**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

**Katedra technologických zařízení staveb**

# Bakalářská práce

## Popis a zhodnocení současného stavu výroby betonových směsí pomocí vybraných technologických linek

**Jan Arnošt**

© 2024/2025 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Arnošt

Technologická zařízení staveb
Zařízení v agropotravinářském komplexu

Název práce

**Popis a zhodnocení současného stavu výroby betonových směsí pomocí vybraných technologických linek**

Název anglicky

**The description and evaluation of the current state of production of concrete mixtures using selected technological lines**

---

**Cíle práce**

Seznámit se s problematikou výroby betonových směsí pomocí vybraných technologických linek a zhodnotit jednotlivé používané metody.

**Metodika**

Metodika:

Na základě literárního rozboru technologických zařízení staveb ve stavebnictví, která se zabývají výrobou betonových směsí, provést popis a zhodnocení vybraných technologií a technologických zařízení.

Osnova práce:

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Metodika práce
4. Charakteristika problematiky
5. Zhodnocení vybraných technologií a technologických zařízení
6. Závěr a diskuze
7. Seznam literatury
8. Přílohy

**Doporučený rozsah práce**

30 až 40 stran

**Klíčová slova**

cementový beton, betonová směs, technologická linka, betonárna, stavebnictví

---

**Doporučené zdroje informací**


COLLEPARDI, Mario: Moderní beton. 1. vydání. Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, Praha: 2009. 342 stran. ISBN 978-80-87093-75-7

HANZALOVÁ, Lenka a ŠILAROVÁ, Šárka: Konstrukce pozemních staveb 40: zastřešení. 2. vydání. České vysoké učení technické, Praha: 2009. 244 s. ISBN 978-80-01-04469-8

KLEČKA, Tomáš a kol.: Beton: složky, technologie, vlastnosti, zkoušení. 1. vydání. Sekurkon, Praha: 2005. 176 stran. ISBN 80-86604-24-1

NOVÁK, Jaroslav a kol.: Nauka o materiálech 10: stavební materiály. 1. vydání. Vydavatelství ČVUT, Praha: 1997. 178 stran. ISBN 80-01-01619-6

PROKOPČÁK, Lukáš a PROKOPČÁKOVÁ, Katarína: Doprava čerstvého betónu: efektívnosť mimostaveniskovej dopravy. 1. vydání. Tribun EU, Brno: 2017. 92 stran. ISBN 978-80-263-1353-3

Příslušné zákony, nařízení vlády, vyhlášky, ČSN, oborové předpisy a odborné časopisy

ŠKOPÁN, Miroslav et al.: Recycling 2011. Možnosti a perspektivy recyklace stavebních odpadů jako zdroje plnohodnotných surovin. Proceedings. 1. vydání. FSI VUT v Brně, Brno: 2011, ARSM Asociace pro rozvoj recyklace stavebních materiálů v ČR. 145 stran. ISBN 978-80-214-4253-5

ŠKOPÁN, Miroslav et al.: Recycling 2012. Možnosti a perspektivy recyklace stavebních odpadů jako zdroje plnohodnotných surovin. Proceedings. 1. vydání. FSI VUT v Brně, Brno: 2012, ARSM Asociace pro rozvoj recyklace stavebních materiálů v ČR. 181 stran. ISBN 978-80-214-4432-4


---

**Předběžný termín obhajoby**

2024/2025 LS – TF

**Vedoucí práce**

doc. Ing. Petr Vaculík, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 21. 12. 2023

**doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 08. 02. 2024

**doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 20. 03. 2025

**Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Popis a zhodnocení současného stavu výroby betonových směsí pomocí vybraných technologických linek" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30.3. 2024 _____

**Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu své bakalářské práce, doc. Ing. Petru Vaculíkovi, Ph.D., za cenné rady a odborné konzultace poskytnuté během vypracování této bakalářské práce.

# Popis a zhodnocení současného stavu výroby betonových směsí pomocí vybraných technologických linek


## Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá popisem a zhodnocením současného stavu výroby betonových směsí s využitím vybraných technologických linek. Hlavním cílem práce je analyzovat různé dostupné metody výroby, identifikovat klíčové faktory ovlivňující kvalitu a efektivitu produkce a poskytnout komparativní hodnocení těchto technologií. Práce vychází z rozsáhlé literární rešerše, která zahrnuje aktuální studie a odborné publikace v oblasti technologií výroby betonu. Dále se opírá o analýzu technických parametrů jednotlivých technologických linek a jejich ekonomických aspektů. Na základě zjištěných dat práce navrhuje možná zlepšení pro praxi, která by mohla přispět ke zvýšení efektivity pro předem určenou technologickou linku. Závěrem této práce je porovnání vybraných technologií, jejich výhody a nevýhody a popřípadě možnosti zlepšení vybraných technologií.



**Klíčová slova:** cementový beton, betonová směs, technologická linka, betonárna, stavebnictví

# The description and evaluation of production of concrete mixtures using selected technological lines

**Abstract**

This bachelor thesis deals with the description and evaluation of the current state of production of concrete mixes using selected technological lines. The main objective of the thesis is to analyse the different production methods available, identify the key factors affecting the quality and efficiency of production and provide a comparative evaluation of these technologies. The thesis is based on an extensive literature survey, which includes recent studies and professional publications in the field of concrete production technologies. It is also based on an analysis of the technical parameters of the individual process lines and their economic aspects. On the basis of the data found, the thesis suggests possible improvements for practice that could contribute to increased efficiency for the predetermined process line. The thesis concludes with a comparison of the different technologies, their advantages and disadvantages and possible ways of improving each technology.

**Keywords**: cement concrete, concrete mixture, technological line, concrete plant, construction industry

# Obsah

**1 Úvod** ..... **1**

**2 Cíl práce** ..... **2**

**3 Metodika** ..... **3**

**4 Charakteristika výroby betonových směsí** ..... **4**

4.1 Základní právní předpisy ..... 4

4.1.1 Základní rozdělení betonu ..... 5

4.2 Třídy betonu ..... 5

4.3 Výroba betonu ..... 6

4.3.1 Skladování surovin ..... 7

4.3.2 Návrh receptury ..... 7

4.3.3. Dávkování složek ..... 8

4.3.4. Míchání směsi ..... 8

4.3.5. Kontrola kvality ..... 9

4.3.6. Nakládka a doprava ..... 9

4.3.7 Čištění zařízení ..... 9

4.4 Rozdělení jednotlivých betonáren ..... 10

4.4.1 Stacionární betonárny ..... 10

4.4.2 Mobilní betonárny ..... 11

4.4.3 Prefabrikační betonárny ..... 11

4.4.4 Betonárny s kontinuálním mícháním ..... 12

4.4.5 Věžové betonárny ..... 13

4.4.6 Kontejnerové betonárny ..... 13

4.4.7 Automatické samo-nakládací mobilní betonárny ..... 14

4.5 Cement ..... 15

4.5.1 Výroba cementu ..... 15

4.5.2 Vlastnosti cementu ..... 15

4.6 Kamenivo ..... 17

4.6.1 Druhy kameniva ..... 17

4.6.2 Vlastnosti kameniva ..... 18

4.6.3 Volba vhodného kameniva ..... 19

4.8 Přísady a příměsi ..... 20

4.8.1 Přísady ..... 20

4.8.2. Příměsi ..... 21

4.9 Technologie betonáren ..... 22

4.9.1 Rozdíly mezi stacionárními betonárnami ..... 23

4.9.2 Příklad stacionární betonárny ..... 24

**5 Charakteristika problematiky** ..... **25**

5.1 Momentální stav ..... 26
5.2 Navrhovaná řešení ..... 27
5.2.1 Nosná konstrukce pro míchací zařízení ..... 27
5.2.2 Skipový dopravník ..... 28
5.2.3 Řadový zásobník ..... 29
5.2.4 Věžové zásobníky ..... 30
5.2.5 Změna haly ..... 30

**6 Zhodnocení vybraných technologií a technologických zařízení ..... 32**

**7 Závěr a diskuze ..... 33**

**Seznam použitých zdrojů ..... 34**

# Seznam obrázků

Obrázek 1. Instalace stacionární betonárny ..... 10
Obrázek 2. Mobilní betonárna LCM-1.0 ..... 11
Obrázek 3. Hala prefabrikační betonárny ..... 12
Obrázek 4. Betonárna s kontinuálním mícháním ..... 12
Obrázek 5. Věžová betonárna ..... 13
Obrázek 6. Kontejnerová betonárna ..... 14
Obrázek 7. Samo-nakládací míchačka CMT1500 ..... 15
Obrázek 8. Blokové schéma betonárny ..... 22
Obrázek 9. Stacionární betonárna ..... 24
Obrázek 10. Míchací zařízení Eirich RV19 ..... 26
Obrázek 11. Nová nosná konstrukce ..... 27
Obrázek 12. Výsyp z vozíku ..... 28
Obrázek 13. Skipová dráha ..... 28
Obrázek 14. Řadový zásobník ..... 29

# Seznam tabulek

Tabulka 1. Pevnostní třídy betonu (C 8/10 - C40/50) [5] ..... 6
Tabulka 2. Pevnostní třídy betonu (C 45/55 – C 100/115) [5] ..... 6
Tabulka 3. Požadavky na mechanické a fyzikální vlastnosti [24] ..... 16
Tabulka 4. Časové parametry [31] ..... 26

# Seznam příloh

**Příloha 1** Momentální stav betonárny
**Příloha 2** Půdorys betonárny
**Příloha 3** Plnění a odběr z řadového zásobníku
**Příloha 4** Navrhovaná betonárna
**Příloha 5** Zjednodušený návrh haly
**Příloha 6** Doprava čerstvého betonu

# 1 Úvod

V současném stavebnictví hraje výroba betonových směsí nezastupitelnou roli. Beton, jako jeden z nejrozšířenějších materiálů, je základem mnoha stavebních projektů konstrukčním prvkem, od obyčejných budov až po komplexní infrastrukturní konstrukce. Díky své vysoké pevnosti, odolnosti a dlouhé životnosti je beton základním konstrukčním prvkem v mnoha stavebních odvětvích. Jeho univerzálnost umožňuje využití v různých prostředích a podmínkách, od bytové výstavby přes komerční budovy až po mosty, silnice nebo tunely. Výroba betonových směsí prošla za poslední desetiletí výrazným technologickým pokrokem, který se soustředí na zvyšování efektivity výroby. Moderní betonové směsi jsou navrhovány tak, aby splňovaly přísné mechanické a technické požadavky. Tato práce se zabývá současným stavem technologických linek pro výrobu betonových směsí, se zvláštním zaměřením na vybrané strojní linky a jejich efektivitu.

Betonové směsi jsou fundamentální pro dosažení požadovaných mechanických vlastností a dlouhodobé udržitelnosti stavebních děl. Technologie výroby betonu se neustále vyvíjejí a inovují, přičemž moderní postupy umožňují dosažení vyšší kvality materiálu, rychlejší produkce a snížení negativního dopadu na životní prostředí. Nové metody výroby se zaměřují na optimalizaci složení betonových směsí, což vede k lepší zpracovatelnosti, vyšší pevnosti a delší životnosti betonových konstrukcí. S rostoucí digitalizací a automatizací výroby dochází k dalšímu zvyšování přesnosti dávkování a kontroly nad výrobním procesem, což umožňuje nejen zvýšení efektivity, ale také minimalizaci odpadového materiálu. Vzhledem k rostoucím požadavkům na udržitelnost a efektivitu procesů je důležité tyto technologie průběžně hodnotit a zlepšovat.

# 2 Cíl práce

Cílem této práce je podrobně se seznámit s problematikou výroby betonových směsí, a to prostřednictvím analýzy vybraných technologických linek a zhodnocení jednotlivých používaných metod. Práce se zaměří na popis a porovnání různých přístupů k výrobě betonu, přičemž bude kladen důraz na efektivitu, kvalitu výsledného produktu a dodržování platných technických a environmentálních standardů.

Součástí této práce je také detailní prostudování odborné literatury zabývající se výrobou betonových směsí, což umožní získat teoretický základ potřebný pro následnou analýzu. Dále se práce zaměří na seznámení s právními předpisy Evropské unie a České republiky, které ovlivňují výrobu a používání betonových směsí. Nedílnou součástí bude rovněž zkoumání konstrukce a fungování strojních výrobních linek, včetně jednotlivých zařízení, která jsou při výrobě betonu využívána. Výstupem bude komplexní zhodnocení získaných informací a formulace závěrů týkajících se optimalizace výrobního procesu.

# 3 Metodika

Na základě podrobného literárního rozboru technologických zařízení používaných ve stavebnictví pro výrobu betonových směsí bude proveden detailní popis a zhodnocení vybraných technologií a strojního vybavení. Práce se zaměří na analýzu jednotlivých výrobních procesů, jejich principy a efektivitu při zajišťování požadované kvality betonových směsí. Důraz bude kladen na výhody a nevýhody jednotlivých technologických řešení, jejich ekonomickou náročnost, provozní spolehlivost a dopady na životní prostředí. Výsledkem bude komplexní přehled o používaných technologiích a jejich vhodnosti pro různé typy stavebních projektů.

# 4 Charakteristika výroby betonových směsí

## 4.1 Základní právní předpisy

**Zákon č. 283/2021 Sb.**

Zákon č. 283/2021 Sb., stavební zákon, komplexně upravuje oblast územního plánování a stavebního řádu, včetně pravomocí orgánů veřejné správy, pravidel územního plánování, ochrany veřejných zájmů a povinností při přípravě a provádění staveb. Zákon zapracovává příslušné předpisy Evropské unie [1].

**Nařízení vlády č. 163/2002 Sb.**

Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., o technických požadavcích na vybrané stavební výrobky, specifikuje technické požadavky na vybrané stavební výrobky, mezi které patří beton, a stanovuje způsob ověřování shody výrobků s těmito požadavky [2].

**Nařízení vlády č. 591/2006 Sb.**

Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. stanovuje minimální požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích a zapracovává příslušné předpisy Evropské unie. Definuje povinnosti koordinátora BOZP a požadavky na bezpečné používání strojů, nářadí a dopravních prostředků. Na betonárnách toto nařízení zajišťuje bezpečnou manipulaci s betonem, prevenci úrazů při výrobě, transportu a ukládání betonové směsi [3].

**Technické normy vztahující se k betonářské technologii:**

ČSN EN 206+A2 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda – základní technická norma, která stanovuje požadavky na výrobu, kontrolu kvality a vlastnosti betonu používaného ve stavebnictví [4].

ČSN EN 1008 Záměsová voda do betonu – stanovuje požadavky na kvalitu vody používané jako složky betonových směsí a upravuje metody pro ověření její vhodnosti [5].

### 4.1.1 Základní rozdělení betonu

Rozdělení betonu podle názvosloví dle ČSN EN 206+A2[4]:

**Beton** – materiál ze směsi cementu, hrubého a drobného kameniva a vody, s přísadami, příměsmi nebo s vlákny nebo bez nich, který získá své vlastnosti hydratací cementu.

**Čerstvý beton** – beton, který je zcela zamíchán a je ještě v takovém stavu, který umožňuje jeho zhutnění zvoleným způsobem.

**Ztvrdlý beton** – beton, který je v pevném stavu a má již určitou pevnost.

**Specifikace betonu** – konečná sestava dokumentovaných technických požadavků předaných výrobci ve formě požadovaných vlastností nebo složení betonu.

Rozdělení betonu podle objemové hmotnosti dle ČSN EN 206+A2[5]:

**Lehký beton** – objemová hmotnost menší nebo rovna 2000 $kg.m^{-3}$.

**Obyčejný beton** – objemová hmotnost větší než 2000 $kg.m^{-3}$ a nejvýše 2600 $kg.m^{-3}$; zpravidla se jedná o konstrukční beton.

**Těžký beton** – objemová hmotnost nad 2600 $kg.m^{-3}$; velká objemová hmotnost je klíčová pro funkci konstrukce.

## 4.2 Třídy betonu

Třída betonu vyjadřuje jakost betonu a jeho pevnost. Podle normy ČSN EN 206+A2 se označuje symbolem C a zlomkem, kde čitatel představuje zaručenou válcovou pevnost (fck, cyl) a jmenovatel krychelnou pevnost (fck, cube) v $N.mm^2$. Tyto hodnoty odpovídají pevnosti dosažené se statistickou zárukou 95 % při zkoušení na tělesech po 28 dnech.

- Válcová pevnost: Stanovuje se na válcích o průměru 150 mm a výšce 300 mm.
- Krychelná pevnost: Měří se na krychlích o hraně 150 mm.

Například třída C30/37 znamená válcovou pevnost 30 $N.mm^2$ a krychelnou pevnost 37 $N.mm^2$. Tyto hodnoty slouží pro návrh a hodnocení betonových konstrukcí [5].

*Tabulka 1. Pevnostní třídy betonu (C 8/10 - C40/50) [5]*

| Třída | C 8/10 | C12/15 | C16/20 | C20/25 | C25/30 | C30/37 | C35/45 | C40/50 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $f_{ck,cyl}$ [$N.mm^2$] | 8 | 12 | 16 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| $f_{ck,cube}$ [$N.mm^2$] | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 37 | 45 | 50 |

*Tabulka 2. Pevnostní třídy betonu (C 45/55 – C 100/115) [5]*

| Třída | C45/55 | C50/60 | C55/67 | C60/75 | C70/85 | C80/95 | C90/105 | C100/115 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $f_{ck,cyl}$ [$N.mm^2$] | 45 | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| $f_{ck,cube}$[$N.mm^2$] | 55 | 60 | 67 | 75 | 85 | 95 | 105 | 115 |

Vysvětlivky: $f_{ck,\,cube}$ - jmenovatel krychelné pevnosti [$N.mm^2$]

$f_{ck,\,cyl}$ - pevnost tlaku ve válcích [$N.mm^2$]

## 4.3 Výroba betonu

Výroba betonu je technologický proces, při kterém dochází k míchání jednotlivých složek za účelem vytvoření homogenní betonové směsi s požadovanými vlastnostmi. Tento proces zahrnuje několik základních fází, které musí být provedeny s maximální přesností, aby byla zajištěna kvalita výsledného produktu.

Nejprve dochází k přípravě a dávkování surovin, mezi které patří cement, kamenivo, voda a přísady. Každá z těchto složek musí odpovídat normovým požadavkům a být nadávkována v přesně stanovených poměrech podle receptury. Dávkování obvykle probíhá automatizovaně, což minimalizuje chyby a zajišťuje konzistentní kvalitu směsi.

Po nadávkování jednotlivých složek následuje míchání betonové směsi ve vhodném mísicím zařízení. Tento krok je klíčový pro dosažení rovnoměrného rozložení všech složek a správné konzistence čerstvého betonu. Doba míchání závisí na typu betonu a vlastnostech použitého míchacího zařízení.

Dalším krokem je doprava čerstvého betonu k místu použití, která probíhá nejčastěji pomocí auto-domíchávačů. Po dopravě se beton ukládá do bednění nebo přímo do konstrukce a následně se zhutňuje pomocí vibračních zařízení.

Posledním krokem je kontrola kvality, která zahrnuje různé laboratorní a terénní testy.

Zkoumá se například konzistence čerstvé směsi, pevnost v tlaku nebo mrazuvzdornost. Tyto testy jsou nezbytné pro ověření, zda beton splňuje požadavky na jeho použití v konkrétní stavební konstrukci [6].

### 4.3.1 Skladování surovin

Všechny suroviny potřebné k výrobě betonu, tedy cement, kamenivo, voda a případné přísady a příměsi, musí být skladovány a připraveny podle stanovených požadavků. Cement se uchovává v uzavřených věžových zásobnících, které jej chrání před vlhkostí. Kamenivo se skladuje ve skladovacích boxech nebo v řadových zásobnících, přičemž je vždy rozděleno podle frakcí, tedy velikosti zrn. Voda používaná při výrobě betonu musí být vhodná pro výrobu, a to podle normy ČSN EN 1008[5]. Přísady a příměsi se skladují buď v kapalné, nebo pevné formě v oddělených nádržích na nosné konstrukci. Všechny tyto postupy zajišťují, aby kvalita použitých surovin odpovídala požadavkům na výsledný beton [7].

### 4.3.2 Návrh receptury

Každá betonová směs má přesně stanovené složení, které vychází z normy ČSN EN 206+A2 a zároveň z konkrétních požadavků daného stavebního projektu. Receptura vždy zahrnuje několik důležitých parametrů. Prvním z nich je poměr mezi cementem, kamenivem a vodou, který zásadně ovlivňuje pevnost, trvanlivost a zpracovatelnost betonu. Další důležitou součástí receptury je volba typu a množství přísad a příměsí. Tyto látky mohou betonu dodat speciální vlastnosti, například zlepšit jeho mrazuvzdornost, urychlit tuhnutí, nebo zvýšit vodotěsnost.

Nedílnou součástí receptury je i požadovaná konzistence směsi, tedy její zpracovatelnost, která musí odpovídat podmínkám na stavbě, a požadovaná konečná pevnost, kterou musí beton dosáhnout po vyzrání. Všechny tyto údaje jsou přesně stanoveny výrobcem a následně zadány do počítačového systému betonárny. Tento systém na základě receptury řídí celý proces dávkování jednotlivých složek tak, aby výsledná betonová směs odpovídala stanoveným normám a požadavkům výrobce [7].

### 4.3.3. Dávkování složek

Jednotlivé složky betonové směsi jsou dávkovány automaticky podle předem zadané receptury. Každá surovina prochází přesným procesem vážení a dopravy, aby bylo dosaženo požadované kvality betonu.

Kamenivo se dopravuje z násypek, skipového dopravníku nebo zásobníků na váhu, kde se přesně odměří požadované množství. Následně je toto kamenivo automaticky přesunuto do míchacího zařízení. Cement se odměřuje vážením v přednásypce, kam je dopravován šnekovým dopravníkem z věžových zásobníků. Voda je do směsi přidávána postupně, a to pomocí čerpadla, přičemž množství je přesně řízeno podle stanoveného poměru voda-cement, který má zásadní vliv na výslednou pevnost a konzistenci betonu. Přísady, které mohou upravovat vlastnosti směsi, jsou dávkovány automaticky také pomocí čerpadel. Tento proces zajišťuje vysokou přesnost dávkování všech složek a tím i konzistentní kvalitu výsledného betonu [6].

### 4.3.4. Míchání směsi

Všechny složky, tedy cement, kamenivo, voda a přísady, jsou po přesném odměření dopraveny do míchacího zařízení, kde probíhá samotné míchání. Tento proces je klíčový pro dosažení kvalitní, rovnoměrné a dobře zpracovatelné betonové směsi.

Míchací zařízení používané na betonárnách jsou ve většině případech dvojího typu. Gravitační míchací zařízení pracuje na principu otáčení bubnu, kdy se jednotlivé složky promíchávají vlastní vahou a pohybem uvnitř otáčející se nádoby. Intenzivní míchací zařízení jsou vybaveny lopatkami, které se pohybují vysokou rychlostí a mechanicky promíchávají směs, což je vhodné zejména pro složitější směsi nebo směsi s vyššími nároky na homogenitu.

Doba míchání se obvykle pohybuje mezi 3 až 5 minutami v závislosti na typu míchacího zařízení a složitosti betonové směsi. Výsledkem celého procesu je dokonale homogenní čerstvá betonová směs, připravená k dopravě na stavbu a k okamžitému použití [8,9].

### 4.3.5. Kontrola kvality

Během samotné výroby probíhá pečlivá kontrola parametrů čerstvého betonu, aby byla zajištěna jeho kvalita a shoda s projektovou dokumentací i normovými požadavky.

Jedním z klíčových sledovaných parametrů je konzistence čerstvého betonu. Ta se nejčastěji ověřuje pomocí zkoušky sednutí kužele, která ukazuje schopnost směsi se roztékat a její zpracovatelnost. Dále se monitoruje teplota čerstvého betonu, což je zvláště důležité u transport-betonu během letních měsíců, kdy vyšší teplota může negativně ovlivnit rychlost tuhnutí a kvalitu výsledného betonu.

Velká pozornost je věnována také poměru jednotlivých složek. Každá dávka betonu je kontrolována počítačovým systémem, který ověřuje správnost dávkování, a zároveň jsou prováděny pravidelné laboratorní zkoušky. Tyto kontroly společně zajišťují, že beton splňuje všechny požadované vlastnosti a je vhodný pro zamýšlené použití [10].

### 4.3.6. Nakládka a doprava

Hotová betonová směs je po dokončení míchání nakládána přímo do auto-domíchávačů, které ji následně dopravují na stavbu. Již při nakládce se provádí kontrola správné konzistence směsi, aby bylo zajištěno, že beton bude na stavbě dobře zpracovatelný a bude odpovídat stanoveným parametrům. Zároveň se ověřuje i celkové množství naložené směsi, aby odpovídalo objednávce a potřebám konkrétního projektu.

Během přepravy se betonová směs v auto-domíchávači neustále promíchává otáčením bubnu. Tento pohyb je zásadní, protože zabraňuje segregaci jednotlivých složek směsi a zajišťuje, že i po příjezdu na stavbu zůstane směs homogenní a připravená k použití [11].

### 4.3.7 Čištění zařízení

Po každé ukončené výrobní dávce betonu probíhá důkladné čištění betonárny i auto-domíchávačů. Tento krok je nezbytný, aby nedocházelo k tuhnutí zbytků betonové směsi v míchacích zařízeních, což by mohlo vést k jejich poškození nebo omezení provozuschopnosti. Čistění se provádí převážně pomocí tlakových čističů, které účinně odstraňují zbytky čerstvého betonu ze stěn míchacího bubnu, násypek i ostatních částí zařízení. Díky pravidelnému a pečlivému čištění zůstávají všechna zařízení v optimálním stavu a je zajištěna plynulá a kvalitní výroba i při dalších dávkách [12].

## 4.4 Rozdělení jednotlivých betonáren

Betonárny lze rozdělit do několika základních typů, a to podle způsobu výroby, mobilnosti a účelu použití. Každý typ má své výhody a nevýhody, které ovlivňují jeho využití. Správný výběr betonárny závisí na konkrétních potřebách stavby, jako je její rozsah, časový harmonogram a požadovaná kvalita betonu. Volba vhodné betonárny tak může zásadně ovlivnit efektivitu a náklady stavebního projektu. Proto je důležité detailně zvážit všechny faktory, které ovlivňují její provoz [13,14].

### 4.4.1 Stacionární betonárny

Stacionární betonárny jsou pevně instalované na konkrétním místě a využívají se především pro výrobu velkých objemů betonu určeného pro rozsáhlé a dlouhodobé stavební projekty. Tyto betonárny disponují velkokapacitními zásobníky na cement, kamenivo i přísady, což umožňuje nepřetržitou výrobu a přípravu široké škály betonových směsí podle požadavků stavby.

Mezi hlavní výhody stacionárních betonáren patří velmi vysoká kapacita výroby, která může dosahovat až stovek kubíků betonu za hodinu [15]. Díky pokročilé automatizaci je zajištěno přesné dávkování všech složek a zároveň možnost provádět laboratorní kontrolu kvality přímo na místě.

Nevýhodou stacionárních betonáren je jejich omezená mobilita. Jsou vhodné pouze pro projekty, které probíhají na jednom místě po delší dobu, jelikož jejich přesun je technicky i finančně náročný. Instalace takovéto betonárny je znázorněna na obrázku 1.

*Obrázek 1. Instalace stacionární betonárny*

*Zdroj: Arnošt, J.; 2023 [archiv autora]*

### 4.4.2 Mobilní betonárny

Mobilní betonárny jsou konstruovány tak, aby je bylo možné snadno přemístit. Tento typ betonárny se využívá především u projektů v odlehlých oblastech nebo tam, kde je potřeba častá změna místa výroby. Díky své flexibilitě umožňují efektivní výrobu betonu přímo v místě potřeby, což šetří čas i náklady spojené s dopravou. Její jednoduchá konstrukce je zobrazena na obrázku 2.

Mezi hlavní výhody mobilních betonáren patří rychlá instalace a možnost snadného přizpůsobení různým provozním podmínkám. Mobilní betonárny mají také schopnost dodávat čerstvý beton přímo na stavbu, což minimalizuje riziko ztráty kvality během přepravy.

Nevýhodou je nižší kapacita výroby ve srovnání se stacionárními betonárnami, což omezuje jejich využití při velmi velkých stavebních projektech [16].

*Obrázek 2. Mobilní betonárna LCM-1.0*

*Zdroj: https://kranimex.cz*

### 4.4.3 Prefabrikační betonárny

Prefabrikační betonárny slouží k výrobě betonových dílců, jako jsou panely, trámy nebo sloupy, v kontrolovaném prostředí továrních hal. Jednu z těchto hal je možné vidět na obrázku 3. Beton je dopravován přímo z míchacího zařízení do takzvaných bádii, ze kterých se vyplňují jednotlivé formy. V nich také dochází k jeho vytvrzení. Hotové prefabrikované díly jsou následně transportovány na staveniště, kde jsou montovány podle projektové dokumentace.

Mezi hlavní výhody prefabrikovaných betonáren patří vysoká úroveň kontroly kvality, protože výroba probíhá v uzavřeném a stabilním prostředí s možností průběžného dohledu. Další výhodou je možnost vyrábět díly nezávisle na stavebním místě, což urychluje výstavbu a minimalizuje rizika spojená s počasím či složitými podmínkami na stavbě.

Nevýhodou tohoto typu výroby je omezená flexibilita v přizpůsobení betonové směsi konkrétním požadavkům stavby, protože výroba je standardizovaná a méně variabilní [17].

*Obrázek 3. Hala prefabrikační betonárny*

*Zdroj: Arnošt, J; 2025 (Archiv Autora)*

### 4.4.4 Betonárny s kontinuálním mícháním

Tento typ betonáren pracuje na principu kontinuálního přísunu jednotlivých složek, přičemž samotné míchání probíhá buď přímo během dopravy, nebo až na místě stavby. Směs je tedy připravována postupně a okamžitě spotřebovávána, což umožňuje flexibilní výrobu přesně podle aktuální potřeby. Příklad této betonárny je na obrázku 4.

Mezi hlavní výhody těchto kontinuálních betonáren patří zejména možnost výroby malých dávek betonu nebo speciálních směsí, které by nebylo efektivní vyrábět ve velkých stacionárních betonárnách. Tento systém je ideální například při opravách, menších konstrukcích nebo při použití speciálních příměsí.

Nevýhodou je však menší přesnost dávkování ve srovnání s tradičními typy betonáren, protože jednotlivé složky jsou dávkovány průběžně a kontrola může být náročnější [19].

*Obrázek 4. Betonárna s kontinuálním mícháním*

*Zdroj: https://www.elkon.net/cz*

### 4.4.5 Věžové betonárny

Věžové betonárny jsou specifickým typem betonáren, jejichž konstrukce je vertikálně uspořádána. Všechny zásobníky surovin, dávkovací zařízení, váhy i míchací zařízení jsou umístěny v několika patrech nad sebou, což minimalizuje nároky na plochu a zajišťuje gravitační dopravu materiálu během výrobního procesu. Tento typ betonárny je vhodný zejména v situacích, kdy je omezený prostor na stavbě, například ve městech nebo průmyslových areálech.

Hlavní výhodou věžových betonáren je jejich kompaktní uspořádání, které umožňuje rychlou a efektivní dopravu materiálu mezi jednotlivými fázemi výroby. Díky gravitačnímu systému je snížena potřeba mechanických dopravníků, což vede k nižším nárokům na údržbu a vyšší spolehlivosti provozu. Věžové betonárny jsou rovněž schopné dosahovat vysoké výrobní kapacity a přesnosti dávkování. Dokážou tak zajistit čerstvý beton jak pro odběr na stavbu, tak i pro prefabrikační výrobu. Jedna z těchto betonáren je zobrazena na obrázku 5.

Nevýhodou tohoto typu betonáren jsou vyšší počáteční investiční náklady a složitější konstrukce, která vyžaduje pečlivé projektování a náročnější montáž [19].

*Obrázek 5. Věžová betonárna*

*Zdroj: Arnošt, J; 2025 (Archiv Autora)*

### 4.4.6 Kontejnerové betonárny

Kontejnerové betonárny představují speciální typ mobilních zařízení, která jsou konstruována ve standardních přepravních kontejnerech. Díky tomuto uspořádání jsou mimořádně snadno přepravitelné, rychle smontovatelné a mohou být používány na různých staveništích bez náročných úprav terénu či infrastruktury. Jako jeden z příkladů je možné uvést kontejnerovou betonárnu od výrobce ELKON. Ta je zobrazena na obrázku 6.

Mezi hlavní výhody tohoto typu betonárny patří před-montovaná modulární konstrukce, která umožňuje snadnou přepravu pomocí kontejnerů. Betonárna je rovněž vybavena předpřipravenou kabeláží s přípojkami typu zástrčka a zásuvka, což výrazně urychluje instalaci a zjednodušuje uvedení do provozu. Pro instalaci zařízení jsou navíc kladeny minimální požadavky na stavební práce, a doba instalace, včetně izolovaných krytů, činí pouze 5 dní.

Nevýhodou těchto betonáren je omezená výrobní kapacita oproti větším stacionárním zařízením, což snižuje jejich efektivitu při realizaci rozsáhlých stavebních projektů. Rovněž skladovací kapacita pro suroviny je v těchto betonárnách omezená, což může znamenat častější doplňování materiálu [20].

*Obrázek 6. Kontejnerová betonárna*

*Zdroj: https://www.elkon.net/cz*

### 4.4.7 Automatické samo-nakládací mobilní betonárny

Automatické samo-nakládací, představují moderní zařízení, které kombinuje vlastnosti auto-domíchávače a mobilní betonárny v jednom stroji. Tato zařízení umožňují jak dávkování, tak míchání betonu přímo na místě stavby, přičemž si samostatně nakládají suroviny ze zásobníků umístěných v okolí stavby.

Výhodou těchto zařízení je vysoká operativnost a flexibilita. Samo-nakládací betonárny jsou schopné nezávisle pracovat v náročných podmínkách, kde není k dispozici stabilní infrastruktura, a současně rychle reagovat na potřeby stavby. Díky autonomnímu režimu provozu umožňují minimalizaci pracovních sil a snižují náklady spojené s logistikou betonu.

Nevýhodou je poměrně nízká výrobní kapacita, omezená objemem zásobníků a kapacitou míchačky. Proto jsou vhodné zejména pro menší projekty, rekonstrukce, opravy nebo práce v odlehlých či obtížně dostupných lokalitách. [21].

*Obrázek 7. Samo-nakládací míchačka CMT1500*

*Zdroj: https://cz.tob-machinery.com*

## 4.5 Cement

Cement je základní materiál používaný ve stavebnictví. Jedná se o hydraulické pojivo, což znamená, že se při kontaktu s vodou aktivuje a tuhne. Cement je klíčovým prvkem při výrobě betonu a malt, protože jeho tuhnutí a pevnostní vlastnosti poskytují konstrukcím stabilitu a odolnost. Cement se skládá především z vápníku, oxidu křemičitého, oxidu hlinitého a dalších příměsí, které zlepšují jeho vlastnosti. Dnes je cement široce využíván při stavbě budov, mostů, silnic a dalších konstrukcí. Kromě své pevnosti a trvanlivosti je jeho výhodou také schopnost přizpůsobit se různým klimatickým podmínkám a rychle tuhnout, což urychluje stavební procesy [22].

### 4.5.1 Výroba cementu

Výroba cementu je složitý proces, který zahrnuje těžbu, drcení a vypalování surovin. Klíčovými surovinami jsou vápenec a jíl, které se těží a následně drtí na jemný prášek. Tato směs se nazývá surovina pro výrobu cementu. Surovina se poté vypaluje v rotačních pecích při teplotách kolem 1450 °C. Během tohoto procesu vzniká slín, což je základní složka cementu. Slín se po vychladnutí mele na jemný prášek spolu s příměsí sádrovce, která reguluje dobu tuhnutí cementu [23].

### 4.5.2 Vlastnosti cementu

Cement je ve stavebnictví nezastupitelný materiál díky svým jedinečným vlastnostem. Jeho hlavní vlastností je hydraulická aktivita, tedy schopnost tuhnout a tvrdnout po smísení s vodou. Tento proces je chemický, nevratný a zajišťuje výslednou pevnost i trvanlivost

materiálu. Cement navíc disponuje vysokou adhezí, díky které dokáže spojovat různé materiály. Jemnost cementu ovlivňuje rychlost jeho tuhnutí i výsledné pevnostní vlastnosti. Významná je také odolnost cementu vůči chemickým vlivům, například působení kyselin nebo solí. Na druhou stranu může cement během tuhnutí a tvrdnutí vykazovat smršťování, které může vést ke vzniku trhlin. Různé druhy cementu mají odlišné vlastnosti, které jsou vyjádřeny pevnostními parametry uvedenými v tabulce 3. Každá třída normové pevnosti se dále dělí na tři třídy počáteční pevnosti. První z nich je třída s normální počáteční pevností označená písmenem N, druhou je třída s vysokou počáteční pevností označená písmenem R a třetí třída s nízkou počáteční pevností nese označení L. Tyto třídy určují rychlost nárůstu pevnosti cementu v počátečních fázích tvrdnutí a jejich volba závisí na konkrétních požadavcích a podmínkách stavby [24].

*Tabulka 3. Požadavky na mechanické a fyzikální vlastnosti [24]*

| Pevnostní třída | Pevnost v tlaku [MPa] | | | | Počátek tuhnutí [min.] | Objemová stálost (rozepnutí) [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Počáteční pevnost | | Normalizovaná pevnost | | | |
| | 2 dny | 7 dnů | 28 dnů | | | |
| 32,5 L | – | ≥ 12,0 | ≥ 32,5 | ≤ 52,5 | ≥ 75 | ≤ 10 |
| 32,5 N | – | ≥ 16,0 | | | | |
| 32,5 R | ≥10,0 | – | | | | |
| 42,5 L | – | ≥16,0 | ≥ 42,5 | ≤ 62,5 | ≥ 60 | |
| 42,5 N | ≥ 10,0 | – | | | | |
| 42,5 R | ≥ 20,0 | – | | | | |
| 52,5 L | ≥ 10,0 | – | ≥ 52,5 | – | ≥ 45 | |
| 52,5 N | ≥ 20,0 | – | | | | |
| 52,5 R | ≥ 30,0 | – | | | | |

### 4.5.3 Volba cementu v betonových směsích

Výběr cementu v betonových směsích je klíčový pro dosažení požadovaných vlastností betonu. Různé druhy cementu poskytují různé výsledky, a proto je třeba pečlivě zvážit jejich použití. Portlandský cement je nejčastější volbou pro běžné konstrukce díky své univerzálnosti. Pro specifické aplikace, jako je stavba mostů nebo podzemních konstrukcí, se používají speciální cementy, například síranovzdorné, které odolávají agresivnímu prostředí.

Rychletuhnoucí cement je vhodný pro opravy nebo tam, kde je třeba rychlé zprovoznění konstrukce. Naopak cement s nízkým vývinem hydratačního tepla je ideální pro masivní konstrukce, jako jsou přehrady, kde je třeba minimalizovat praskání způsobené teplotními rozdíly. Správný výběr cementu v kombinaci s optimálním návrhem betonové směsi je základem úspěšné a trvanlivé konstrukce [24,25].

## 4.6 Kamenivo

Kamenivo je jednou ze základních složek betonových směsí, přičemž tvoří přibližně 60% objemu betonu. Jedná se o přírodní nebo umělé materiály různé zrnitosti, které slouží jako plnivo v betonu. Mezi přírodní kamenivo patří štěrk, drcený kámen nebo písek, zatímco umělé kamenivo zahrnuje například strusku nebo expandovaný polystyren. Kamenivo zajišťuje pevnost, stabilitu a odolnost betonu a zároveň snižuje jeho objemové změny při tuhnutí. Velikost, tvar a povrchová struktura kameniva ovlivňují vlastnosti výsledného betonu, jako jsou pevnost, soudržnost a zpracovatelnost. Pro dosažení optimálních vlastností betonu je důležité správně volit druh, velikost a kvalitu kameniva. Kromě toho kamenivo významně ovlivňuje i náklady na výrobu betonu, neboť je jednou z nejlevnějších složek směsi. Při jeho použití je třeba dbát na čistotu, aby se zabránilo nežádoucím chemickým reakcím nebo narušení struktury betonu [6].

### 4.6.1 Druhy kameniva

Kamenivo lze dělit podle několika kritérií. Z hlediska původu se dělí na přírodní a umělé. Přírodní kamenivo pochází z těžby a zahrnuje písek, štěrk a drcený kámen. Umělé kamenivo je vyráběno průmyslově, například expandovaným jílem, struskou nebo polystyrenem. Dále se kamenivo dělí podle velikosti zrn na drobné, jako je písek, a hrubé například štěrk nebo drcené kamenivo. Podle tvaru zrn může být kulaté, například štěrkopísek nebo hranaté jako je drcené kamenivo. Hranaté zrno zajišťuje lepší soudržnost směsi, zatímco kulaté usnadňuje zpracovatelnost. Kamenivo lze také rozlišovat podle objemové hmotnosti na lehké např. pemza, normální což je běžný štěrk a těžké, jako je baryt, které se používá v speciálních betonech, například pro radiační ochranu. Výběr správného druhu kameniva závisí na požadavcích na výsledný beton, jeho zpracovatelnost, pevnost a odolnost vůči vnějším vlivům [6].

### 4.6.2 Vlastnosti kameniva

Pro použití kameniva v betonových směsích je zásadní posoudit jeho fyzikální a mechanické vlastnosti. Tyto vlastnosti ovlivňují nejen samotné chování čerstvého betonu, ale i jeho výslednou pevnost, odolnost a trvanlivost. Všechny parametry se stanovují podle příslušných technických norem.

Jednou ze základních charakteristik je objemová hmotnost hutného kameniva, která se běžně pohybuje v rozmezí 2400 až 2600 kg.m³ a bývá poměrně stálá. Tato hodnota je klíčová zejména při návrhu vysoce pevných a odolných betonů.

Další důležitou vlastností je sypká hmotnost, která závisí na typu kameniva, velikosti jeho zrn a míře setřesení materiálu. U hutného kameniva se tato hodnota pohybuje mezi 1300–2000 kg.m³, zatímco u pórovitého kameniva může klesnout až na 100 kg.m³. Tato charakteristika je důležitá zejména při výrobě lehkých a izolačních betonů.

Velikost zrn kameniva se určuje prosévání přes sadu standardizovaných sít s otvory různých velikostí — od 125 mm až po 0,063 mm. Výsledná zrnitostní křivka má zásadní vliv na soudržnost směsi, její zpracovatelnost a výsledek zhutnění.

Dále se sleduje obsah odplavitelných částic a hliněných hrudek, jejichž přítomnost v kamenivu nesmí překročit 1 % hmotnosti. Vyšší podíl těchto jemných a nečistých složek by mohl negativně ovlivnit pevnost i soudržnost hotového betonu.

Mezi další významné parametry patří vlhkost a nasákavost kameniva. Vlhkost se určuje jako rozdíl mezi hmotností vlhkého a vysušeného kameniva po sušení při teplotě 105–110 °C. Nasákavost udává schopnost kameniva přijímat vodu; pro výrobu mrazuvzdorného betonu je vhodnější kamenivo s nižší nasákavostí, ideálně pod 2 %.

Z hlediska mechanických vlastností je důležitá pevnost v tlaku, která musí být u kameniva vyšší než u výsledného betonu, aby se zabránilo jeho selhání při zatížení.

Dalším sledovaným parametrem je odolnost proti mrazu, která se ověřuje pomocí cyklů opakovaného zmrazování a rozmrazování. Kvalitní kamenivo musí tyto podmínky přečkat bez tvorby trhlin či výrazné ztráty pevnosti.

Nakonec se hodnotí i objemová stálost kameniva, tedy jeho schopnost neměnit svůj objem při změnách teploty nebo vlhkosti. Tento parametr je zásadní pro zajištění dlouhodobé rozměrové stability celého betonu a předcházení vzniku vnitřních pnutí či poruch [26,27].

.

### 4.6.3 Volba vhodného kameniva

Volba kameniva pro betonové směsi závisí na mnoha faktorech, jako jsou požadované vlastnosti betonu, dostupnost materiálu a náklady. Kamenivo musí splňovat technické normy a být kompatibilní s ostatními složkami směsi. Pro běžné konstrukce se často používá přírodní štěrkopísek nebo drcený kámen, který poskytuje dobrý poměr pevnosti a ceny. U specifických aplikací, například u lehkých betonů, se využívá lehké kamenivo, jako je expandovaný jíl nebo pemza, zatímco pro konstrukce vystavené agresivním podmínkám se volí kamenivo s nízkou nasákavostí a vysokou chemickou odolností. Důležitým faktorem je také velikost a rozložení zrn kameniva, které ovlivňuje soudržnost a zpracovatelnost směsi. V praxi se často používají kombinace hrubého a drobného kameniva pro dosažení optimální zrnitostní křivky. Správný výběr kameniva je nezbytný pro dosažení požadované pevnosti, trvanlivosti a zpracovatelnosti betonu a výrazně ovlivňuje jeho dlouhodobé vlastnosti [26,27].

## 4.7 Voda

Voda je nezbytnou složkou betonových směsí, protože spouští proces hydratace cementu, tedy chemickou reakci, při které cement tuhne a tvrdne. Zároveň výrazně ovlivňuje zpracovatelnost čerstvé směsi, pevnost i dlouhodobou trvanlivost výsledného betonu. Z tohoto důvodu je kvalita, množství a chemické složení záměsové vody klíčovým faktorem v celém procesu výroby betonu.

Pro samotnou hydrataci cementu je zapotřebí přibližně 23–28 % vody vztažené na hmotnost cementu. Toto množství je nezbytné k chemickému navázání vody na jednotlivé mineralogické složky cementu. V praxi je však pro dosažení požadované zpracovatelnosti nutné použít vyšší množství vody, které kromě aktivace hydratace zajistí rovnoměrné promísení složek a zároveň kompenzuje ztráty vody způsobené odparem při manipulaci a dopravě.

Kvalita vody musí odpovídat normě ČSN EN 1008, která stanovuje požadavky na záměsovou vodu do betonu a definuje způsoby jejího testování. Podle původu lze záměsovou vodu rozdělit na několik základních typů. Pitná voda je považována za automaticky vhodnou pro použití v betonu a nevyžaduje žádné další zkoušky. Recyklovaná voda, která vzniká jako vedlejší produkt při výrobě betonu přímo v betonárně, může být rovněž použita, avšak pouze za předpokladu, že její složení bylo analyzováno a je zajištěno, že neobsahuje škodlivé látky. Podzemní voda je použitelná, pokud splňuje příslušné normové požadavky na kvalitu. Povrchová a odpadní průmyslová voda musí být podrobena důkladnému testování, aby

se vyloučila přítomnost organických látek, olejů, kyselin nebo solí ve vyšší koncentraci. Mořská a brakická voda je pro výrobu betonu přípustná pouze ve výjimečných případech, například u nevyztuženého betonu, protože vysoký obsah chloridů může způsobovat korozi ocelové výztuže. Splašková voda je pro výrobu betonu obecně nevhodná vzhledem k obsahu kontaminantů a biologických nečistot.

Záměsová voda musí splňovat několik klíčových požadavků, aby nezhoršovala vlastnosti betonu. Především nesmí negativně ovlivňovat průběh hydratace cementu ani snižovat pevnost či trvanlivost betonu. Obsah nežádoucích látek, jako jsou chloridy a sírany, musí být udržován pod stanovenými limity – konkrétně maximálně 0,5 g.l chloridů a 0,2 g.l síranů. Hodnota pH vody by se měla pohybovat v rozmezí 6 až 8.

Testování vody pro výrobu betonu se provádí nejen chemickou analýzou, ale také sledováním jejího vlivu na mechanické vlastnosti výsledné směsi. Nesprávně zvolená nebo kontaminovaná voda může způsobit řadu problémů – od snížení pevnosti a zvýšené pórovitosti betonu až po dlouhodobé poruchy, jako je koroze výztuže nebo postupná degradace konstrukce. Z tohoto důvodu je nezbytné, aby se při výrobě betonu používala pouze voda, která vyhovuje předepsaným normám a zároveň zaručuje stabilní a požadované vlastnosti výsledného betonu.

Důležitá je i teplota vody, jelikož podle normy ČSN EN 206+A2 nesmí být teplota čerstvého betonu při dodání nižší než +5° Celsia. Pro dosažení této teploty se kromě ohřevu záměsové vody může využít i ohřev kameniva, pokud je betonárna takovým zařízením vybavena. Tato opatření jsou nezbytná pro zajištění správného tuhnutí a tvrdnutí betonu v chladném počasí [5,7,28].

## 4.8 Přísady a příměsi

Přísady a příměsi jsou důležité složky betonových směsí, které se přidávají k základním materiálům (cement, kamenivo, voda) za účelem zlepšení jejich vlastností nebo přizpůsobení specifickým požadavkům stavebních projektů. Obě složky mají klíčový význam pro optimalizaci technologie výroby a vlastností čerstvého i zatvrdlého betonu. [29]

### 4.8.1 Přísady

Chemické přísady jsou látky, které se přidávají do betonové směsi během její výroby, a to zpravidla v malém množství — obvykle do 5 % hmotnosti cementu. Jejich hlavním účelem

je úprava vlastností čerstvého nebo zatvrdlého betonu, a to tak, aby směs lépe vyhovovala požadavkům konkrétní stavby nebo klimatickým podmínkám, ve kterých se beton ukládá.

Podle normy ČSN EN 934-2+A1 [29] se přísady dělí do několika základních skupin podle jejich funkce. Mezi nejčastěji používané patří plastifikátory a super-plastifikátory, jejichž úlohou je zlepšit zpracovatelnost betonové směsi bez nutnosti navyšování množství záměsové vody. Alternativně umožňují snížit obsah vody při zachování požadované konzistence, což je výhodné zejména při výrobě vysoce pevnostních a vodotěsných betonů.

Další skupinou jsou zpomalovače tuhnutí, které prodlužují dobu zpracovatelnosti čerstvého betonu. Jsou využívány především při betonáži objemných konstrukcí nebo v letních měsících, kdy vysoké teploty urychlují hydrataci cementu. Použití zpomalovačů přispívá k rovnoměrnějšímu tuhnutí a snižuje riziko vzniku trhlin.

Opakem zpomalovačů jsou urychlovače tuhnutí a tvrdnutí, které naopak podporují rychlejší náběh počáteční pevnosti a zkracují dobu tuhnutí. Tato přísada je vhodná například pro sanační práce, opravy nebo betonáže prováděné v chladném počasí, kdy je potřeba zajistit rychlý průběh hydratace i za nízkých teplot.

Specifickým typem přísad jsou provzdušňovací látky. Tyto přísady zajišťují tvorbu jemných a rovnoměrně rozptýlených vzduchových pórů v betonu, čímž zvyšují jeho odolnost vůči cyklům zmrazování a rozmrazování. Jsou tak klíčové zejména pro konstrukce vystavené nepříznivým povětrnostním podmínkám nebo působení rozmrazovacích solí.

Poslední významnou skupinu tvoří těsnicí přísady, jejichž funkcí je snížit propustnost betonu a zlepšit jeho vodotěsnost. Tyto přísady se uplatňují především při realizaci konstrukcí, které přicházejí do styku s vodou, jako jsou vodní nádrže, základové konstrukce či podzemní objekty [7].

### 4.8.2. Příměsi

Příměsi představují jemně mleté anorganické materiály, které se do betonové směsi přidávají ve větším množství než chemické přísady. Na rozdíl od nich příměsi neplní funkci modifikátorů v malém objemu, ale mohou tvořit významnou část objemu směsi. Podle normy ČSN EN 206 jsou klasifikovány buď jako hlavní složka cementu, nebo jako doplněk, který upravuje a rozšiřuje jeho vlastnosti.

Jednou ze skupin příměsí jsou látky, které zlepšují vlastnosti cementu. Mezi nejčastěji používané patří křemičitý popílek, granulovaná vysokopecní struska a různé pucolánové materiály. Tyto složky přispívají ke zvýšení odolnosti betonu vůči agresivnímu chemickému

prostředí, například v prostředí se zvýšeným obsahem síranů. Zároveň snižují vývin hydratačního tepla, což je výhodné zejména při masivních betonážích, kde hrozí riziko vzniku trhlin vlivem teplotního rozdílu. Přítomnost těchto příměsí také zlepšuje dlouhodobou trvanlivost a hutnost betonu.

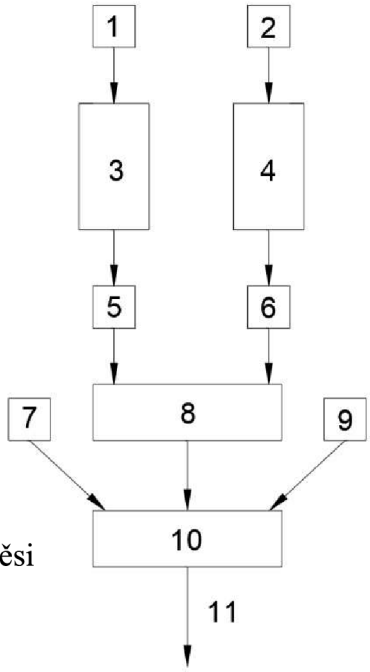
Další skupinou jsou tzv. plniva, mezi která patří například jemně mletý vápenec nebo jiné přírodní či průmyslové minerální látky. Plniva nemají hydraulické vlastnosti, ale slouží ke zvýšení objemu směsi, čímž mohou snížit spotřebu cementu. Zároveň zlepšují reologické vlastnosti čerstvého betonu, tedy jeho zpracovatelnost a soudržnost.

Specifickou skupinou příměsí jsou pigmenty, které se používají k barevnému tónování betonu. Nejčastěji se jedná o oxidy kovů, jako je například oxid železa, které umožňují dosáhnout široké škály barevných odstínů zatvrdlého betonu. Barevné betony se uplatňují především v architektonických a esteticky náročnějších stavbách, kde hraje vizuální dojem významnou roli [7].

## 4.9 Technologie betonáren

Autor měl možnost se setkat s několika typy stacionárních betonáren, což umožnilo zmapovat rozdíly mezi různými schématy a technologiemi. Typická stacionární betonárna je složena z několika základních bloků, kdy jejich propojení zajišťuje efektivní výrobní cyklus. Schéma těchto bloků je možné vidět na obrázku 8.

*Obrázek 8. Blokové schéma betonárny*




Popis: 1. Přísun kameniva
2. Přísun pojiva
3. Zásobník kameniva
4. Zásobník pojiva
5. Váha kameniva
6. Váha pojiv
7. Přívod vody
8. Mezi-zásobník
9. Přísady a příměsi
10. Míchací zařízení
11. Odvod betonové směsi

*Zdroj: Arnošt, J; 2025 (Archiv Autora)*

Kamenivo je do zásobníků betonárny nejčastěji doplňováno pomocí teleskopického manipulátoru, který je obsluhován zaměstnancem dle aktuální potřeby. Samotné zásobníky jsou obvykle řadové, což umožňuje efektivní manipulaci a skladování různých druhů kameniva. Následně je kamenivo dopravováno ze zásobníků do vah pomocí pásových, korečkových nebo skipových dopravníků. Po přesném navážení požadovaného množství je materiál přesunut do přednásypky, odkud gravitačně padá přímo do míchacího zařízení.

Pojivo, jako například cement, je do betonárny přiváženo cisternami a pneumaticky dopravováno přímo do věžových zásobníků. Ze sil je pojivo transportováno pomocí šnekových dopravníků do dávkovací přednásypky, která zároveň funguje jako vážicí zařízení. Po navážení přesného množství pojiva je materiál gravitačně uvolněn do míchacího zařízení.

Voda potřebná k přípravě betonové směsi je do míchacího zařízení vháněna čerpadlem. Podobným způsobem jsou do míchacího procesu dopravovány také přísady a příměsi, které mohou být buď čerpány nebo gravitačně dávkovány v závislosti na jejich umístění.

Jakmile jsou všechny složky betonové směsi v míchacím zařízení, začíná proces míchání, který obvykle trvá přibližně 3 až 5 minut. Po ukončení míchacího cyklu je otevřen výstupní otvor ve spodní části míchačky a hotový čerstvý beton je připraven k odběru a dalšímu zpracování nebo dopravě na staveniště.

### 4.9.1 Rozdíly mezi stacionárními betonárnami

Stacionární betonárny se mezi sebou liší zejména způsobem dopravy kameniva ze zásobníků, kapacitou mezi-zásobníku, systémem dávkování a vážení jednotlivých složek a typem použitého míchacího zařízení. Způsoby dopravy kameniva můžou být například pásové, korečkové nebo skipové dopravníky, přičemž každý z těchto systémů má své výhody z hlediska rychlosti, údržby a prostorového uspořádání.

Pásový dopravník je vhodný pro přepravu kameniva na větší vzdálenosti a nabízí plynulý provoz s nízkými nároky na údržbu. Používá se především tam, kde je potřeba efektivně transportovat materiál na delší trasy nebo mezi oddělenými částmi betonárny. Díky možnosti snadné instalace různých délek a typů pásu je velmi flexibilní a umožňuje jednoduchou integraci do výrobního procesu.

Korečkový dopravník efektivně přepravuje materiál vertikálně do vysokých úrovní s minimálními prostorovými požadavky. Jeho využití je ideální tam, kde je třeba přesouvat kamenivo do vyšších zásobníků nebo přímo do horních částí technologické linky. Díky jeho uzavřenému systému minimalizuje znečišťování pracovního prostředí.

Skipový dopravník je kompaktní a ideální pro betonárny s omezeným prostorem, umožňuje rychlé a přesné dávkování materiálu přímo do míchacího zařízení, může totiž sloužit i jako mezi-zásobník Využívá se zejména betonárnách, kde je důležité efektivní využití prostoru. Jeho robustní konstrukce zajišťuje spolehlivost a snadnou údržbu.

### 4.9.2 Příklad stacionární betonárny

Jedním z příkladů stacionární betonárny je znázorněn na obrázku 9. Je zde použit pásový dopravník ve tvaru Z, který je umístěn pod zásobníkem naplněným kamenivem. Kamenivo při plnění padá na pas, který materiál ze zásobníků dopravuje do míchacího zařízení. Tento dopravník zde také slouží jako váha, je totiž zavěšen ve čtyřech bodech na tenzometrech, které měří celkovou hmotnost materiálu padajícího z přednásypek. Následně dopravuje materiál do další přednásypky, která je přímo nad míchačkou. Materiál pak padá najednou do míchacího zařízení, kde se smísí s vodou dopravovanou pomocí čerpadla, a potřebnými přísadami. Pojivo se přepravuje pomocí šnekového dopravníku z věžového zásobníku. Po dodání všech potřebných surovin začíná míchací proces., který trvá přibližně 4-5 minut. Po dokončení operce se na spodní části míchacího zařízení otevře otvor, kterým je čerstvý beton vypuštěn.

*Obrázek 9. Stacionární betonárna*

*Zdroj: Arnošt, J; 2025 (Archiv Autora)*

# 5 Charakteristika problematiky

Autor měl možnost navštívit stacionární betonárnu, která vyrábí betonové střešní krytiny. Jejich výroba je rozdělena na několik částí, kdy výroba betonu je začáteční proces, při výrobě krytiny. Ovšem výroba betonu je pro tento proces neobvyklá, jelikož je při míchání směsi přidávána barva, aby krytina měla barevný vzhled. Také je zde místo typického kameniva použito kamenivo s malou frakcí (slangově „písek“), které je ještě před dopravením do skipu nutno přesít. Veškeré tyto procesy tak ztěžují technologii a nutnost použití vybraných strojů.

Tato kapitola je tedy zpracována na základně osobních zkušeností autora a jeho návštěv popisovaných provozů.

Na základě rozhovoru, který proběhl s vedoucím výroby, bylo dospěno k názoru, že míchací zařízení je poddimenzované pro potřeby výroby. Bylo proto navrhnuto nové míchací zařízení, které by se pro jejich výrobu dalo použít. Míchací zařízení má navýšenou kapacitu míchání o 50%, vetší efektivitu a také rychlost míchání. Také bylo požadováno, aby čerstvý beton mohl být odebírán nejen pro další použití ve výrobě krytiny, ale také pro vlastní odběr.

S tím ale nastávají problémy, jelikož je nutné změnit dosavadní použitou technologii.

Seznam změn, které je nutné provést:

- Vytvoření nových základů.
- Kompletní změna velikosti haly.
- Nové věžové zásobníky („sila“).
- Nové pásové dopravníky.
- Nový skipový dopravník.
- Nová nosná konstrukce pro míchací zařízení.
- Nový řadový zásobník.
- Možnost odběru čerstvého betonu.

## 5.1 Momentální stav

Na obrázcích v přílohové dokumentaci 1 je vyobrazen momentální stav betonárny, kde jsou některé požité technologie vidět. Půdorys momentálního stavu je v přílohové dokumentaci 2, který zobrazuje tento stav. Je zde také vidět, jak je čerstvý beton za pomocí dopravníku přepravován do výrobní haly.

V přílohové dokumentaci 1 je znázorněno stávající mísicí zařízení, jehož kapacita již neodpovídá požadavkům zákazníka z důvodu nedostatečného objemu míšení. V současné konfiguraci zařízení umožňuje přípravu 1 m³ betonové směsi na jednu dávku s dobou míchání přibližně 5 minut. Vedoucí výroby však požaduje zvýšení kapacity na minimálně 1,5 m³ při současném zkrácení doby míchání.

Na základě těchto požadavků je navržena výměna stávajícího mísicího zařízení za mixér typu RV19 od společnosti Eirich. Z časových parametrů tohoto zařízení, které jsou uvedeny v tabulce 3, vyplývá, že tento model splňuje časové požadavky. Z technických parametrů, uváděné výrobcem je možné zjistit, že splňuje i kapacitní požadavky, jelikož umožňuje míchat 1,5 $m^2$ betonu na jednu dávku směsi [30]. Vizualizace navrhovaného zařízení je uvedena na obrázku 10.

Implementace nového mísicího zařízení však přináší několik komplikací. Klíčovým problémem je nutnost návrhu nové nosné konstrukce, jelikož stávající řešení by z hlediska statiky nevyhovovalo. Kromě toho je nezbytné zajistit vyšší dodávky vstupního materiálu, což vyžaduje úpravu dopravního systému, včetně výměny skipového vozíku a úpravy skipové dráhy. Dalším nezbytným opatřením je doplnění celkové technologie o řadový zásobník a zvětšené věžové zásobníky, která umožní efektivní skladování materiálu při zvýšeném objemu výroby.

*Tabulka 4. Časové parametry [31]*

| Činnost | Doba trvání |
|---|---|
| Doba plnění | cca 30 sekund |
| Doba míchání | 2,0 až 3,5 min |
| Doba vyprázdnění | cca 30 sekund |
| Celkem | cca 3,5-4,5 min |

*Obrázek 10. Míchací zařízení Eirich RV19*

*Zdroj: Arnošt, J.; 2025 (archiv autora)*

## 5.2 Navrhovaná řešení

Jednotlivé prvky, které se ukázaly jako problematické, jsem detailně konzultoval s odborníky působícími v oblasti výroby a oprav betonáren. Na základě těchto konzultací byly analyzovány možné varianty řešení a postupně jsem se dopracoval k několika konkrétním návrhům, které by měly eliminovat identifikované nedostatky a zároveň optimalizovat výrobní proces.

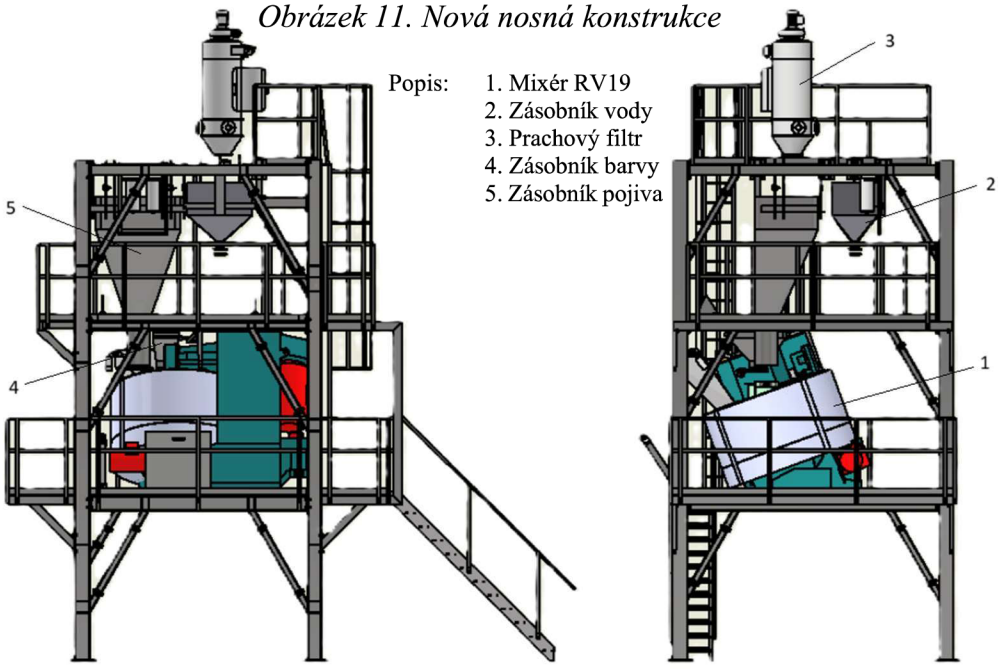
### 5.2.1 Nosná konstrukce pro míchací zařízení

Na obrázku 11 je znázorněna nově navržená nosná konstrukce, která splňuje požadavky na statickou stabilitu i technologickou vhodnost pro provoz mísicího zařízení. Konstrukce je doplněna o základní popis klíčových součástí, které jsou nezbytné pro správné fungování celého systému.

Součástí konstrukce je filtr, jehož primární funkcí je zachytávání prachových částic během procesu plnění. Tento prvek je zásadní pro zajištění optimálních pracovních podmínek obsluhy, neboť přispívá ke snížení prašnosti a zlepšení kvality pracovního prostředí.

Dále je na konstrukci umístěn zásobník vody, který je plněn prostřednictvím vodního generátoru. Odlišný způsob doplňování materiálu je však použit u zásobníků pro barvivo a pojivo, kde je transport zajištěn pomocí šnekových dopravníků. Tato řešení byla zvolena s ohledem na specifické vlastnosti jednotlivých materiálů.

*Obrázek 11. Nová nosná konstrukce*




*Zdroj: Arnošt, J; 2025 (Archiv Autora)*

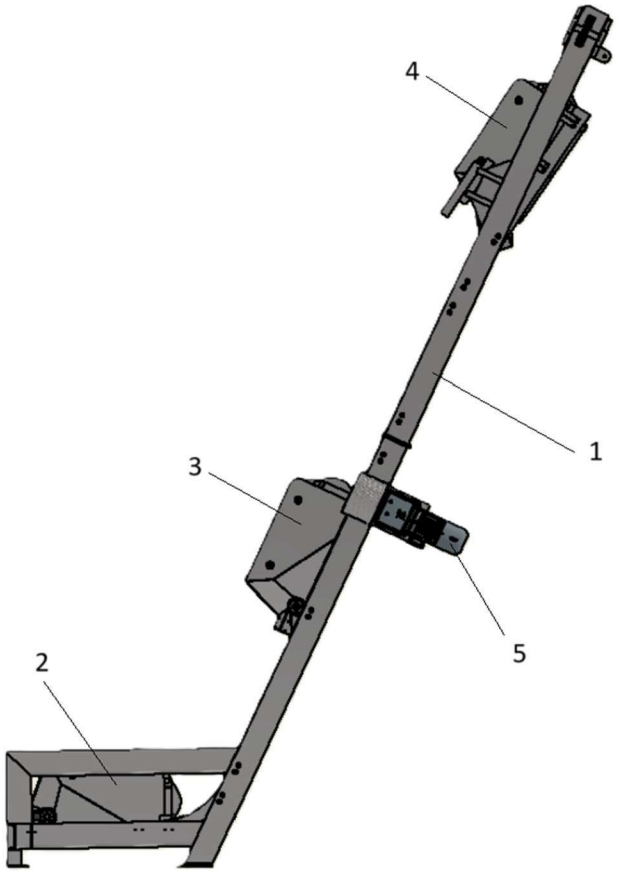
### 5.2.2 Skipový dopravník

Pro správnou funkci skipového dopravníku je zásadní volba vhodného skipového vozíku, který zajistí efektivní dopravu požadovaného množství materiálu do mísicího zařízení. Na základě požadavků výrobního procesu byl vybrán vozík typu H1, který odpovídá potřebným kapacitním a technickým parametrům.

Použití tohoto vozíku však vyžaduje změnu typu dráhy, na které se pohybuje. Z tohoto důvodu byla navržena zcela nová konstrukce dráhy, která zajišťuje optimální vedení vozíku a jeho bezpečný provoz. Klíčovým aspektem návrhu bylo správné nastavení výsypného bodu vozíku tak, aby byl materiál efektivně a přesně dávkován do míchačky.

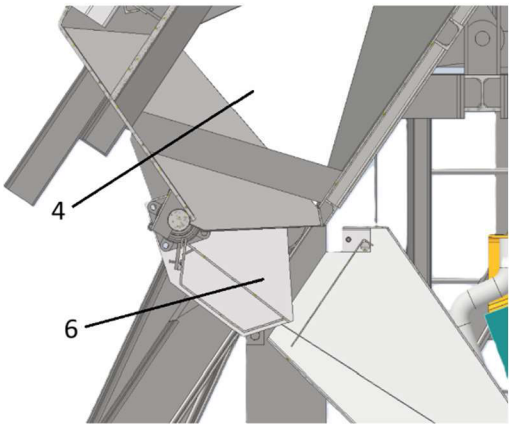
Výsypný moment míchačky je znázorněn na obrázku 12, kde je detailně zobrazen průřez konstrukčním řešením. Celkový návrh dráhy včetně jednotlivých provozních stavů skipového vozíku je pak zachycen na obrázku 13, který poskytuje komplexní pohled na fungování systému v rámci výrobního procesu. Popis obou obrázků je také přiložen.

*Obrázek 12. Skipová dráha*




*Zdroj: Arnošt, J; 2025 (Archiv Autora)*

*Obrázek 13. Výsyp z vozíku*




Popis: 1. Dráha
2. Vozík ve fázi plnění
3. Vozík ve fázi dopravy
4. Vozík ve fázi vyprazdňování
5. Pohon
6. Výsyp vozíku

*Zdroj: Arnošt, J; 2025 (Archiv Autora)*

### 5.2.3 Řadový zásobník

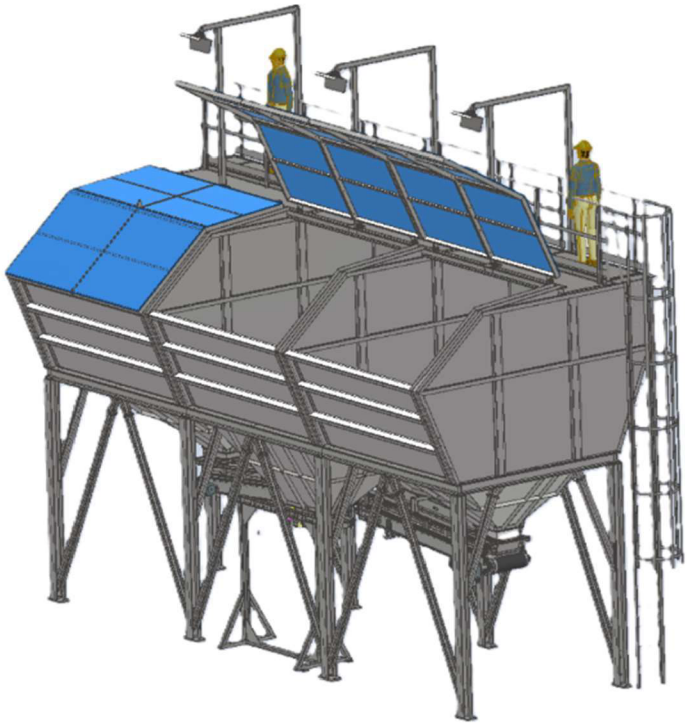
Řadový zásobník je klíčovým prvkem betonárky, který slouží k efektivnímu skladování a dávkování jednotlivých složek kameniva nezbytných pro výrobu betonové směsi. Tento typ zásobníku se skládá z několika oddělených komor, přičemž každá z nich je určena pro konkrétní frakci. Jeho hlavní funkcí je zajistit plynulé a přesné dávkování těchto materiálů do výrobního procesu v souladu s požadovanou recepturou.

Je navržen tak, aby umožňoval automatizované řízení toku materiálu, čímž přispívá k rovnoměrnému a konzistentnímu zásobování mísicího zařízení. To je v našem případě zajištěno pomocí pásových dopravníků, které regulují množství dávkovaného kameniva a následně je odváděno na síto, které kamenivo přeseje. Tento systém nejen zvyšuje efektivitu celého procesu, ale také umožňuje optimalizaci skladovací kapacity a snížení časových ztrát spojených s manuální manipulací a doplňováním zásob.

Přidání řadového zásobníku do této konkrétní betonárny je nezbytné z důvodu zvýšení efektivity výrobního procesu. Stávající způsob skladování a dávkování kameniva již neodpovídá požadavkům na kapacitu a rychlost výroby, což vede k neoptimálnímu využití.

Nově navrhnutý řadový zásobník je možné vidět na obrázku 14. V přílohové dokumentaci 3 je zde možné vidět jeho plnění pomocí teleskopického manipulátoru i přesun materiálu do síta kameniva.

*Obrázek 14. Řadový zásobník*



*Zdroj: Arnošt, J; 2025 (Archiv Autora)*

### 5.2.4 Věžové zásobníky

Změna konfigurace věžových zásobníků je nezbytná především z důvodu navýšení kapacity materiálu potřebného pro efektivní plnění mísicího zařízení. Stávající věžové zásobníky (viz přílohové dokumentace 1) již neposkytují dostatečnou skladovací kapacitu, což vede k častějšímu doplňování materiálu a snižuje efektivitu výrobního procesu.
Kromě kapacitních důvodů je nutné zásobníky přesunout tak, aby umožňovaly optimální využití šnekových dopravníků, které budou zajišťovat dopravu materiálu do přednásypky. Současné umístění zásobníků totiž neumožňuje efektivní napojení těchto dopravníků bez zásahu do již existujících technologických prvků betonárky.

Z tohoto důvodu bylo navrženo rozšíření stávajícího systému o třetí věžový zásobník a současně zvýšení kapacity stávajících zásobníků. Každý z nově přidaných zásobníků bude mít kapacitu 100 tun, což zajistí dostatečnou zásobu materiálu a sníží frekvenci jeho doplňování. Přesunutí a nové rozmístění věžových zásobníků je znázorněno v příloze 4, kde je patrné, jak optimalizované uspořádání přispívá k efektivnějšímu toku materiálu v rámci celého výrobního procesu.

### 5.2.5 Změna haly

Stávající velikost haly představuje omezení, které neumožňuje umístění veškeré potřebné technologie. Pro zajištění plné funkčnosti a efektivního provozu je proto nezbytné halu rozšířit a zároveň zvýšit její výšku. Zvýšení je nutné zejména kvůli celkové výšce nosné konstrukce mísicího zařízení, která přesahuje stávající rozměrové limity objektu.

Rozšíření haly umožní optimální uspořádání všech technologických prvků tak, aby byl zajištěn plynulý tok materiálu a efektivní výrobní proces. Zvýšení výšky pak zajistí dostatečný prostor pro instalaci mísicího zařízení, včetně jeho nosné konstrukce a navazujících komponent, jako jsou zásobníky a dopravníkové systémy. Zjednodušený návrh nové haly je možné vidět na přílohové dokumentaci 5.

### 5.2.6 Odběr čerstvého betonu

Odběr čerstvého betonu pro vlastní potřeby bude realizován do bádii, které budou umístěny v hale. Na základě odborných konzultací bylo stanoveno, že nad stávající dopravník, umístěný pod mixérem a sloužící k transportu materiálu do haly, je nutné instalovat druhý dopravník. Tento nový dopravník zajistí distribuci čerstvého betonu nejen do stávajícího dopravníkového systému, ale také do nově navrženého dopravníku, který bude materiál

směrovat do přednásypky.

Přednásypka následně umožní plnění bádii, které budou umístěny v hale a připraveny k odběru. Tento systém zajistí efektivní manipulaci s čerstvým betonem a umožní jeho snadný transport pomocí vysokozdvižného vozíku. Návrh těchto úprav je znázorněn v přílohové dokumentaci 6.

### 5.2.7 Nové základy

Návrh nových základů je nezbytný v důsledku všech provedených změn v technologickém uspořádání betonárky. Při návrhu je klíčové zohlednit celkovou hmotnost jednotlivých konstrukčních prvků tak, aby byla zajištěna jejich dostatečná nosnost a stabilita, čímž se eliminuje riziko jejich zhroucení nebo nežádoucích deformací.

Kromě statických požadavků je nutné věnovat pozornost i prostorovému uspořádání základů s ohledem na instalaci technologických prvků. Důležitým aspektem návrhu je také zajištění dostatečného prostoru pro údržbu, opravy a případnou výměnu jednotlivých zařízení. Optimální rozmístění základových konstrukcí tak přispěje nejen k provozní spolehlivosti celého systému, ale také k usnadnění servisních zásahů a zajištění dlouhodobé životnosti technologických prvků.

Nově navrhované objekty budou založeny na základových deskách, které jsou umístěny v jednotné geologické vrstvě. Základové desky budou uloženy na loži přírodního štěrku o tloušťce 300 mm, které zároveň plní funkci drenáže. Konstrukce základových desek je navržena jako nekonečně dlouhý nosník na pružném podkladu podle Winklerova pružného modelu. Před samotnou realizací základů je nutné provést kontrolu základové spáry geologem a případně upravit návrh dle skutečných podmínek na staveništi, včetně zajištění rovnoměrného sedání objektu. Technologie provádění, způsob hutnění a zkoušení zhutnění jednotlivých vrstev musí být předem stanoveny ve spolupráci s odborným geotechnikem.

# 6 Zhodnocení vybraných technologií a technologických zařízení

Na základě provedené analýzy technologie a technologických zařízení je zřejmé, že navržená řešení odpovídají požadavkům vedoucího výroby. Mezi silné stránky těchto návrhů spočívají zejména v zajištění plynulého chodu výroby, zjednodušení zásobování a ve snadné dostupnosti a vyměnitelnosti jednotlivých dílů při běžné údržbě a opravách. Tato opatření přispívají k celkové efektivitě provozu a dlouhodobé spolehlivosti betonárny. Výsledný půdorys si je možné prohlédnout v příloze 4.

Je však nutné upozornit i na nevýhody spojené s realizací těchto návrhů. Mezi nejvýznamnější patří náročnost spojená s výměnou celé stávající technologie, která si vyžádá nejen změnu základových konstrukcí, ale také rozšíření a úpravu stávající haly. Tyto zásahy představují významnou investici, jejíž finanční náročnost lze odhadnout na několik desítek milionů korun.

I tak lze konstatovat, že se jedná o investici s návratností v horizontu několika let. Zvýšení efektivity výroby, snížení provozních nákladů a zlepšení kvality výsledného produktu by měly postupně kompenzovat počáteční finanční zatížení a přinést podniku významné dlouhodobé benefity.

# 7 Závěr a diskuze

V této bakalářské práci jsem se zaměřil na analýzu a hodnocení výroby betonových směsí s využitím vybraných technologických linek. Cílem bylo zjistit aktuální technologie, jejich přednosti i omezení a na základě získaných poznatků navrhnout možnosti modernizace a optimalizace provozu navštívené betonárny.

K tomuto tématu jsem přistoupil proto, že oblast výroby betonových směsí je klíčová pro stavebnictví a významně ovlivňuje kvalitu stavebních děl. Modernizace technologií v tomto odvětví vede nejen ke zvýšení efektivity výroby, ale také k vylepšené kvalitě konečných produktů a vyšší spokojenosti zákazníků.

Při tvorbě práce jsem vycházel z odborné literatury, technických norem, informací od odborných firem a konzultací s profesionály z praxe. Rovněž jsem analyzoval současný stav konkrétního provozu a využil poznatků získaných návštěvou betonárny a studiem provozní dokumentace.

Celý proces jsem rozdělil do několika fází. Nejprve byla provedena rešerše dostupných informací, následně jsem hodnotil stávající technické vybavení a jeho funkčnost. Poté jsem navrhl možnosti zlepšení, které zahrnují modernizaci mísicího zařízení, úpravu prostor a instalaci nových zásobníků.

K výsledkům, ke kterým jsem dospěl, patří doporučení na zavedení navržených změn, které povedou ke zvýšení výrobní kapacity, zlepšení kvality betonových směsí a vyšší provozní spolehlivosti. Tyto změny jsou i v souladu se závěry, které uvádí odborný článek Procedia Engeneering [32].

Proběhla také diskuze s odborným technikem Martinem Pekařem, který je technikem betonářských technologií [33]. Pan Pekař potvrdil, že návrhy, které byly provedeny, jsou v souladu s nynějšími trendy. Zároveň upozornil na nutnost zajistit náhradní řešení pro výrobu betonu po dobu přestavby betonárny. Bývá totiž často podceňována, přitom je klíčová pro zachování minimálních výpadků ve výrobě. Přesto se vyjádřil, že modernizace navržená v této práci je realistická, technicky proveditelná a přinese provozní přínosy.

Věřím, že realizace těchto návrhů bude přínosem pro celkovou efektivitu provozu a konkurenceschopnost daného podniku.

# Seznam použitých zdrojů


[1] *ZÁKON č. 283/2021 Sb., stavební zákon. In: Sbírka zákonů České republiky. [online]. [cit. 2025-01-20]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-283*

[2] *Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky. In: Sbírka zákonů České republiky. 2002. [online]. [cit. 2025-01-20]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-163*

[3] *NAŘÍZENÍ VLÁDY č. 591/2006 Sb. Nařízení vlády o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích. In: Sbírka zákonů České republiky [online]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-591*

[4] *ČSN EN 206+A2. Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. Praha: Český normalizační institut, 2021. 156 s.*

[5] *ČSN EN 1008. Záměsová voda do betonu –Praha: Český normalizační institut, 2003. 20 s. Třídící znak 73 2028.*

[6] *COLLEPARDI, Mario: Moderní beton. 1. vydání. Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2009. ISBN978-80-87093-75-7*

[7] *PŘÍRUČKA TECHNOLOGA – BETON: suroviny – výroba – vlastnosti. 1. vydání, Českomoravský cement, 2010*

[8] *ROŠKOVÁ, Adéla. Jak vybrat správnou míchačku na beton: Typy a doporučení pro různé projekty. Megastroj.cz [online]. 6. ledna 2025 [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://www.megastroj.cz/clanky/jak-vybrat-spravnou-michacku-na-beton-typy-a-doporuceni-pro-ruzne-projekty_3427*

[9] *PETR VLK. Výrobní program [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: http://www.petrvlk.cz/sluzby/vyrobni-program*

[10] *KLEČKA, Tomáš a kol. Beton: složky, technologie, vlastnosti, zkoušení. Praha: Sekurkon, 2005. ISBN 80-86604-24-1.*

[11] *ZAPA beton a.s. Doprava a čerpání [online]. [cit. 2025-01-20]. Dostupné z: https://www.zapa.cz/cs/doprava-cerpani*

[12] *RŮŽIČKA, Michal. Poznatky z provozu betonáren. ASB-portal.cz [online]. 2010 Dostupné z: https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/zaklady-a-hruba-stavba/cement-a-beton/poznatky-zprovozu-betonaren*

[13] *SEMIX Global. Betonárny [online]. [cit. 2025-03-29]. Dostupné z: https://semixglobal.com/cs/product-categories/betonarny*

[14] *JH CONCRETE BATCHING PLANT. Betonárny a dávkovací zařízení [online]. [cit. 2025- 02-10]. Dostupné z: https://cz.jh-concretebatchingplant.com/*

[15] *JH Concrete Batching Plant. RCC betonárna [online]. [cit. 2025-02-10]. Dostupné z: https://cz.jh-concretebatchingplant.com/concrete-batching-plant/rcc-concrete-plant.html*

[16] *JH Concrete Batching Plant. Analýza výhod a nevýhod mobilní betonárny [online]. [cit. 2025-02-10]. Dostupné z: https://cz.jh-concretebatchingplant.com/info/analysis-of-advantages-and-disadvantages-of-mo-72299817.html*

[17] *GREAT MAGTECH. Výhody prefabrikovaného betonu [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://cz.greatmagtech.com/news/the-advantages-of-precast-concrete-13347477.html*

[18] *ELKON. Stacionární kontinuální betonárny [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://www.elkon.net/cz/produkty/ostatn%C3%AD-produkty/kontinu%C3%A1ln%C3%AD-beton%C3%A1rny/stacion%C3%A1rn%C3%AD/*

[19] *SCHWING Stetter Ostrava s.r.o. Věžové betonárny Stetter [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://www.schwing.cz/produkty/betonarny/vezove/*

[20] *ELKON. Nová inovace – kontejnerová betonárna [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://www.elkon.net/cz/novinky/nov%C3%A1-inovace-kontejnerov%C3%A1-beton%C3%A1rna/*

[21] *TOB MACHINERY. Samonakládací tranzitní domíchávač betonu [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://cz.tob-machinery.com/concrete-mixer/self-loading-concrete-mixer/self-loading-transit-concrete-mixer.html*

[22] *HOLCIM (Česko), a.s. Průvodce cementem [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://www.holcim.cz/pruvodce-cementem*

[23] *HOLCIM.cz. Výrobní proces cementu [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://www.holcim.cz/2_2_1-Vyrobni-proces*

[24] *PROFESIS. Technické podmínky TP 2.2: Beton a betonové konstrukce [online]. Praha: ČKAIT, [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://profesis.ckait.cz/dokumenty-ckait/tp-2-2/*

[25] *ZAPA beton. Cement – základní pojivo ve stavebnictví [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://www.zapa.cz/cs/cement*

[26] *Zkoušení a vlastnosti recyklovaného kameniva pro použití do betonu [online]. TZB-info.cz, 25. února 2013 [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://stavba.tzb-info.cz/beton-malty-omitky/10265-zkouseni-a-vlastnosti-recyklovaneho-kameniva-pro-pouziti-do-betonu*

[27] *ČSN EN 12620+A1:2008 Kamenivo do betonu. Praha: Český normalizační institut, 2008.*

[28] *TRANSBETON s.r.o. Betonování v zimě [online]. [cit. 2025-03-28]. Dostupné z: https://www.transbeton.cz/o-betonu/betonovani-v-zime*

[29] *ČSN EN 934-2+A1:2012. Přísady do betonu, malty a injektážní malty – Část 2: Přísady do betonu – Definice, požadavky, shoda, označování a značení. Praha: Český normalizační institut, 2012.*

[30] *EIRICH. Eirich Intensive Mixer: Efficient Preparation of Raw Materials, Mixtures, and Compounds. [online]. [cit. 2025-03-28]. Dostupné z:*

*https://www.eirich.com/fileadmin/user_upload/Eirich_Bilder/1.Produkte_Verfahren/1.Mischtechnik/3.Intensivmischer/MI1913_1_en_Intensivmischer.pdf*

[31] *OBCHODNÍ ZÁSTUPCE FIRMY EIRICH. Osobní konzultace. 2024.*

[32] *Gideon H. Kusama, Johannes Budidarmawan, Ani Susilowati. Improving the efficiency of concrete batching plants. Procedia Engineering. 2015, vol. 4, pp. ISSN 2351-9789. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815034396*

[33] *PEKAŘ, Martin. Osobní konzultace dne 28. března 2025.*

**Příloha 1** Momentální stav betonárny

Cementová váha

Váha barvy

Pohled na betonárnu

Míchací zařízení

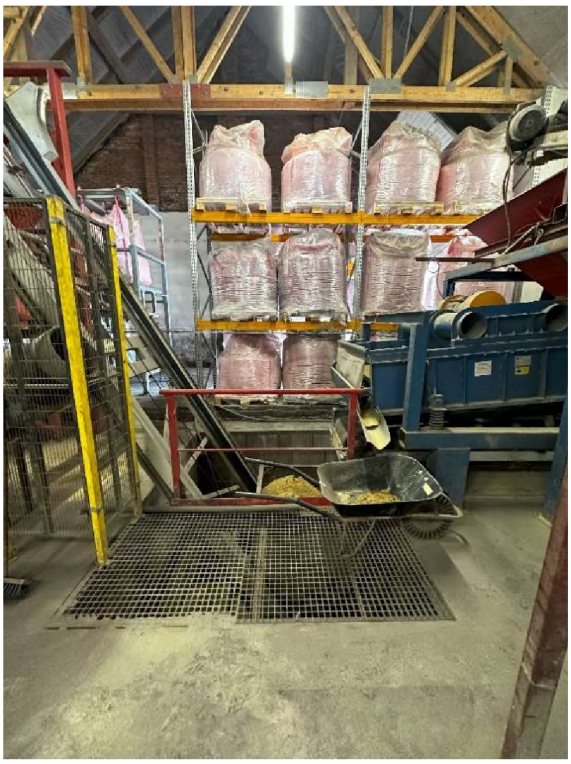
*Zdroj: Arnošt, J.; 2025 (archiv autora)*

Bigbag s barvou

Plnění skipového vozíku

Zásobníky kameniva

Návaznost plnění a dráhy

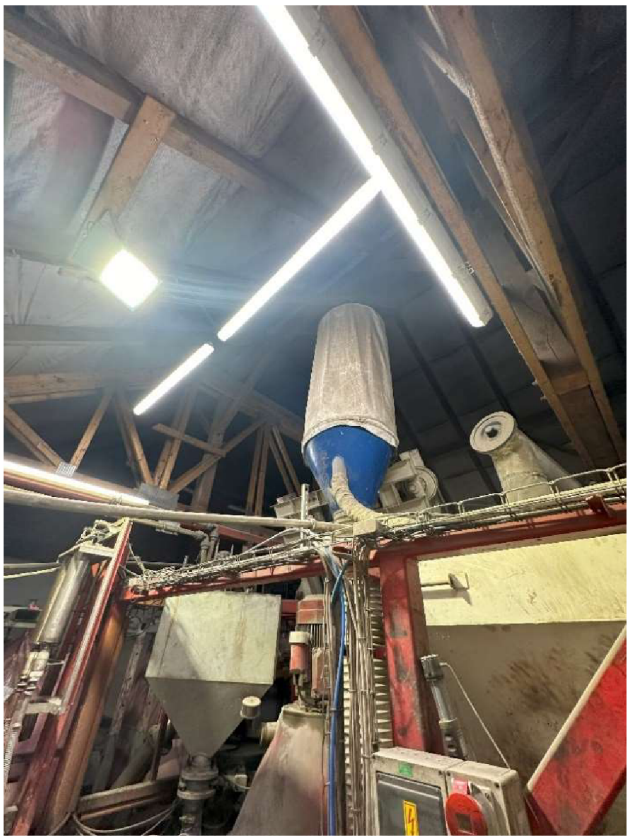


*Zdroj: Arnošt, J.; 2025 (archiv autora)*

Věžové zásobníky

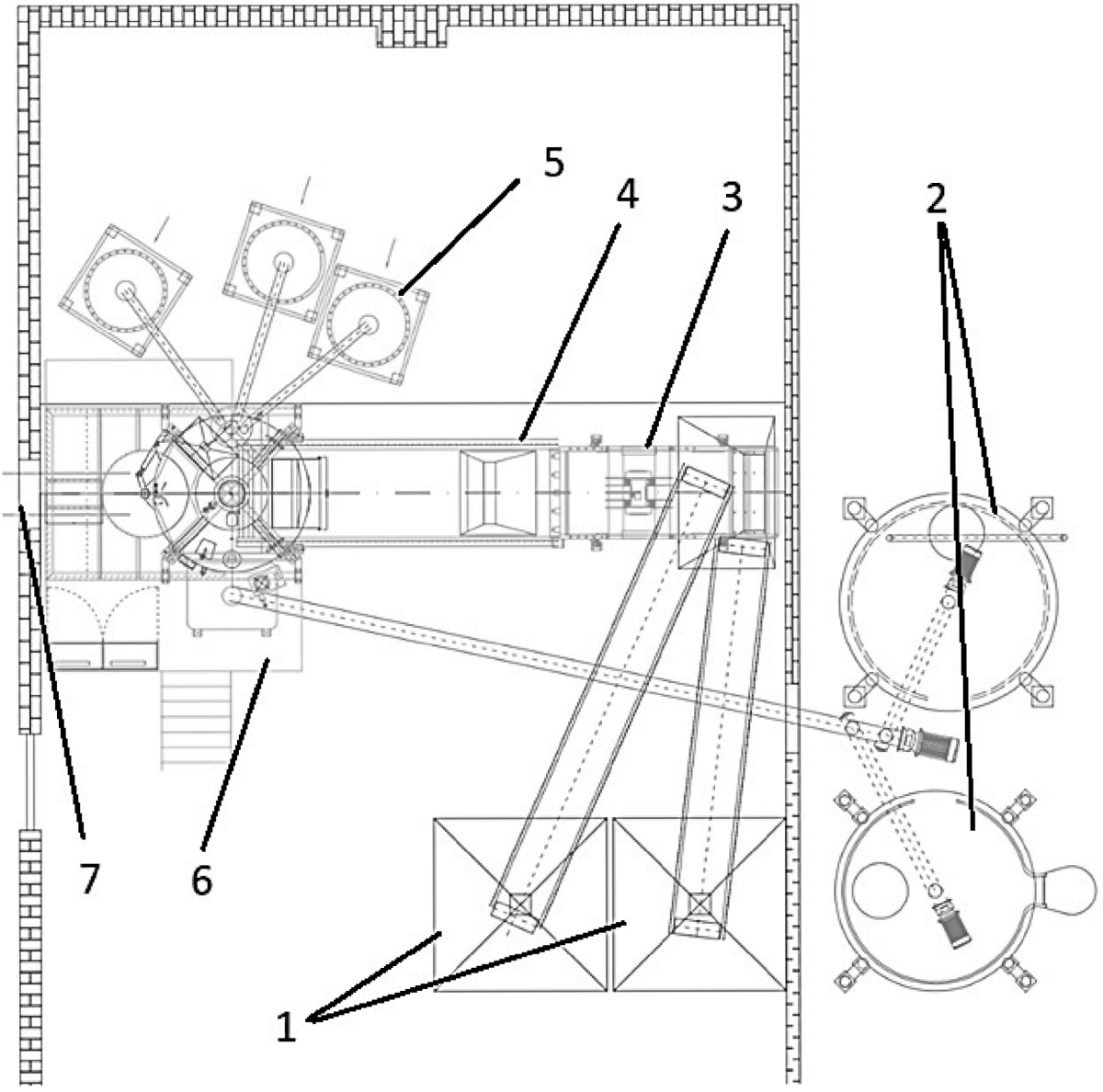
Plnění vibračního síta

Prachový filtr



*Zdroj: Arnošt, J.; 2025 (archiv autora)*

**Příloha 2** Půdorys betonárny




*Zdroj: Pekař, M; 2015*

Popis: 1. Zásobníky kameniva

2. Věžové zásobníky

3. Vibrační síto

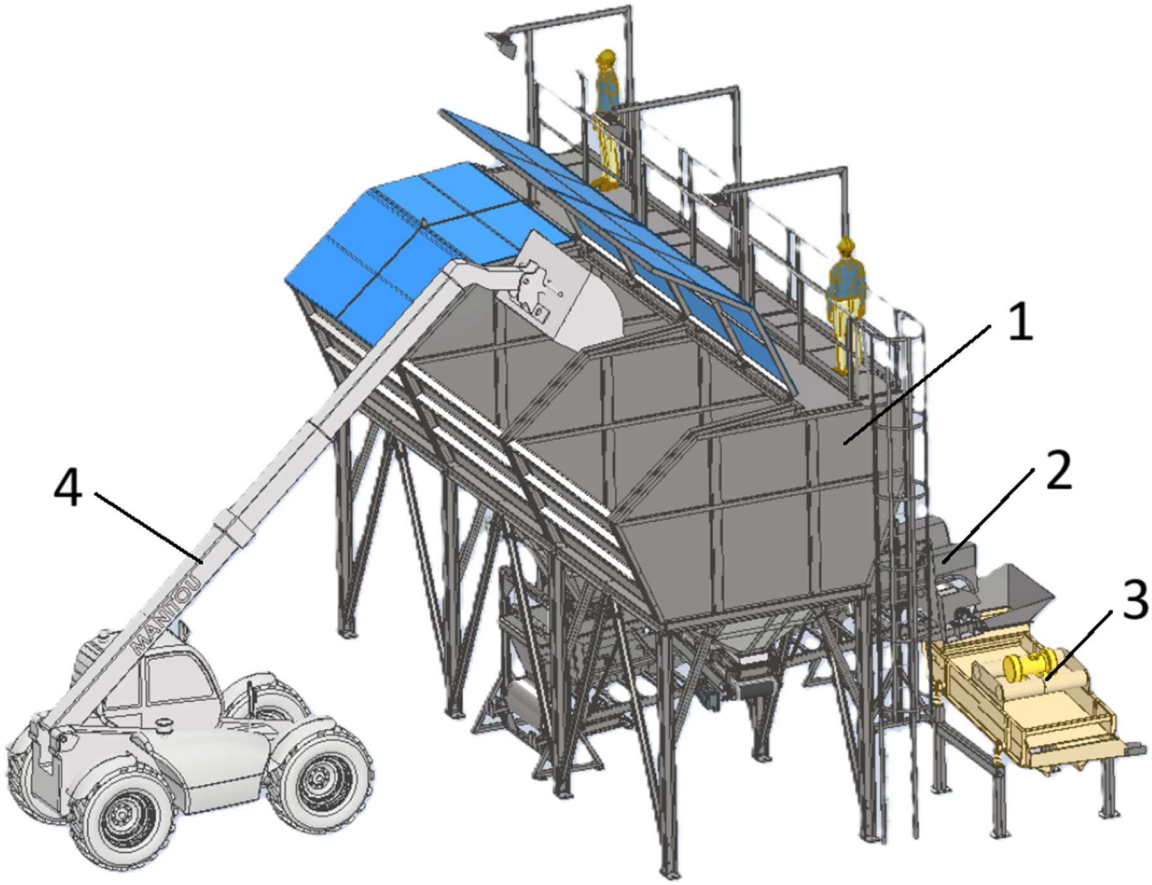
4. Skipový dopravník

5. Šnekové dopravníky barvy

6. Nosná konstrukce

7. Doprava čerstvého betonu na halu

**Příloha 3** Plnění a odběr z řadového zásobníku




*Zdroj: Arnošt, J; 2025 (Archiv Autora)*

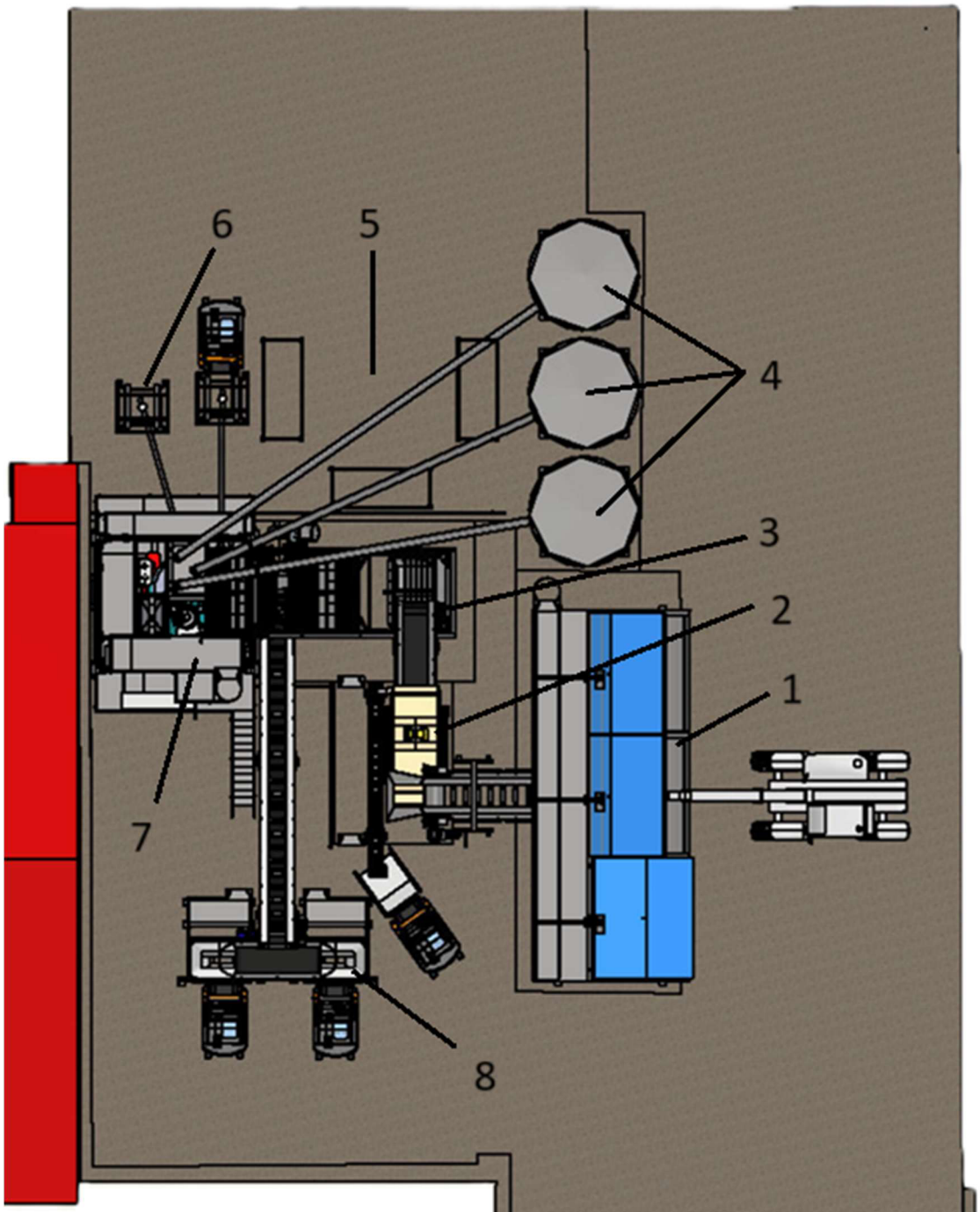
Popis: 1. Řadový zásobník

2. Vážící dopravník

3. Vibrační síto

4. Teleskopický manipulátor

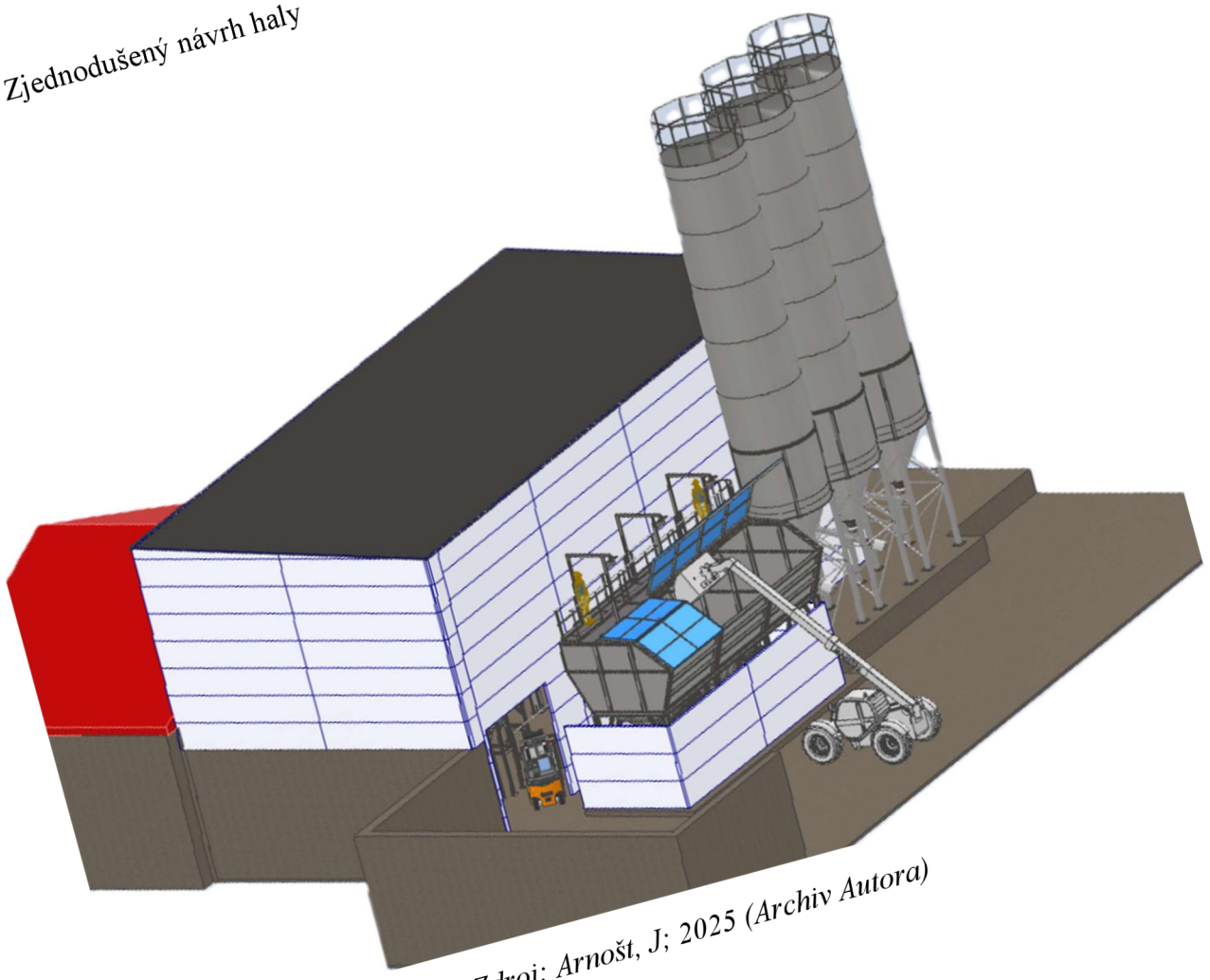
**Příloha 4** Navrhovaná betonárna




Popis:
1. Řadový zásobník
2. Vibrační síto
3. Skipový dopravník
4. Sila
5. Sklad barvy
6. Šnekové dopravníky barvy
7. Nosná konstrukce
8. Odběr mokrého betonu

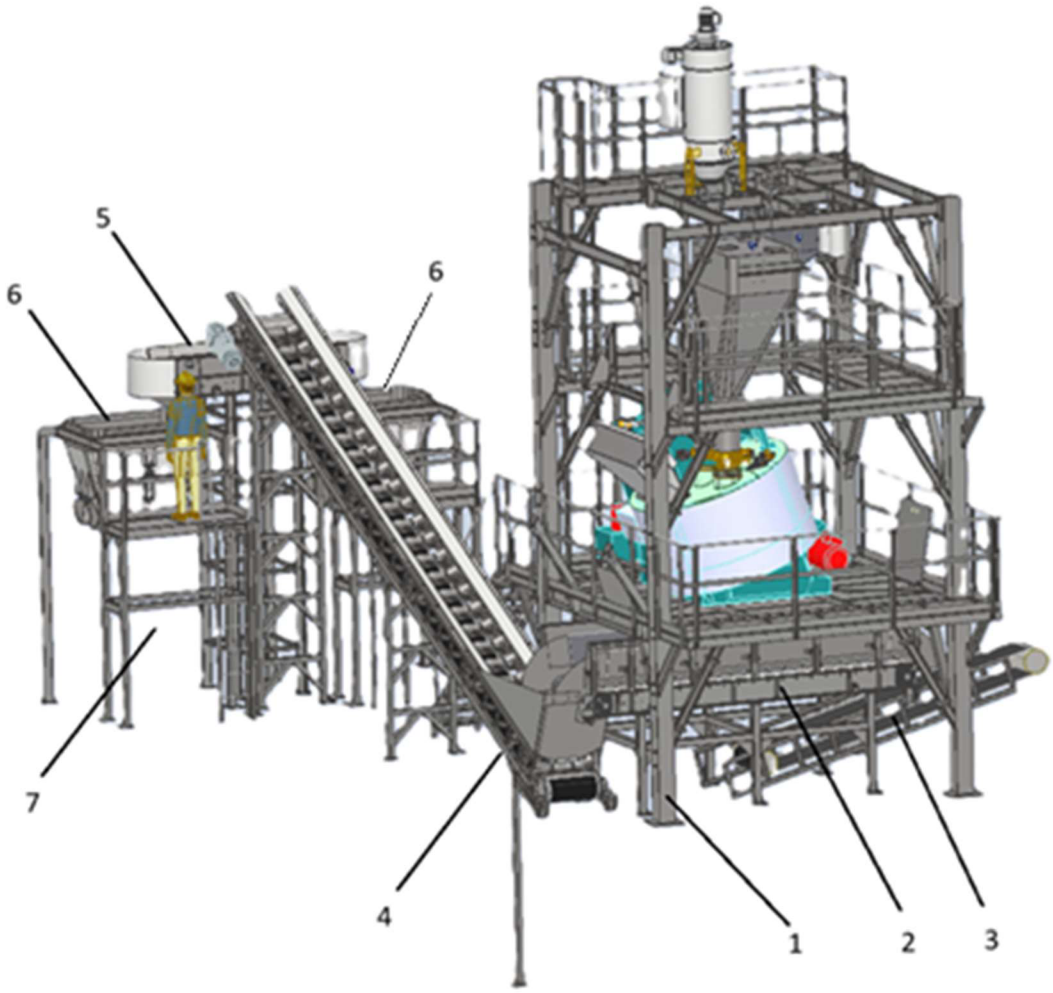
*Zdroj: Arnošt, J; 2025 (Archiv Autora)*

**Příloha 5** Zjednodušený návrh haly



Zdroj: Arnošt, J; 2025 (*Archiv Autora*)

**Příloha 6** Doprava čerstvého betonu




*Zdroj: Arnošt, J; 2025 (Archiv Autora)*

Popis:
1. Nosná konstrukce
2. Obousměrný pásový dopravník
3. Dopravník do výrobní haly
4. Dopravník pásový
5. Dopravník pásový obousměrný
6. Bádie
7. Odběrové místo