.1.1 Spotreba elektrickej energie

Meranie spotreby elektrickej energie je dôležité kvôli splneniu garantovaného parametru, ktorým bolo 4,3 kWh na jednu tonu slinku a taktiež kvôli prepočtu návratnosti investície. Úspora elektrickej energie je jednou z oblastí kde budú dosahovné vysoké úspory. Pred zlepšením sa pohybovala hodnota spotreby elektrickej energie na 7,12 kWh/tona slinku pri potrebe 365 kW energie pre ventilátory, pohon vozíkov a drvič. Po zlepšení sa spotreba elektrickej energie výrazne znížila a to na hodnotu 4,23 kWh na jednu tonu slinku pri potrebe 213 kW energie na prevádzku ventilátorov, drviča a pohonu roštov. Úspora predstavuje na jednu tonu slinku 2,89 kWh. Úspora sa dosiahla výmenou mechanického pohonu vozíkov za hydraulický pohon roštov chladiča a výmenou predchádzajúcich siedmich ventilátorov za 4 nové. Drvič slinku menený nebol.

Tab. 17 Porovnanie spotreby elektrickej energie chladiča slinku (Vlastné spracovanie)

Ukazateľ	Pred zlepšením	Po zlepšení
Produkcia slinku	1250 ton	1209 ton
Inštalovaná energia	602 kW	370 kW
Požadovaná energia	365 kW	213 kW
Špecifická spotreba el. energie	365 kW/51,25 ton/h = 7,12 kWh/t slinku	213 kW/50,375 ton/h = 4,23 kWh/t slinku

12.1.2 Spotreba palív na linke rotačnej pece

Spotreba palív sa odvíja od toho ako sa dokáže využiť teplo ktoré je privedené do procesu chladenia slinku vo forme rozpáleného slinku, ktorý má teplotu 1300 °C. Teplo, ktoré sa dostane do chladiča slinku uniká alebo je dopravované po rôznych trasách a sú delené do týchto kategórii:

- Terciárny vzduch
- Sekundárny vzduch
- Odpadný vzduch
- Povrchové straty chladiča
- Teplo, ktoré ostáva v surovine

Teplo ktoré sa dostane do terciárneho a sekundárneho potrubia je ďalej používané pri výpale slinku, ale ostatné formy tepla sú straty (odpadný vzduch, straty tepla cez povrch chladiča, teplo v surovine na výstupe). Keďže bola zvýšená teplota terciárneho vzduchu, znížená teplota slinku na výstupe z chladiča a dá sa predpokladať vďaka umiestneniu sekundárneho potrubia, že teplota tohto vzduchu bola taktiež zvýšená tak spotreba palív na linke rotačnej pece klesla. V tabuľke č. 18 sú uvedené hodnoty spotreby tepla na kilogram slinku pred a po zlepšení. Námery preukázali pokles spotreby palív na hodnotu 835 kcal na jeden kilogram slinku. Pri meraní v kilo jouloch je pokles z hodnoty 3570 kJ na jednej kilogram slinku na 3500 kJ na jeden kilogram slinku.

Tab. 18 Spotreba palív (Vlastné spracovanie)

	pred zlepšením	po zlepšení
Kalorická spotreba(kcal/kg slinku)	850	835
Spotreba v Jouloch (kJ/kg slinku)	3570	3500

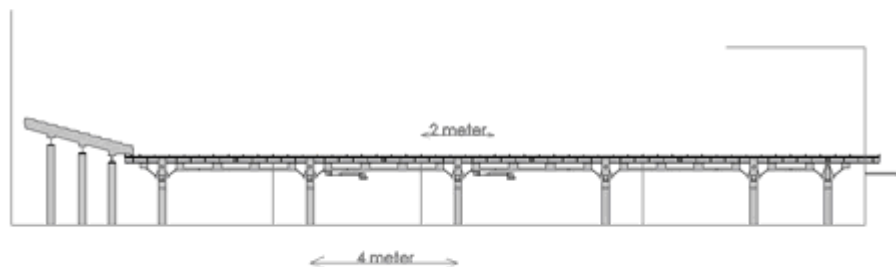
12.1.3 Účinnosť procesu chladenia slinku

Predchádzajúca účinnosť chladiča slinku sa pohybovala na hodnote 43%. Presný prepočet o koľko sa zvýšila účinnosť procesu chladenia nie sú k dispozícii kvôli zložitým výpočtom pre sekundárny vzduch, kde sa musia započítavať aj radiačné vplyvy. Vo projektovej fáze merania sa vypočítala účinnosť spôsobom, že za pridanú hodnotu sme považovali terciárny a sekundárny vzduch v procese. Za nepridanú hodnotu, ktorá sa už v procese výroby cementu v podniku nepoužije sa považujú odpadný vzduch, povrchové straty chladiča a výstupná teplota slinku. Ak sa zvýšila teplota terciárneho vzduchu, tak sa môže počítať aj so zvýšením teploty sekundárneho vzduchu. Je to z dôvodu umiestnenia potrubia, ktoré sa nachádza v prvej časti chladiča. Ak sú ventilátory rovnaké a roštnice chladiča tiež, tak sa dá vydedukovať, že stúpila teplota aj sekundárneho vzduchu. Naopak premenné, ktoré zara-

d'ujeme medzi nepridanú hodnotu sú teplota odpadného vzduchu u ktorej bol zaznamenaný pokles ako aj u teploty suroviny na výstupe z procesu chladenia. Povrchové straty chladiča považujeme za nezmenené. Z týchto zlepšení je jasné, že účinnosť procesu chladenia sa zvýšila. Presné vyčíslenie o koľko percent sa účinnosť chladenia zvýšila budú k dispozícii po meraniach špecializovanej externej poradenskej spoločnosti z oblasti životného prostredia.

12.2 Zmeny v procese chladenia slinku

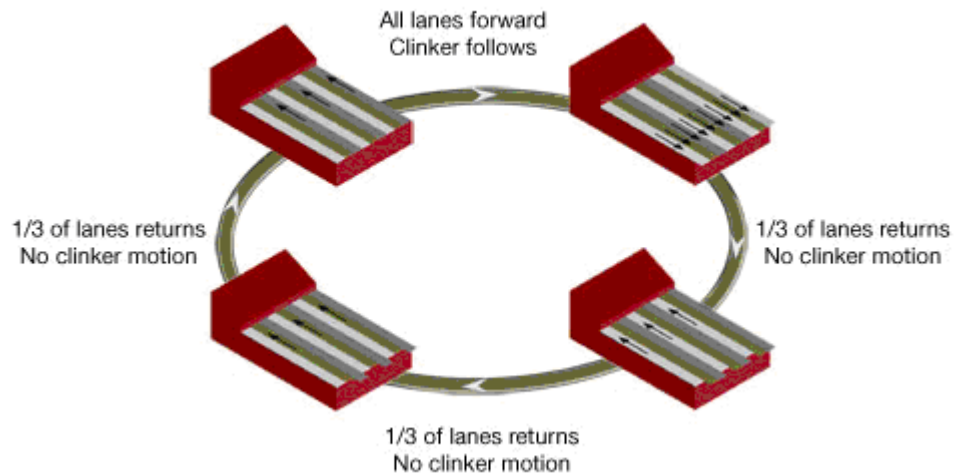
Proces chladenia slinku sa zmenil od vstupu materiálu z rotačnej pece až po ukončenie procesu chladenia, kde je slinok dopravený do drviča. Princíp chladenia sa nezmenil, ale zariadenie, ktoré vykonáva proces chladenia je odlišné a účinnejšie. Nové roštnice sú konštruované pre účinnejší spôsob chladenia. Chladiaci vzduch je lepšie dopravovaný k surovine prostredníctvom štrbín v roštniciach. Slinok po vstupe do chladiča putuje po roštniciach smerom k drviču. Počas tohto pohybu sa slinok chladí, vďaka ventilátorom, ktoré cez priechody v roštniciach vháňajú vzduch na rozpálený slinok.



Obr. 60 Rošty chladiča slinku (FONS technology)

Veľkým rozdielom v zariadení roštového chladiča sú pohybujúce sa roštnice. Všetky rady na ploche chladiča sa pohybujú v rovnakom smere k výstupu. Keď sa rady roštníc pohybujú smerom k vstupu, nie všetky vykonávajú pohyb naraz ale postupne. Naspäť sa pohybuje jedna časť a ostatné dve na krajoch sú v ten moment nehybné. Na obrázku č. 61 je možné vidieť aký je postupný pohyb roštníc chladiča slinku. Roštnice sú rozdelené do troch skupín. Pri spiatočnom pohybe sa každá skupina roštníc vracia v inom časovom intervale.

Týmto spôsobom sa dosiahne lepšia účinnosť zariadenia a posunutie suroviny do drviča slinku.



Obr. 61 Pohyb roštníc v chladiči slinku (FONS technology)

12.3 Návratnosť investície

Pri počítaní návratnosti investície na linke rotačnej pece v procese chladenia slinku sa použijú ukazatele spotreby elektrickej energie a spotreby palív a ich výhrevnosti v rotačnej peci. Námery potvrdili zníženie spotreby elektrickej energie zo 7,12 kWh na tonu slinku na hodnotu 4,23 kWh na tonu slinku. Pri predpokladanej výrobe slinku 390 000 ton ročná úspora činí 113 724 €. Ďalšou položkou kde sa prejaví úspory plynúce z investície sú v oblasti spotreby palív. Kalorická spotreba pálenia slinku sa zníži o 15 kcal (63 kJ) na kilogram slinku. Po prepočte úspora na spotrebe uhlia, tuhých alternatívnych palív alebo pneumatikách je pri ročnej výrobe slinku 390 000 ton vyčíslená na hodnotu 84 029 €. Poslednou položkou, ktorá sa radí medzi úsporu plynúcu z rekonštrukcie chladiča je zníženie nákladov na údržbu zariadenia. Predchádzajúce prevedenie roštového chladiča vyžadovalo pri údržbe špecifické odliatky roštov v chladiči a manipuláciu a výmenu snimi spojené. Údržba kompletneho roštového chladiča je vypočítaná oddelením údržby na 65 000 eur ročne. Po zlepšení vykonanacom na chladiči slinku je ročná úspora v oblasti údržby 50 000 €.

Tab. 19 Návratnosť investície (Vlastné spracovanie)

položka	výpočet	úspora/rok
Elektrická energia	7,12 kWh/t sl. – 4,23 kWh/t sl. = 2,89 kWh/t sl. (2,89 kWh/t sl. x 390.000 t/rok)/1000 x 100,9 €/MWh =	113 724 €
Palivá (uhlie, TAP)	(15 kcal x 4,2 x 1000 x 390.000t/y)/1000000 x 3,42 €/GJ =	84 029 €
Údržba	–	50.000 €
Suma	–	247 753 €

Náklady vynaložené na investíciu vo forme rekonštrukcie roštového chladiča sú vyčíslené na 826 397 €. Pri ročnej úspore 247 753 € a nákladoch, ktoré sa vyšplhali na sumu zmienných 826 397 € bude návratnosť investície 1218 dní, teda **3 roky a 123 dní**.

V cementárskom priemysle je optimálna doba návratnosti 5 rokov. V prípade cementárne Cemmac je z tabuľky č. 20 zrejme že po piatich rokoch bude podnik mať úspory v hodnote 412 368 €.

Tab. 20 Návratnosť investície v jednotlivých rokoch (Vlastné spracovanie)

rok	náklady (€)	úspory (€)
začiatok I. roka	826 397	-
koniec I. roka	578644	-
koniec II. roka	330 891	-
koniec III. roka	83 138	-
koniec IV. roka	-	164 615
koniec V. roka	-	412 368

12.4 Prínosy realizovaného zlepšenia

Zo zrealizovaného zlepšenia sa vytvorilo mnoho zlepšení a prínosov pre podnik Cemmac a. s. Hlavnými prínosmi pre výrobný proces na linke rotačnej pece sú:

- Zvýšená účinnosť zariadenia
- Znížená teplota slinky na výstupe z linky

- Väčšia kapacita chladiča o 400 ton slinku
- Zníženie hlučnosti na pracovisku
- Zníženie nákladov na prevádzku zariadenia
- Odstránenie úzkeho miesta výrobného procesu cementu v podniku

Zvýšenie účinnosti chladiča slinku je logickým vyústením zlepšení, ktoré sa dosiahli v procese chladenia. Keďže sa dosiahlo zvýšenie teploty terciárneho vzduchu, tak v tom prípade sa dosiahlo zvýšenie teploty aj sekundárneho vzduchu. Z námerov ukazateľov je jasne vidieť zníženie teploty odpadného vzduchu a zníženie teploty slinku na výstupe z procesu. So zmenami týchto ukazateľov je logickým záverom zvýšenie účinnosti chladiča slinku.

Vďaka zníženiu teploty slinku na výstupe z procesu chladenia z priemernej ročnej hodnoty 300 °C na teplotu okolo 50 °C nad teplotou okolia sa nemusí v procese výroby slinku dokončovať proces chladenia na nasledujúcom pracovisku pomocou technologickej vody. Prínosom je, že odpadne sledovanie tohto procesu. Ako bolo spomenuté v predchádzajúcom odstavci prínosom je aj zvýšenie účinnosti procesu chladenia. Teplo zo suroviny zostáva na linke rotačnej pece a ďalej sa využíva vo výrobnom procese.

Rekonštrukcia chladiča slinku priniesla zvýšenie kapacity chladiča slinku chladiť počas 24 hodín na množstvo 1500 ton suroviny pri výstupnej teplote 50 °C nad teplotou okolia. To je zvýšenie kapacity o 300 ton na deň. Omedzením však zostáva kapacita rotačnej pece, ktorej kapacita je 1250 ton slinku za deň.

Výmenou ventilátorov a mechanického pohonu chladiča za nové vybavenie sa dosiahlo výrazných úspor v energiách. Spotreba elektrickej energie klesla zo 7,2 kWh na tonu slinku na 4,23 kWh na tonu slinku. Týmto znížením spotreby elektrickej energie sa dosiahla úspora 113 724 €. Ďalšou úsporou je oblasť údržby, kde sa podarilo znížiť náklady na 15 000 € na rok. Z toho vyplýva zníženie celkových nákladov na prevádzku zariadenia roštového chladiča slinku z 386 672, 9 € na 222 948 € za rok. V tabuľke č. 21 sú znázornené jednotlivé položky nákladov na prevádzku chladiča.

Tab. 21 Porovnanie nákladov na prevádzku chladiča slinku (Vlastné spracovanie)

položka	náklady pred zlepšením (€)	náklady po zlepšení (€)
Elektrická energia 1 MWh	100,90	100,90
Údržba chladiča/rok	65 000,00	15 000,00
Spotreba elektrickej energie chladič/rok	310 872,90	197 148,00
Obsluha/rok	10 800,00	10 800,00
celkom	386 672,90	222 948,00

Pri prvej analýze v spoločnosti Cemmac a. s. sa hľadalo úzke miesto v podniku. Toto úzke miesto vo výrobnom procese predstavovalo zariadenie chladiča slinku. Pomocou rekonštrukcie sa toto obmedzenie podarilo odstrániť. Metodika TOC nekončí týmto odstránením tohto úzkeho miesta, pretože sa okamžite vynorí ďalšie ktoré treba čo najviac vyťažiť. Toto nové úzke miesto odhalíme opäť analýzou celého výrobného procesu.

12.5 Vyhodnotenie cieľov projektu

Splnenie cieľov projektu v daných termínoch je to hlavné na čo sa musí projektový tím zamerať. Projektový tím tieto požiadavky na úspešné dokončenie projektu splnil. Ciele projektu boli definované takto:

- Zvýšenie teploty terciárneho vzduchu
- Zníženie teploty odpadného vzduchu
- Zníženie výstupnej teploty slinku
- Zníženie spotreby energií v procese chladenia

Všetky tieto ciele boli splnené. Počas námerov v podniku sa potvrdilo splnenie a dosiahnutie požadovaný parametrov pre kontrolu.

12.6 Riziká procesu chladenia

Rizikovými oblasťami v procese chladenia je zaučenie obsluhy v najlepších postupoch a ich zdokonalovanie. Hlavným dôvodom tohto obmedzenia je obsluha linky, ktorá nemá štandardizované postupy, ale riadi sa podľa svojich najlepších dosiahnutých skúseností v nastavovaní parametrov na chladiči slinku.

Ďalším rizikom je lepenie suroviny v chladiči slinku. Táto hrozba lepenia suroviny po schladení je daná zložením vstupného materiálu. Je spôsobená už pri vstupe suroviny do linky rotačnej pece kde musí obsluha vyhodnotiť presné zloženie a podľa toho určiť čo je vhodné pre pálenie.

12.7 Neustále zlepšovanie

Hlavnou oblasťou pre neustále zlepšovanie sú postupy obsluhy pri nastavovaní parametrov pri chladení a nastavovaní prísunu tepla prostredníctvom palív do linky. Obsluha musí mať štandardizovaný spôsob nastavovania týchto ukazateľov. V prípade neštandardizovaného postupu sa tu objavuje zbytočné plytvanie vo forme nadmerného spaľovania palív na linke rotačnej pece. Z pozorovaní je možné usúdiť, že kalorická spotreba pri výpale slinku by sa dala znížiť o 5 kcal. To znamená zníženie o 21 kJ na kilogram slinku, čo predstavuje pri ročnej produkcii slinku 390 000 ton ročnú úsporu vo výške **28 000 €** V nastavovaní parametrov pre výhrevnosť chýba štandardizácia. Každá obsluha má svoj vlastný postup ako nastavovať dané parametre. Problém vzniká vždy pri prestriedaní zmeny kedy nastúpi nová obsluha a začne nastavovať parametre podľa svojho uváženia. Tým vznikajú straty v procese. Riešením môže byť workshop všetkých pracovníkov, ktorý pracujú na obsluhu linky, kde by sa dohodli na najlepšom spôsobe nastavovania parametrov a ten štandardizovali. S používaním tejto štandardizovanej metódy by sa dosiahli ďalšie úspory. Osvojenie tohto nového postupu by bolo o to ľahšie, že by si ho zamestnanci sami navrhli. Týmto spôsobom by sa na linke mohli dosiahnuť ďalšie úspory v spotrebe palív určených pre linku rotačnej pece.



Obr. 62 Velín linky rotačnej pece (Vlastné spracovanie)

ZÁVER

Cieľom diplomovej práce bolo zefektívniť vybraný proces v podniku Cemmac a. s. Horné Srnie. Tento proces sa určil pomocou metodiky TOC (teoria obmedzení). Metodika TOC odhalila úzke miesto, ktoré sa nachádzalo na linke rotačnej pece. Bol to proces chladenia slinku. Po dôkladnej analýze výroby na linke rotačnej pece a procesu chladenia slinku boli určené problémové oblasti, po čom nasledovalo sformulovanie projektu a jeho cieľov.

Projekt bol riadený metódou DMAIC spadajúcou pod metodiku Six Sigma. Pomocou metódy DMAIC bol projekt rozdelený do piatich fáz. Fáza definovania projektu, fáza merania výkonnosti procesu, fáza analýzy stavu chladiča slinku, fáza zlepšovania procesu a fázou riadenia a kontroly zlepšeného procesu chladenia slinku.

V prvej fáze projektu boli zadané základné ustanovenia a ciele projektu. Taktiež bol dôkladne definovaný proces pomocou diagramu SIPOC, ktorého úlohou bolo presne zmapovať proces chladenia slinku. Cieľmi projektu bolo zvýšenie teploty terciárneho vzduchu, zníženie teploty odpadného vzduchu, zníženie teploty výstupnej suroviny slinku z procesu a zníženie energetickej náročnosti linky rotačnej pece.

Po určení cieľov a zmapovaní procesu nasledovala fáza merania. V tejto fáze projektu boli presne zmerané všetky dôležité ukazatele procesu, ktoré pomôžu vo fáze analýzy k dosiahnutiu definovaných cieľov.

Nasledujúca fáza analýzy pracovala s údajmi získanými vo fáze merania a taktiež s poznatkami o výrobnom procese na linke rotačnej pece. Z meraní odpadného vzduchu a prepočítaním bolo zistené, že nevyužívaním odpadného vzduchu v ďalšom procese je denná strata 2495 €. Primárnym cieľom fázy analýzy bolo určiť koreňové príčiny problému chladenia a čo obmedzuje jeho zlepšenie na vyššiu výkonnosť. Pomocou diagramu Ishikawa boli určené koreňové príčiny. Hlavnými príčinami boli zastarané zariadenie a spôsob distribúcie vzduchu k slinku na roštach chladiča.

Výstupy z fázy analýzy boli použité vo fáze zlepšovania. Projektový tím sa rozhodol pre rekonštrukciu chladiča. Po zadaní budúcich výkonnostných parametrov prebiehal zber nápadov od externých firiem ako zvýšiť výkonnosť chladiča pomocou jeho rekonštrukcie. S najlepším, najmodernejším a najvhodnejším riešením prišla spoločnosť Fons Technology International. Rekonštrukcia chladiča spočívala vo výmene roštov, výmene ventilátorov

a výmene mechanického pohonu za hydraulický. Náklady na rekonštrukciu sa vyšplhali na hodnotu 826 397 €.

Vo fáze riadenia a kontroly sa pomocou meraní vypočítala návratnosť investície, ktorá predstavuje 3 roky a 123 dní. Ročná úspora sa pohybuje na hodnote 247 753 €. Úspory boli dosiahnuté vďaka zlepšeným ukazateľom v spotrebe elektrickej energie a spotrebe palív na linke rotačnej pece. Taktiež terciárny vzduch vzrástol na hodnotu 911 °C čo je zvýšenie o 200 °C. Teplota odpadného vzduchu sa znížila pod 300 °C a teplota slinku na výstupe z procesu dosahuje hodnôt 70 °C nad teplotou okolia. Tieto zlepšenia prispeli k zefektívneniu procesu chladenia slinku veľkou mierou. Ďalším zlepšením bolo odstránenie úzkeho miesta v procese chladenia slinku, pretože kapacita chladiča bola zvýšená o 300 ton slinku na deň.

Projekt je v podniku hodnotený ako veľmi úspešný, pretože úspory, ktoré plynú zo zníženie spotreby palív sú obrovské. Takisto zvýšenie kapacity procesu chladenia slinku o 400 ton na deň je veľkým prínosom. Práve tieto dva faktory úspory energií a zvýšenie kapacity procesu tvoria tak úspešnú investíciu, ktorá odstránila úzke miesto výrobného procesu.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

API - Academy productivity and inovations, 2005 – 2012. Průmyslové inženýrství [online]. [cit. 2012-07-20]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/101/>

Bio.TRUE STORY, 2012. *Frederick W. Taylor biography*. [online]. [cit. 2012-07-23]. Dostupné z: <http://www.biography.com/people/frederick-w-taylor-9503065>

CEMMAC, 2012 [online]. [cit. 2012-07-27]. Dostupné z: <http://cemmac.sk/>

CPI - Centrum průmyslového inženýrství, s.r.o., 2010. Průmyslové inženýrství. [online]. [cit. 2012-07-23]. Dostupné z: http://www.centrumpi.eu/Default.aspx?id=32&sub_id=&pos=1

ČEVELOVA, Magdalena. SWOT analýza: jak a hlavně proč ji sestavit. [online]. [cit. 2012-07-23]. Dostupné z: <http://www.cevelova.cz/proc-swot-analyza/>

FLSmidth, 2010. *Thinking big in Texas* [online]. [cit. 2012-07-27]. Dostupné z: <http://www.flsmidth.com/en-us/eHighlights/Archive/Cement/2010/November/Thinking+big+in+Texas>

FONS technology. *Fons Delta Cooler* [online]. [cit. 2012-07-27]. Dostupné z: http://www.fonstechnology.com/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=31

Fraunhofer IPA Slovakia, 2012d. *Brainstorming* [online]. [cit. 2012-07-24]. Dostupné z: http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=67

Fraunhofer IPA Slovakia, 2012a. *Meranie práce* [online]. [cit. 2012-07-23]. Dostupné z: http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=101

Fraunhofer IPA Slovakia, 2012b. *Plytvanie* [online]. [cit. 2012-07-23]. Dostupné z: http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=65

Fraunhofer IPA Slovakia, 2012c. *TOC - Theory of constraints* [online]. [cit. 2012-07-24]. Dostupné z: http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=99

GOLDRATT, Eliyahu a Jeff COX, 2001. *Cíl*. Praha: INTERQUALITY, 333 s. ISBN 80-902770-2-0.

GREGOR, Milan a Branislav MIČIETA, 2010. *Produktivita a Inovácie*. Žilina: Slovenské centrum produktivity, 320 s. ISBN 978-80-89333-16-5.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: Kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG Žilina, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

ICES, 2007 – 2011. *News and Events* [online]. [cit. 2012-07-24]. Dostupné z: <http://www.standards-education.org/>

JOHNSON, Gerry a Kevan SCHOLES, 2000. *Cesta k úspěšnému podniku: stanovení cíle, techniky rozhodování*. Brno: Computer Press, a. s., 803 s. ISBN 80-7226-220-3.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Oldřich VYKYPĚL, 2002. *Strategické řízení: Teorie pro praxi*. Praha: C. H. Beck, 172 s. ISBN 80-7179-578-X

KORMANEC, Peter, Ján KOŠTURIAK a Anna STRNÁTKOVÁ, 2011. FRAUNHOFER IPA SLOVAKIA. *Lean Sigma*. Žilina: Fraunhofer IPA Slovakia, 50 s.,

KOŠTURIAK, Ján et al., 2010. *Kaizen: Osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, a. s., 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.

KOŠTURIAK, Ján, Milan GREGOR a KOL, 2002. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: InFORM. ISBN 80-968583-1-9.

KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 240 s. ISBN 80-86851-38-9.

LIKER, Jeffrey, 2004. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill, 330 s. ISBN 0-07-139231-9.

ManagementMania.com, 2011. *DMAIC - cyklus zlepšování* [online]. [cit. 2012-07-24]. Dostupné z: <http://managementmania.com/cs/cyklus-zlepsovani>

Manazment-kvality.sk, 2011. *Metóda 5M* [online]. [cit. 2012-07-24]. Dostupné z: <http://manazment-kvality.sk/metoda-5m/>

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

PANDE, Peter, Robert NEUMAN a Roland CAVANAGH, 2002. *Zavádíme Metodu Six Sigma: aneb jakým způsobem dosahují renomované světové společnosti špičkové výkonnosti*. Brno: TwinsCom, s.r.o., 416 s. ISBN 80-238-9289-4.

Program Success, 2011. *Effective Brainstorming with the Project Team* [online]. [cit. 2012-07-24]. Dostupné z: <http://programsucces.wordpress.com/2011/06/08/effective-brainstorming-with-the-project-team/>

SEDLÁČKOVÁ, Helena, 2000. *Strategická analýza*. Praha: C. H. Beck, 101 s. ISBN 80-7179-422-8.

Slovenské centrum produktivity, 2010. *Produktivita* [online]. 2010 [cit. 2012-07-23]. Dostupné z: <http://www.slcp.sk/zpproduktivita.html>

TÖPFER, Armin a KOLEKTIV, 2008. *Six sigma: Koncepce a příklady pro řízení bez chyb*. Brno: Computer Press, a. s., 508 s. ISBN 978-80-251-1766-8.

VEBER, Jaromír a KOL., 2010 *Management kvality, prostředí a bezpečnosti práce: Legislativa, systémy, metody, praxe*. Praha: Management Press, s.r.o., 359 s. ISBN 978-80-7261-210-9.

VOLKO, Vladimír, 2009. *Histogram* [online]. [cit. 2012-07-24]. Dostupné z: <http://www.volko.cz/uzitecne-nastroje>

WARNECKE, Hans-Jurgen et al., 2000. *Fraktálový podnik*. Žilina: Slovenské centrum produktivity, 208 s. ISBN 80-968324-1-7.

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

a. s.	Akciová spoločnosť
Cal	Kalória
CM	Cementová mlynica
CTQ	Critical to quality
ČU	Čierne uhlie
DBR	Drum-Buffer-Rope
DMAIC	Define-Measure-Analyze-Improve-Control
h	Hodina
HI	Hlavný
HS	Homogenizačné silo
IČO	Identifikačné číslo organizácie
IP	Index produktivity
J	Joul
Kg	Kilogram
KKN	Kalcinačný kanál
m	Meter
m ²	Meter štvorcový
min	Minúta
mm	Milimeter
MOST	Maynard operation sequence technique
MTM	Method time measurement
OM	Obežná mlynica
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PP	Parciálna produktivita

RCH	Roštový chladič
RP	Rotačná pec
SIPOC	Supplier-Input-Process-Output-Customer
SMED	Single minute exchange of die
t	Tona
TAP	Tuhé alternatívne palivo
TOC	Theory of constraints
TP	Totálna produktivita
TPM	Total productive maintainance
TPV	Technická príprava výroby
USD	Mena americký dolár
Ved.	Vedúci
VOC	Voice of customer
VOJ	Vnútropodniková organizačná jednotka
W	Watt
ZP	Zemný plyn
€	Mena euro
°C	Stupeň celzia

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1 F.W.Taylor (Bio.TRUE STORY, 2012).....	13
Obr. 2 Obrázok metódy a nástroje (CPI, 2010)	15
Obr. 3 Techniky merania práce (Fraunhofer IPA Slovakia, 2012a)	16
Obr. 4 7 druhov plytvania (Fraunhofer IPA Slovakia, 2012b)	17
Obr. 5 Obecné vyjadrenie produktivity (SLCP, 2010).....	18
Obr. 6 Strom produktivity (SLCP, 2010).....	18
Obr. 7 SWOT analýza (Čevelova, 2008)	21
Obr. 8 Ukazatele výroby (Fraunhofer IPA Slovakia, 2012c).....	24
Obr. 9 Manažment úzkych miest (Fraunhofer IPA Slovakia, 2012c).....	25
Obr. 10 Cyklus DMAIC (ManagementMania.com, 2011)	26
Obr. 11 SIPOC diagram (Košturiak et al., 2010, str. 180).....	28
Obr. 12 Histogram (Volko, 2009).....	29
Obr. 13 Ishikawa diagram (Manazment-kvality.sk, 2011)	31
Obr. 14 Brainstorming (Fraunhofer IPA Slovakia, 2012d).....	32
Obr. 15 Štandardy (ICES, 2007 – 2011).....	33
Obr. 16 Cementáreň Cemmac a. s. Horné Srnie	37
Obr. 17 Graf predaja jednotlivých druhov cementu (Vlastné spracovanie).....	40
Obr. 18 Organizačná štruktúra podniku (Interné materiály)	42
Obr. 19 Slovenský odberatelia podniku Cemmac a. s. (interné materiály).....	43
Obr. 20 Český odberatelia podniku Cemmac a. s. (interné materiály)	43
Obr. 21 Ťažba vápence (Vlastné spracovanie).....	46
Obr. 22 Vykládka a drviareň suroviny (Vlastné spracovanie)	48
Obr. 23 Mlynica suroviny (Vlastné spracovanie)	49
Obr. 24 Homogenizačné silo (Vlastné spracovanie).....	50
Obr. 25 Linka rotačnej pece (Vlastné spracovanie)	51
Obr. 26 Mlynica cementu (Vlastné spracovanie).....	53
Obr. 27 Expedícia cementu (Vlastné spracovanie).....	54
Obr. 28 Chladič slinku	55
Obr. 29 Lay-out linky rotačnej pece.....	56
Obr. 30 Mlynica uhlia (Vlastné spracovanie)	59
Obr. 31 Terciárne a odpadné potrubia (Vlastné spracovanie).....	61

Obr. 32 Rotačná pec (Vlastné spracovanie).....	62
Obr. 33 Terciárne potrubie (Vlastné spracovanie).....	63
Obr. 34 Chladič slinku (Vlastné spracovanie)	64
Obr. 35 Drvič slinku (Vlastné spracovanie)	65
Obr. 36 Surovina v chladiči slinku (Interné materiály podniku).....	66
Obr. 37 Proces chladenia slinku (Vlastné spracovanie).....	67
Obr. 38 Lay-out chladiča slinku.....	68
Obr. 39 Časový harmonogram projektu (Vlastné spracovanie).....	70
Obr. 40 SIPOC diagram procesu chladenia slinku (Vlastné spracovanie).....	71
Obr. 41 Chladenie slinku (FLSmith, 2010)	73
Obr. 42 Prúdenie vzduchu na linke (Vlastné spracovanie).....	75
Obr. 43 Zobrazenie údajov o linke (Interné materiály).....	75
Obr. 44 Graf výhrevnosti uhlia (Vlastné spracovanie)	77
Obr. 45 Graf teploty slinku na výstupe z pece (Vlastné spracovanie)	77
Obr. 46 Teplota slinku po chladení (Vlastné spracovanie).....	78
Obr. 47 Teplota terciárneho vzduchu (Vlastné spracovanie).....	78
Obr. 48 Teplota odpadného vzduchu (Vlastné spracovanie)	79
Obr. 49 Ishikawa diagram procesu chladenia slinku (Vlastné spracovanie).....	84
Obr. 50 Chladič slinku Fons Delta Cooler (FONS technology)	88
Obr. 51 Časový harmonogram rekonštrukcie chladiča (Vlastné spracovanie)	91
Obr. 52 Chladenie a čistenie (Vlastné spracovanie)	92
Obr. 53 Vybúranie výmurovky chladiča (Vlastné spracovanie)	92
Obr. 54 Demontážne práce na chladiči (Vlastné spracovanie)	93
Obr. 55 Montáž modulov chladiča (Vlastné spracovanie).....	93
Obr. 56 Montážne elektro práce (Vlastné spracovanie).....	94
Obr. 57 Uvedenie do prevádzky chladiča (Vlastné spracovanie)	94
Obr. 58 Zrekonštruovaný chladič slinku (Vlastné spracovanie).....	95
Obr. 59 Lay-out zrekonštruovaného chladiča slinku (Vlastné spracovanie)	96
Obr. 60 Rošty chladiča slinku (FONS technology)	100
Obr. 61 Pohyb roštníc v chladiči slinku (FONS technology)	101
Obr. 62 Velín linky rotačnej pece (Vlastné spracovanie)	105

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1 Finančné výsledky spoločnosti	41
Tab. 2 Legenda (interné materiály).....	43
Tab. 3 Výroba a expedícia cementu (interné materiály)	44
Tab. 4 Konkurencia podniku Cemmac a. s.	44
Tab. 5: SWOT analýza podniku Cemmac a. s. (Vlastné spracovanie)	45
Tab. 6 Náklady na prevádzku a potenciálne úspory (Vlastné spracovanie).....	72
Tab. 7 Ukazatele výkonnosti linky (Vlastné spracovanie).....	74
Tab. 8 Spotreba palív na linke (Vlastné spracovanie)	76
Tab. 9 Spotreba elektrickej energie (Vlastné spracovanie).....	79
Tab. 10 Materiálová bilancia chladiča (Vlastné spracovanie)	80
Tab. 11 Denná strata odpadného vzduchu (Vlastné spracovanie)	82
Tab. 12 Ponuky na zlepšenie procesu (Interné materiály podniku)	86
Tab. 13 Návrh riešenia procesu chladenia slinku (Interné materiály podniku)	89
Tab. 14 Náklady rekonštrukcie (Vlastné spracovanie)	90
Tab. 15 Predpokladaná ročná úspora navrhovaného riešenia	91
Tab. 16 Prehľad parametrov procesu chladenia slinku (Vlastné spracovanie).....	98
Tab. 17 Porovnanie spotreby elektrickej energie chladiča slinku (Vlastné spracovanie).....	98
Tab. 18 Spotreba palív (Vlastné spracovanie)	99
Tab. 19 Návratnosť investície (Vlastné spracovanie).....	102
Tab. 20 Návratnosť investície v jednotlivých rokoch (Vlastné spracovanie).....	102
Tab. 21 Porovnanie nákladov na prevádzku chladiča slinku (Vlastné spracovanie)	104

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha PI: Garančné skúšky procesu chladenia slinku

Príloha PII: Certifikát ISO 9001:2008, ISO 14001:2004

PRÍLOHA P I: GARANČNÉ SKÚŠKY PROCESU CHLADENIA SLINKU

Horné Srnie Cement plant 1200TPD
Clinker cooler/Pyroprocess / Clinker production

ALIACEM s.r.o. Přerov
performance test on 2012-07-23/24

Performance test results

	according to contract (measuring tolerance 2%)	reached values
		23.7.2012 7:00
		24.7.2012 7:00
raw meal clinker factor	1,580	1,580
clinker output [t]	1 200,00	1 209,30
raw meal consumption [t]	1 896	1 911
duration of test [h]	24,00	24,00
clinker output [t/h]	50,000	50,380
electrical energy consumption [kWh/t]	4,300	4,230
heat consumption [kJ/kgClinker]	3 495,98	3 498,91
heat consumption [kcal/kgClinker]	835,00	835,70
average free lime in clinker	1,20	0,83
clinker end temperature above ambient	70,00	53,00
TAD temperature	820	911,60
Waste air temperature	300	296,83
Alternative fuels TSR	38	38,23
Noise limit	Not increased by new installation	Noise lower than with old installation

Results: All performance parameters mentioned in par. 2.5 of the Contract dated 1.8.2011 were achieved.

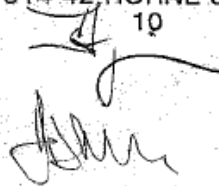
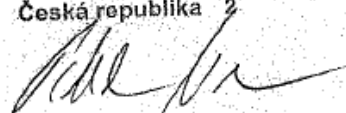
CEMMAC Horné Srnie

ALIACEM s.r.o. Přerov

date: 2012-07-30

CEMMAC a.s.
914 42, HORNÉ SRNIE
10

Aliacem s.r.o.
Širava 27, 750 02, Přerov
Česká republika 2

PRÍLOHA P II: CERTIFIKÁT ISO 9001:2008, ISO 14001:2004



CERTIFIKÁT

SLOVENSKÁ SPOLOČNOSŤ PRE SYSTÉMY RIADENIA A SYSTÉMY KVALITY, s.r.o.
Veľký Diel 3323, Areál VÚD, 010 08 Žilina

SKQS na základe certifikačného auditu potvrdzuje týmto, že:



CEMMAC

CEMMAC a.s.

914 42 Horné Srnie, Slovenská Republika

rozsah platnosti

Výroba a predaj cementu

má systém manažérstva kvality a systém environmentálneho manažérstva
účelne vybudovaný, udržiavaný a je v súlade s modelom a požiadavkami
medzinárodných noriem

ISO 9001: 2008

ISO 14001: 2004

Tento certifikát má platnosť 3 roky.
Číslo odboru 16

Certifikát č.: 147-5/10
Dátum platnosti: 16. 08. 2013
Žilina 17. 08. 2010

Ing. Zdenek Sýkora
Vedúci certifikačného orgánu - riaditeľ SKQS

