



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

## SYSTÉM PRO ODSÁVÁNÍ SPALIN NAD SPÉKACÍM ROŠTEM

SYSTEM FOR EXHAUSTING OF COMBUSTION GASES OVER THE SINTERING GRATE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

SILVIE KRATOCHVÍLOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

ING. JIŘÍ DVOŘÁČEK

BRNO 2013



## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukčním řešením systému pro odsávání spalin nad spékacím roštem. První část je věnována obecnému pojednání o spékacím roštu, o jeho činnosti a o jednotlivých modifikacích. Další část se zabývá problematikou, která obnáší umístění krytu nad spékací rošt. V poslední části je proveden návrh optimálního řešení systému pro odsávání spalin a popsány důvody, které vedly k jeho výběru.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Spékací rošt, karuselový spékací rošt, vsázka, umělé kamenivo, popílek

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with solution for waste gases exhaustion system above the sinter grate. The first part is dedicated to the general treatise about sinter grate, its operations and individual modifications. Another part looks into issues covering placing of the cover above the sinter grate. Proposal of optimal solution of the waste gases exhaustion system is done in last part, where are described reasons, which lead to its choice.

## **KEYWORDS**

sinter grate, carousel sinter grate, charge, artificial aggregate, flue ash

## **Bibliografická citace:**

KRATOCHVÍLOVÁ, S. *Systém pro odsávání spalin nad spékacím roštem*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 29 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Dvořáček.



## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

---

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci Systém pro odsávání spalin nad spékacím roštem vypracovala samostatně pod vedením Ing. Jiřího Dvořáčka a uvedla v seznamu literatury všechny použité literární a odborné zdroje.

V Brně dne .....

---

vlastnoruční podpis autora



## PODĚKOVÁNÍ

---

Na tomto místě bych ráda poděkovala Ing. Jířímu Dvořáčkovi za odborné vedení, rady a vstřícnost při vypracovávání této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Michalu Batelkovi za poskytnutí informací a cenné připomínky.





**OBSAH**

<b>OBSAH</b> .....	9
ÚVOD.....	11
1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ .....	12
1.1 Umělé kamenivo .....	12
1.2 Popílek.....	12
1.3 Karusel.....	12
1.4 Odsávací zařízení.....	13
2 analýza problému a cíl práce.....	14
2.1 VYMEZENÍ CÍLŮ PRÁCE .....	14
2.1.1 Cíle bakalářské práce.....	14
2.2 NÁVRH METODICKÉHO PŘÍSTUPU K ŘEŠENÍ.....	15
3 VARIANTY KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ .....	16
3.1 Upevnění stojanu .....	16
3.2 Rám krytu .....	17
3.2.1 Varianta 1.:Rám tvořený jednou svařovanou konstrukcí.....	17
3.2.2 Varianta 2.:Rám tvořený z několika bloků .....	17
3.3 Styk rámu s karuselem .....	18
3.3.1 Varianta 1.:Styk rámu s karuselem pomocí ložiska .....	18
3.3.2 Varianta 2.:Styk rámu s karuselem za použití válečků .....	18
3.4 Těsnění kritického místa krytu .....	18
3.4.1 Varianta 1: Minimalizace mezery mezi bočnicemi a krytem .....	19
3.4.2 Varianta 2: Pískové lože .....	19
3.5 Regulace proudění vzduchu .....	19
3.5.1 Varianta 1.:Ruční regulace .....	19
3.5.2 Varianta 2.:Regulace .....	19
4 Konstrukční řešení.....	20
4.1 Stojan .....	20
4.2 Rám krytu .....	20
4.3 Plášť rámu .....	20
4.4 Styk krytu a karuselu .....	21
4.5 Těsnění kritického místa krytu .....	21
4.6 Regulace proudění vzduchu .....	21
4.6.1 Servomotor .....	21

## OBSAH

---

4.6.2 Čidlo tlaku .....	22
4.6.3 Klapka SKG .....	23
4.7 Napojení vzduchotechniky .....	23
Diskuze .....	25
ZÁVĚR .....	26
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	27
Seznam obrázků .....	28

## ÚVOD

V dnešní době se začíná rozšiřovat zájem o vývoj technologií, které by dokázaly zpracovat popílek za co nejnižší náklady. Společnost Svoboda a syn s.r.o. se zabývá výzkumem zpracování popílku na spékacím roštu a možností jeho využití v průmyslu.

Spékací rošt je zařízení, ve kterém dochází k vypalování umělého kameniva. Do spékacího roštu se vkládá vsázka ze spékaných popílků. Z této vsázky se po vypálení, které probíhá za vysokých teplot, vypálí umělé kamenivo. Základní typ aglomeračního roštu se vyrábí bez pohyblivých bočnic. U tohoto typu vznikají mezery v místě styku vsázky s bočnicemi. Tento problém byl řešen finančně náročnější variantou s pohyblivými bočnicemi. Optimálním zařízením je karuselový spékací rošt. Jeho bočnice se pohybují, a proto nedochází ke vzniku mezer. Výroba těchto zařízení napomáhá k likvidaci popílku, který vzniká při spalování uhlí v teplárenských a elektrárenských kotlích. Velkou nevýhodou při spékání vsázky z popílku je uvolňování prachu do ovzduší. Tento prach znečišťuje životní prostředí a snižuje viditelnost ve výrobní hale. Hlavním cílem této práce je navržení krytu po obvodu aktivní části karuselu, který by zabránil úniku malých částic do ovzduší.

## **1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ**

### **1.1 Umělé kamenivo**

Umělé kamenivo se vypaluje z popílku. Vypalování probíhá nejčastěji na aglomeračním roštu. Tento rošt je pohyblivý a pomocí násypky je na něj umístěna vsázka, která je poté zapálena shora pomocí hořáku. Teplota při zapálení může dosáhnout 1200°C až 1300°C. Pod tímto roštem jsou po celé délce umístěny odsávací komory, které umožňují zapálení vsázky a její následné prosávání. Tímto je dosaženo po určité vzdálenosti maximálních teplot, které se pohybují kolem 150°C.

Základní typ aglomeračního roštu se skládá z pohyblivého pásu o šířce 1m a přibližné délce 20m. Tento typ se vyrábí bez pohyblivých bočnic a dochází pouze k pohybu roštu. V tomto případě dochází k odírání vsázky o nepohyblivé bočnice a to vede ke vzniku mezer.

Investičně náročnější je aglomerační rošt s pohyblivými bočnicemi. Nevýhodou je zvýšení nákladů na údržbu zařízení, ale nedochází ke vzniku mezer vlivem tření o bočnice.

Zvláštní způsob, jak lze vypálit kamenivo, je na karuselovém spékacím roštu. Tento typ roštu má pohyblivé bočnice, proto nevznikají mezery. Princip zapálení a následného prosávání je stejný jako u aglomeračních roštů.

### **1.2 Popílek**

Popílek je anorganická zplodina, která vzniká při spalování práškového antracitu, hnědého nebo černého uhlí. Jeho prachové částice jsou z kouřových plynů odlučovány elektrostaticky nebo mechanicky.

V minulosti byl popílek považován za odpad. V dnešní době se zjistilo, že jeho dobré vlastnosti lze využít ve stavebnictví. Pro jeho dobré vlastnosti a nízkou cenu se tedy používá nejen při výrobě umělého kameniva, ale také jako přísada do betonů, při výrobě cementu. Lze jej také použít při výrobě cihel.

### **1.3 Karusel**

V rámci této bakalářské práce se bude řešit pouze rošt karuselového typu, protože společnost Svoboda a syn s.r.o. právě takový způsob výroby umělého kameniva vyvíjí. Tento karusel má jako základní rozměr 5,6 m na vnějším průměru a 3 m na vnitřním průměru. Výška bočnic je 500 mm. Celková výška karuselu od země po vrchní část bočnice je 1870 mm. Celý karusel se skládá z pevné části karuselu a otočné části karuselu. Pevná část je svařovaná konstrukce, která má na vnější a vnitřní straně roštu umístěné podpěrné nohy. Tyto nohy jsou nastavitelné, aby bylo možné karusel srovnat do vodorovné polohy, a posléze jsou pevně přišroubovány do betonového základu. Ve středu rámu je umístěna jedna podpěrná noha, kolem které se celý karusel otáčí. Všechny tyto části se nazývají pevná část karuselu.

Otočná část karuselu je položena na rám. Po celém jejím obvodu jsou umístěna ložiska, která se odvalují po kolejnici, která je součástí rámu.

Rošt karuselového typu má bočnice ze žarobetonového materiálu, který odolává vysokým teplotám. Na rošt se pokládá vsázka, která se skládá ze tří vrstev. První je podsypová, což je již vypálené kamenivo, které zabrání propadávání popílku. Druhá vrstva je popílek v podobě směsi jednoho, či více popílků a vody, ze kterého se vypaluje

umělé kamenivo. Voda slouží jako pojivo pro vytváření granulí. Poslední vrstva je zápalná. Ta umožňuje zapálení vsázky.

Celý karusel je rozdělený na tři základní části. První část má 10° a probíhá tam zapálení vsázky pomocí plynového hořáku. Druhá část má 180° a nazývá se aktivní. V této části dochází k prosávání vsázky a jejímu spékání. Pod aktivní částí jsou umístěny odsávací komory, které prosávají vsázku. To zaručí, že prohoří celá vrstva. Třetí část se nazývá pasivní. Zde dochází k vypadávání vsázky a následné nasypání nové vsázky. Celý proces tak funguje kontinuálně, bez nutnosti zastavování procesu. Karusel se bude vypínat pouze na nutné údržby a změny vsázky.

## 1.4 Odsávací zařízení

1.4

---

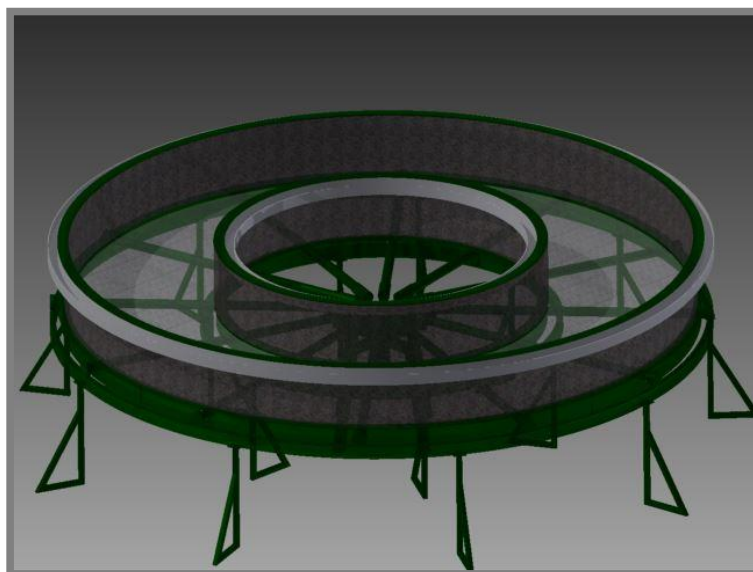
V dnešní době existuje několik způsobů, jak lze zplodiny odsávat. Jednou z firem, která se tímto zabývá, je Cergo Plan. Tato společnost vyrábí odsavače zplodin pro laserová zařízení, zubní průmysl, tiskařský průmysl, ale i odsavače zplodin v prašném prostředí. Průmyslové odsavače částic a prachu se vyrábí s vysokou účinností. Je několik typů. Zařízení může znečištěný vzduch nasávat shora nebo ze spodu. Vzduch poté prochází filtrem, kde dojde k jeho vyčištění. Toto zařízení je napojeno na odsávací box.



Obr. 1 Odsávací zařízení

## 2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

Systém odsávání spalin nad karuselovým roštem v současné době není navržen, protože firma Svoboda a syn s.r.o. má vyroben pouze prototyp. Je to první prototyp, který slouží k analýze procesu vypalování kameniva na aglomeračním roštu. Na tomto prototypu se provádí výpaly, při kterých byly zjištěny některé nedostatky. Při vypalování docházelo k uvolňování zplodin do ovzduší. Tyto zplodiny měly za následek snížení viditelnosti ve výrobní hale a vznik smogu, který byl nebezpečný pro zaměstnance, kteří pracovali v blízkosti karuselu. Z tohoto důvodu muselo docházet k odvětrávání v hale a pracovníci musí v současné době používat ochranné masky.



Obr. 2 Model karuselu

V dnešní době se pracuje na návrhu karuselu, který bude sloužit pro vypalování kameniva kontinuálně. Z tohoto důvodu vznikla potřeba, aby byl nad karuselem umístěn systém, který by tyto zplodiny odváděl.

### 2.1 VYMEZENÍ CÍLŮ PRÁCE

Cílem práce je navržení systému pro odsávání spalin nad spékacím roštem, vytvoření 3D modelu a zpracování výkresové dokumentace. Obsahem práce je návrh konstrukčního řešení nosného stojanu, rámu krytu a oplechování s komínem. Odvětrávací systém v rámci této bakalářské práce není řešen.

Tento systém slouží k odvodu částic z karuselu tak, aby se nedostávaly do ovzduší haly. Pro tento návrh je důležité, aby po dokončení splňoval požadovaná kritéria.

#### 2.1.1 Cíle bakalářské práce

- **Upevnění stojanu:** Uchycení stojanu do betonové podlahy haly na vnější straně karuselu

- **Rám krytu:** Vyřešení tvaru rámu krytu tak, aby se dosáhlo snadné manipulace. Dále se musí vyřešit uchycení rámu se stojanem.
- **Styk rámu s karuselem:** V místě styku se musí zabránit vzniku tření.
- **Izolace v místě styku:** Aby se minimalizoval únik částic mimo karusel, musí být navržen konstrukční prvek, který bude umístěn mezi karuselem a krytem. Zároveň tento prvek nesmí ovlivnit plynulý pohyb karuselu.
- **Škrtící klapka:** Úkolem škrtící klapky je, aby bylo možné měnit průtok vzduchu vzduchotechnikou.

## 2.2 NÁVRH METODICKÉHO PŘÍSTUPU K ŘEŠENÍ

2.2

---

Pro konstrukční řešení problémových částí na krytu zmíněných v předchozí kapitole, budou využity znalosti získané při studiu na Střední průmyslové škole a Vyšší odborné škole technické Brno, Sokolská 1 a na FSI VUT v Brně. Bakalářská práce se zabývá řešením reálného problému z průmyslu pro potřeby společnosti Svoboda a syn s.r.o. Proto budou brána v potaz i konstrukční řešení, která používá při řešení zadavatelská společnost.

Při návrhu bude zohledněno, aby celková konstrukce byla snadno přemístitelná a aby bylo dosaženo co nejjednodušší montáže. Dále bude brán zřetel na nízkou výrobní cenu a co nejlepší funkčnost.

Při konstrukčním návrhu bude použit 3D program Autodesk Inventor Professional 2013.

Výstupem bakalářské práce bude konstrukční řešení problémových částí systému pro odsávání spalin nad spékacím roštem. Součástí řešení bude výkresová dokumentace. Při splnění požadavků zadavatelské společnosti bude návrh vyroben a bude zakomponován do karuselu.

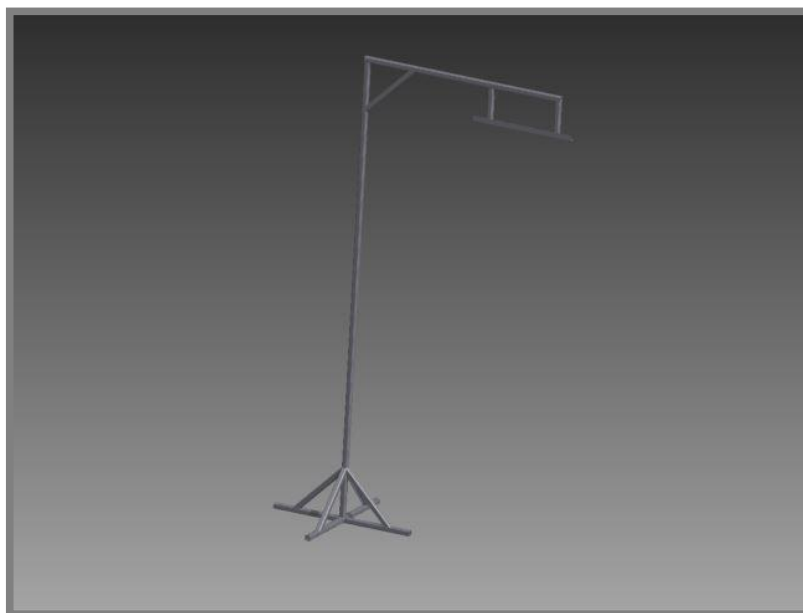
### 3 VARIANTY KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

Návrh konstrukčního řešení musí zahrnovat konstrukci, která ponese kryt. Další částí řešení je svařovaná konstrukce, která bude tvořit rám krytu, umístěného nad aktivní částí karuselu a její oplechování. Důležitou částí této práce je návrh komína, který bude odvádět spaliny mimo halu. Součástí řešení bude úprava na vnější a vnitřní obezdívce tak, aby na ni mohl být umístěn kryt. Návrh bude vytvořen v 3D programu.

Při návrhu celé konstrukce budou zohledněni dodavatelé společnosti, aby bylo docíleno dostupnosti polotovarů, které budou použity na výrobu. Protože součástí společnosti je dílna, bude návrh řešen tak, aby při výrobě konstrukce byly použita zařízení, která jsou její součástí, a nemusela se využít externí firma.

#### 3.1 Upevnění stojanu

Pohyblivá část karuselu se rozkládá po celé ploše karuselu. Ve středu karuselu je na hlavní podpoře umístěno středové rozvodné kolo, ze kterého vedou vodorovné trubky. To má za následek, že se celá pohyblivá část chová jako jeden celek a tudíž není možné nic umístit do vnějších prostor karuselu. Pro jeho řešení byla zvolena varianta, kdy stojan byl vetknut pouze na vnějším poloměru a to mimo karusel. Proto se do značné míry zvyšují nároky na základní rám pro uchycení krytu. Aby nedocházelo k nežádoucímu pohybu do stran, byl stojan přišroubován k betonové podlaze haly na čtyřech místech. Pro rovnoměrné rozložení zatížení od krytu po obvodu aktivní části, budou umístěny nohy po 60°. Pro spojení s krytem je v horní části stojanu umístěn profil „L“, který bude sešroubován s profilem, který je součástí svařovaného rámu krytu. Celá konstrukce bude zpevněna žebry pro lepší stabilitu a větší bezpečnost.



Obr. 3 Stojan

Stojan byl navržen tak, aby na něj mohla být přenesena většina váhy, případně celá váha krytu.



## 3.2 Rám krytu

3.2

Při návrhu rámu krytu se zvažovaly dvě varianty, které by odpovídaly zadání bakalářské práce. Kryt musí pokrývat 180° karuselu. Zároveň musí dojít k utěsnění karuselu na vnější a vnitřní obezdívce. Rám musí být navržen tak, aby bylo zajištěno, že v případě styku s karuselem dojde o odvalování po obezdívce.

### 3.2.1 Varianta 1.:Rám tvořený jednou svařovanou konstrukcí

3.2.1

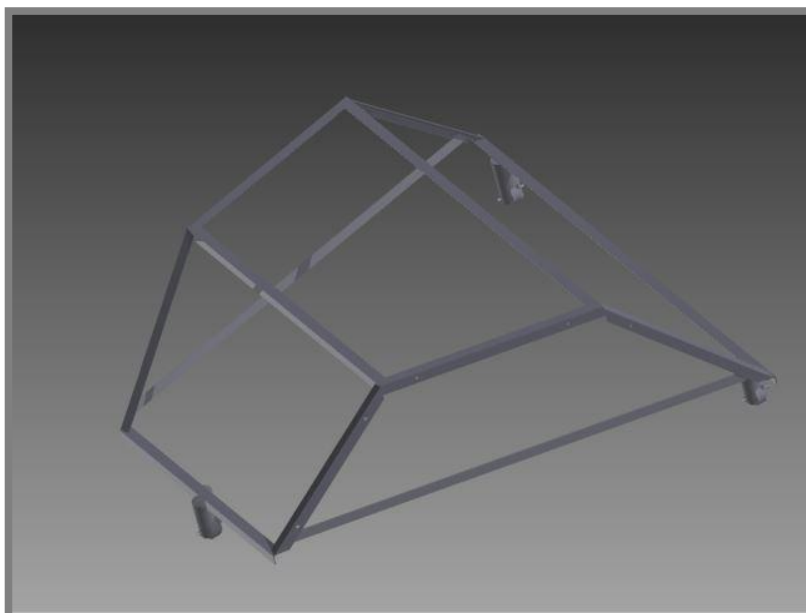
V první variantě se jedná o rám, který by se skládal z jednoho svařence. Ten by zakrýval požadovanou část karuselu. Výhodou této varianty by byla celistvost, nebyly by zde spoje, které by snižovaly pevnost. Nevýhodou tohoto svařence je, že by se jeho části musely tvarovat. Další velkou nevýhodou by byla velká váha, která by způsobila, že manipulace s rámem by byla velice obtížná. Váha a velikost by zvýšila i nároky na jeho dopravu. Při jeho výrobě by mohly vzniknout nepřesnosti vlivem svařování a to by mohlo u tak velkého kusu způsobit problémy při umísťování na karusel.

### 3.2.2 Varianta 2.:Rám tvořený z několika bloků

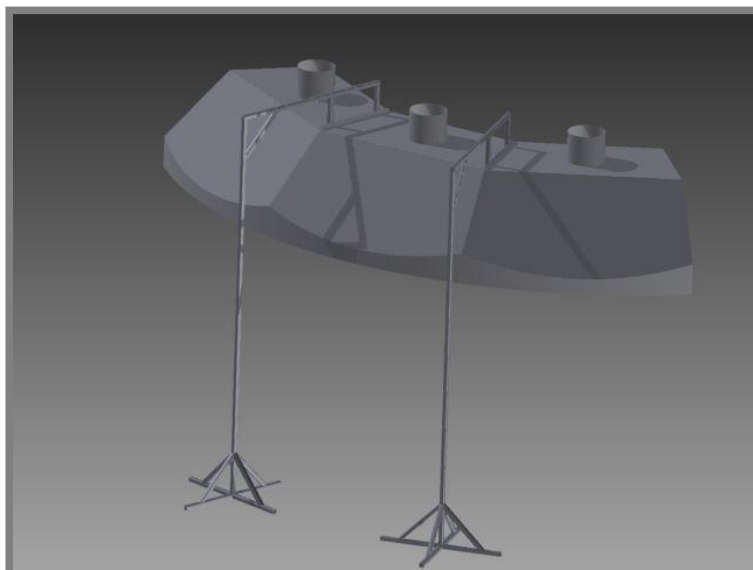
3.2.2

Další možností, jak je možné rám navrhnout je, že se vyrobí menší bloky. Jednotlivé bloky se poté dle potřeb poskládají a smontují za sebou. Tímto způsobem dojde k zakrytí celé aktivní části.

Aktivní část se rozdělí na šest stejných částí. Každý blok má tedy 30°. Rám je navržen tak, aby každá část rámu byla rovná (viz obr.4). Tím dochází k zjednodušení při výrobě a společnost si tak výrobu může zajistit sama. Zároveň to umožnilo i snížení nákladů na výrobu. Protože se jedná o menší bloky, jejichž váha není tak velká, bude se s nimi lépe manipulovat. Výhodou je i snadnější doprava a při montáži na karusel bude snazší jejich vystředění.



Obr. 4 Rám



Obr. 5 Sestavení jednotlivých bloků

### 3.3 **3.3 Styk rámu s karuselem**

Pro styk rámu s karuselem byly navrženy dvě varianty řešení. Podmínkou pro tento styk bylo, aby docházelo při dotyku k odvalování a zabránilo se tak vzniku tření. Když dojde k přenesení váhy celého systému na tento spoj, musí být zaručeno, že zvolená varianta řešení tuto váhu unese a nedojde k jejímu zničení nebo ke zničení karuselu.

#### 3.3.1 **3.3.1 Varianta 1.:Styk rámu s karuselem pomocí ložiska**

V první variantě byla na rám krytu navařena noha na třech místech. Jedna byla umístěna blíže ke středu karuselu a dvě byly umístěny na vnější straně karuselu. Na konci nohou byla připevněna ložiska tak, aby při pohybu karuselu bylo dosaženo odvalování. Výhodou ložisek je nižší tření. Nevýhodou je cena a také vyšší nároky na jejich uchycení. Při výběru vhodného ložiska se musí hledat typ, který odolá vyšším teplotám. Důležitý je i výběr typu maziva.

#### 3.3.2 **3.3.2 Varianta 2.:Styk rámu s karuselem za použití válečků**

V rámci druhé možnosti byly také umístěny na rám krytu tři nohy. Jejich umístění bylo zvoleno stejně jako u první varianty. Na jejich spodní část byly poté umístěny válečky, které se budou odvalovat po horním okraji obezdívky. Velkou výhodou této varianty je snížení nákladů. Je to jednoduché a nejsou zde kladeny velké nároky na konstrukci. Válečky odolají i vyšším teplotám. Při použití válečků bude vyšší tření.

### 3.4 **3.4 Těsnění kritického místa krytu**

Aby nedocházelo k úniku zplodin je potřeba zatěsnit místo, kde se karusel napojuje na kryt pro odsávání spalin. Bočnice karuselu nám koná rotační pohyb,

zatímco konstrukce krytu je nepohyblivá. Proto nemůžeme kryt postavit přímo na bočnice, abychom dokonale těsnili případný únik, ale je potřeba použít těsnění, popřípadě minimalizovat únik zplodin na únosnou hranici.

### **3.4.1 Varianta 1: Minimalizace mezery mezi bočnicemi a krytem**

3.4.1

---

Plech, který tvoří opláštění rámu krytu, se vysune až na okraj tak, aby byl umístěn přímo nad bočnicemi. Tím docílíme, že mezi bočnicemi a krytem nám vznikne menší mezera, která bude mít za následek únik zplodin. Tento únik by byl ale tak malý, že bychom ho mohli zanedbávat. Jedná se o velmi jednoduchý systém, u kterého by byla levná výroba. Problém při této variantě ovšem je, že musíme pohlídat, aby nenarážel na bočnice karuselu. Jelikož se plech bude postupně od zplodin zahřívat, tak se musí počítat i s tepelnou roztažností oceli, což má za následek, že by na začátku byla mezera větší a tím pádem i únik zplodin.

### **3.4.2 Varianta 2: Pískové lože**

3.4.2

---

Na okraj bočnic se přivaří „pískové lože“, který má v průřezu tvar U. Do vzniklé nádoby se nasype písek v dostatečné výšce, abychom do něho mohli zasunout část pláště krytu. Potom vyvedeme plech, který nám tvoří plášť tak, aby byl ponořen do písku v loži. Způsobíme tím, že zplodiny, které by chtěly uniknout, narazí na písek a nebudou unikat do ovzduší. Písek se musí pravidelně vyměňovat. Zařízení nemusí být příliš přesné, protože v pískovém loži máme dostatečné vůle pro plech. Velkou výhodou je, že dosáhneme takřka dokonalého těsnícího prvku za přijatelnou cenu.

## **3.5 Regulace proudění vzduchu**

3.5

---

Volba vsázky pro výpal kameniva nám výrazně ovlivňuje vlastnosti vsázky. Například každá směs vsázky má jinou sypnou hmotnost a navíc, když se popílek začne vypalovat, tak dochází k sesypání drobných částic do mezer a tím se mění vlastnosti na prosávání vzduchu vsázkou. Proto je velice důležité regulovat průtok vzduchem nejlépe za chodu celého zařízení.

### **3.5.1 Varianta 1.:Ruční regulace**

3.5.1

---

Instalací ruční regulační klapky do potrubního systému můžeme regulovat průtok vzduchu. Klapka je umístěna nad čidlem pro měření tlakové ztráty. Zařízení je jednoduché pro instalaci a i následnou manipulaci. Cenově tohle zařízení také vychází velmi levně. Problém může být v tom, že klapka je umístěna nad karuselem ve výšce kolem 2m, kam člověk běžně nemá snadný přístup. Proto se nedá reagovat okamžitě na změny. Klapka se musí nastavit před výpalem.

### **3.5.2 Varianta 2.:Regulace**

3.5.2

---

Pro regulaci vzduchu je použita regulační klapka, která je napojena na servomotor. To nám umožní regulovat průtok vzduchu na dálku a zároveň reagovat přímo v průběhu výpalu na změny průtoku, které nastanou. Další výhodou je, že kdyby při výpalu došlo k nehodě, například vznikl požár, je možné klapku okamžitě zastavit a tím zamezit případnému vzniku škody.

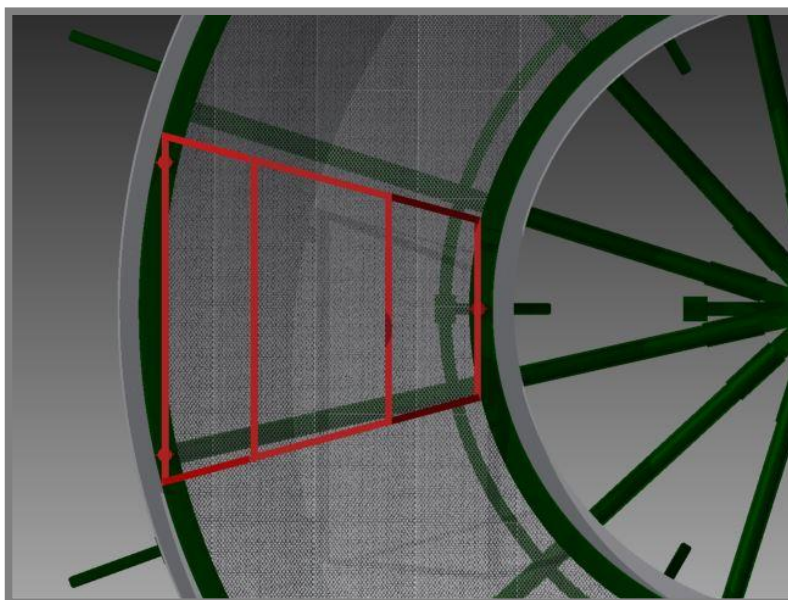
## 4 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

### 4.1 Stojan

Nosnou konstrukcí celého systému pro odsávání spalin je stojan. Jedná se o svařovanou konstrukci, kterou tvoří profily čtvercového průřezu 30x30x3. Aby se dosáhlo jeho maximální stability, jsou v kritických místech navařena žebra. Stojan bude pevně přišroubován do betonové podlahy vedle otáčejícího se karuselu. Ke spojení stojanu s rámem dojde pomocí šroubů M10.

### 4.2 Rám krytu

Rám krytu je umístěn nad karuselem. Jedná se o svařovanou konstrukci. Tvar odpovídá tvaru výseče karuselu. Tato výseč svírá úhel  $30^\circ$ . Velikost, kterou rám pokrývá, byla zvolena tak, aby bylo dosaženo snadnější manipulace, a zároveň odpovídá velikosti bloků, ze kterých je postavena nepohyblivá část karuselu.

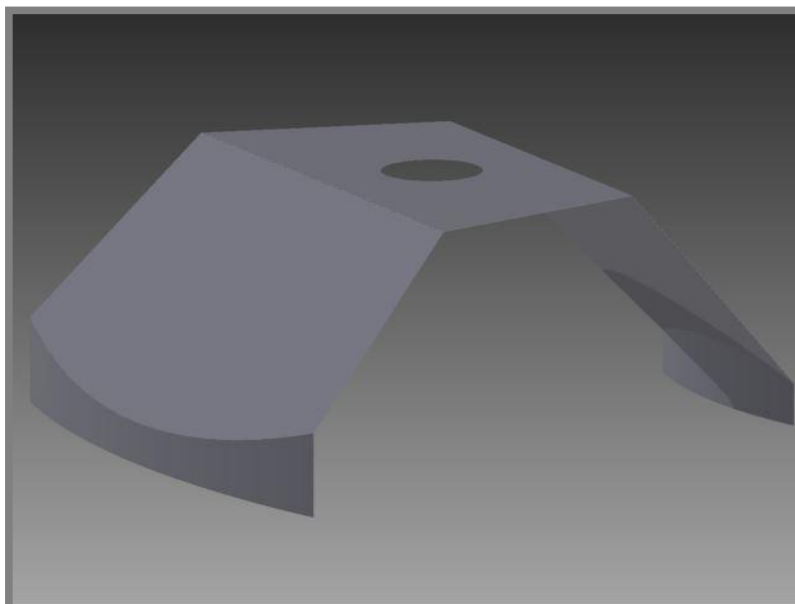


Obr. 6 Blok rámu umístěný na karuselu

Součástí svařované konstrukce jsou tři nohy, které jsou umístěny tak, aby byly nad obehávkou. Na jejich koncích jsou umístěny válečky. Úkolem těchto nohou s válečky je, že v případě, že by došlo ke styku, umožní odvalování. Tímto se zabrání vzniku tření.

### 4.3 Plášť rámu

Na svařovaný blok rámu je umístěn plášť. Ten je tvořen třemi kusy plechů, které jsou svařeny k sobě. Největší část plechu pokrývá horní část rámu. Aby kopíroval tvar rámu, je na dvou místech ohnut o  $133^\circ$ . Na tento plech jsou navařeny dva menší plechy, které jsou ustříženy a skruženy tak, aby po navaření tvořily okraj rámu (viz obr.6).



Obr. 7 Svařený plášť rámu

Na začátku celého krytu a na jeho konci je umístěn krycí plech.

#### 4.4 Styk krytu a karuselu

4.4

---

Pro styk mezi krytem a karuselem byla zvolena možnost za použití válečků. Vzhledem k tomu, že karusel se pohybuje velmi malou rychlostí (jedno otočení přibližně za hodinu), použití ložisek by bylo zbytečně složité. Válečky jsou připevněny k nohám krytu pomocí jednoduché hřídele.

#### 4.5 Těsnění kritického místa krytu

4.5

---

Na vnější i vnitřní okraj karuselu je umístěno pískové lože, ve kterém se pohybuje okraj pláště rámu. Písek v loži minimalizuje únik zplodin do ovzduší.

#### 4.6 Regulace proudění vzduchu

4.6

---

Pro regulaci proudění vzduchu se použije servomotor. Velkou výhodou servomotoru je, že může pracovat kontinuálně a nepotřebuje neustálou obsluhu. Servomotor je umístěn na klapku, kterou nastavuje dle potřeby do požadované polohy. Údaje jsou mu zadávány od čidla tlaku, který je umístěn nad klapkou.

##### 4.6.1 Servomotor

4.6.1

---

Na klapce je umístěn servopohon od společnosti Siemens. Protože je vyžadováno, aby bylo možné klapku natáčet v obou směrech, byl vybrán typ GDB161.1E. Tento typ lze nastavovat v rozmezí 0° až 90° s krokem 5°. V případě, že by bylo nutné ruční nastavení, lze polohu klapky nastavit stisknutím tlačítka.

Údaje, které získá čidlo z potrubí, jsou posílány do servopohonu. Ten pomocí těchto údajů natáčí klapku do požadovaných poloh.



Obr. 8 Servopohon

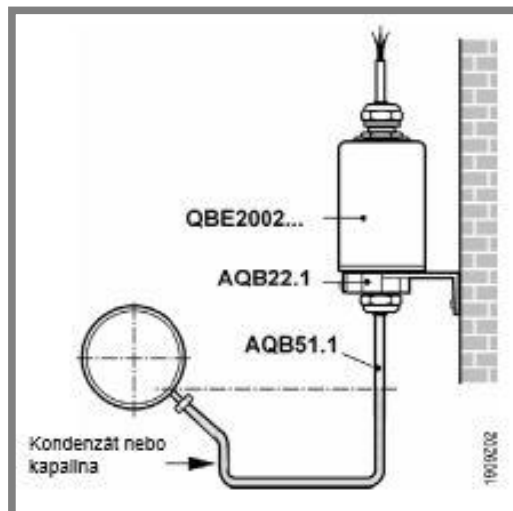
4.6.2

#### 4.6.2 Čidlo tlaku

Pro měření tlaku vzduchu je vybráno čidlo značky Siemens s označením QBE2002-P10. Toto čidlo je určeno pro měření v hydraulických a pneumatických systémech. Toto zařízení měří tlak přímým kontaktem s médiem. Rozsah teplot média, které lze tímto čidlem měřit, je od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $80^{\circ}\text{C}$ . Proto se montáž čidla provede odděleně (viz obr.10). Tento typ montáže se provádí pro případy, kdy teplota měřeného média klesne nebo přesáhne rozsah teplot, pro které je čidlo vyrobeno. Čidlo je umístěno pod klapkou a snímá hodnoty tlaku v potrubí.



Obr. 9 Čidlo tlaku



Obr. 10 Oddělená montáž

#### 4.6.3 Klapka SKG

4.6.3

K regulaci je použita klapka od společnosti SORKE s.r.o. Uzavírací klapka SKG slouží pro plynulou regulaci. Lze ji nastavit v rozmezí 0-90°. Pro dokonalé těsnění v uzavřené poloze je klapka opatřena gumovým těsněním. Na klapku je umístěn servomotor, který dokáže klaku natočit na požadovanou polohu a tuto polohu následně i udržet.



Obr. 11 Klapka SKG

#### 4.7 Napojení vzduchotechniky

4.7

System odsávacího potrubí je navržen tak, aby byl schopen reagovat na změnu průtoku v průběhu výpalu. Skládá se z nerezového potrubí o jmenovité světlosti 250mm. Odolává teplotám až 200°C. Z každé komory vede jeden vývod potrubí, který je napojen pomocí T spojky na druhou komoru. Spojeny jsou vždycky dvě komory spolu a následně vyvedeny do hlavního přívodu potrubí pomocí spojky X. Hlavní trubka

je potom řešena individuálně přímo na místě, kde bude celé zařízení montováno a počítá se s tím, že bude zapojeno do odsávacího ventilátoru od společnosti Filcar.



## DISKUZE

---

Při vypalování kameniva na karuselovém spékacím roštu, který vyvíjí firma Svoboda a syn s.r.o, byly již na prvních zkušebních výpalech zjištěny nedostatky karuselu. Jedním z problému je odsávání spalin., které vznikají. Proto vznikl požadavek navrhnout nějaké zařízení, které by se dalo odzkoušet v praxi a vyřešilo by tak nedostatky zachycením zplodin, unikajících do výrobní haly.

Cílem bakalářské práce bylo zpracování samostatného zařízení pro odvod spalin, které by bylo možné vyrobit za rozumnou cenu a použít na stávající prototyp karuselového spékacího roštu. Při návrhu se řešilo několik problémů, jako upevnění krytu nad karusel, kde byl problém především s těsněním problematické části. To se nakonec podařilo vyřešit pomocí takzvaného „pískového lože“, které se již úspěšně osvědčilo na spodní části karuselu. Jeden z požadavků byl navrhnout odsávacího potrubí, které by bylo schopno zaznamenávat tlakovou ztrátu a reagovat na případné změny vlivem propadu vsázky a vzniku spečenců ve vsázce. Problém byl řešen pomocí jednoduché klapky, umístěné v potrubí, která se pomocí servomotoru natáčí. Velikost odsávacího potrubí se nedalo v rámci této bakalářské práce spočítat, protože se jedná o první prototyp, který má ukázat, zda výsledné řešení bude vyhovovat zadaným problémům a proto se muselo celé zařízení napojit na již umístěnou vzduchotechniku, která je ve výrobní hale. Samotné zařízení se skládá z jednotlivých bloků, které lze skládat za sebe a tím pádem není celé zařízení příliš těžké pro montáž.

V dalších fázích, po odzkoušení prototypu, bych doporučovala zaměřit se na průtoky, které prochází celou vsázkou a zkusit navrhnout model pro simulaci procesu, na kterém by se daly vyřešit potřebné průtoky vzduchu a vlastnosti výpalu ještě před samotným výpalem.

## ZÁVĚR

---

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout samostatné zařízení pro odsávání spalin, které by bylo schopno reagovat na kontinuální provoz karuselového spékacího roštu. Zařízení muselo být navrženo tak, aby nezasahovalo do původního zařízení a bylo nezávislé na průběhu výpalu. Tento požadavek na vyrobení vznikl od společnosti Svoboda a syn s.r.o. jako reakce na zkušební výpaly na karuselu.

Bakalářská práce se v kapitole 1 zabývá obecnou problematikou vypalování na aglomeračních roštech a popisuje zařízení pro výrobu umělého kameniva. V kapitole 3 jsou popisovány různé varianty řešení odsávání a jejich problematické části. Výsledný konstrukční návrh je popsán kapitole 4, kde se na hlavní rám přišroubovávají jednotlivé bloky, které na sebe navazují a vytvářejí tak zakrytování aktivní části celého karuselu. Pro těsnění s karuselem se muselo použít takzvané pískové lože, které zabraňuje úniku spalin do ovzduší a chrání tak dělníky, pracující kolem celého karuselu.

Poslední částí řešeného problému je nastavování odsávání zplodin, kde se musí postupovat velice opatrně a to zejména proto, aby odsávání nebylo příliš velké a neovlivňovalo výsledný výrobek. Další problém je, že podmínky nejsou stálé a navíc každá směs vsázky potřebuje jiné podmínky. Proto se do potrubního systému volila klapka, poháněná servomotorem, který ovlivňuje odsávání. Tento systém dokáže reagovat prakticky ihned na vzniklou situaci a výrazně ovlivnit kvalitu vyrobené suroviny.

Je velký předpoklad, že se výsledný návrh použije pro výrobu prvního prototypu odsávání spalin a následně se na karuselu udělají další testy pro použití tohoto způsobu odsávání. Předtím se ale ještě musí vyřešit řízení nastavitelných klapek pomocí programu. Po prvních výpalech bude jasné, zda se systém odsávání uplatní ve výzkumu společnosti Svoboda a syn s.r.o.

Popílek vzniká při spalování uhlí v tepelných elektrárnách. V minulosti byl brán jako odpad, který musely elektrárny drahým způsobem ukládat na skládkách. V současné době se vyvíjí nové metody zpracování popílku a z nepotřebného odpadu se stala užitečná surovina, která se úspěšně používá jako přísada do betonu.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

---

- [1] FEČKO, P. Popílek, Ostrava: VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, 2003. 187 s. ISBN: 80-248-0327-5
- [1] SVOBODA, P., KOVÁŘÍK, R., BRANDEJS, J. *Základy konstruování*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2001. 186 s. ISBN: 80-7204-212-2
- [2] SVOBODA, P. aj. *Základy konstruování*. Výběr z norem pro konstrukční cvičení. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2001. 288 s. ISBN: 80-7204-214-9
- [3] SOBEK, E. aj. *Základy konstruování. Návody pro konstrukční cvičení*. 5. vydání, přepracované. Brno: VUTIUM, 2002. 164 s. ISBN: 80-214-2090-1
- [4] *Karuselový spékací rošt*  
URL:<<http://www.sasbrno.cz/vyzkum-cz>>
- [5] *Stavební materiály*  
URL:<<http://www.pe.cz/index.php?goto=text&sekce=hOplF8Tr&tid=3tAKeEHY&lng=cz&sklik>>
- [6] *Vybrané statě z technologie stavebních hmot*  
URL:<[http://thd.awebdesign.cz/soubory/files/bj56\\_vybrane\\_state/bj56\\_vybran%C3%A9\\_stat%C4%9B\\_z\\_tehcnologie\\_stavebn%C3%ADch\\_hmot\\_-\\_cvi%C4%8Den%C3%AD.pdf](http://thd.awebdesign.cz/soubory/files/bj56_vybrane_state/bj56_vybran%C3%A9_stat%C4%9B_z_tehcnologie_stavebn%C3%ADch_hmot_-_cvi%C4%8Den%C3%AD.pdf)>
- [7] *Snímač tlaku*  
URL:<[http://www.bola.cz/soubory/1019/41255\\_N1909\\_QBE2002\\_2\\_.pdf](http://www.bola.cz/soubory/1019/41255_N1909_QBE2002_2_.pdf)>
- [8] *Filcar - ventilatory*  
URL:<[http://www.vmconsulting.cz/katalogove\\_listy/filcar\\_ventilatory.pdf](http://www.vmconsulting.cz/katalogove_listy/filcar_ventilatory.pdf)>
- [9] *Klapky SKG*  
URL:<<http://vzduchotechnika.sorke.eu/files/katalogy/SKG.pdf>>
- [10] *Vzduchotechnika*  
URL:<<http://www.ventilatory-zduchotechnika.cz/vzduchotechnika/vzduchovody-kovove/ventilacni-potrubi/potrubi-kruhove-ohebne-80mm-1000mm>>
- [11] *Odsávací zařízení*  
URL:<<http://www.ergoplan.cz/eshop/category/prasne-prostredi/>>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

---

<b>Obr. 1</b> Odsávací zařízení .....	13
<b>Obr. 2</b> Model karuselu .....	14
<b>Obr. 3</b> Stojan.....	16
<b>Obr. 4</b> Rám .....	17
<b>Obr. 5</b> Sestavení jednotlivých bloků .....	18
<b>Obr. 6</b> Blok rámu umístěný na karuselu .....	20
<b>Obr. 7</b> Svařený plášť rámu .....	21
<b>Obr. 8</b> Servopohon .....	22
<b>Obr. 9</b> Čidlo tlaku.....	22
<b>Obr. 10</b> Oddělená montáž.....	23
<b>Obr. 11</b> Klapka SKG .....	23

## **SEZNAM PŘÍLOH**

---

- 1) Model odsávání spalin
  - 3D model umístěná na příložením CD-ROM
- 2) Technická dokumentace odsávání spalin
  - návrhová sestava včetně výrobních výkresů
- 3) CD ROM s bakalářskou prací včetně 3D modelu a technické dokumentace v elektronické podobě