

Vyšší odborná škola, Střední škola,  
Centrum odborné přípravy



## **ABSOLVENTSKÁ PRÁCE**

**Talířová míchačka s nuceným oběhem, vizualizace funkce**

**Sezimovo Ústí, 2012**

**Autor: Jakub Novotný**





## ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Jakub Novotný**  
Obor studia: **26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy**  
Název práce: **Talířová míchačka s nuceným oběhem - vizualizace funkce**

### Zásady pro vypracování:

1. Schematické zobrazení funkce míchacího jádra pomocí programu Cinema 4d.
2. Seznámení s mícháním betonové směsi
3. Očekávaným výsledkem je komplexní animace funkce míchacího jádra
4. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.

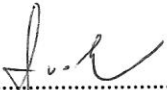
### Doporučená literatura:

- [1] ING. J. PAZDERNÍK Schwing Stetter s.r.o.- Technický manuál- Míchačka H1 TZ 2003
- [2] ING V. VESELÝ, ING. S. SMÍŘINSKÝ, RNDR V. BLÍŽKOVSKÝ- Příručka technologa- Beton 2010

Vedoucí práce: Ing. Jaroslav Svoboda, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí  
Odborný konzultant práce: Pavel Medek, Českomoravský beton, a.s.  
Oponent práce: Ing. Jan Fuka, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí

Datum zadání absolventské práce: **1.9.2011**

Datum odevzdání absolventské práce: **30.4.2012**

  
.....  
Ing. Jaroslav Svoboda  
(vedoucí práce)

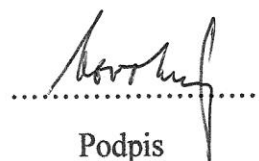


  
.....  
Ing. František Kamlach  
(ředitel školy)

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou absolventskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Sezimově Ústí dne 20. 4. 2012

  
.....  
Podpis

## **Poděkování**

Děkuji panu Ladislavu Novotnému a Ing. Jaroslavu Svobodovi za obětavou pomoc a podnětné připomínky, které mi během práce poskytovali.

Dále děkuji firmě Českomoravský beton, pobočka Tábor za možnost pořídit fotografie zařízení a lokality pro dispoziční uspořádání betonárky.

## **Anotace**

Cílem je vytvoření dispozice talířové míchačky betonu betonárny pro zadavatele projektu Českomoravský beton, pobočka Tábor. Vizualizace dispozičního řešení se skládá ze 3D modelů skládky materiálů, zásobníku jednotlivých vstupních surovin, dopravního a navažovacího systému, talířové míchačky s nuceným oběhem pro přípravu betonové směsi a recyklačního zařízení. Práce dále seznamuje s automatickým řídicím systémem a návrhem provozní údržby zařízení. V další části projektu je zpracována 3D animace technologie výroby a činnosti míchačky s popisem a vysvětlením.

## **Anotation**

Das Ziel der Arbeit ist Dispositionserichten des tellerartigen Betons Mischer für Entwurfs Auftraggeber Böhmisches - Mährisches Beton, Zweigstelle Tábor. Visualisation der Grundrissausbildung besteht aus 3D Modellen des Material Abladeplatzes, des Schotter- und Sand Bunkers, des Skip Verkehrssystems, des Zementsilos und des tellerartigen Mischer mit Zwangumwälzung für die Vorbereitung der Betonmischung. Im weiteren Teile der Arbeit wird ist 3D Animation der Produktionstechnologie und der Mischer Tätigkeit erstellt erklärt.

## Obsah

1. Úvod .....	1
2. Výroba betonu .....	2
2.1. Historie míchání betonu .....	2
2.1.1. Pravek betonu .....	2
2.1.2. Římský beton .....	2
2.1.3. Krátká renesance betonu .....	3
2.1.4. Znovuzrození betonu .....	3
2.2. Informační zdroj projektu .....	4
2.3. Použití betonu .....	4
2.4. Míchačky obecné rozdělení .....	4
3. Talířová míchačka s nuceným oběhem .....	5
3.1. Obecná funkce .....	5
3.2. Princip funkce .....	5
4. Animace výroby betonu .....	9
4.1. Celkový pohled na výrobní zařízení včetně příslušenství .....	9
4.2. Dávkování jednotlivých složek betonu .....	11
4.2.1. Kamenivo .....	11
4.2.2. Cement .....	15
4.2.3. Voda a plastifikační přísady .....	18
4.2.4. Míchací proces .....	19
4.2.5. Doprava .....	21
4.3. Recyklační zařízení .....	22
4.3.1. Popis recyklačního zařízení .....	23
5. Řídicí systém .....	23

---

6.	Údržba technologického zařízení .....	24
6.1.	Nutnost údržby.....	24
6.2.	Doporučená údržba betonárny: .....	24
7.	Závěr.....	25
7.1.	Shrnutí a zhodnocení výsledků .....	25
7.2.	Doporučení pro další využití a praxi.....	25
8.	Seznam literatury .....	26
9.	Přílohy .....	27
9.1.	Betonárna reálné fotografie.....	27
9.2.	Použitý software .....	36
9.3.	Obsah přiloženého DVD.....	37



## Seznam obrázků

Obrázek 3.1: Míchací lopatky .....	6
Obrázek 3.2: Motory a převodovky.....	7
Obrázek 3.3: Odvětrání míchačky .....	8
Obrázek 4.1: Čelní pohled na zařízení betonárny.....	9
Obrázek 4.2: Zadní pohled na zařízení betonárny .....	10
Obrázek 4.3: Kolový čelní nakladač nabírá kamenivo.....	11
Obrázek 4. 4: Kolový čelní nakladač naváží kamenivo do vějířového zásobníku .....	12
Obrázek 4. 5: Navažování kameniva ve váhovně.....	13
Obrázek 4. 6: Doprava kameniva do míchacího jádra.....	14
Obrázek 4. 7: Cementové silo s příslušenstvím.....	15
Obrázek 4.8 : Šnekový dopravník cementu .....	16
Obrázek 4.9: Cementová váha.....	17
Obrázek 4.10 : Váha vody a plastifikačních přísad .....	18
Obrázek 4.11: Míchání betonu .....	19
Obrázek 4.12: Výpust míchacího jádra .....	20
Obrázek 4.13: Výdej čerstvého betonu.....	21
Obrázek 4.14: Recyklační zařízení.....	22

## Seznam fotografií v přílohách

Foto 9.1: Kolový čelní nakladač nabírá kamenivo .....	27
Foto 9.2: Kolový čelní nakladač naváží kamenivo do vějířového zásobníku .....	28
Foto 9.3: Šnekový dopravník cementu .....	29
Foto 9.4: Cementové silo s příslušenstvím .....	30
Foto 9.5: Elektromotor .....	31
Foto 9.6: Cementová váha .....	32
Foto 9.7: Skipový dopravník .....	33
Foto 9.8: Výdej čerstvého betonu .....	34
Foto 9.9: Recyklační zařízení .....	35

## Seznam pojmů, se kterými práce operuje:

**Betonárna-** objekt, který vyrábí betonové směsi

**Beton-** je kompozitní stavební materiál sestávající z pojiva a plniva

**Cement-** je v nejobecnějším smyslu slova pojivem, látkou, která má schopnost tuhnout a vázat další materiály dohromady.

**Míchací jádro-** zařízení na míchání betonové směsi

**Nakladač-** je stavební stroj, určený k nakládání a přemísťování sypkých materiálů na krátké vzdálenosti. Díky vybavení lopatou je zvláště vhodný k provádění zemních prací.

**Skip-** dopravník kameniva do míchacího jádra

**Elektromotor-** je elektrický stroj, který slouží k přeměně elektrické energie na mechanickou práci.

**Animace-** převedení myšlenky do reálné podoby s využitím dynamiky pro snadné pochopení principů či představy řešené úlohy

**Vizualizace-** vytvoření realistického obrazu objektu pomocí počítačové techniky

**Rendering-** vytváření snímků pomocí 3D softwaru

**Cinema 4D-** je profesionální 3D software německé společnosti MAXON Computer obsahující výborné modelovací nástroje, vynikající animační schopnosti a špičkový rendering

## 1. Úvod

Pro vytvoření vizualizace funkce míchacího jádra a výroby betonu na základě reálného zařízení bylo použito modelovacího softwaru Cinema 4d. Jeho použitím byla vytvořena animace dané výroby, z níž byly následně použity snímky pro tuto absolventskou práci. Míchačka s nuceným oběhem funguje na principu míchacích ramen rotujících vysokou rychlostí kolem vnitřní osy statické míchací nádrže, obložené na bocích a dně otěruvzdorným materiálem. Míchání je prováděno několika rameny, která zároveň zajišťují stírání směsi z boku i celého dna míchací nádoby. Míchací ramena jsou nastavitelná jak výškově tak do stran a jsou osazena míchacími lopatkami. Cílem práce je vytvořit 3D dispozici betonárky, zařízení na výrobu betonu na základě reálné funkční předlohy. Pomocí animace předvést její činnost a princip výroby betonu. V dalších krocích znázornit chod a funkci jednotlivých zařízení nutných k výrobě betonu včetně doplnění o automatický řídicí systém a údržbu technologického zařízení. Předpokládané využití bude sloužit jako prezentace chodu betonárny a výroby betonové směsi, případně jako podklad pro zadávací projekt dalšího obdobného zařízení.

## 2. Výroba betonu

### 2.1. Historie míchání betonu

Beton, jako nejdůležitější a nejrozšířenější stavební materiál, má zajímavou a dlouhou historii. Pokud by se někdo domníval, že beton je produktem průmyslové revoluce 19. století, byl by zřejmě velmi překvapen. Beton, přesněji stavební hmota betonu velmi podobná, se ve stavebnictví s různými přestávkami používá již několik tisíciletí [1].

#### 2.1.1. Pravěk betonu

Historie betonu sahá až do doby bronzové. Nejstarší nálezy zbytků staveb, které byly postaveny z materiálu podobného betonu, pocházejí z období 7000 let př.n.l. V roce 1985 byly archeology v Jižní Galilei v Izraeli odkryty zbytky stavby, která měla podlahu z materiálu velice podobného betonu. V Evropě se za nejstarší doložený pravěký beton pokládá podlaha domu z období okolo 5600 př.n.l. objevená v Srbsku na břehu Dunaje [1].

#### 2.1.2 Římský beton

Všechna stavební pojiva do té doby potřebovala k vytvrzení vzdušný CO<sub>2</sub> a nejednalo se tedy o pravý beton, ale o pouhou maltu. Skutečný hydraulický beton (schopný vytvrzení i pod vodou) se objevil až v období antiky. První použití hydraulického stavebního pojiva tuhnoucího i pod vodou se datuje do roku 500 př.n.l. Tento beton byl využit při výstavbě vodních tanků na ostrově Rhodos v Řecku. Při výrobě tohoto betonu se jako příměs k vápnu používala vulkanická půda (pucolán) z Pozuoli v Itálii. Tento beton znali a používali i Římané, kteří z něj vybudovali řadu staveb, které stojí do současnosti. Jednou z nich je např. Pantheon v Římě. K betonu Římané přidávali pro zlepšení jeho zpracovatelnosti i mléko, krev a vaječné bílky. Nevědomky tak používali první plastifikátory betonu. Po zániku Římského impéria zapadlo tajemství výroby římského hydraulického betonu na mnoho století do hlubin

zapomnění. Následovalo období betonového temna, kdy hlavním stavebním pojivem zůstala jednoduchá vápenná malta [1].

### **2.1.3 Krátká renesance betonu**

Teprve roku 1500 františkánský mnich Giovanni Giocondo nakrátko, na základě studia antické literatury, oživil a využil znalost technologie výroby betonu při výstavbě nosných pilířů mostu Pont Notre Dame v Paříži [1].

### **2.1.4 Znovuzrození betonu**

První novodobou stavbu z prostého hydraulického betonu postavil John Smeaton, který v roce 1752 vybudoval známý maják Eddystone. První patent na výrobu hydraulického stavebního pojiva, pod názvem stucco, obdržel v roce 1779 Bryan Higgins. Cement pro Higginsův beton se na rozdíl od současných cementů vyráběl při relativně nízkých teplotách a nedosahoval proto konstantní kvality. Následovalo období dalších objevů a patentů s názvy britský cement nebo přírodní cement. Každý další objev byl však pouze částečným vylepšením známého Higginsova postupu a základní nízkoteplotní technologie výroby cementu zůstala beze změn. Zlom v technologii výroby cementu nastal v roce 1824, kdy Joseph Aspdin obdržel patent na výrobu portlandského cementu. Aspdin dlouhou sérií pokusů objevil nejenom nejvhodnější poměr vstupních surovin, ale zejména zjistil správnou teplotu pro výrobu prvního, moderního a kvalitního cementu s vysokou počáteční pevností. První větší stavbou zbudovanou z portlandského cementu se v roce 1828 stal Brunnelův tunel pod Temží v Londýně. Portlandský cement se díky svým vlastnostem postupně stal nejpoužívanějším stavebním materiálem a zůstal jím dodnes. První zmínka o vyztuženém betonu pochází z roku 1830. V roce 1867 byl patentován železem vyztužený beton a nastala doba betonová.[1]

## 2.2. Informační zdroj projektu

Českomoravský beton, a.s. je členem nadnárodní skupiny HeidelbergCement v České republice, kde působí na trhu stavebních hmot vedle společností Českomoravský cement, a.s. a Českomoravský štěrk, a.s. Vznik skupiny Českomoravský beton spadá do počátku devadesátých let minulého století, kdy byla v Chomutově uvedena do provozu první betonárna pod obchodní značkou TBG. Dnes se jedná o holdingovou společnost, která prostřednictvím svých dceřiných společností dodává transportbeton v široké škále pevnostních tříd a druhů na území celé republiky. V této oblasti zaujímá v současné době vedoucí postavení na trhu. Hlavní výrobní činnost doplňuje o oblast prefa výroby a oblast služeb zahrnujících čerpání betonových směsí, zkušebnictví a poradenství v oblasti technologie betonu. Úkolem holdingové společnosti je sjednocovat technickou úroveň a kvalitu nabízených služeb u dceřiných společností. Mimořádný důraz klade celá skupina Českomoravský beton na ochranu životního prostředí. Mezi hlavní oblasti, na které se firmy v tomto směru soustředí, patří především ochrana ovzduší, vody a ekologicky šetrné nakládání s odpady [2].

## 2.3. Použití betonu

Beton je univerzálním stavebním materiálem, používá se jak na nosné konstrukce (skelety) tak na výrobu panelů, v dopravním stavitelství je beton hlavním materiálem pro výstavbu mostů, vozovek dálnic, v podzemním stavitelství se beton používá jako dočasná i trvalá výstroj.

## 2.4. Míchačky obecné rozdělení

Míchačky na beton jsou zařízení, která nám umožňují jednoduše a rovnoměrně promíchat jednotlivé suroviny potřebné k namíchání betonové směsi. Základní rozdělení míchaček je na bubnové, talířové, hřídelové a kontinuální.

### **3. Talířová míchačka s nuceným oběhem**

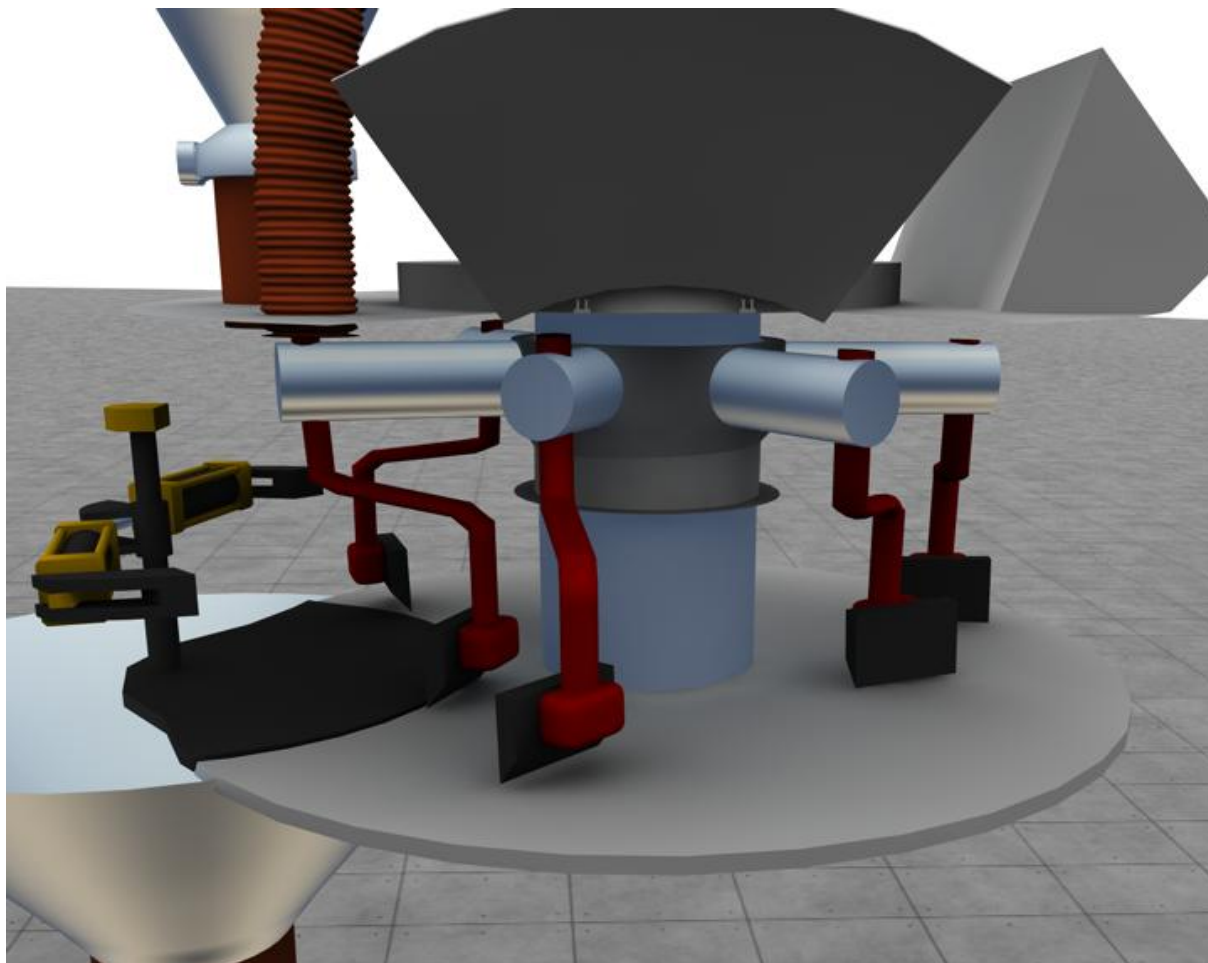
#### **3.1. Obecná funkce**

Míchačky s nuceným oběhem (cyklonové míchačky) slouží k míchání suchých, zavlhlých i mokrých směsí. Jejich hlavní předností je dokonalé promíchání jednotlivých složek směsi ve velmi krátkém čase (rychlost míchání je 4-5krát vyšší než u klasické bubnové míchačky), čímž je dosaženo vysoké kvality výsledné směsi. Využívají se také k míchání speciálních směsí jako jsou provzdušněné betony, samozhutnitelné betony, lehčené betony, drátkobetonu a podobně.

#### **3.2. Princip funkce**

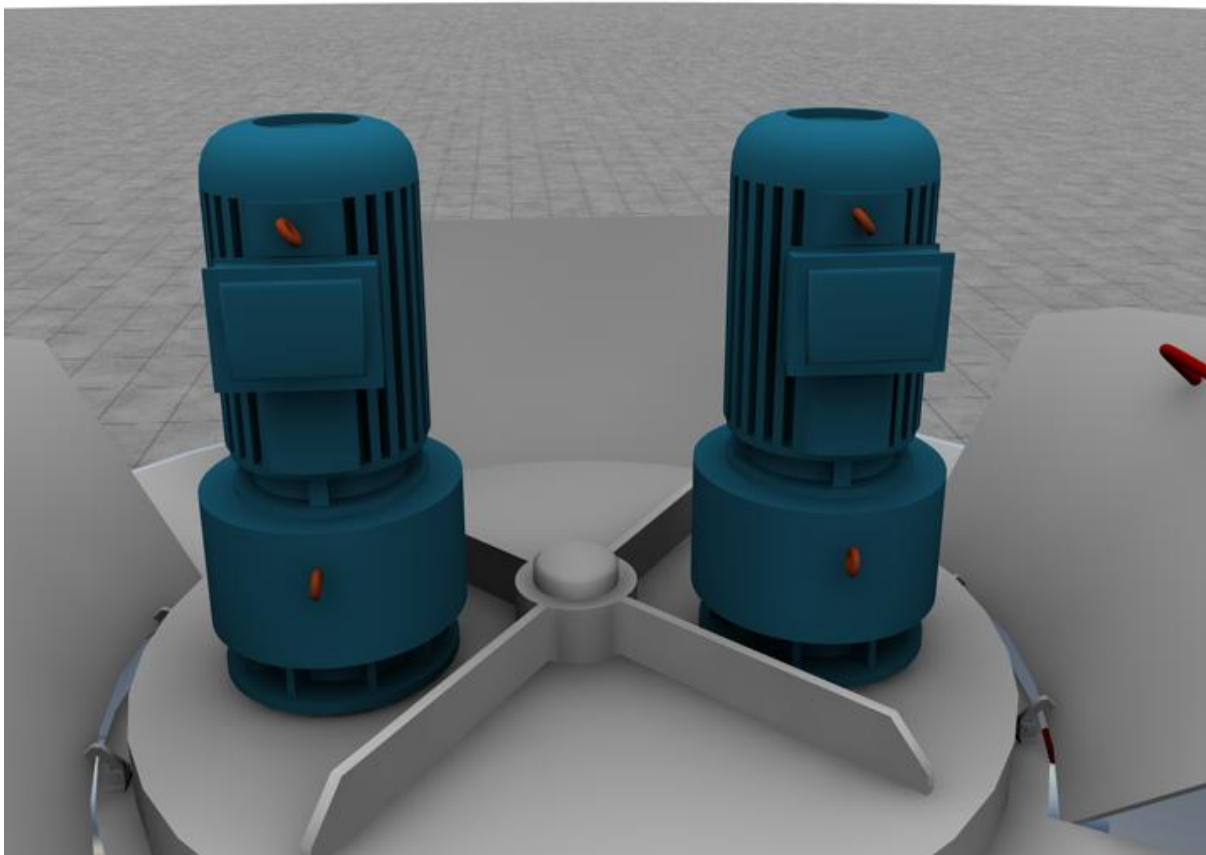
Míchačka s nuceným oběhem funguje na principu míchacích ramen rotujících vysokou rychlostí kolem vnitřní osy statické míchací nádrže. Míchání je prováděno několika rameny osazenými míchacími lopatkami, které zároveň zajišťují stírání směsi z boku i celého dna míchací nádoby. Míchací ramena a lopatky jsou nastavitelné jak výškově tak do stran. Podle druhu míchaných směsí a použitých vstupních materiálů lze míchačky vybavit různými typy ramen a lopatek, jejich správná volba a nastavení mají vliv na kvalitu výsledné směsi a životnost otěrových částí.





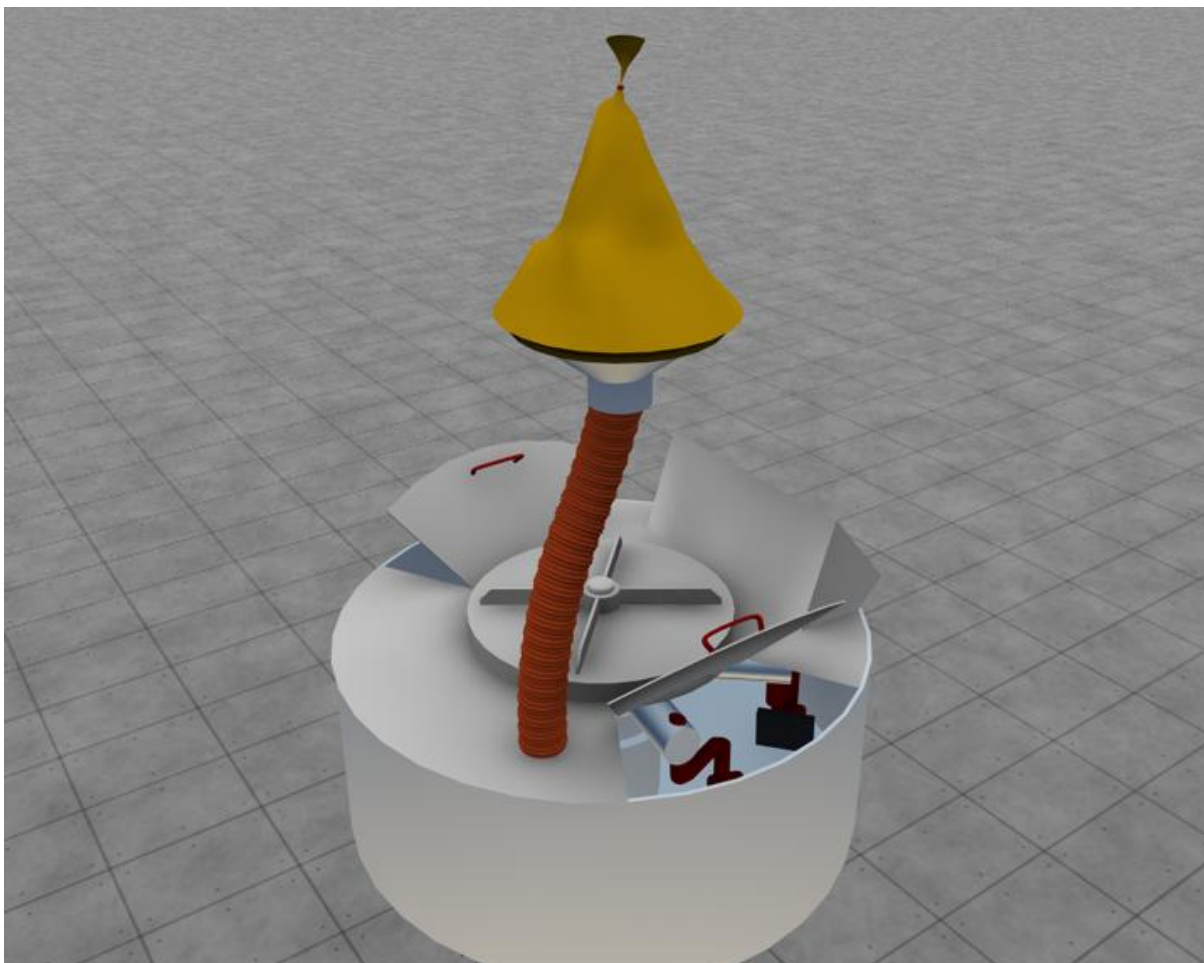
Obrázek 3.1: Míchací lopatky

Míchačky jsou osazeny míchacími lopatkami, které mohou být z různých otěruvzdorných materiálů, například jsou odlity z materiálu Ni-Hard 600 HB, variantně s lepenými wolframovými destičkami nebo návarem Castolin, pryžovými nebo plastovými. Dno a stěny míchačky jsou opatřeny vyměnitelnými otěrovými díly v rozličném materiálovém provedení vhodném pro konkrétní aplikace. Pružné uložení míchacích ramen v otočné hlavě míchačky umožňuje absorpci rázů a nastavení lopatek v případě jejich opotřebení. Robustní, spolehlivé planetové převodovky s dostatkem výkonu umožňují společně s konstrukcí míchacích ramen a lopatek dosažení krátkých míchacích časů při dokonalém promíchání směsi.



Obrázek 3.2: Motory a převodovky

Míchací jádro je poháněno pomocí dvou asynchronních střídavých motorů o jednotlivém výkonu 22 kW, motory jsou přírubou spojeny s převodovkami a převodovky prostřednictvím pastorku přenáší točivý moment na planetové kolo rotoru míchačky, na němž jsou připevněny míchací ramena a lopatky. Rozběh motorů, přepnutí hvězda trojúhelník je zajištěno automaticky řídicím systémem míchačky.



Obrázek 3.3: Odvětrání míchačky

Pro snížení prašnosti výrobního procesu, hlavně při dávkování kameniva a cementu, je na plošině vah přidáno zařízení (AIRBAG), které slouží k odvodu vzduchu a zachycení prachu při dávkování. Funkce spočívá v pojmání přebytečného vzduchu při naplnění míchacího jádra všemi surovinami. Na vrchní opláštění míchačky je na přírubu připevněna ohebná hadice průměru minimálně 250mm, na jejím druhém konci je upevněn trychtýř, který je osazen nepropustným pružným vakem o objemu cca 1,5m<sup>3</sup>. Po naplnění míchačky se do vaku přepustí přebytečný vzduch s množstvím cementu a podílem jemných částic z kameniva a po vyrovnání tlaku se vše vrací zpět do míchacího jádra.

## 4. Animace výroby betonu

### 4.1. Celkový pohled na výrobní zařízení včetně příslušenství



Obrázek 4.1: Čelní pohled na zařízení betonárny

Ve střední části obrázku se nachází opláštěné jádro míchačky s výsypem, dopravní prostředek, po jeho stranách jsou umístěna cementová sila se šnekovými dopravníky. V popředí je recyklační zařízení se zásobníkem kalové vody a v levé části je umístěno řídicí centrum a dispečink betonárny – velín. Jako velín je nejčastěji používána kontejnerová typizovaná buňka o rozměrech 2,4 x 6,0 m. Je vybavena řídicím pultem s počítačem a

tiskárnou. Z tohoto místa je ovládán celý výrobní proces kromě přihrnovače hvězdicové skládky nebo nakladače, kterým je kamenivo naváženo do přejímacího, řadového zásobníku. Stěny jsou z venku plechové, zevnitř provedeny z desek cetris, mezi těmito plášti je minerální izolace. Prostor buňky je prosvětlen okny a zářivkovými svítidly, bývá osazen klimatizační jednotkou.



Obrázek 4.2: Zadní pohled na zařízení betonárny

V popředí obrázku se nachází skládky kameniva, které jsou odděleny dělicími stěnami, aby bylo zabráněno smísení vstupních materiálů a jsou označeny tabulkami s popisem druhu materiálu a lokality. Čelní kolový nakladač stojí na navážecí rampě a sype kamenivo do vějířového zásobníku.



## 4.2. Dávkování jednotlivých složek betonu

### 4.2.1. Kamenivo



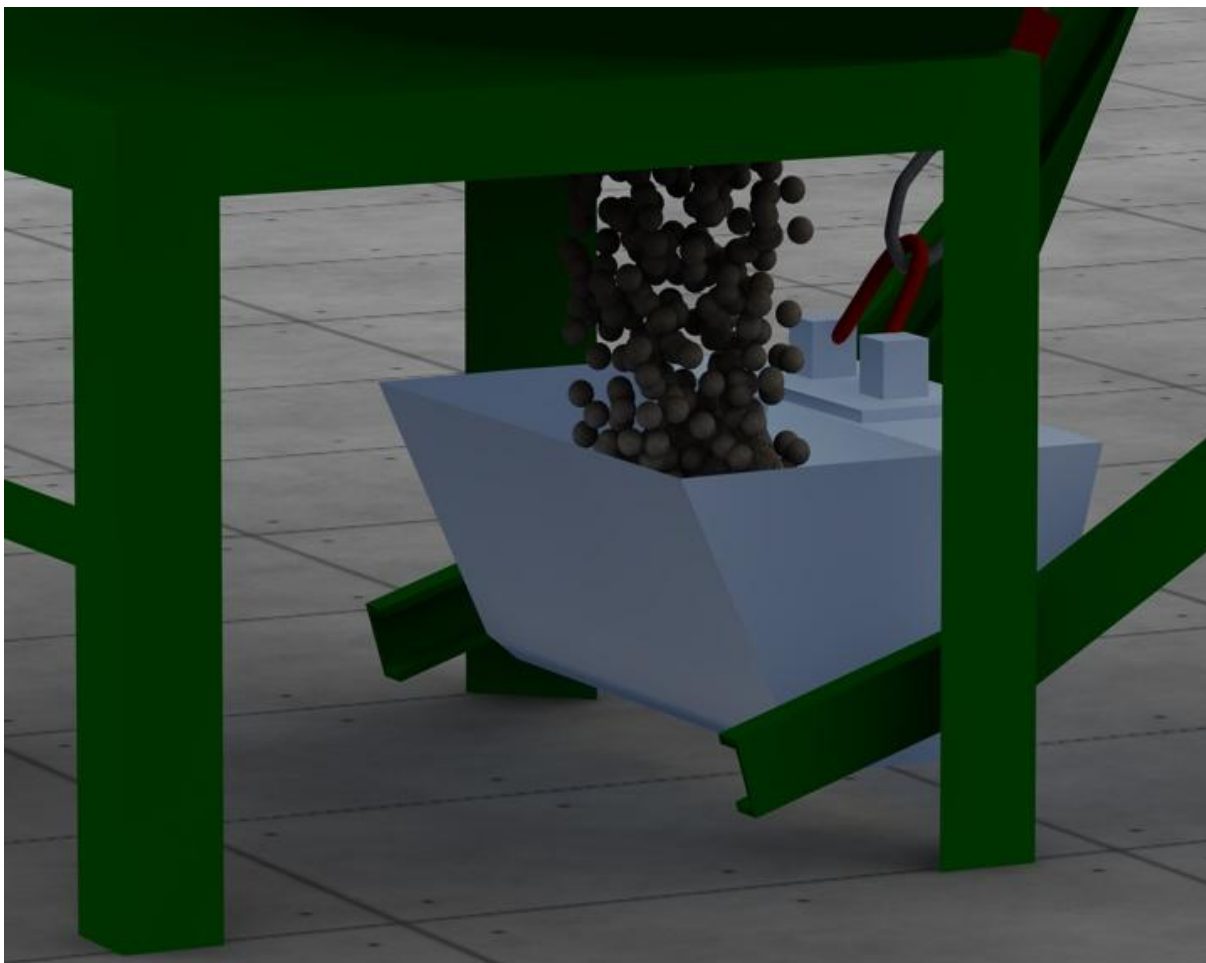
Obrázek 4.3: Kolový čelní nakladač nabírá kamenivo

Objemově největší část betonu tvoří kamenivo, které se nakládá z označených skládek. Je nutné zamezit jeho kontaminaci jinými druhy kameniva případně nečistotami jako je jíl, hlína, organické nečistoty, ropné látky atd. Pro výrobu betonu je využíváno jak kamenivo těžené tak drcené, případně těžené kamenivo předrcené. Nejčastěji jsou používány frakce 0-4, 4-8, 8-16, 11-22 mm.



Obrázek 4. 4: Kolový čelní nakladač naváží kamenivo do vějířového zásobníku

Nakladač naveze materiál a uloží ho do příslušného označeného zásobníku. Zásobníky mohou být vějířové, řadové, věžové a jsou rozděleny pro uložení více frakcí vstupních surovin. Kapacita zásobníku je koncipována na výrobu cca 50m<sup>3</sup> betonu a je osazen zařízením pro ohřev kameniva pro zajištění dodávek v zimním období. Zásobníky jsou vybaveny automaticky ovládanými vibrátory, které zajišťují rychlé vyprazdňování materiálu s nižší sypací schopností. Při ukládání do jednotlivých zásobníků je potřeba zabránit smísení jednotlivých složek.



Obrázek 4. 5: Navažování kameniva ve váhovně

Ve váhovně probíhá navažování kameniva do skipového vozíku prostřednictvím pneumaticky ovládaných klapek umístěných na dně jednotlivých zásobníků. Kamenivo je navažováno postupně v množství dle dané receptury, navažované množství je ovlivňováno kapacitními a mikrovláknými vlhkoměry, které se instalují do jednotlivých zásobníků a na základě jejich údajů řídicí systém dle změřené vlhkosti upraví velikost dávky a množství záměsové vody. Celý proces navažování je řízen automaticky s normovou tolerancí 3% (reálná tolerance je však přesností technologického zařízení do 1%), je ovládán řídicím systémem. Váhovna je zavěšena na tenzometrech, které na základě jejich deformace zatížením mění množství proudu jimi protékající a toto je vyhodnoceno v řídicí jednotce, která na základě těchto údajů určí okamžitou hmotnost materiálu.

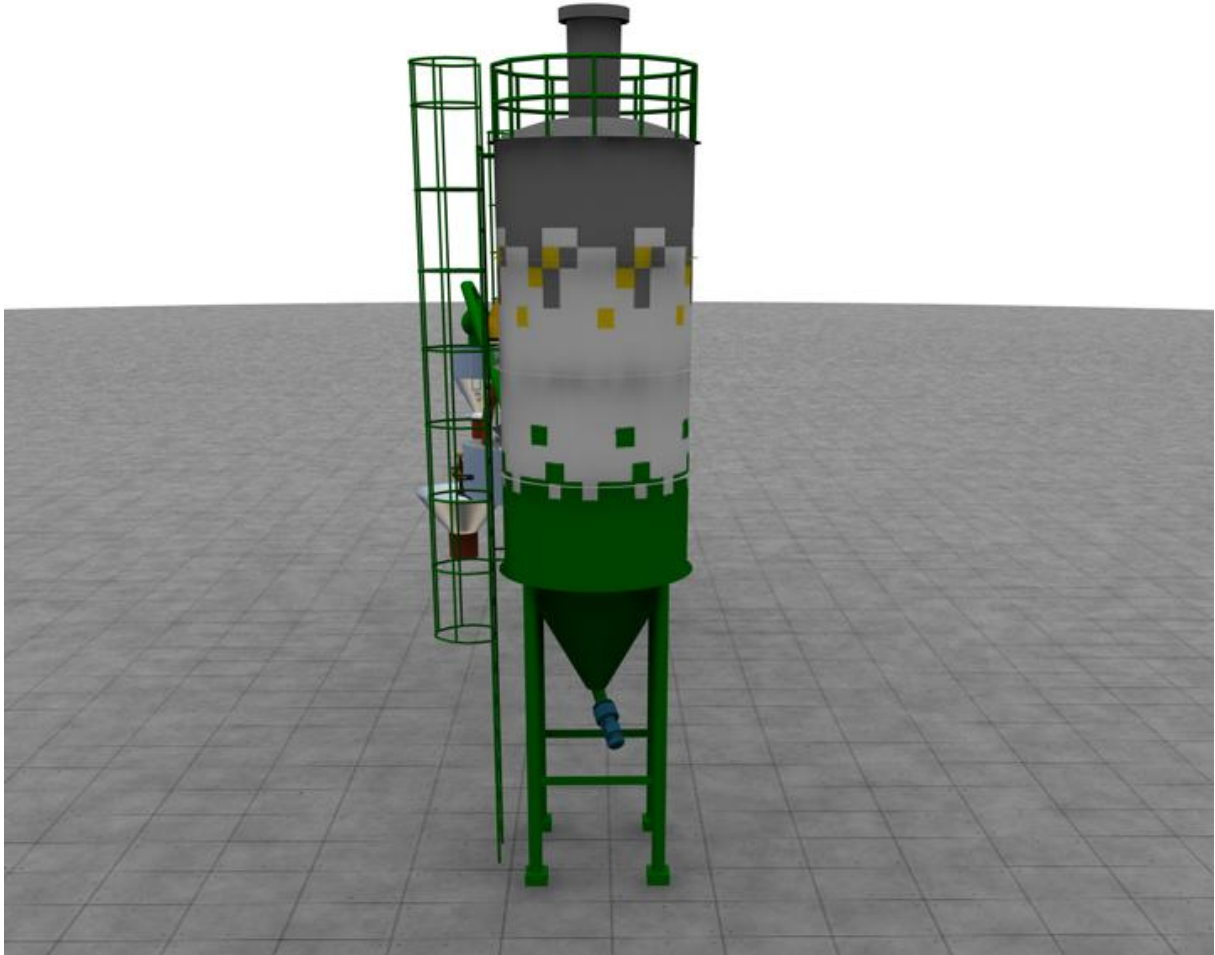




Obrázek 4. 6: Doprava kameniva do míchacího jádra

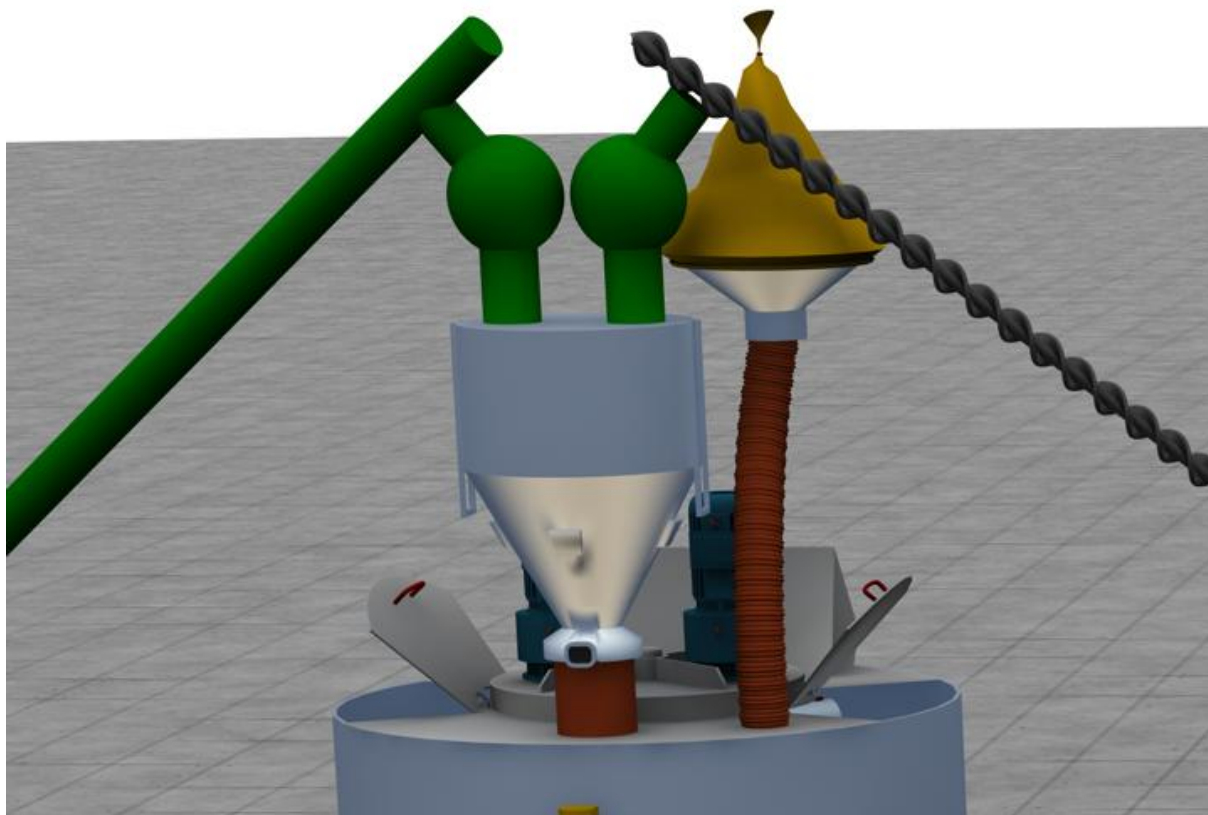
Navážené kamenivo dopraví skipový vozík po skipové dráze do polohy, kdy při otevření jeho spodní části dojde k vysypání kameniva do míchacího jádra. Nad skipovou dráhou je umístěn pohon, který zajišťuje pohyb vozíku. Pohon se skládá z elektromotoru, převodovky a bubnu, na němž je navinuto tažné lano. Skipová dráha je osazena elektromagnetickými koncovými spínači, které dodávají řídicímu systému informace o pohybu a poloze skipu.

#### 4.2.2. Cement



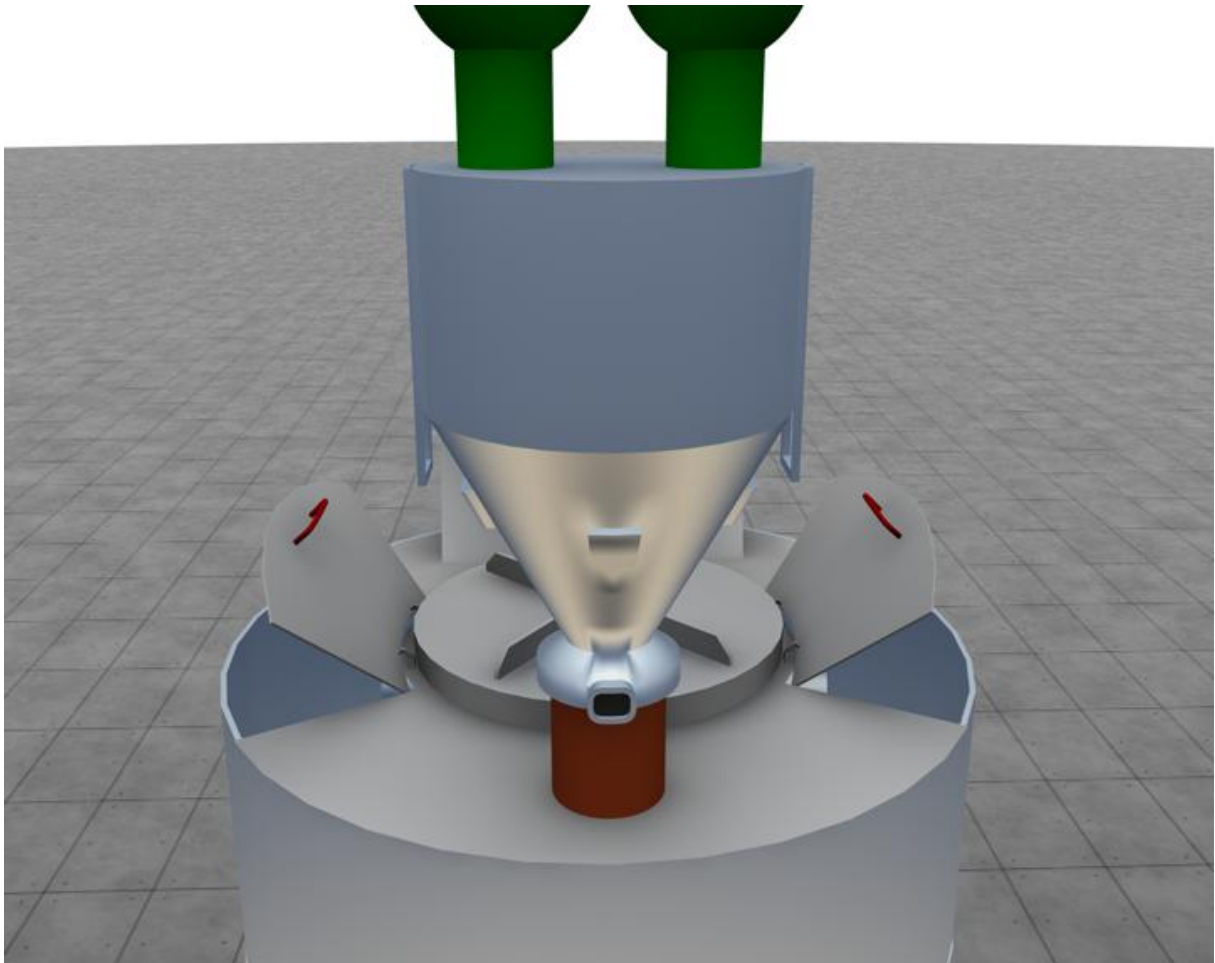
Obrázek 4. 7: Cementové silo s příslušenstvím

Cementové silo slouží k uložení cementu. V horní části je osazeno filtrem jemných částic, který zabraňuje jejich odletu do okolí při plnění sila z autocisterny. Silo je plněno pomocí plnicího potrubí. Dále se v horní části nachází přetlakový a podtlakový ventil a hlídač hladiny. Tyto prvky zajišťují bezpečný provoz sila při jeho plnění a vyprazdňování. Ve spodní části je umístěn kornout, na jehož stranách jsou čeřící trysky a dole příruba pro připojení šnekového dopravníku. Na nohách sila se nacházejí čidla pro odečet váhy uloženého cementu. Dále je silo osazeno bezpečnostním zábradlím na ochozu a žebříkem s bezpečnostními kruhy.



Obrázek 4.8 : Šnekový dopravník cementu

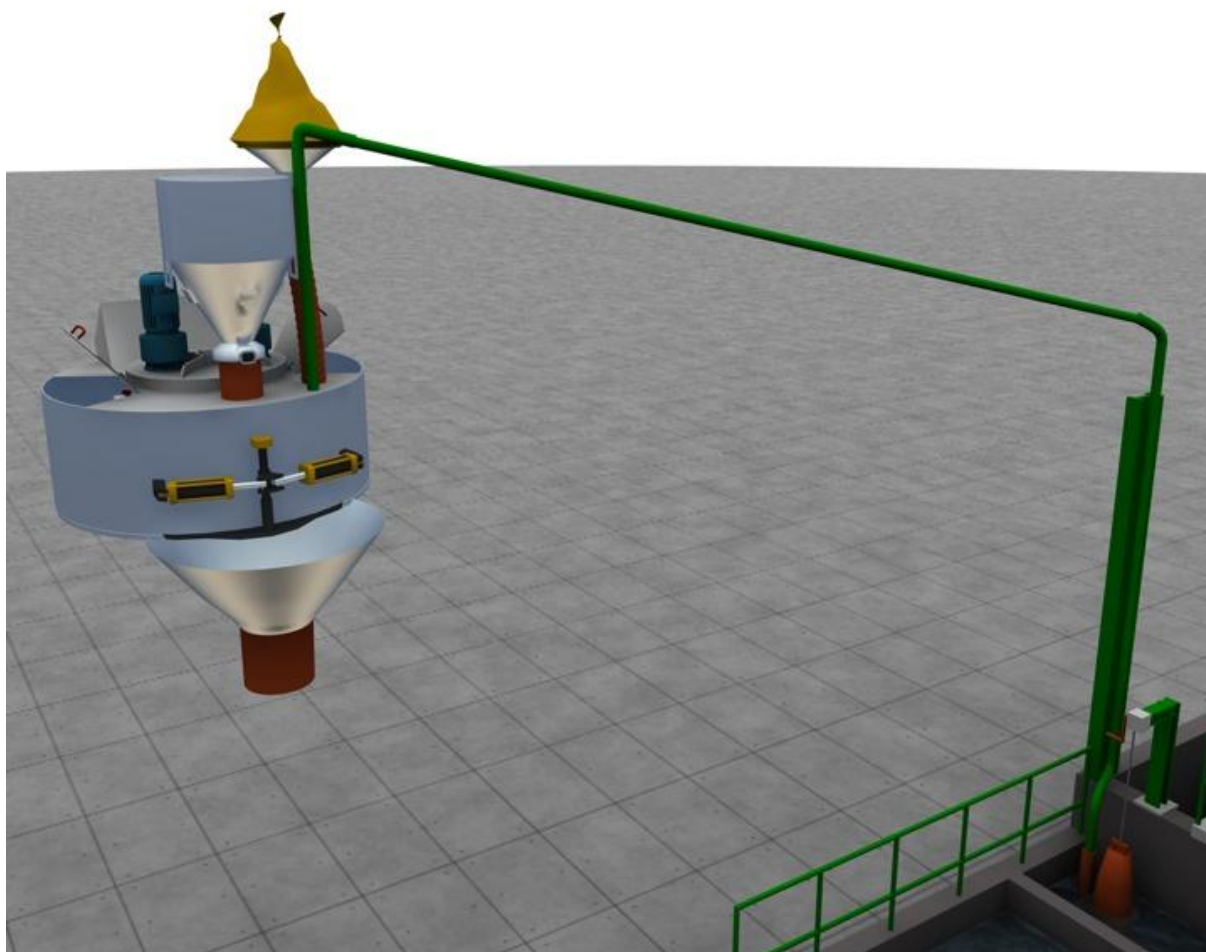
Pomocí šnekového dopravníku se dopravuje cement, který je předem v síle načerán vzduchem pro jeho snazší dopravu do cementové váhy. Pohon šneku zajišťuje elektromotor s převodovkou a je uložen ve speciálních ložiscích. Na opláštění šneku jsou kontrolní uzavřené otvory, které slouží pro kontrolu jeho opotřebení. Šnekové dopravníky jsou vždy navrženy na požadovaný hodinový výkon betonárny, konstrukce šnekové hřídele zaručuje spolehlivou dopravu i tak abrazivního materiálu jako je cement. Vyústění šneku je osazeno elektropneumatickou klapkou a kulovým kloubem vyústěným do cementové váhy.



Obrázek 4.9: Cementová váha

Cementová váha je zavěšena na tenzometru na hlavní nosné konstrukci betonárny, pomocí pružných manžet je napojena na cementový dopravník a těleso míchačky (aby nebyla ovlivněna funkce tenzometru), na jejím plášti je umístěn příložný vibrátor zajišťující její úplné vyprázdnění, který je automaticky ovládán. Její váživost je navržena na 500 kg na  $1\text{m}^3$ . V dolní části je uzavřena elektropneumatickou uzavírací klapkou DN 250 osazenou snímačem polohy, který předává údaje o její poloze do automatického řídicího systému. Do cementové váhy je napojeno několik šnekových dopravníků z cementových sil, jejich ovládání je řízeno automatickým řídicím systémem a navažování je postupné.

### 4.2.3. Voda a plastifikační přísady

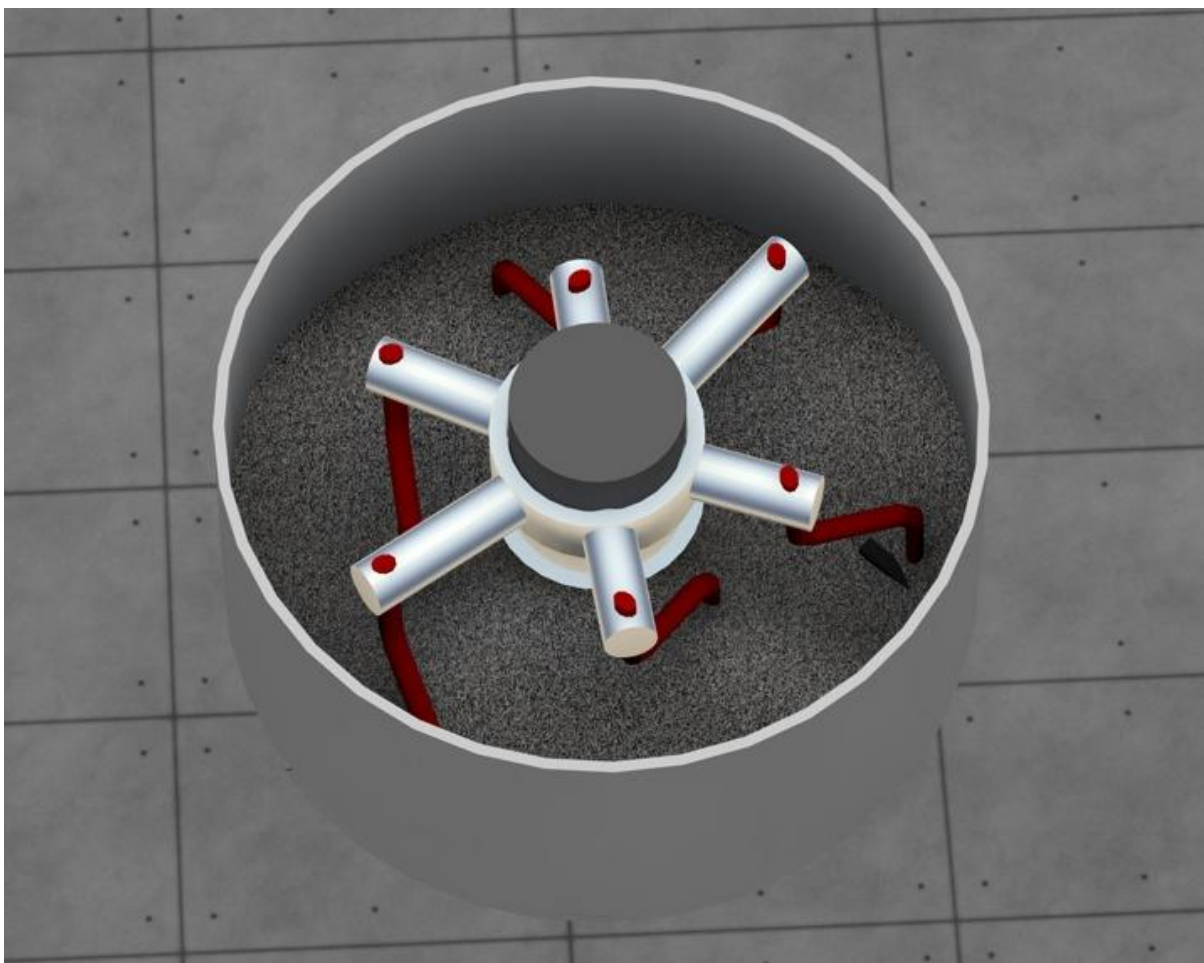


Obrázek 4.10 : Váha vody a plastifikačních přísad

Do váhy vody je možno přivádět vodu čistou a také recyklovanou záměsovou vodu, ta vzniká jako druhotná surovina při recyklaci betonu a po výplachu bubnů domíchávače. Dále potom se navažují plastifikační a přísady k zlepšení vlastností čerstvého betonu. Váha plastů je zavěšena na tenzometru, je více komorová, aby nedošlo ke smísení jednotlivých složek ve váze a složky jsou navažovány postupně. Aby nebylo ovlivněno vážení, je přívodní potrubí od vstupů do váhy odděleno pomocí pružných membrán. Dále je potrubí osazeno zpětnými klapkami. Ve spodní části váhy je umístěna elektropneumatically ovládaná klapka.

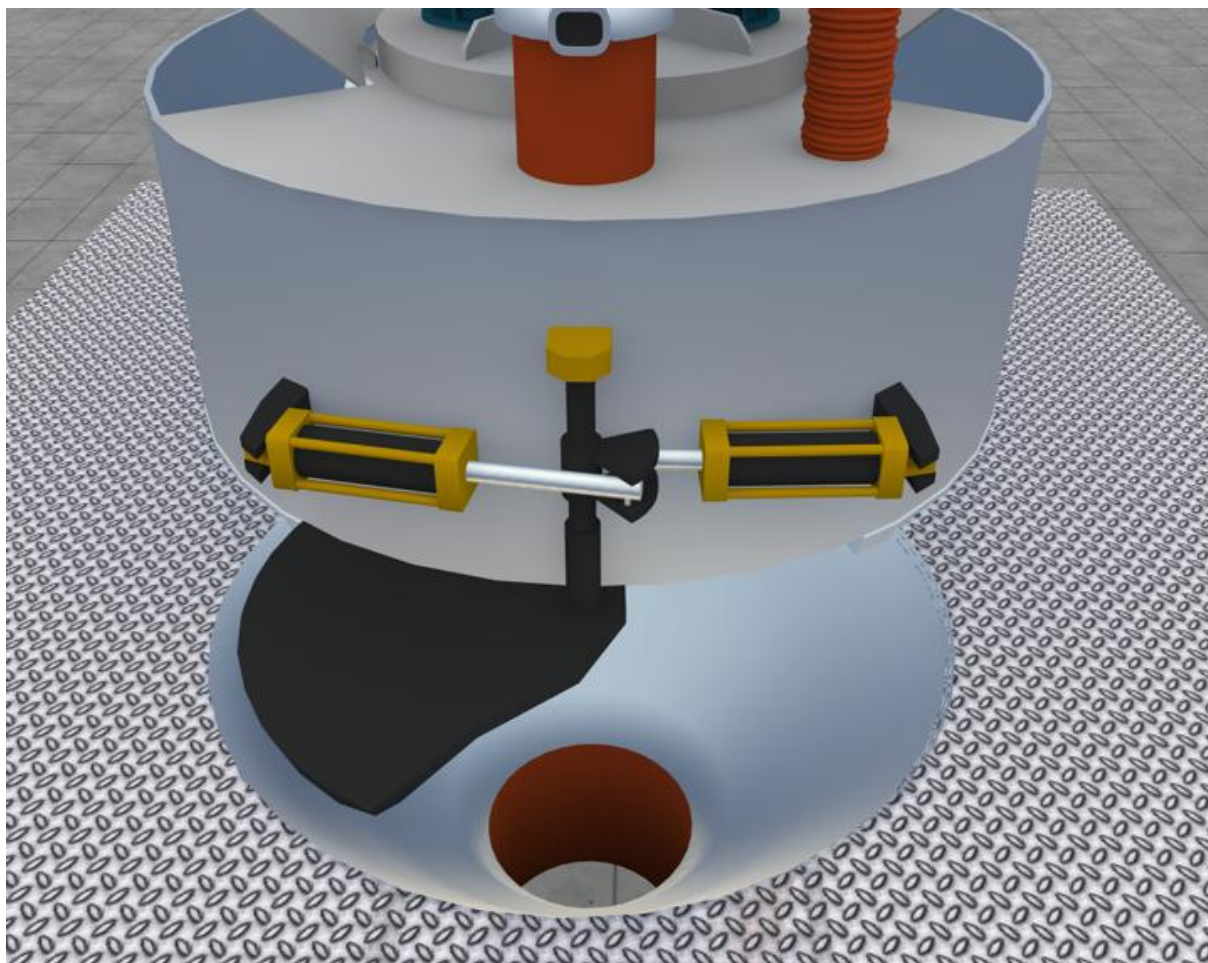


#### 4.2.4. Míchací proces



Obrázek 4.11: Míchání betonu

Po navážení jednotlivých složek materiálu dané receptury dojde po ukončení navažování a záznamu o hodnotách k jejich postupnému nasypání do míchacího jádra, celý proces je ovládán řídicím systémem betonárny a dle potřeb jednotlivých receptur je možno korigovat posloupnost a časové odstupy složek. Po naplnění míchačky všemi složkami je zahájen míchací proces, jehož délka je určena druhem betonu a recepturou. V průběhu míchacího cyklu je na ovládacím počítači v řídicím systému na základě informace o příkonu elektromotoru vyhodnocována konzistence míchané směsi. Celý proces řízen automaticky.



Obrázek 4.12: Výpust míchacího jádra

Po uplynutí nastavené míchací doby a po dosažení požadované konzistence směsi (hustoty betonu) dojde na základě pokynu řídicího systému k postupnému otevření segmentové výpusti. Výpust je ovládána dvěma elektropneumatickými písty, jejichž poloha je monitorována pomocí elektromagnetických cívek a informace jsou předávány do řídicího systému. K zajištění dostatečného množství tlakového vzduchu slouží kompresorová stanice, která je osazena filtračním zařízením pro odstranění vzdušné vlhkosti a olejovým přimazávačem. Stlačený vzduch je rozváděn potrubím k jednotlivým pneumatickým zařízením.

#### 4.2.5. Doprava



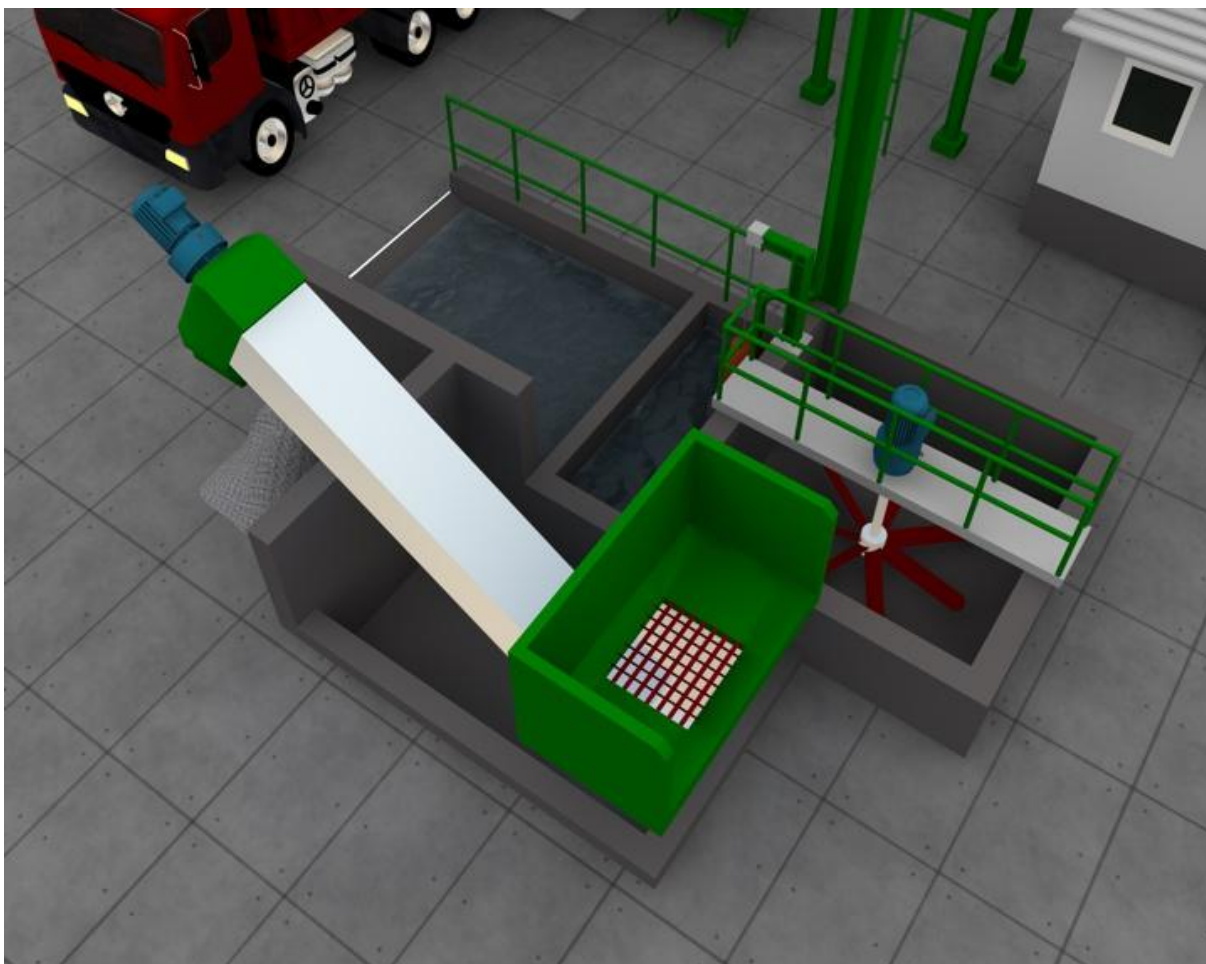
Obrázek 4.13: Výdej čerstvého betonu

Čerstvý beton se kuželovým trychtýřem plní do přepravního prostředku. Betony konzistence S1 až S2 se dopravují nákladními automobily se sklápěcí nástavbou, betony konzistencí S3 a vyšších se dopravují v autodomíchávačích. Autodomíchávače jsou speciální vozidla určená k přepravě čerstvého betonu, během přepravy zajišťují otáčením míchacího bubnu homogenitu směsi a po příjezdu na staveniště obráceným otáčením bubnu za pomoci vnitřní šnekovnice dochází k vyprázdnění bubnu. Dalším zařízením používaným ke konečnému uložení betonu i na delší vzdálenost je čerpadlo betonu, které umožňuje rozložením svých ramen na nichž je připevněno potrubí, dopravit směs do vzdálenosti až 58m.



### 4.3. Recyklační zařízení

Jedná se o technologická zařízení, která doplňují betonárny. Zařízení slouží k vymývání automobilových přepravníků betonových směsí, čerpadel betonu a recyklaci použitých surovin. Přiřazením tohoto zařízení k betonárně je zajištěn ekologicky vyhovující provoz při výrobě a dopravě betonových směsí. Jedná se o bezodpadovou technologii, jelikož všechny složky vzniklé při separaci zbytkové betonové směsi jsou vráceny zpět do výrobního procesu. Vedle úspory cementu a kameniva se jedná rovněž o významnou úsporu vody. Recyklační zařízení mohou být bubnová a šneková.



Obrázek 4.14: Recyklační zařízení

### 4.3.1. Popis recyklačního zařízení

Zařízení SB 15 (výkon 12-15 m<sup>3</sup>/hod), které dodává Merko CZ a.s., slouží k vymývání autodomíchávačů a likvidaci zbytků čerstvého betonu. Bubny autodomíchávačů se vyplachují vodou, která je do nich dopravována pomocí ponorného čerpadla přes plnicí rameno výložníku. Naředitelná betonová směs je vyprazdňována z autodomíchávače do přejímací násypky, odkud je pomocí šneku plynule podávána do vypírací části recyklu. Vypírací buben je osazen na nosném rámu ve sklonu. Šnekové zařízení je použito od firmy WAM. Jedná se technologické zařízení, ve kterém je osazena šnekovnice s otěrovou lištou, která je na jedné straně opatřena patním ložiskem a na horní straně pohonem. V šnekovém dopravníku dojde k rozplavení směsi a rozdělení na hrubé kamenivo a kalovou vodu (směs cementu, vody a drobných částic do 0,2 mm). Šnekový dopravník posouvá hrubý materiál do horní části recyklu, kde vyčištěný hrubý materiál vypadává na skládku recyklovaného kameniva. Kalová voda je přepadem v boční části bubnu dopravována do kalové jímky potrubím z PVC. Jímka je vybavena čeřidly, které zabraňují usedání kalu na dně nádrže a udržují jej ve vznosu. Z kalové jímky je voda dopravována pomocí čerpadla a kalového potrubí zpět do výroby.

## 5. Řídicí systém

Protože v současné době je kladen důraz na kvalitu výsledného produktu, efektivnost výroby je nutné zajistit kvalitní kontrolou průběh celého technologického cyklu. K tomu nám slouží řídicí systém navržený dle průmyslového standardu kombinující programovatelný automat (PLC) a počítač PC. Splňuje požadavky normy EN-206-1 na výrobu betonové směsi. Pro obsluhu a ovládání z jednoho místa slouží pracovní stanice s jedním PC a dvěma monitory. Modulární koncepce hardware i software zjednodušuje přizpůsobení konkrétnímu zařízení a případné přestavby a doplnění v budoucnu. Software zahrnuje dva hlavní programové moduly pro zobrazení technologického zařízení a jeho procesů a modul pro správu výrobních a obchodních dat. Součástí je dodávka elektrického rozvaděče zařízení a dalšího vybavení [3].

## 6. Údržba technologického zařízení

### 6.1. Nutnost údržby

Tak jako všechna technická zařízení, i betonárny potřebují pravidelnou a kvalitní údržbu od běžného čištění po denním provozu nebo delších odstávkách přes kontrolu, nastavování, mazání, výměny olejových náplní až po pravidelnou kalibraci vah či opakované revize.

### 6.2. Doporučená údržba betonárny:

- avizovat poruchy včas a v jejich zárodku (hlučnost převodovek a ložisek, porušenou těsnost systémů, nadměrné opotřebení)
- konzultovat poruchy se servisním střediskem
- evidovat poruchy v servisní knize
- připravovat betonárnu na servisní zásah, čímž se zkrátí čas na nezbytnou odstávku (očistit jednotlivé díly, sejmut kryty apod.)
- provádět důkladnou denní obhlídku betonárny
- pravidelně sledovat opotřebitelné díly betonárny (otěrová obložení, lopatky a ramena rotoru, lano pohonu koše, stírače pásových dopravníků, kladky koše) a nastavovat nebo měnit opotřebované součástky
- předávat informace o provozu betonárny v případě změny obsluhy
- pravidelně kalibrovat váhy
- ověřit, jestli při výpadku elektrického proudu nezatvrdla směs v míchačce nebo recyklačním zařízení; teprve poté opět spustit automatický cyklus
- pravidelně kontrolovat hustotu vody v jámě recyklačního zařízení; v případě potřeby ji zředit
- alespoň jednou ročně kontrolovat a dotáhnout šroubový elektrospoj
- v zimním období po skončení provozu důkladně odvodnit potrubí rozvodu vody a dávkovače

## 7. Závěr

Zpracovaný projekt může sloužit jako prezentace stávajícího funkčního provozu nebo jako podkladový materiál k zadávacímu projektu, neboť z výše uvedeného popisu a přiložené animace jsou patrna všechna základní zařízení a funkce míchacího jádra umístěného v technologii betonárny. Na základě těchto podkladů je možno čerpat údaje pro návrhy a vypracování cenových kalkulací nových provozů betonáren.

### 7.1. Shrnutí a zhodnocení výsledků

Jak vyplývá z předešlého textu, jsou výsledky projektu na základě již funkčního modelu použitelné pro zadavatele projektu. Pro autora má význam v prokázání vlastních dovedností v práci s vyučovaným odborným softwarem a ve využitelnosti tohoto softwaru v praxi. Neméně důležitým prvkem je též získání komunikativních dovedností získaných při odborné praxi a v procvičení obsluhy uživatelských software jako Cinema 4d, Solid Edge ST3, Adobe Photoshop a Microsoft Word, v neposlední řadě ve využití odborných zkušeností získaných v studijním oboru předchozího studia (Strojírenství - počítačová grafika).

### 7.2. Doporučení pro další využití a praxi

Využitelnost projektu spočívá ve zpracování dispozice reálného zařízení do animačního prostředí, seznámení laické veřejnosti s daným zařízením a také jako podkladový materiál pro reklamní účely. Pro autora pak ověření schopností v oblasti designu, vizualizace a animace a nakonec i v ukázkách využitelnosti odborného software. Součástí projektu je prezentace zpracovaná do jednotlivých fází výroby betonu. Pro porovnání s realitou slouží fotografie skutečného zařízení připojené v příloze.

## 8. Seznam literatury

- [1] *Historie betonu*. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.emefej.cz/historie-betonu/>
- [2] *Českomoravský beton*. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.heidelberg-cement.com/cz/cs/country/home.htm>
- [3] *Martek elektronik*. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.martek.eu/Ridici-system-e-MIX.html?mm=2&sm=15>

## 9. Přílohy

### 9.1. Betonárna reálné fotografie



Foto 9.1: Kolový čelní nakladač nabírá kamenivo



Foto 9.2: Kolvý čelní nakladač naváží kamenivo do vějířového zásobníku





Foto 9.3: Šnekový dopravník cementu





Foto 9.4: Cementové silo s příslušenstvím



Foto 9.5: Elektromotor



Foto 9.6: Cementová váha





Foto 9.7: Skipový dopravník



Foto 9.8: Výdej čerstvého betonu



Foto 9.9: Recyklační zařízení

## 9.2. Použitý software

Cinema 4D Studio R12 <http://www.cinema4d.cz/produkty/maxon/>

Adobe Photoshop <http://www.adobe.com/cz/products/photoshop.html>

Corel Draw <http://apps.corel.com/int/cz/products/cdgs/>

Solid Edge ST3 <http://www.solidedge.com/>

### **9.3. Obsah přiloženého DVD**

K této práci je přiloženo DVD s následující adresářovou strukturou:

- Absolventská práce v PDF
- Video animace