

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA STROJNÍ**

**Studijní program:** N0715A270011 - **Obrábění, aditivní  
technologie a zabezpečování kvality**

**Studijní specializace:** **Bez specializace**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Projekt racionalizace manipulace s materiálem**

**Autor:** Bc. Petr Skála

**Vedoucí práce:** Doc. Ing. Vladimír Duchek PhD.

Akademický rok 2023/2024

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2023/2024

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr SKÁLA**  
Osobní číslo: **S22N0007P**  
Studijní program: **N0715A270011 Obrábění, aditivní technologie a zabezpečování kvality**  
Téma práce: **Projekt racionalizace manipulace s materiálem**  
Zadávající katedra: **Katedra technologie obrábění**

## Zásady pro vypracování

1. Analýza současného stavu
2. Návrhy na zlepšení
3. Technické řešení manipulace včetně dispozičního řešení
4. Technicko – ekonomické zhodnocení
5. Logistika

Rozsah diplomové práce: **50 – 70 stran**  
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- Zelenka M., Král M.: Projektování výrobních systémů. Praha, ČVUT 1995.
- Miller A., Bureš M., Kurkin O., Pešl J.: Projektování výrobní základny – praktická a teoretická část. Plzeň, SmartMotion 2013.
- Zelenka A., Volf L., Poskočilová A.: Projektování výrobních systémů – Návody na cvičení. Praha, ČVUT 2009.
- Hlavenka B.: Projektování výrobních systémů. Brno, Vysoké učení technické v Brně 2005.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Vladimír Duchek, Ph.D.**  
Katedra technologie obrábění

Konzultant diplomové práce: **Ing. Martin Žákovec**  
LB MINERALS, s.r.o.

Datum zadání diplomové práce: **16. října 2023**  
Termín odevzdání diplomové práce: **24. května 2024**

L.S.

---

**Doc. Ing. Vladimír Duchek, Ph.D.**  
děkan

---

**Doc. Ing. Miroslav Zetek, Ph.D.**  
vedoucí katedry

## Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne: .....

.....

podpis autora

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval Doc. Ing. Vladimíru Duchkovi PhD. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování diplomové práce.

# ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Bc. Skála	<b>Jméno</b> Petr		
<b>STUDIJNÍ PROGRAM</b>	N0715A270011 - Obrábění, aditivní technologie a zabezpečování kvality			
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Doc. Ing. Duchek PhD.	<b>Jméno</b> Vladimír		
<b>PRACOVISŤE</b>	ZČU - FST - KTO			
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del><b>BAKALÁŘSKÁ</b></del>	<b>Nehodící se škrtněte</b>	
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Projekt racionalizace manipulace s materiálem			

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KTO	<b>ROK ODEVZD.</b>	2024
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

**POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)**

<b>CELKEM</b>	60	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	55	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	5
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<p style="text-align: center;"><b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b></p> <p><b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b></p>	<p>Cílem práce je návrh nového uspořádání skladu za pomoci uložení materiálu do paletových regálů a racionalizovat manipulaci s materiálem. Dalším bodem je návrh nového systému evidence materiálu a přístavby pro paletizačního robota.</p>
<p style="text-align: center;"><b>KLÍČOVÁ SLOVA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b></p>	<p style="text-align: center;">regál, automatizace, etikety, retrak, aplikátor, palety, evidence</p>

## SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Bc. Skála	Name Petr		
<b>STUDY PROGRAMME</b>	N0715A270011 Machining, Additive Technology and Quality Assurance			
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Duchek PhD	Name Vladimír		
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KTO			
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	<b>Delete when not applicable</b>	
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Material handling rationalisation project			

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	KTO	<b>SUBMITTED IN</b>	2024
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	60	<b>TEXT PART</b>	55	<b>GRAPHICAL PART</b>	5
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The aim of the work is to design a new warehouse layout by utilizing material storage in pallet racks and rationalizing material handling. Another point is the proposal of a new material tracking system and an extension for a palletizing robot.
<b>KEY WORDS</b>	rack, automation, labels, retrak, applicator, pallets, records

# Obsah

Úvod.....	13
1 Analýza současného stavu.....	14
1.1 Kaolínový lom Kaznějov .....	14
1.2 Kaolin .....	15
1.3 Zpracování kaolinu.....	16
1.4 Rozdělení do materiálových skupin .....	19
1.5 Současné skladovací prostory .....	19
1.6 Pytlová plnicí linka č. 1 .....	23
1.7 Pytlová plnicí linka č. 2.....	24
1.8 Big-bag stanice č. 1 .....	24
1.9 Big-bag stanice č.2 .....	25
1.10 Evidence materiálu.....	25
1.11 Export materiálu.....	27
1.12 Zhodnocení současného systému .....	28
1.12.1 Skladování materiálu.....	28
1.12.2 Evidence materiálu .....	29
1.12.3 Pokles teploty pod pracovní teplotu robota.....	29
2 Návrh na zlepšení .....	30
2.1 Skladování materiálu.....	30
2.1.1 Konvenční hluboké paletové regály .....	31
2.1.2 Vjezdové paletové regály (Drive-in / Drive Thru).....	32
2.1.3 Spádové paletové regály.....	34
2.1.4 Pallet Shuttel .....	35
2.2 Evidence materiálu .....	37
2.2.1 Způsoby značení palet.....	37
2.2.2 Způsob obsluhy .....	39
2.2.3 Způsob aplikace.....	40
2.2.4 Rychlost palety .....	40
2.3 Zateplená přístavba pro robota .....	41
3 Technické řešení.....	41
3.1 Technické řešení – Skladování materiálu.....	41
3.1.1 Varianta 1 – Konvenční paletový regály .....	43
3.1.2 Varianta 2 – Pallet Shuttle.....	46
3.1.3 Varianta 3 - Pallet Shuttle .....	50



3.1.4	Výběr nejvhodnější varianty .....	54
3.2	Technické řešení – Evidence materiálu.....	54
3.2.1	Linka L1, 2 .....	55
3.2.2	Linka B1, 2.....	56
3.3	Technické řešení – Přístavba pro robota .....	57
4	Investiční rozpočet, návratnost.....	61
4.1	Investiční rozpočet .....	62
4.1.1	Varianta 3 .....	62
4.1.2	Varianta 1 .....	63
4.2	Návratnost .....	63
4.2.1	Varianta 3 .....	63
4.2.2	Varianta 1 .....	65
4.2.3	Zhodnocení návratnosti .....	66
5	Závěr.....	66
6	Seznam použitých zdrojů .....	68
	Seznam příloh.....	70

## Přehled použitých zkratk a symbolů

Al	hliník
OH	hydroxid
Si	křemík
O	kyslík
C	uhlík
nm	nanometr
mm	milimetr
mg	miligram
LIFO	(First In First Out) způsob naskladnění a vyskladnění materiálu
FIFO	(Last In First Out) způsob naskladnění a vyskladnění materiálu
Ks	kusů
h	hodina
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
t	tuna
v	výška

## Seznam obrázků

Obr. 1: Kaolínový lom Kaznějov[1] .....	14
Obr. 2: Mapa území lomu a okolí .....	14
Obr. 3: Formy kaolínu [3] .....	15
Obr. 4: Schéma třístupňové hydrocyklóny [5] .....	17
Obr. 5: Technologické schéma zpracování kaolínu .....	18
Obr. 6: Současné skladovací prostory .....	19
Obr. 7: Dopravník L1, rampa, starší obalovací zařízení .....	20
Obr. 8: Uskladnění palet H1 .....	21
Obr. 9: Uskladnění big-bag pytlů v části přístavby P1 .....	21
Obr. 10: Uskladnění big-bag vaků P2 .....	22
Obr. 11: Nakládací rampa .....	22
Obr. 12: Automatická plnička pytlů L1 .....	23
Obr. 13: Automatická plnička pytlů L2 .....	24
Obr. 14: Násypka big-bag vaků B1 .....	24
Obr. 15: Násypka big-bag vaků B2 .....	25
Obr. 16 Značení kusového kaolínu .....	26
Obr. 17 Značení mletého kaolín .....	26
Obr. 18: Obr. 19: Napojení na komunikace .....	27
Obr. 20: Nedostatečné skladovací kapacity .....	28
Obr. 21: Evidence materiálu.....	29
Obr. 22: Vytápění prostorů robota .....	30
Obr. 23: Výška haly H1 a přístavby P1 .....	31
Obr. 24: Konvenční paletový regály [6].....	32
Obr. 25: Vjezdové paletové regály [6] .....	32
Obr. 26: Vjezdové regály LIFO [6].....	33
Obr. 27: Vjezdové regály FIFO [6] .....	33
Obr. 28: Spádové regály FIFO [6] .....	34
Obr. 29: Spádové regály LIFO [6] .....	35
Obr. 30: Pallet Shuttle [6] .....	36
Obr. 31: Pallet Shuttle – maximalizace využití [6] .....	36
Obr. 32: Ruční aplikátor [8] .....	38
Obr. 33: Automatický aplikátor [9].....	38
Obr. 34: Značení za pomoci robota [10] .....	39
Obr. 35: Současné schéma skladovacích prostorů .....	42

Obr. 36: Rozmístění materiálu z L1, 2/B 1, 2 .....	43
Obr. 37: Rozmístění materiálu Varianta 1 .....	44
Obr. 38: Konvenční paletové regály Jungheinrich [18] .....	44
Obr. 39: Retrak ETV C20 Jungheinrich [21] .....	45
Obr. 40: Layout varianta 1 .....	46
Obr. 41: Rozmístění materiálu Varianta 2 .....	47
Obr. 42: Pallet Shuttle Jungheinrich [19] .....	48
Obr. 43: Vozík Shuttle Jungheinrich [18] .....	48
Obr. 44: Layout varianta 2 .....	50
Obr. 45: Rozmístění materiálu Varianta 3 .....	51
Obr. 46: Vysokozdvížený vozík Jungheinrich EFG 320 [20] .....	52
Obr. 47: : Layout varianta 3 .....	53
Obr. 48: Paletový aplikátor PA [9] .....	56
Obr. 49: Termotransferová tiskárna Zebra ZR411 [14] .....	56
Obr. 50: Datový terminál Zebra MC3300 [15] .....	57
Obr. 51: Vizualizace přístavby pro paletizační robot .....	58
Obr. 52: Vratová clona [16] .....	58
Obr. 53: Překrytí jednotlivých lamel [17] .....	59
Obr. 54: Průmyslová lamelová clona [17] .....	59
Obr. 55: Průmyslová vrata Efaflex MS [22] .....	59
Obr. 56: Vizualizace průchodu dopravníků a umístění lamelových clon .....	60
Obr. 57: Layout přístavba .....	61

## Seznam tabulek

Tab. 1: Současné kapacity .....	41
Tab. 2: Kapacita skladu Varianta 1 .....	45
Tab. 3: Náklady na vybavení Varianta 1 .....	45
Tab. 4: Kapacita skladu Varianta 2 .....	49
Tab. 5: Náklady na vybavení Varianta 2 .....	49
Tab. 6: Kapacita skladu Varianta 3 .....	52
Tab. 7: Náklady na vybavení Varianta 3 .....	53
Tab. 8: Hodnocení variant .....	54
Tab. 9: Náklady na vybavení evidence materiálu .....	57
Tab. 10: Náklady na stavbu .....	60
Tab. 11: Rozpočet na jednotlivé části .....	62
Tab. 12: Celkové investiční náklady Variant 3 .....	62
Tab. 13: Rozpočet na jednotlivé části .....	63
Tab. 14: Celkové investiční náklady Varianta 1 .....	63
Tab. 15: Výpočet odpisů .....	64

## Úvod

Diplomová práce se zabývá možnostmi racionalizace manipulace s materiálem a dalšími souvisejícími procesy a problémy, které jsou s tímto tématem spojeny. Diplomová práce je zhotovena ve spolupráci s firmou LB Minerals s.r.o., která se zabývá těžbou kaolinu, a to na základě zájmu o návrh nového uspořádání skladu za účelem rozšíření kapacit, napojení skladu na ERP systém za pomoci etiket a navržení přístavby pro paletizačního robota, která by pomohla vyřešit problém s teplotou v chladných měsících, v důsledku čehož dochází k opakovaným odstávkám, kdy teplota klesá až pod pracovní teplotu robota.

V této práci bude nejprve popsán současný stav skladování materiálu, kdy zde budou popsány plnicí linky a parametry skladovacích hal a přístaveb, které ovlivňují současný systém skladování. Dále bude řešen současný způsob evidence materiálu, který vyžaduje nadměrné množství administrativních úkonů, aby byla zajištěna alespoň částečná aktuálnost v systému SAP. Cílem této práce je nejprve navrhnout nové dispoziční řešení skladu za pomoci využití regálového systému, a tím jednak zvětšit kapacity skladu, ale také zajistit lepší přehlednost a manipulovatelnost s materiálem. V současné době využívá společnost LB Minerals s.r.o. pro skladování dvě haly, kdy jako podnět pro tvorbu nového uspořádání skladu je především potřeba uvolnění jedné ze stávajících skladovacích hal, která je pro účel skladování nevhodná a měla by najít do budoucna jiné využití. Druhým důvodem je, že již v současné době jsou kapacity při zvýšené poptávce nedostatečné. Další téma, kterým se tato diplomová práce bude zabývat je navržení nového systému značení a evidence palet, kdy v současné době se využívá značení pouze ručním vypsáním základních parametrů na papír a jeho vložení pod fólii palety s materiálem. Hlavním přínosem nového systému značení by mělo být zjednodušení všech administrativních úkonů, které jsou s tímto procesem v současné době spojeny a zajištění aktuálních informací v ERP systému SAP. Nový systém značení by měl umožňovat sledování data výroby jednotlivých položek, čímž by se dalo předcházet degradaci materiálu v důsledku stáří, kdy hlavním činitelem negativně ovlivňující vlastnosti materiálu je vlhkost. Posledním tématem práce bude navržení přístavby pro paletizačního robota, která by měla vyřešit problémy s neplánovanými odstávkami robota v důsledku nízkých teplot v chladných měsících.

Mezi cíle této práce patří:

- Návrh nového dispozičního řešení skladovací haly a navržení regálového systému za účelem zvětšení současné kapacity haly.
- Návrh nového systému značení palet s materiálem a zajištění napojení na ERP systém SAP s cílem snížení současných administrativních nároků.
- Návrh přístavby pro paletizačního

Pro tvorbu vizualizací dispozičních řešení byl použit software visTABLE, pro tvorbu výkresů byl použit program AutoCAD.

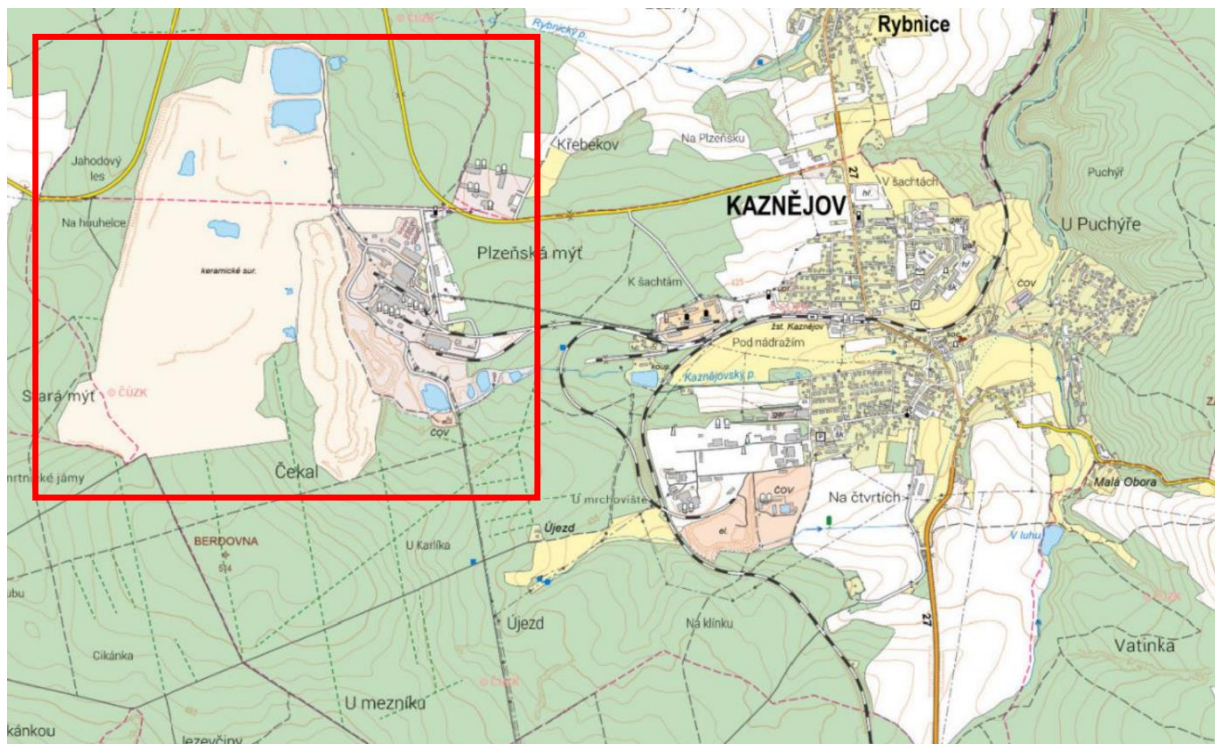
# 1 Analýza současného stavu

## 1.1 Kaolínový lom Kaznějov



Obr. 1: Kaolínový lom Kaznějov[1]

Kaolínový lom Kaznějov patří pod společnost LB Minerals s.r.o., která je součástí koncernu LASSESBERGER a patří mezi významné dodavatele surovin ve střední Evropě. V Plzeňském kraji se pak nachází tři významné lomy společnosti LB Minerals s.r.o., a to kaolínový lom Horní Bříza, Chlumčany a Kaznějov. Tento lom se nachází nedaleko města Kaznějov, které leží přibližně 12 km severně od Plzně a jedná se o největší kaolínový lom ve střední Evropě. Historie kaolínového lomu Kaznějov sahá na počátek 19. století, kdy roku 1904 zde byla započata těžba. Současnou podobu lomu a jeho umístění, které je znázorněno červeně, lze vidět na obrázku 1 a 2. [1]

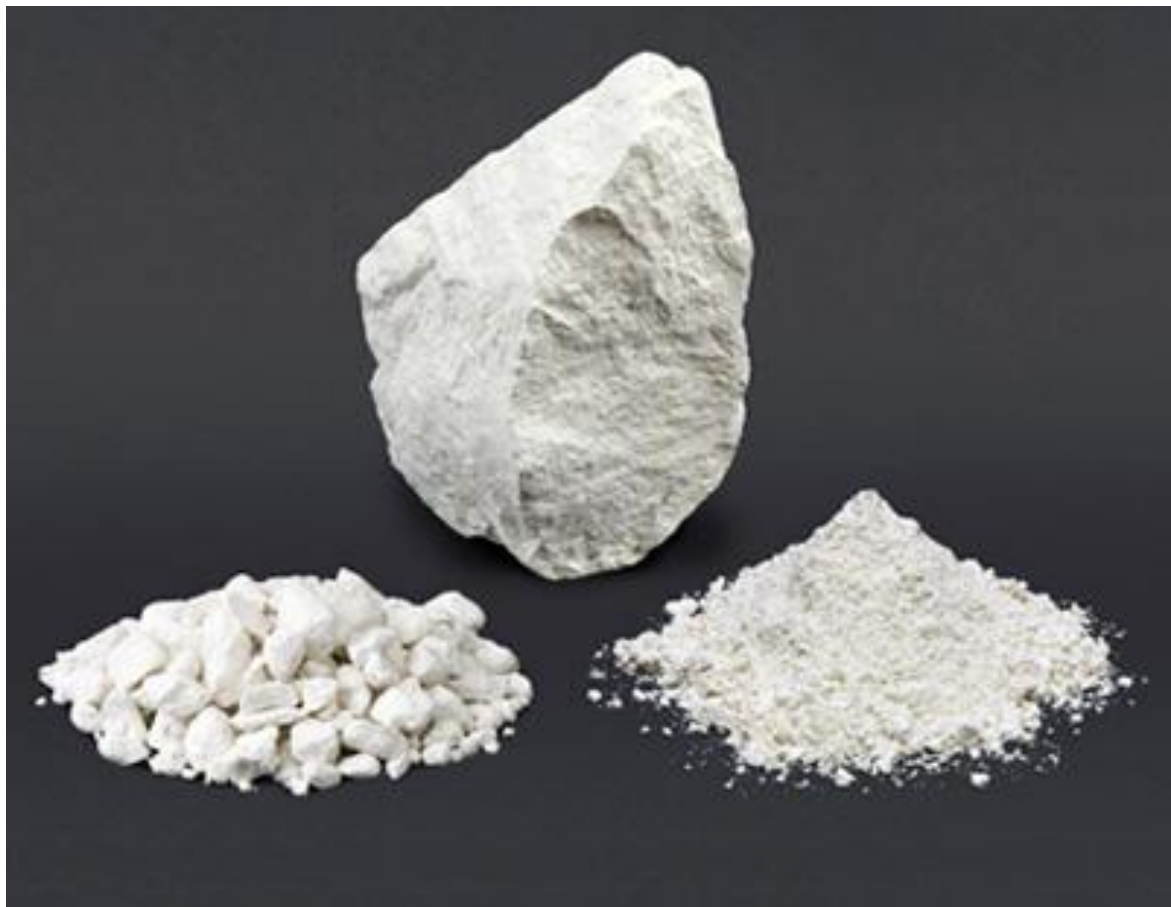


Obr. 2: Mapa území lomu a okolí

## 1.2 Kaolin

Kaolin, složený z minerálu kaolinitu a drobných křemenných zrn, má své vlastnosti ovlivněny obsahem těchto zrn, což se projevuje zejména na viskozitě. V průmyslové praxi se termín "kaolin" používá také pro horniny, které mají pouze 10 až 15 % jílového podílu. Je to minerál sedimentárního původu, který vzniká buď procesem zvětrávání hornin bohatých na živec, kdy pozitivními faktory jsou teplota, vlhkost a kyselé prostředí, nebo hydrotermálním rozkladem živcových hornin. Například ložisko v Kaznějově vzniklo z arkózových hornin kladenského souvrství v plzeňské pánvi, kde arkóza představuje sedimentární horninu obsahující více než 25 % nestabilních zrn, jako jsou živce, muskovit a úlomky hornin. [2]

Minerál s chemickou značkou  $\text{Al}_4(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{O}_{10}$  je zařazen mezi tzv. jílové minerály. Jeho struktura je složena z jedné tetraedrické a jedné dioktaedrické sítě, které společně tvoří vrstvu s triklinickou krystalizační symetrií a silou 0,7 nm. Velikost krystalů se obvykle pohybuje v řádu několika setin nano-metru. Kaolinit se nachází v téměř všech geologických prostředích, a jeho vznik je spojen s nízkým pH (4) a vysokou aktivitou hliníku. Vzniká rozkladem živců, slíd, sopečného skla nebo transformací montmorillonitu a dalších jílových minerálů. [2]



Obr. 3: Formy kaolínu [3]

Kaolin je obecně považován za bezpečný, avšak může způsobit mírné podráždění kůže nebo sliznic. Produkty obsahující kaolin mohou také obsahovat stopy krystalického křemene, který je známým karcinogenem při vdechování.



V USA stanovil Úřad pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci (OSHA) zákonem stanovený limit (přípustný expoziční limit) pro expozici kaolinu na pracovišti jako 15 mg/m<sup>3</sup> celkové expozice a 5 mg/m<sup>3</sup> respirační expozice během 8hodinového pracovního dne. Národní institut pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci (NIOSH) doporučil expoziční limit (REL) na 10 mg/m<sup>3</sup> celkové expozice a 5 mg/m<sup>3</sup> respirační expozice během 8hodinového pracovního dne. [4]

### 1.3 Zpracování kaolinu

Těžba kaolinu probíhá selektivně – to znamená, že na základě vrtů do rozvědky se zjišťuje, jaká kvalita se vyskytuje v jednotlivých částech lomu. Kde bude těžba probíhat se určuje na základě použití vytěženého materiálu. Kaolin se využívá v různých odvětvích a v každém je zapotřebí jiná čistota a kvalita suroviny. Kaolin se hojně využívá zejména při výrobě keramiky, papíru, nátěrových hmot a skelných vláken. Například pro skelná vlákna je důležité sledovat chemické složení obsahu oxidu železa, draslíku, hliníku a křemíku. U kaolinu pro nátěrové hmoty a papír se hlídají spíše optické vlastnosti jako je bělost, sytost, odstín a ryzost. Kaolinový lom Kaznějov disponuje čtyřmi rozplavovacími linkami – A,B,C,D. Linky A,B jsou využity převážně pro vytěženou surovinu, kde se hlídá chemické složení a linky C,D pro surovinu, kde se hlídají převážně optické vlastnosti. Vytěžená surovina potřebuje mnoho úprav, aby bylo umožněno následné zpracování na finální produkt. Průměrná rychlost jedné linky je 70 – 75 tun materiálu za hodinu.

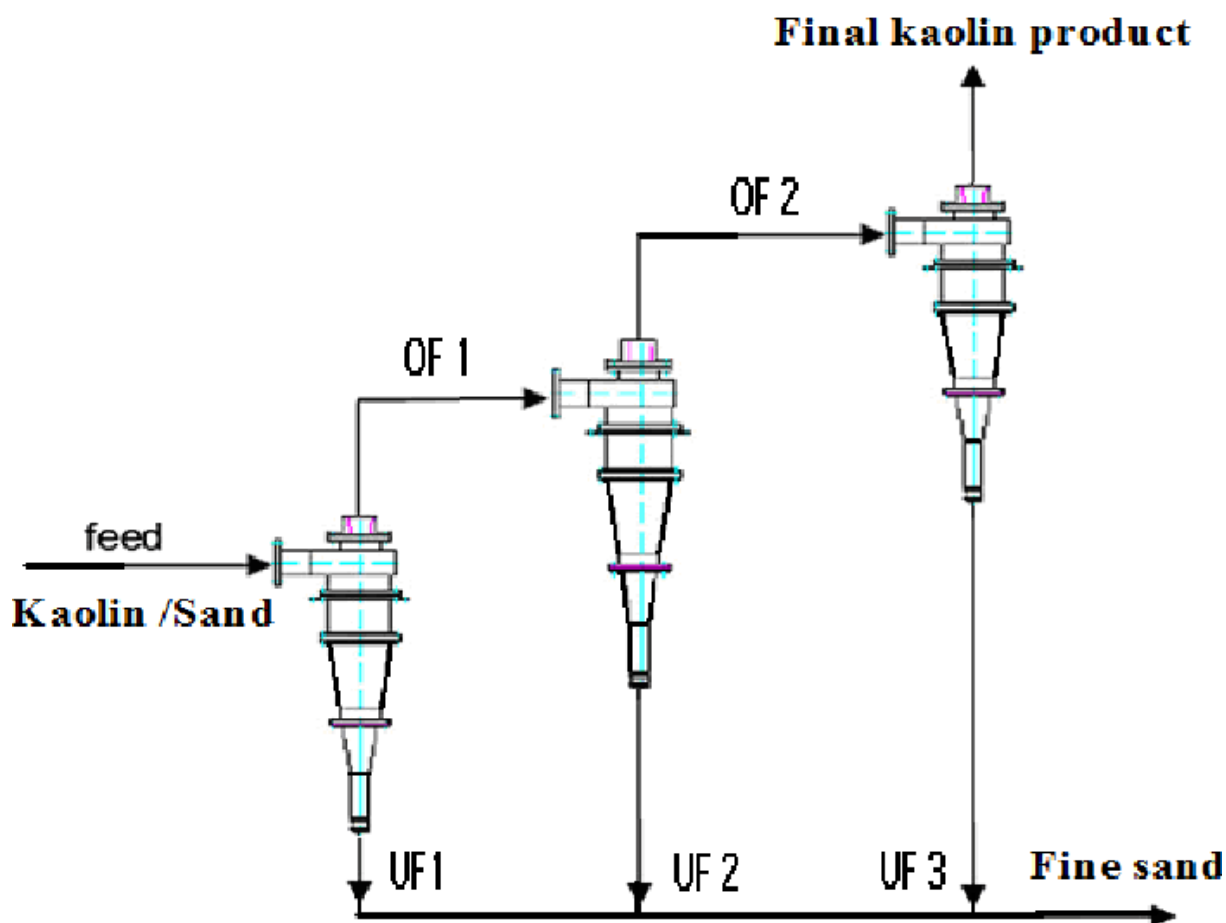
Prvním stupněm úpravy vytěžené suroviny je drcení za pomoci kladivových drtičů, které zajistí rozbití nejhrubších struktur. Surovina následně putuje do plavících strojů bavarie. Zde dojde k přidání vody k vytěžené surovině, což má za následek rozpojení suroviny a dochází k odtržení jemného a hrubého kameniva. Bavarie je buben, který se otáčí a po obvodu bubnu je síto, kterým propadne vše co má menší průměr než 12 mm. Zbylé kamenivo většího průměru je odváděno na kamenovou linku, kde je následně tříděno dle velikosti. Po rozplavení je získána kaolinová suspenze, zbavená hrubého kameniva. Následně je třeba vytržít příměsi nejjemnějšího kameniva, které má maximální průměr 1 mm. Třídění probíhá na vynášecím kole, což je korečkový vynášec, který vynáší ze suspenze nejjemnější kamenivo. Další stupeň třídění probíhá v hydrocyklonech o průměru 350 mm, které mají za úkol vytržít zbytky hrubších frakcí, které se nepodařilo zachytit předešlými operacemi. Následují hydrocyklony o průměru 150 mm, které slouží k odtržení hrubších kaolinových příměsí, jelikož finální výrobek musí mít maximální velikost zrna 63 mikronů. Následují hydrocyklony o průměru 50 mm a zde již dochází k úpravě zrnitosti, abraze a jiných vlastností. Schéma průchodu kaolinu hydrocyklony viz. Obr. 4. Na konci tohoto procesu má 50 – 60% materiálu zrnitost pod 2 mikrony – kdy tato specifikace je obecný požadavek zákazníků.

Po výše popsaných stupních třídění následuje proces odvodňování. Prvním stupněm odvodňování je sedimentace. Každá z linek má své sedimentační zařízení. Sedimentační zařízení ve formě nádrže se nazývá pasavant. Pasavant je obdélníkový bazén, do kterého je čerpána suspenze. Do suspenze je přidáván organicky flokulant, který na sebe váže částičky kaolinitu a tyto flokule následně klesají v sedimentačním bazénu ke dnu. V zadní části má bazén hloubku 3 m a v přední části bazénu, kde je výpusť a odebírá se zde sedimentovaný materiál, má hloubku 8 m. Suspenze, která vstupuje do procesu na začátku, má hustotu 40 – 50 gramů v litru. Po procesu zahuštění má suspenze hustotu 300 – 350 gramů v litru. Sedimentace v těchto zařízení je kontinuální, což znamená, že zároveň je do sedimentéru kal čerpán a ze sedimentéru odebírán. Ze sedimentačních nádrží se materiál přečerpává do tzv. homogenizačních nádrží. Zde jsou rozděleny nádrže do jednotlivých skupin, které jsou tvořeny dle finálního použití produktu. Z těchto nádrží se odebírá materiál pro chemickou analýzu a je zde možno materiály z různých nádrží smíchat, aby odpovídaly finálním

požadavkům zákazníka. Dalším stupněm odvodňování je kao-lisování a sušení. Každá z linek má opět svůj kao-lis a sušárnu. Nejprve probíhá lisování na komorových kao-lisech, což je hydraulické zařízení, do kterého je vháněna suspenze, kdy filtrační tkanina propustí vodu a kaolin je zachytáván a lisován do obdélníkových desek o průměru 3,5 cm. Obsah vody vzniklé desky je 30 %. Deska je následně dělena na menší kousky a prochází tzv. nudličkovačem, což je síto, kterým je materiál promačkáván a vzniká kaolin ve formě nudliček. Tyto nudličky pak prochází sušárnou, která má třístupňový pás, kdy materiál projde procesem sušení 3x. Do sušárny je vháněn teplý vzduch o teplotě 280 °C. Po průchodu sušárnou je vlhkost materiálu 10 – 12 %. Ze sušáren je materiál dopravován do skladovacích sil pomocí elevátorů a korečkových dopravníků. Těchto sil se zde nachází 10 a jsou opět rozděleny dle využití materiálu. Z těchto sil lze materiál přímo expedovat na kamiony nebo materiál dále prochází přes sušící mlýny, neboli atritory. Přes sušící mlýny prochází materiál, který je určen především do sklených vláken. Tento materiál je v sušícím mlýnu semlet na velmi jemný prášek a následně je přefoukáván do expedičních sil. Z těchto sil lze materiál expedovat v cisternách.

Druhým způsobem expedice je v papírových pytlích nebo ve velkoobjemových big-bag vacích.

Celý technologický postup je detailněji rozkreslen viz. Obr. 5.



Obr. 4: Schéma třístupňové hydrocyklóny [5]



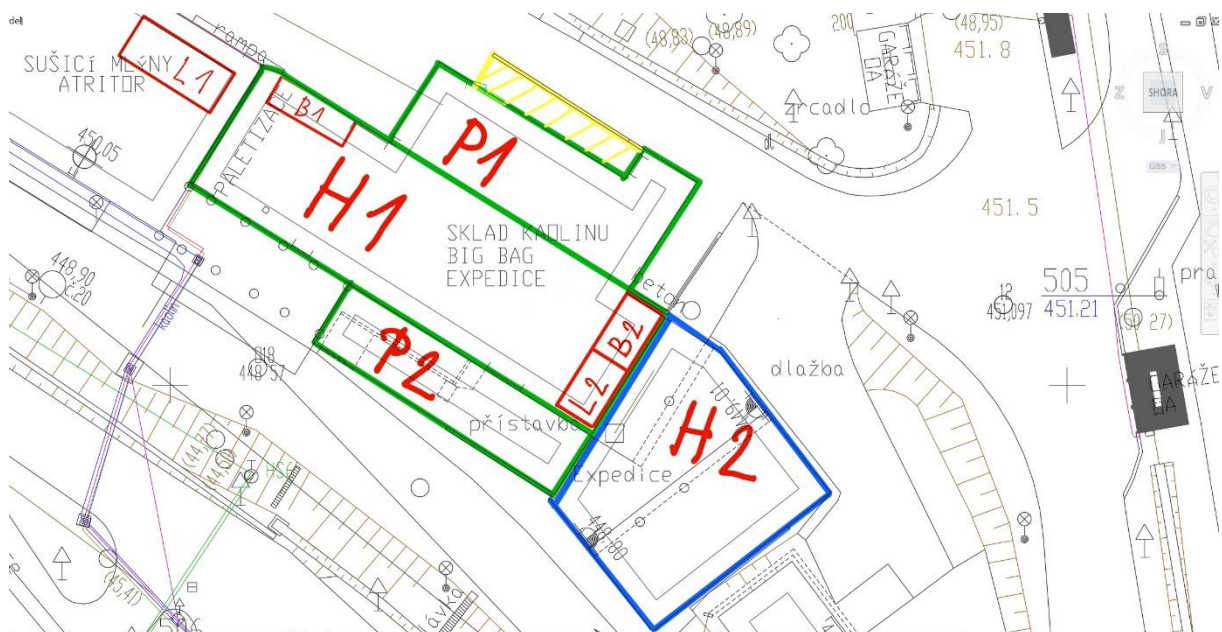
## 1.4 Rozdělení do materiálových skupin

Kaolín je klasifikován do několika materiálových skupin v souladu s jeho fyzikálními a chemickými vlastnostmi. Prvním kritériem klasifikace je, zdali se jedná o kusový nebo mletý kaolin. Kusový kaolin putuje dopravníky rovnou z kaolinových sil a lze jej následně plnit do papírových pytlů nebo do velkoobjemových big-bag vaků. Tato plnicí linka se nachází viz. Obr. 6 a je značena jako L2, B2. Kusový kaolin je následně možné rozdělit do skupin dle chemického složení a dalších vlastností na materiál označený: SPEXF, GII, KNN, SP86F, SPEX, SPEXFCG.

Mletý kaolin je nutno nejprve vysušit v sušících mlýnech a jeho následné plnění do pytlů a big-bag vaků probíhá v hale se sušícími mlýny a na začátku haly H1, kdy stanoviště jsou vyznačeny viz. Obr. 6 - L1, B1. Mletý kaolin se následně dělí dle chemického složení a dalších vlastností na materiál označený: KKA KA, KKA F, KKA HB.

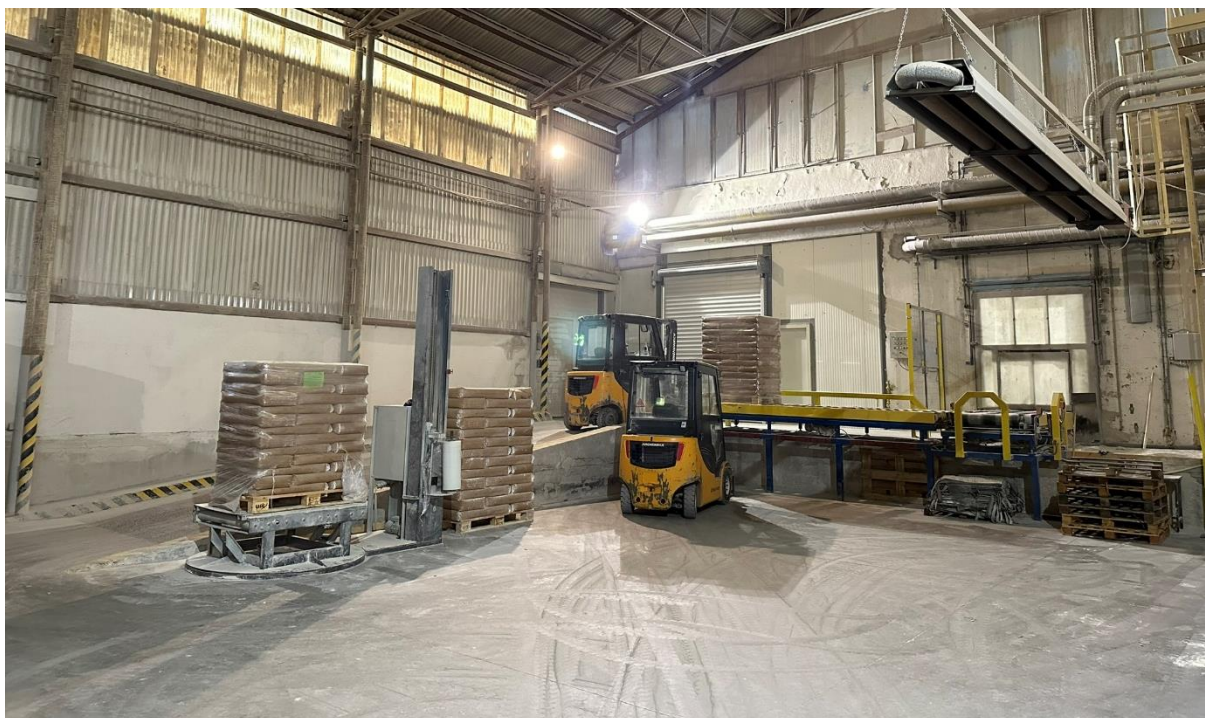
## 1.5 Současné skladovací prostory

Současné skladovací prostory lze rozdělit do dvou hlavních hal. První hala (orámována zeleně a značená jako H1 – viz. obr. 6) byla první skladovací halou závodu. Jelikož se v průběhu času měnily požadavky jak z kapacitních, tak logistických důvodů, nachází se zde dvě přístavby (značené P1 a P2 – viz. Obr. 6). Na první halu navazuje novější hala (orámována modře a značena H2 – viz. Obr. 6).



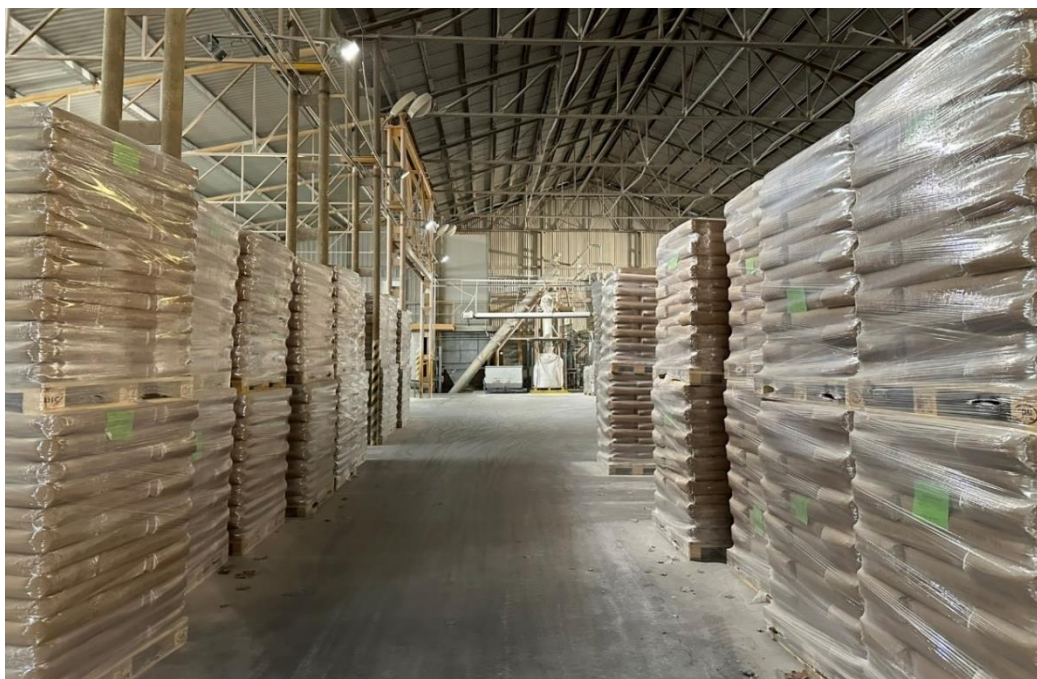
Obr. 6: Současné skladovací prostory

První hala začíná velkými vstupními vraty, jimiž prochází válečkový dopravník, který vede z linky L1. Válečkový dopravník slouží k přesunu již zkompletovaných palet z linky L1 do skladovacích prostorů první haly. Současný dopravník umožňuje přípravu tří palet v řadě pro následný odběr vysokozdvížným vozíkem. Vedle vrat se nachází průchod pro pracovníky, na který navazuje nakládací rampa pro vysokozdvížný vozík. Přílehlé prostory slouží k manipulaci s paletami a začíná zde proces uskladnění pytlů z první pytlivé linky. V přílehlém prostoru se v pravé části nachází starší typ obalovacího zařízení, které slouží k obalení palety fólií při případné poruše nebo při chybě automatického obalovacího zařízení linky L1 viz. Obr. 7.



**Obr. 7: Dopravník L1, rampa, starší obalovací zařízení**

V pravé části haly je umístěna násypka pro plnění big-bag vaků, která umožňuje plnění až pěti vaků současně. Na opačném konci haly, kde na halu H1 navazuje hala H2, se nachází prostor vyhrazený pro balení kusového kaolinu, kde nalezneme automatickou pytlovací linku L2 a násypku pro plnění big-bag vaků B2. Zbývající plochy haly jsou vyhrazeny výhradně pro uskladnění a manipulaci s materiálem. Pro skladování kaolinu jsou zde implementovány dvě možnosti, které se liší v závislosti na požadavcích zákazníka. První metodou je ukládání kaolinu do papírových pytlů, typicky o váze 25 kg. Druhou metodou je ukládání kaolinu do big-bag vaků, jejichž běžná váha činí 750 kg. Palety s pytli a vaky jsou uspořádány do řad po obou stranách haly. Jednotlivé druhy materiálu a zakázky jsou odděleny uličkami, které slouží jak k jejich rozdělení, tak i k lepší následné manipulaci. Nejširší ulička, přibližně uprostřed haly, slouží jako hlavní ulička průchozí celou délkou haly. Palety jsou stohovány dvě na sobě za účelem lepšího využití prostoru. Výdej materiálu probíhá ze středu haly směrem k jejímu okraji. Jedna řada obsahuje 13 palet v řadě, přičemž jsou stohovány po dvou paletách na sobě - celkově tak jedna řada obsahuje 26 palet, což odpovídá kapacitě jednoho plně naloženého kamionu. Díky tomuto systému lze udržet alespoň částečný přehled o délce pobytu palet ve skladu. V současné době je ve skladu zaměstnáno 6 pracovníků, kdy je plně v kompetenci skladníků hlídat rozmístění a stáří palet s materiálem. To může mít za následek nepravidelnou cirkulaci materiálu ve skladu, což může vést k degradaci materiálu především vlivem vlhkosti. Současnou podobu skladování palet s pytli lze vidět na obrázku 8, kde vlevo lze spatřit nižší prostor přístavby P1 a v pravé části je možno vidět halu H1.



**Obr. 8: Uskladnění palet H1**

Big-bag vaky jsou skladovány v těsné blízkosti na paletách, které jsou umístěny přímo na podlaze. Hlavní skladovací oblast pro big-bak vaky se nachází ve vedlejších přístavbách označených jako P1 a P2 viz. Obrázek 9, 10. Jak je patrné především z obrázku 10, místy dochází k přehlcení skladovací plochy a vyčerpání její kapacity. Z důvodu nedostatečné kapacity je občas nutné umístit big-bag vaky i před samotný sklad, aby bylo možné uspokojit veškeré zakázky ve stanovené termíny. Aby se minimalizovalo riziko navlhnutí materiálu, což je nežádoucí jev, jsou používány pytle vybavené vnitřní nepromokavou fólií, která chrání materiál před vlivem povětrnostních podmínek. Nevýhodou tohoto uskladnění je jednak vyšší cena těchto vaků, ale také následná manipulace, jelikož se značně prodlouží manipulační vzdálenost jak při uskladnění materiálu, tak při exportu materiálu do kamionu.



**Obr. 9: Uskladnění big-bag pytlů v části přístavby P1**



**Obr. 10: Uskladnění big-bag vaků P2**

Když došlo k rozšíření stávající haly H1 o přístavbu P1 a P2, byla vystavěna i nová nakládací rampa pro kamion viz. Obr. 11. Její umístění je vyznačeno na obrázku 6, kde je nakládací rampa orámována a vyšrafována žlutou barvou.



**Obr. 11: Nakládací rampa**

Druhá hala (označená modře jako H2 – viz. Obr. 6) je propojena s první halou vraty a slouží k uskladnění materiálu produkovaného linkou L2. Tato hala je nižší a zachovává koncept skladování, který je využíván v hale H1. Do budoucna by měla hala H2 sloužit převážně k jiným účelům, než je skladování materiálu, tudíž je žádoucí přesunout uskladněný materiál do haly H1.

## 1.6 Pytlová plnicí linka č. 1

První pytlová plnicí linka je umístěna v prostorech před první halou. Jedná se o halu, kde se nachází sušící mlýny a vzniká zde mletý kaolin. Pytle jsou plněny na pytlovačce HAVER INTEGRA® IVTs 3. Jedná se o tří-pozicovou pytlovačku s automatickým podavačem pytlů a výkonem cca 300 pytlů/hod (dodavatel HAVER & BOECKER OHG). Tok materiálu je zajištěn dopravníkem, který zajišťuje i jiné nezbytné funkce (viz. Obr. 12). Aby bylo dosaženo optimálního tvaru pro následné skládání pytlů na paletu, nachází se zde „válcovací“ stolice na pytle, která zajišťuje optimální tvar pytlů a jejich bezproblémové skládání na paletu. Dále jsou pytle váženy, aby bylo zamezeno chybným dávkám pytlů, které nesplňují hmotnostní limity. Tyto pytle jsou následně robotem vyřazeny na předem určenou paletu, kdy materiál z pytlů lze opětovně použít. Dalším pracovištěm je robotická paletizace pytlů včetně automatického podavače palet, které zajišťuje robot od firmy Kuka. Paleta je následně lehce stlačena na automatickém lisu, aby bylo dosaženo ideálního tvaru pro snadnější skladování a následně automaticky ovinuta fólií. Poté je paleta dopravena pomocí dopravníku do prvního skladu a je připravena na odběr pomocí vysokozdvížného vozíku.



Obr. 12: Automatická plnicí linka pytlů L1



## 1.7 Pytlová plnicí linka č. 2

Druhá pytlová linka se nachází v zadní části první haly. Tato linka je určena pro tzv. kusový kaolin. Pytle jsou plněny na automatické pytlovače od dodavatele VELS vážící elektronické systémy s.r.o. Jedná se o dvou-pozicovou pytlovačku s automatickým podavačem pytlů, výkon cca 210 pytlů/hod viz. Obr. 13. Pytle jsou následně opět váženy na dopravníku a skládány robotem Kuka. Na konci je automatické pracoviště pro ovin palet od společnosti Ekobal. Následuje odběr vysokozdvížným vozíkem a uskladnění palet. Pro uskladnění materiálu z této linky je využívána především přístavba P1 případně hala H2 viz. Obr. 6.



Obr. 13: Automatická plnička pytlů L2

## 1.8 Big-bag stanice č. 1

Na vstupu do haly H1 je umístěna stanice pro plnění big-bag vaků s mletým kaolinem, která umožňuje plnění až pěti vaků současně (viz. Obr. 14). Tato stanice se skládá z násypky, odkud je kaolin přepravován nad jednotlivé plnicí otvory pomocí šnekového dopravníku. Kromě toho jsou zde vážené podstavy s přídatným závěsným rámem, na který je uchycen plněný vak pomocí ok. Palety s big-bag vaky jsou následně umístěny především do přístavby P1, kdy při vyčerpání kapacit je možné využít i přístavbu P2.



Obr. 14: Násypka big-bag vaků B1

## 1.9 Big-bag stanice č.2

V zadní části haly, vedle linky L2 pro plnění pytlů, se nachází druhá stanice pro plnění big-bag vaků, která je určena pro kusový kaolin (viz. Obr. 15). Tato stanice se skládá z násypky, odkud je kaolin přepravován do plnicího otvoru pomocí šnekového dopravníku. Kromě toho je zde také vážená podstava s přídatným závěsným rámem, na který je uchycen plněný vak pomocí ok. Palety s big-bag vaky z linky B2 jsou uskladňovány do prostorů přístavby P2, v případě vyčerpání kapacit je možno uskladnit malé množství do haly H2.



Obr. 15: Násypka big-bag vaků B2

## 1.10 Evidence materiálu

V současné době není implementován žádný systém pro řízení skladu, který by jednoznačně stanovil postupy pro uspořádání a správu skladovaného materiálu. Sklad nedisponuje regálovým systémem a není stanoveno pevné místo pro umístění jednotlivých materiálů, pouze se dbá na udržení průchodu uprostřed haly. Plánování umístění materiálů je tak plně v kompetenci obsluhy vysokozdvizných vozíků, která zároveň zajišťuje obsluhu plnicích zařízení. Jak již bylo výše zmíněno kaolin je materiálem, kterému nesvědčí dlouhé setrvání na skladě a z tohoto důvodu je absence jakéhokoliv systému problematická. V případě náhlého výpadku vícero pracovníků, například z důvodu nemoci, by tak mohl nastat problém s dalším řízením skladu. V takovém případě by bylo časově náročné dohledat jednotlivé položky a data výroby, což by mohlo vést k částečnému zpomalení operací skladu. Také by se obtížně předával systém dalším případným nástupcům.

Aby byl udržován alespoň částečný přehled o uskladněných položkách ve skladu, jsou palety označovány zelenými předtištěnými etiketami, kde lze najít také alespoň základní informace jako je označení materiálu, datum výroby, hmotnost a zodpovědná osoba. Největší nevýhodou je nutnost ručního vyplňování každého štítku, které je časově náročné. Ve skladu jsou použity

dva různé způsoby označení: první je určen pro kusový kaolin (viz. Obrázek 16), druhý pro mletý kaolin (viz. Obrázek 17).

Pracovníci jsou nuceni vést v průběhu směny záznam, na kterém si zaznamenávají počet naplněných papírových pytlů a big-bag vaků. Tyto záznamy jsou následně předány do kanceláře, kde administrativní pracovníci musí ručně přepsat údaje do informačního systému SAP, aby bylo možné zajistit alespoň částečnou aktuálnost informací o materiálu na skladě.

The image shows a green label for piece kaolin. At the top left is the logo 'LB MINERALS'. At the top right is the company name 'LB MINERALS, s.r.o.' with address 'pracoviště Kaznějov 331 51 Kaznějov Česká republika'. The product name is 'SPEXF, GII, KKN, SP86F, SPEX, SPEXFG'. The quantity is '21 40'. The production date is '21. 11. 23'. The label also includes instructions 'Skladovat v suchu! Dry-store! Im Trocken lagern!' and 'Palety nelze stohovat! Pallets are unstackable! Die Paletten sind nicht zu stapeln!'. Contact information 'e-mail: minerals@cz.lasselsberger.com' and 'www.lb-minerals.cz' is at the bottom. A small reference number '30 - 012 - 03b - verze 03 z 01.08.2010' is in the bottom left corner.

Obr. 16 Značení kusového kaolínu

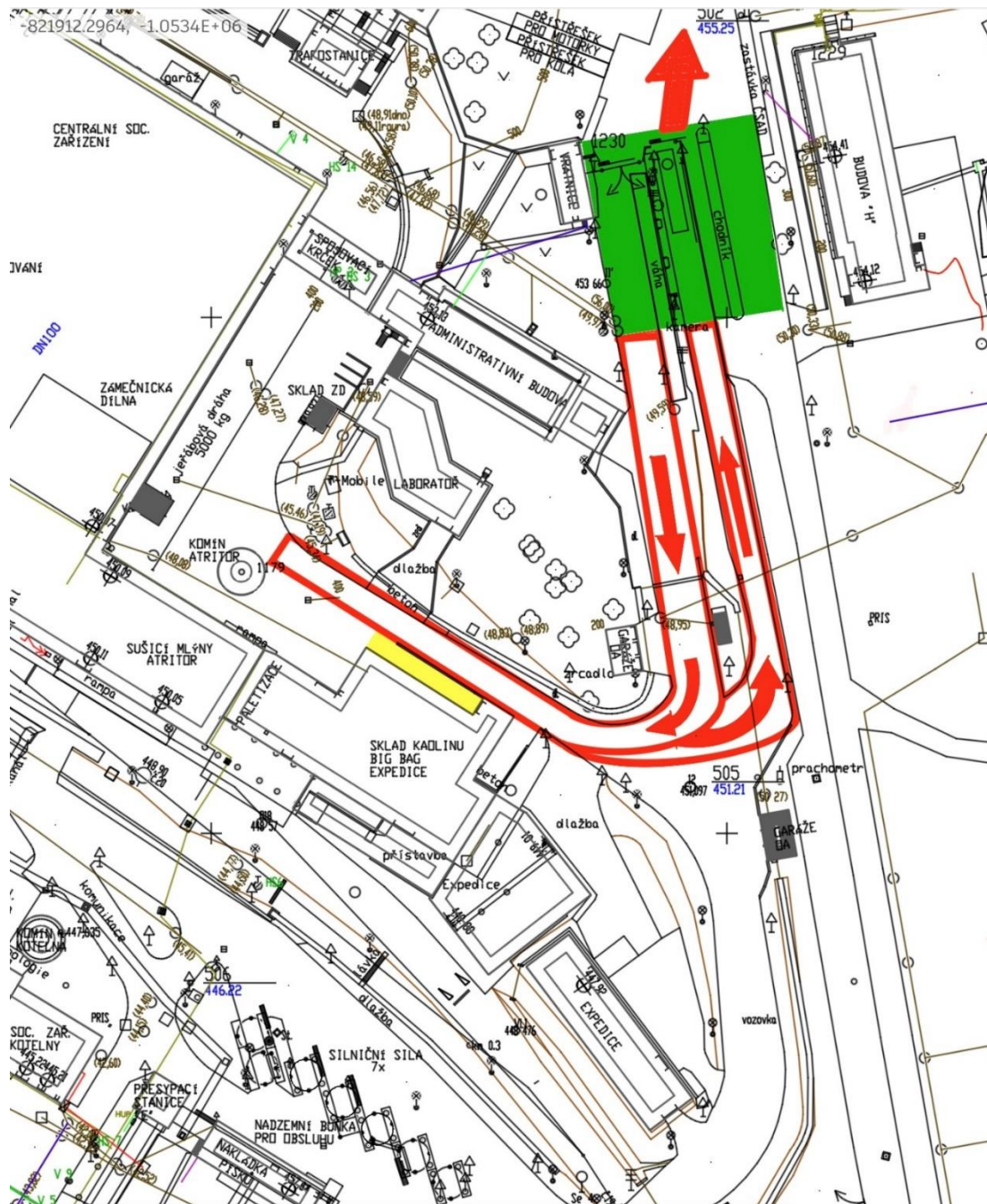
The image shows a green label for milled kaolin. At the top left is the logo 'LB MINERALS'. At the top right is the company name 'LB MINERALS, s.r.o.' with address 'pracoviště Kaznějov 331 51 Kaznějov Česká republika'. The product name is 'KKA KA, KKAF, KKA HB'. The quantity is '39'. The label also includes instructions 'Skladovat v suchu! Dry-store! Im Trocken lagern!' and 'Palety nelze stohovat! Pallets are unstackable! Die Paletten sind nicht zu stapeln!'. Contact information 'e-mail: minerals@cz.lasselsberger.com' and 'www.lb-minerals.cz' is at the bottom. A small reference number '30 - 012 - 03a - verze 04 z 01.08.2010' is in the bottom left corner.

Obr. 17 Značení mletého kaolín

## 1.11 Export materiálu

V současné době se materiál exportuje ze skladu výhradně pomocí kamionové dopravy. Společnost LB Minerals s.r.o si pronajímá externí dopravní firmu, která zajišťuje distribuci výrobků zákazníkům.

Sklad je umístěn v blízkosti vstupní brány, kde se rovněž nachází vázicí stanice pro kamiony. Toto místo slouží jako jediný příjezdový a odjezdový bod areálu, protože každý kamion musí projít procesem vážení před nakládkou a po nakládce. Trasa kamionu od vstupní brány k nakládací rampě je zvýrazněna na Obr. 18. Vrátnice a váha pro kamiony jsou označeny zeleně, nakládací rampa je označena žlutě a trasa kamionu je znázorněna červeně.



Obr. 18: Obr. 19: Napojení na komunikace

V minulosti byl export komplikovaný, z důvodu umístění rampy, která se nacházela v prostorách současné přístavby P2. Kamion tak byl nucen zacouvat přímo do prostorů haly, kde následně probíhala nakládka materiálu. To přinášelo komplikace především v podobě výfukových plynů v prostorech haly. Přístavba P1 tento problém částečně vyřešila, jelikož současně s přístavbou P1 vznikla i nová nakládací rampa. Současným problémem je především stísněný prostor v okolí nakládací rampy, který je zastavěn a tudíž není možné tento prostor zvětšit či jiným způsobem upravit a usnadnit tak otáčení kamiónu.

## 1.12 Zhodnocení současného systému

### 1.12.1 Skladování materiálu

Současný skladovací systém trpí několika problémy, které ovlivňují provoz skladu. Nejvýznamnějším z nich je absence zavedení systému skladování, což má negativní dopad na logistické operace týkající se uskladnění a exportu materiálu. Bez existujícího regálového nebo jiného systému uložení je současný proces skladování náročný na prostor a neumožňuje plné využití skladovacích kapacit, případně některé prostory jsou přehlceny materiálem. V krajním případě dojde k úplnému vyčerpání kapacit a následně je nutné uložit část palet s big-bag pytlí mimo prostory hal. Pro tento účel jsou nezbytné big-bag vaky s plastovou vložkou, která chrání materiál před vlhkostí (viz. Obr. 19), jejichž pořizovací cena je vyšší, ale také to přináší logistické komplikace při uskladnění, případně exportu materiálu. Dalším problémem je nutnost uvolnění haly H2, která by měla najít jiné využití, než je skladování materiálu. Z tohoto důvodu je nutné zvětšit stávající kapacity haly H1 a přístaveb P1, P2, aby bylo možné přesunout stávající materiál z haly H2.



Obr. 20: Nedostatečné skladovací kapacity

### 1.12.2 Evidence materiálu

Dalším problémem je způsob evidence naskladněného materiálu. Aktuální postup, který využívá zelené papírové štítky, má několik nevýhod. První z nich je, že tento způsob zatěžuje obsluhu plnicích zařízení a vysokozdvížného vozíku, protože obsluha musí ručně vyplňovat papíry pro každou paletu a následně umístit štítek pod fóliový obal palety (viz Obr. 20). Jak je patrné z obrázku 20, čitelnost štítku také není ideální, protože je umístěn pod obalovou fólií. Kromě toho musí obsluha ručně zaznamenávat do sešitu počet nových kusů palet s pytlí a big-bag vaky, kdy na konci pracovní směny je tento sešit předán jinému administrativnímu pracovníkovi, který má za úkol přenést data ze sešitu do systému SAP, aby byla zajištěna aktuálnost informací o vyrobených a naskladněných položkách. Největší problém spočívá v časové náročnosti tohoto procesu a také zvýšenému riziku chyb, neboť veškeré údaje jsou přepisovány ručně.

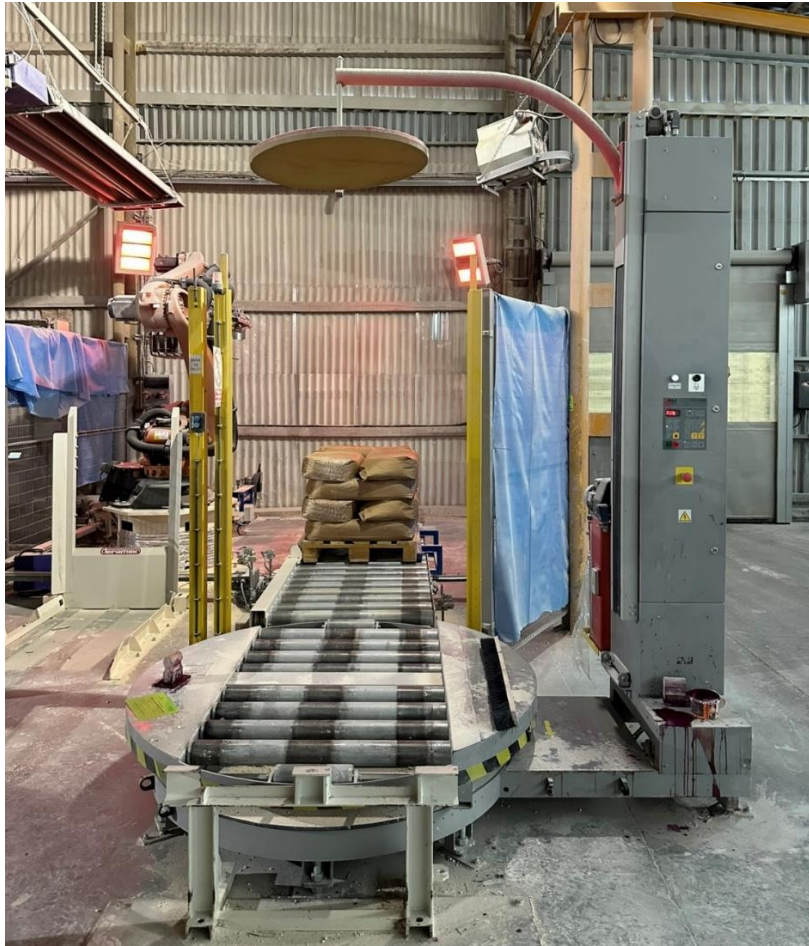


Obr. 21: Evidence materiálu

### 1.12.3 Pokles teploty pod pracovní teplotu robota

Třetím problémem, se kterým se firma potýká, je pokles teploty v chladných měsících v hale H1. Jelikož se jedná o plechovou stavbu, která není nikterak izolována nebo jinak zateplena a navíc zde probíhá téměř nepřetržité nakládání kamionů, dochází zde k velkým tepelným únikům. Teplota uvnitř haly je mnohdy pouze o málo stupňů vyšší, než teplota venkovní. S poklesem teploty se pojí problém s robotem, který slouží k nakládání pytlů na palety. V zimních měsících docházelo k častým odstávkám robota, a to z důvodu poklesu teploty pod pracovní teplotu robota. Tento problém se momentálně řeší elektrickými přímotopy, které jsou rozmístěny

v okolí robota (viz. Obr. 21). V chladné dny je tak nutné, aby byly v nepřetržitém provozu všechny tři přímotopy, čímž je zamezeno neplánovaným odstávkám robota. Tento systém je jednak finančně náročný, ale není ani ekologický. Tento problém se týká pouze linky L2, jelikož linka L1, která též obsahuje paletizačního robota Kuka, je umístěna v budově sušení, kdy z procesu sušení se uvolňuje dostatečné množství tepla.



Obr. 22: Vytápění prostorů robota

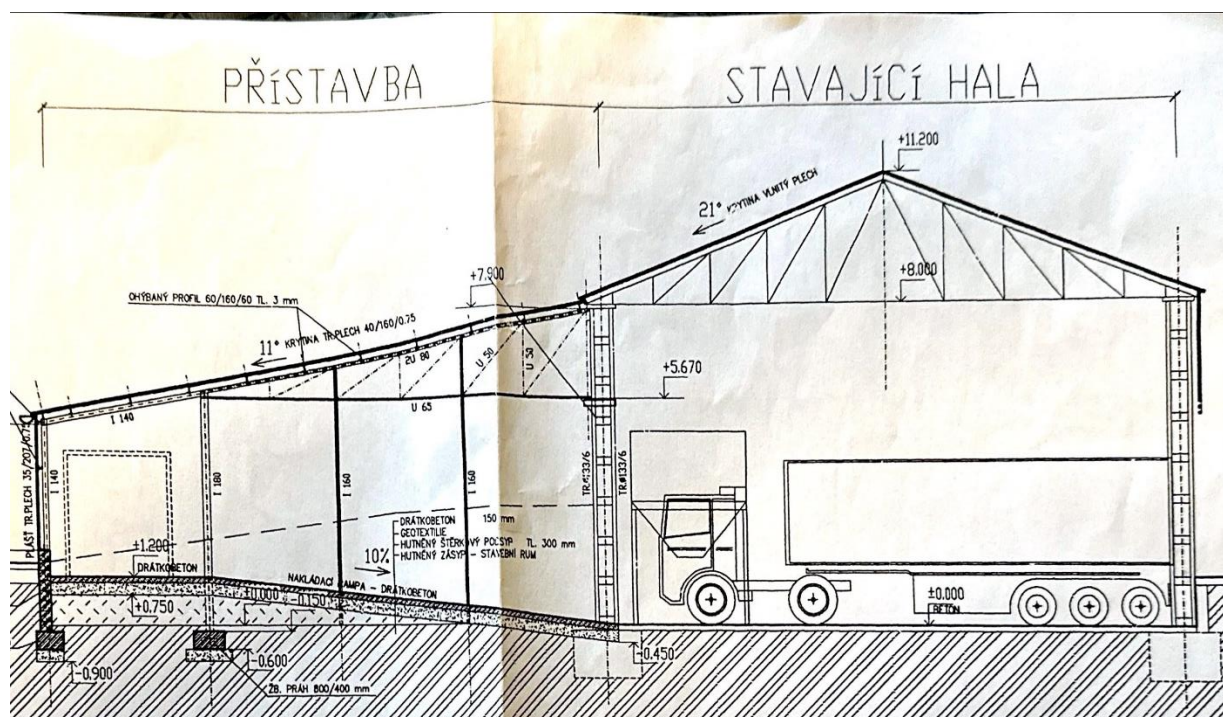
## 2 Návrh na zlepšení

### 2.1 Skladování materiálu

Jak již bylo výše zmíněno, hlavním problémem je nedostatečná kapacita současných skladovacích prostorů, kdy při zvýšené poptávce sklad není schopen efektivně uskladnit dané množství materiálu. Dalším požadavkem je uvolnění současné haly H2, která má být do budoucna využita pro jiné účely. Zároveň by zvětšení kapacity umožnilo navýšení zásob materiálu, které firma drží skladem do zásoby s pojistných důvodů a také navýšit export materiálu.

K rozšíření kapacit skladu bude využito uskladnění palet do paletových regálů. V hlavní části první haly by mělo být možné skladovat až 4 palety nad sebou, zatímco v přístavbách by bylo možné umístit 3 palety nad sebou. To je dáno výškou první nosné konstrukce, která dosahuje

8 metrů v hlavní hale a 5,67 metru v přístavbách viz. Obrázek 22. V současné době jsou palety uloženy po dvou. Big-bag vaky jsou momentálně umístěny pouze v přístavbách. Při umístění big-bag vaků do paletových regálů by bylo možné skladovat až 3 big-bag vaky nad sebou.



Obr. 23: Výška haly H1 a přístavby P1

V rámci práce bude navrženo rozmístění regálů ve skladu a budou stanoveny uličky pro manipulaci s materiálem. V současnosti jsou palety s materiálem umístěny náhodně podle interního systému obsluhy skladu, což znamená absenci jasně definovaných skladovacích ploch nebo manipulačních uliček.

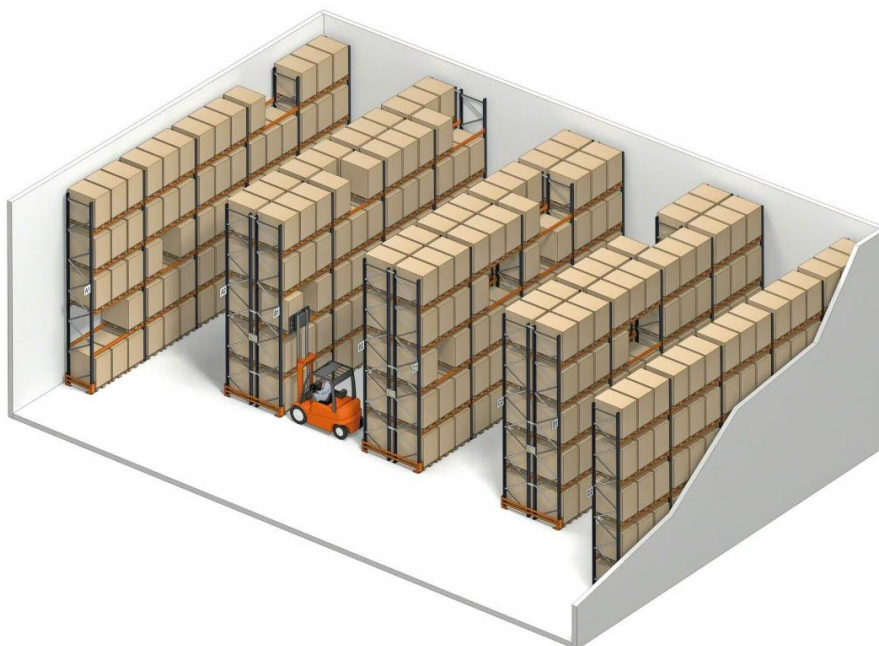
### 2.1.1 Konvenční hluboké paletové regály

Jedná se o druh selektivních paletových regálů, kdy je zaručen přímý přístup ke každé paletě ve skladu a jedná se tak o optimální řešení pro sklady, které využívají uskladnění na palety a zároveň mají širší sortiment produktů. Sklad je uspořádán tak, že po obvodu se nachází jednořadé regály a dvořadé regály jsou umístěny uprostřed prostoru (viz. Obr. 23). Mezi jednotlivými regály je nutné dodržovat pracovní uličky, kdy jejich velikost je závislá na dalších faktorech. [6][7]

Nejdůležitější vlastnosti:

- Přístup ke každé paletě
- Všestrannost
- Vysoká trvanlivost
- Cena
- Možnost spravovat zásoby dle FIFO (First in - First out)

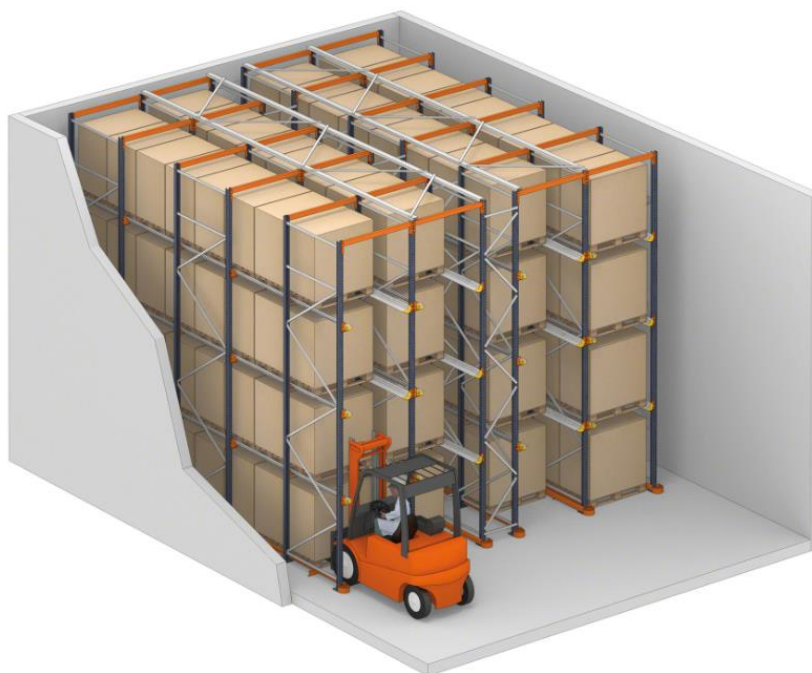




**Obr. 24: Konvenční paletový regály [6]**

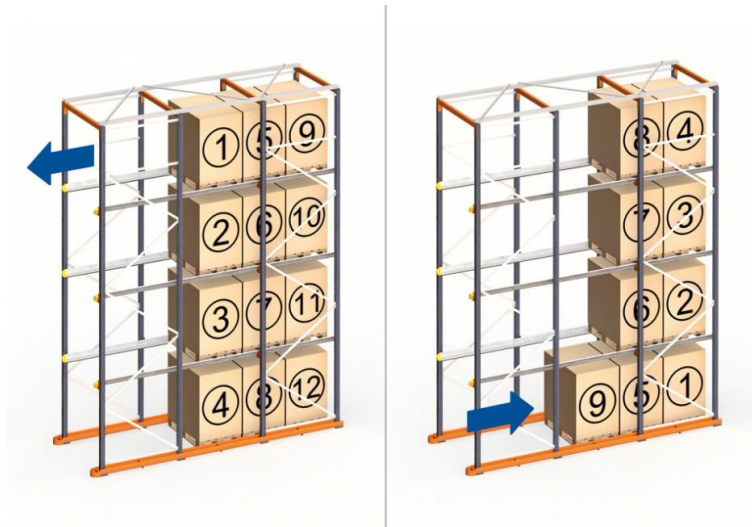
### **2.1.2 Vjezdové paletové regály (Drive-in / Drive Thru)**

Vjezdové regály jsou uzpůsobeny ke skladování palet se stejným zbožím, kdy jednotlivé palety jsou uskladněny za sebou (viz. Obr. 24). Jedná se o systém, který využívá maximálně dostupnou plochu a výšku. Tyto regály mohou být průjezdné nebo neprůjezdné a palety se zde ukládají na speciální kolejnice. Běžně jsou dostupné regály až s nosností 6 500kg. Tento systém je velmi variabilní a regály lze mít v různé délce a výšce. Největší výhodou je minimalizace manipulačních uliček a využití maximální možné kapacity skladu. [6][7][18]



**Obr. 25: Vjezdové paletové regály [6]**

Drive-in – jedná se o systém, který je vhodný pro řízení zásob metodou LIFO (Last in - First out) a pro sklady s omezeným prostorem (viz. Obr.25). Díky systému Drive-in jsou palety nakládány a odebírány ze stejného vstupního bodu a lze tak dosáhnout metody LIFO. Regály mají pouze jeden vjezd, kdy palety jsou uloženy na vodících kolejnicích a nejsou tak volně loženy. Novější palety se nakládají před starší tak, že se naskládají na vodící lišty od země po nejvyšší úroveň. Při vyskladnění je proces obrácený, kdy operátor odebírá palety nejdříve a shora dolů. [6][7][18]



Obr. 26: Vjezdové regály LIFO [6]

Drive-Thru – Jedná se o systém, který je vhodný pro řízení zásob metodou FIFO (First in – First out) - viz. Obr. 26. S paletovým systémem Drive -Thru, jsou palety nakládány na jedné straně regálového systému a vykládány na protější straně, což zajišťuje, že nejstarší položka je vyskladněna jako první. Dva přístupové body pak zajišťují větší flexibilitu při nakládání a vykládání regálového systému. Tento systém je vhodný, jestliže je ve skladu prostor pro dvě uličky. Tento systém je vhodný pro produkty, které vyžadují pravidelnou rotaci. [6][7][18]



Obr. 27: Vjezdové regály FIFO [6]

### 2.1.3 Spádové paletové regály

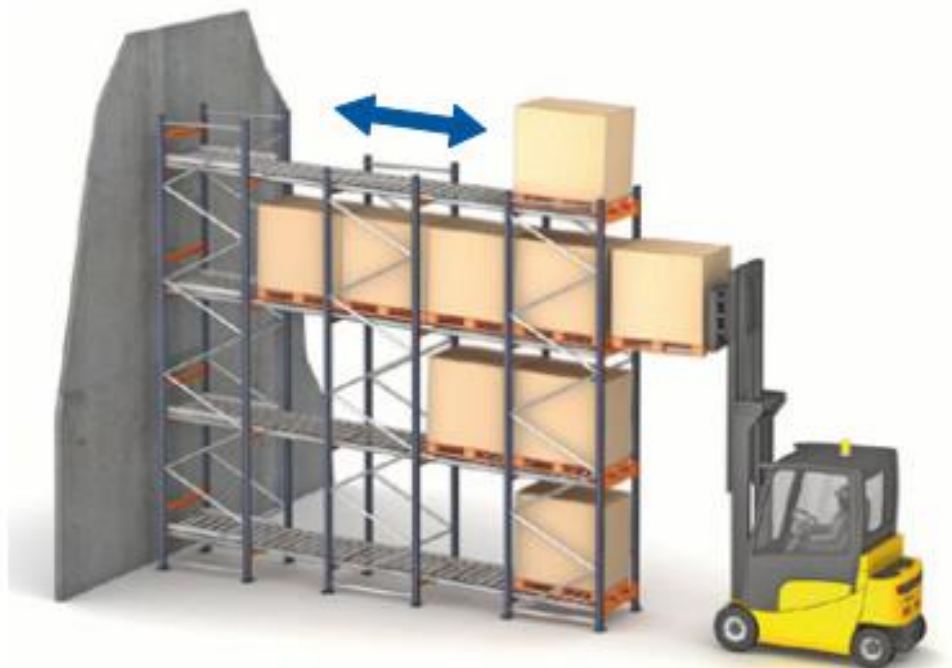
Spádové regály jsou opatřeny válečkovými drahami, které jsou montovány pod sklonem 3-5 %, což má za následek samovolný pohyb palet účinkem gravitační síly. Nosnost těchto regálů se běžně pohybuje do 6 500 Kg. Mezi největší výhody těchto regálů patří velká úspora místa, která může dosahovat podobného účinku jako u regálu vjezdového, ale zároveň ještě šetří čas na manipulaci s materiálem, jelikož vysokozdvizný vozík nemusí zajíždět dovnitř regálových bloků. [6][7] [18]

FIFO metoda – Tento princip lze využít, jestliže je dostatek prostoru pro manipulační uličku jak pro naskladnění, tak pro vyložení materiálu, nebo v případě nutnosti u položek podléhajících zkáze. Využití metody FIFO funguje na principu, kdy z jedné strany je paleta s materiálem naskladněna a pomocí válečku a gravitační síly se přemístí na výstupní stranu, kde zaujme první místo v pořadí pro vyskladnění. Palety mají tedy oddělené místo pro vykládání a nakládání (viz. Obr. 27). [6][7][18]



Obr. 28: Spádové regály FIFO [6]

LIFO metoda – Při této metodě mají palety nakládku i vykládku pouze na jedné straně (viz. Obr. 28). Paleta je umístěna do regálu na první pozici a následující paletou je odsunuta dozadu a tudíž druhá paleta zaujme pozici číslo jedna. [6][7][18]



Obr. 29: Spádové regály LIFO [6]

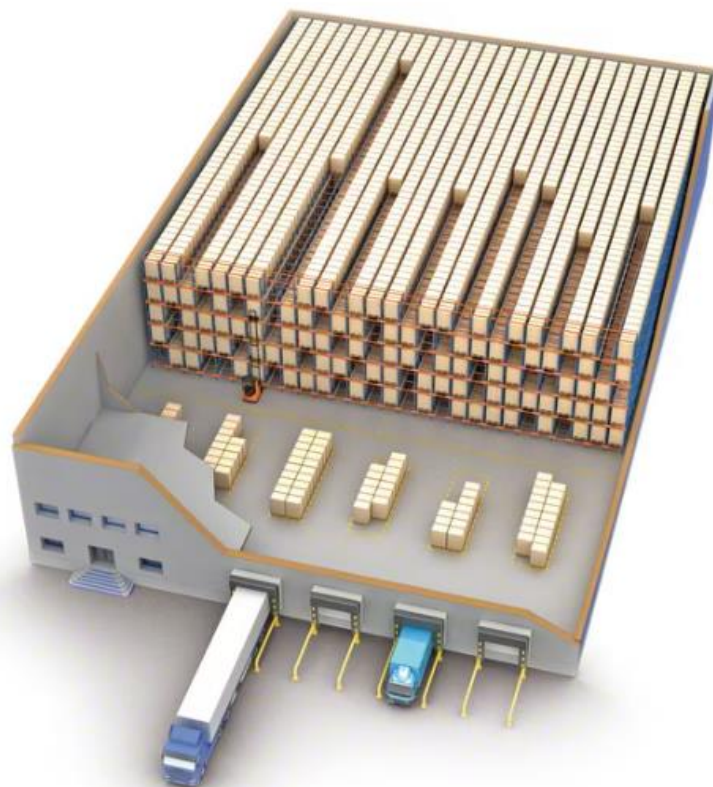
#### 2.1.4 Pallet Shuttle

Jedná se o systém, kde uskladnění palet obstarává vozík Pallet Shuttle, nikoliv operátor vysokozdvížného vozíku (viz. Obr. 29). Jedná se o takzvaný akumulací systém skladování, který umožňuje seskupení zboží podle kanálů. Obsluhování vozíku Pallet Shuttle je obstaráváno za pomoci tabletu, kdy vozík umísťuje paletu na první volné pole. Jelikož u tohoto druhu regálů není obsluha vysokozdvížného vozíku nucena vjíždět do uliček regálů, sklad může být hlubší a mít větší kapacitu. Také je sníženo riziko kolizí a poškození regálů vysokozdvížným vozíkem. Proces uskladnění probíhá tak, že operátor vysokozdvížného vozíku umístí Vozík Pallet Shuttle na patro, ve kterém bude probíhat uskladnění. Pomocí vysokozdvížného vozíku jsou palety umísťovány na vstupní části patra a Pallet Shuttle odebere paletu a přemísťí ji na první volné místo. Jelikož z jednoho tabletu je možno obsluhovat až 18 vozíků Pallet Shuttle, tak je tento systém vhodný především pro sklady, kde je velký tok materiálu. Nosnost vozíku je až 1 500 Kg. Pro zvýšení efektivity je možné umístit vozík do každého kanálu. Také v tomto případě je možné řídit sklad metodami FIFO nebo LIFO v závislosti na tom, zdali se nakládá a vykládá z jednoho bodu nebo zdali je jiný bod pro nakládání a vykládání. [6][7][18]



**Obr. 30: Pallet Shuttle [6]**

Hlavní předností tohoto systému je hloubka regálů, která může činit až 40 metrů (viz. Obr. 30). Mezi patry lze mít pouze minimální vzdálenost, jelikož je eliminován lidský faktor, kde by mohlo dojít ke kolizi vysokozdvížného vozíku a regálu. Pallet Shuttle lze také obstarat funkcí inventarizace, kdy vozík přepočítává palety skladované v kanálu. [6][7][18]



**Obr. 31: Pallet Shuttle – maximalizace využití [6]**

## 2.2 Evidence materiálu

Jak bylo výše uvedeno, současný proces evidence materiálu je náročný na čas a vyžaduje účast několika zaměstnanců. Dalším problémem je dohledání informací, kde se jaké položky v rámci skladu nachází. S ohledem na to bude navržen systém, který má za cíl zlepšit současný stav a co nejvíce automatizovat práci s materiálem. Dále bude proveden návrh nového způsobu označování materiálu ve skladu, neboť stávající způsob označení pomocí zelených štítků, vkládaných pod obalovou fólii, není příliš efektivní a přehledný. Proto bude implementován systém, který zahrnuje použití aplikátoru etiket a čtečky, aby bylo možné zpracovávat naskladnění a expedici pouze prostřednictvím načtení kódu. Zároveň bude systém napojen na ERP systém SAP, který LB Minerals s.r.o již využívá.

ERP je zkratka pro plánování podnikových zdrojů. ERP systémy v současné době zahrnují širokou škálu možností využití. Systémy ERP se skládají z pravidla ze čtyř základních okruhů, které tvoří finance, personalistika, výroba a logistika, marketing a prodej. K jednotlivým okruhům náleží další moduly, jimiž lze rozšířit základní funkce. [12]

Použití etiket k označení výrobků přináší mnoho výhod v procesu manipulace s materiálem. Na etikety lze uvést různé informace, včetně čárových kódů, textů, log a dalších potřebných údajů. V době, kdy jsou k dispozici různé inteligentní technologie pro skladování, umožňuje čárový kód, čidla a senzory sledovat polohu produktu a získávat informace o době setrvání produktu na skladě.

### 2.2.1 Způsoby značení palet

V dnešní době existuje řada metod označování palet, přičemž volba konkrétního systému závisí na potřebách provozovatele. Lze se setkat s plně automatizovanými metodami označování palet, ale také s tradičnějšími přístupy, jako je ruční psaní nebo použití předtištěných etiket. Základní kategorie označování zahrnují: [10][11]

#### *Ruční popisování*

Ruční popisování patří mezi nejstarší metody a je především velmi jednoduchá. V současné době slouží ruční popisování především k označení palet v rámci firmy. Ke značení se využívá nejčastěji lihový fix. [10][11]

#### *Ruční značení předtištěnou etiketou*

Tato metoda funguje na principu předtištěných etiket, které ale mohou mít i podobu běžného papíru. Na tyto etikety je možno následně doplnit potřebné údaje ručně a následně manuálně přichytit na paletu. Tento způsob se nejčastěji využívá pro malou výrobní sérii, jelikož není příliš efektivní.. [10][11]

#### *Značení za pomoci ručního aplikátoru*

Tato metoda funguje na základě předtištěných etiket, které jsou namotané a zasazené do ručního aplikátoru. Tento způsob aplikace vyžaduje pouze malou vstupní investici, je velmi rychlý, ale je zapotřebí manuální obsluhy (viz. Obr. 31). [10][11]



**Obr. 32: Ruční aplikátor [8]**

### *Značení za pomoci automatického aplikátoru*

V současné době se jedná o neefektivnější způsob značení, kdy značení za pomoci automatického aplikátoru je rychlé, přesné a velmi snadno se dají dělat potřebné úpravy informací jednotlivých štítků. Tyto aplikátory lze také efektivně propojit s databázovými systémy podniku. Zde na obrázku lze vidět paletový aplikátor PA od Leonardo technology, který je možno vybavit například i topným systémem, aby mohl být provozován v chladných prostorech (viz. Obr. 32). [10][11]



**Obr. 33: Automatický aplikátor [9]**

### *Značení za pomoci robota*

Tento typ značení lze považovat za nejuniverzálnější způsob značení, kdy za pomoci programování je možné robota naučit značit zakázky nejrůznějšího typu a tvaru (viz. Obr. 33). Velkou nevýhodou je ovšem vysoká pořizovací cena. [10][11]



**Obr. 34: Značení za pomoci robota [10]**

### *Čipování*

Čipování slouží k maximálnímu zefektivnění především expedice materiálu, kdy proces je monitorován za pomoci čipových bran, které informace z čipu automaticky přenášejí do informačního systému. Největším benefitem je spolehlivost a rychlost. [8][9][10][11]

### **2.2.2 Způsob obsluhy**

Při rozhodování je nezbytné zvážit volbu mezi automatickým a manuálním aplikátorem etiket, neboť každá možnost přináší specifické výhody a nevýhody. [10][11]

#### *Automatické aplikátory*

Automatické aplikátory nabízejí vysokou úroveň automatizace a minimalizují lidský faktor na minimum, což přispívá k vysoké rychlosti a přesnosti procesu. Jsou schopny pracovat nepřetržitě, což vede k efektivnějšímu provozu. Je zde eliminováno riziko lidského faktoru, ale jejich pořizovací cena je obvykle výrazně vyšší než u manuálních aplikátorů, což může být důležitým faktorem při rozhodování o investici. [10][11]

#### *Manuální aplikátory*

Manuální aplikátory vyžadují lidskou obsluhu, což znamená nižší počáteční investici, ale zároveň generují náklady spojené se mzdou pro obsluhu. Jsou méně automatizované a flexibilní než automatické varianty, což může být problematické zejména v prostředí s častými změnami typů etiket. Existuje také větší riziko lidských chyb při manuální aplikaci etiket. [10][11]

Při rozhodování mezi těmito dvěma přístupy je tedy nutné vzít v úvahu jak krátkodobé, tak i dlouhodobé náklady a potřeby provozu a zvážit, který způsob obsluhy lépe odpovídá konkrétním požadavkům a prostředí výroby nebo balicí linky. [10][11]



### 2.2.3 Způsob aplikace

Způsob aplikace hraje klíčovou roli, jelikož postup nanesení etikety rozhoduje o jeho spolehlivosti. Je volen postup, aby došlo k co nejlepší přilnavosti a aby byla etiketa aplikována na správné místo. Tyto vlastnosti jsou ovlivněny především povahou označovaného produktu – zdali se paleta pohybuje nebo stojí a povrch na který je etiketa aplikována. [10][11]

#### *Metoda Tamp*

Metoda Tamp je nejčastěji využívaným způsobem aplikace etiket, kdy paleta s etiketou je v přímém kontaktu se zbožím a následně je aplikována pomocí síly pístu aplikátoru. Jedná se o efektivní způsob značení, ale může být náchylný k poruchám čidel a nedokonalé aplikaci na nerovné povrchy, což lze řešit zažehlovací lištou. Je důležité volit vhodnou formu palet pro co nejlepší přilnutí etikety k povrchu produktu. [10][11]

#### *Metoda Tamp-blow*

Metoda Tamp-blow spočívá v nastřelení etikety z malé vzdálenosti na povrch produktu pomocí stlačeného vzduchu. Tento postup je efektivní pro nerovné povrchy, ale vyžaduje stlačený vzduch pro provoz. [10][11]

#### *Metoda Wipe-on*

Metoda Wipe-on je vhodná pro produkty s přesnou dráhou pohybu, kdy se etiketa zachytí lepící stranou za plochu produktu a rychlostí posuvu se aplikuje. Je zde zvýšené riziko nepřesné aplikace v případě nedodržení polohy palety na dopravníku. Tento postup je rychlý a omezený pouze rychlostí tiskárny nebo dopravníku. [10][11]

#### *Metoda Blow-box*

Metoda Blow-box je způsob aplikace, kdy se etiketa nastřeluje pomocí vzduchu z větších vzdáleností. Tento postup se používá, když není možné zajistit stálou vzdálenost produktu, ale vyžaduje větší zásobu stlačeného vzduchu a může být méně přesný. [10][11]

### 2.2.4 Rychlost palety

Podle časových požadavků linky je nutno určit, zda se paleta bude pohybovat konstantní rychlostí, zpomalí se nebo se zastaví. [10][11]

#### *Pohybující se paleta*

Když to provoz dovoluje, je nejlepší variantou kontinuální tok palet. V tomto případě lze aplikovat etiketu pouze na boční stranu palety. Aplikace na přední nebo zadní stranu není možná. S rostoucí rychlostí palety se však snižuje přesnost aplikace. Pro aplikaci na pohybující se paletu se používají režimy Tamp-blow, Wipe-on nebo Blow box. [10][11]

#### *Paleta v klidové poloze*

Jeli nutné paletu zastavit, například při nutnosti aplikace etikety na přední nebo zadní stranu případně při aplikaci tzv. přes roh, je možné použít všechny výše zmíněné režimy - Tamp, Tamp-blow, Wipe-on nebo Blow box. [10][11]

## 2.3 Zateplená přístavba pro robota

Přístavba pro robota bude ve tvaru kvádrů, který bude odpovídat současnému manipulačnímu prostoru robota. Vzhledem k umístění této přístavby v existující hale není potřeba řešit střešní krytinu ani základy budovy. Prvním krokem je rozhodnutí o materiálu, který se použije pro stavbu. Běžnými materiály pro takové stavby jsou cihly nebo beton, kdy z hlediska tepelných vlastností vychází lépe cihlová stavba, ale náklady na stavbu jsou výrazně vyšší.

Mezi klíčové vlastnosti stavby bude patřit zajištění průchodu pásového dopravníku stavbou s co nejmenšími tepelnými ztrátami. Dále bude nezbytné instalovat vrata, která budou sloužit jako servisní přístup k robotu a zároveň pro doplňování palet.

## 3 Technické řešení

### 3.1 Technické řešení – Skladování materiálu

Návrh paletových regálů bude vytvořen ve třech variantách, které se budou lišit jednak náklady na zařízení, ale také jejich kapacitou. Kromě toho budou navržena zařízení pro manipulaci s paletami. Po konzultaci s firmou Jungheinrich byly některé druhy regálů shledány jako nevhodné, a to například kvůli vysoké pořizovací ceně ( válečkový paletový regál – 6 200 Kč za paletové místo) nebo například nevhodnost vjezdových regálů pro uskladnění třinácti palet v řadě.

Pro lepší přehlednost byl vytvořen layout stávajícího uspořádání skladu (viz. Obr. 34), kdy je zde zachováno značení jednotlivých stanovišť z kapitoly 1.5. Rozmístění materiálu je uděláno přibližně dle zaběhlých metod, což umožňuje určit současné množství uskladněného materiálu a o kolik je třeba zvýšit kapacitu skladu H1 a přístavby P1, 2, aby bylo možné uvolnit prostory haly H2. V současné době je v hale H2 uskladněno 150 – 250 palet, jelikož již v současné době plní z části jiné účely, než je pouze skladování materiálu. Pro firmu by bylo dále výhodné zvednout celkovou kapacitu z důvodu zvýšené poptávky po materiálu ze strany zákazníků a navýšení tak exportu materiálu.

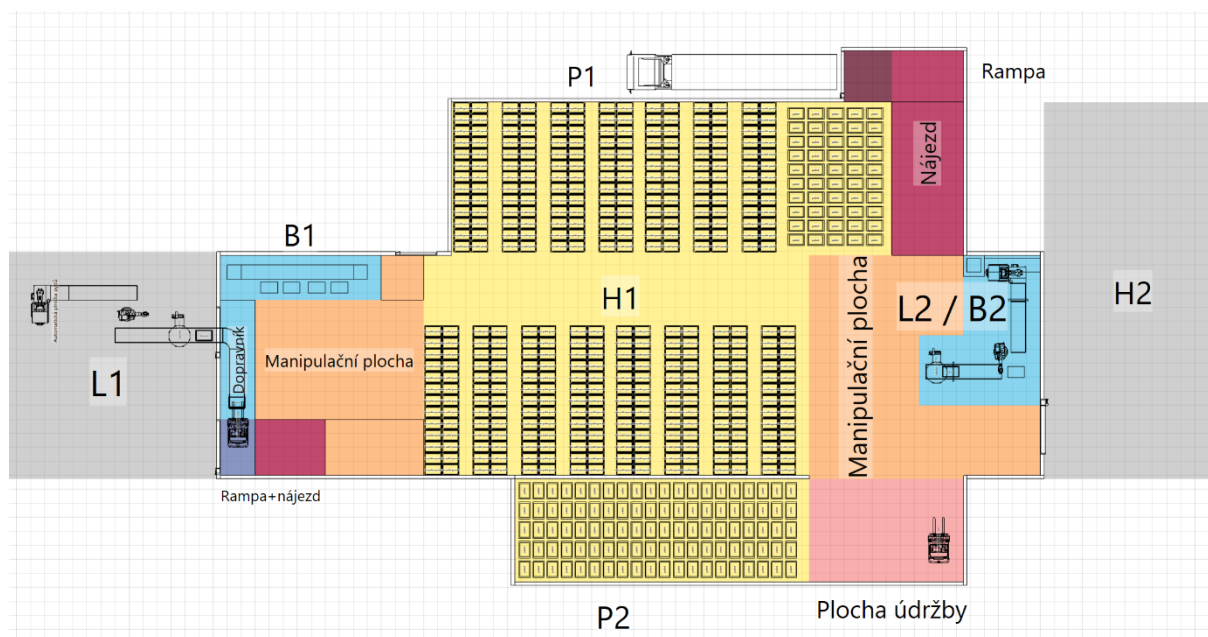
V kombinaci s použitím etiketovacího systému by také mělo dojít ke snížení počtu pracovníků ve skladu a jejich využití pro jiný druh práce. V současné době je ve skladu zaměstnáno 6 pracovníků.

### Současná kapacita haly H1,2 a přístaveb P1, 2

V následující tabulce je udělán přehled současných kapacit jednotlivých prostorů.

Tab. 1: Současné kapacity

	<b>Palety s pytlí</b>	<b>Palety s big-bag vaky</b>
H1	416	0
H2	200	50
P1	364	50
P2	0	100
$\Sigma$	<b>980</b>	<b>200</b>

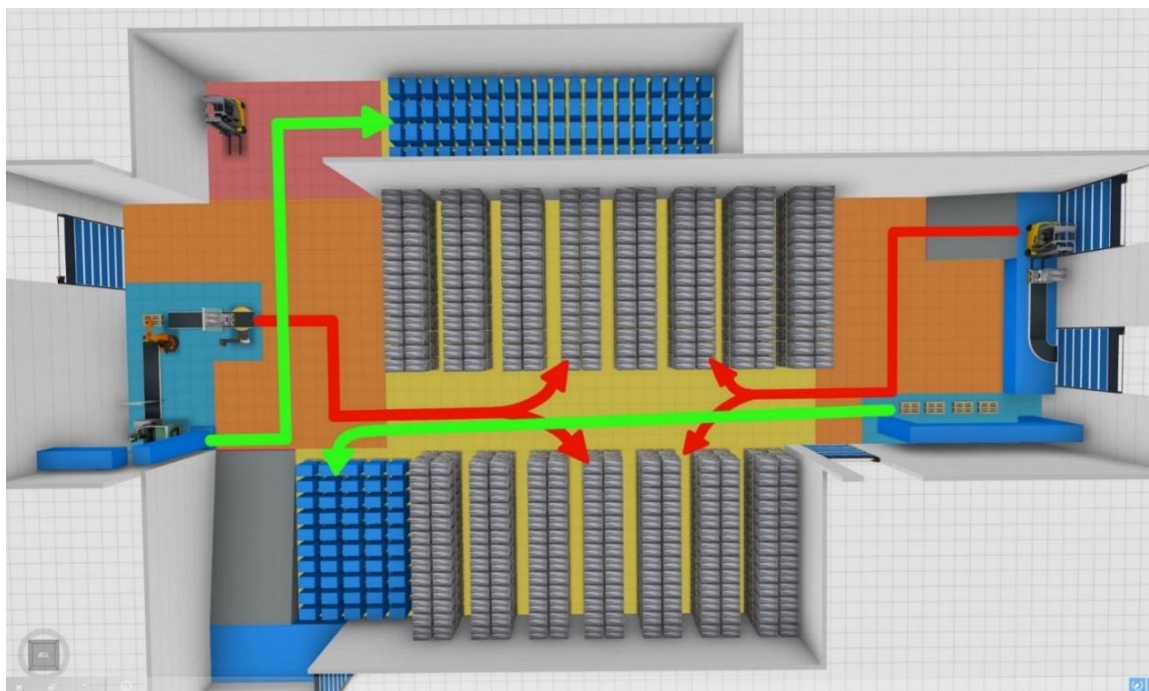


**Obr. 35: Současné schéma skladovacích prostorů**

V této práci nebude operováno s jednotlivými druhy materiálu a jejich počtem, jelikož se v průběhu měsíců mění procentuální poměr naskladněných druhů v závislosti na poptávce. Z tohoto důvodu nebudou vyznačena místa ve výkresech, která by byla určena pro určitý typ materiálu. Z dlouhodobého hlediska je společnost předzásobována pouze jedním, ve výjimečných případech dvěma druhy materiálu, kdy odběr je v průběhu roku stabilní a tvoří značnou část prodaných produktů. Jsou zde také jiné faktory, jako například požadavky zákazníků na speciální pytle rozpustné ve vodě aj. Díky těmto faktorům je důležitá přehlednost skladu.

Na obrázku 34 a 35 lze vidět výše popsany systém skladování – řady s pytli obsahují 13 palet a jsou stohovány dvě na sobě. Skladování palet s big-bag vaky je prostorově náročnější, kdy nemožnost palety na sebe stohovat vede k přehuštění ploch což znemožňuje odběr materiálu ze zadních řad.

Na obrázku 35 je zobrazen současný tok materiálu z jednotlivých plnicích linek. Červenou barvou jsou označeny trasy vysokozdvizného vozíku s paletami s papírovými pytli, zelenou barvou jsou značeny trasy paletového vozíku s big-bag vaky. Tyto toky materiálu však platí pouze v případě, že to daná situace umožňuje. Právě díky absenci systému a nedostatečné kapacitě může dojít ke stavu, kdy plochy jinak vyhrazené pro určitou linku jsou již zaplněné a následně je třeba materiál umístit na jinou volnou pozici. To má za následek jednak prodloužení manipulačních vzdáleností, ale také snížení přehlednosti celého skladu.



Obr. 36: Rozmístění materiálu z L1, 2/B 1, 2

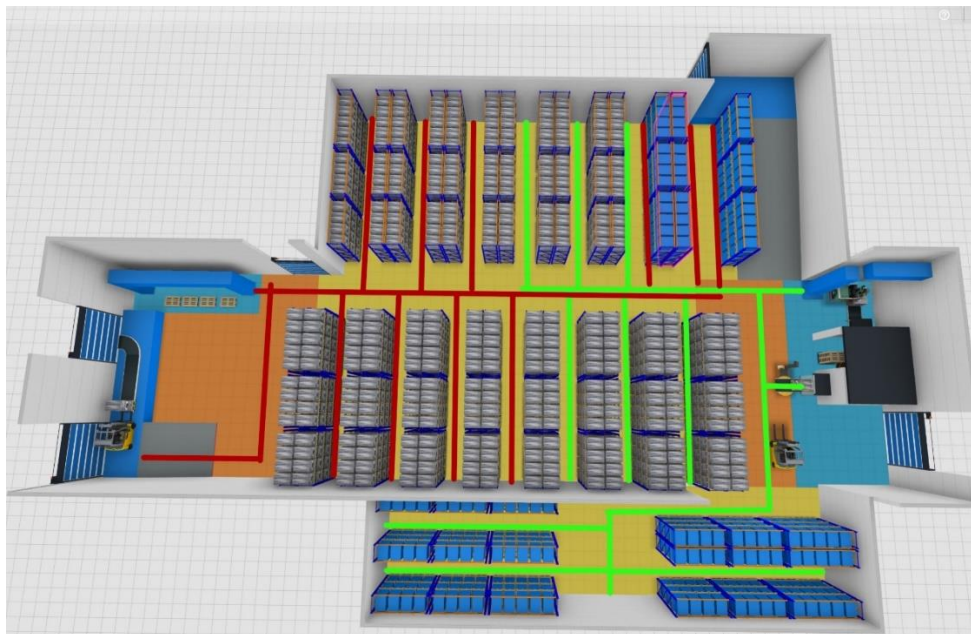
### 3.1.1 Varianta 1 – Konvenční paletový regály

První varianta je uskladnění do konvenčních paletových regálů s cílem zajistit lepší přehlednost a zvětšit kapacitu skladu. Současný systém skladování, který umožňuje umístit 13 palet za sebou v jedné řadě, zůstane zachován, a to především z důvodu dobré přehlednosti skladu, kdy bude možné evidovat jednotlivé zakázky do celých pater případně řad. Toto uspořádání vyžaduje vyprázdnění kompletních regálových pater materiálu pro naložení kamionu, čímž se sníží riziko opomenutí jednotlivých palet na skladě. Nový etiketovací systém bude umožňovat sledování data výroby, což výrazně usnadní logistiku odběru materiálu, kdy jednotlivým řadám bude možno přidělit konkrétního zákazníka, nebo bude export probíhat dle data výroby v případě materiálu vyrobeného do zásoby a minimalizuje se riziko degradace způsobené stárnutím, zejména vlivem vlhkosti. Konvenční regály představují ekonomicky výhodnou variantu, avšak neumožňují plné využití dostupného skladového prostoru kvůli potřebě manipulačních uliček mezi jednotlivými regály. Přesto mají své výhody, jako je možnost přístupu ke každé paletě zvlášť, což přináší do budoucna možnost exportu kombinace různých typů materiálů do jednoho kamionu a sledovat data expirace materiálu ve skladu. V případě využití této možnosti lze následně dodržovat systém FIFO, který by byl podmínkou pro fungování skladu bez rizika degradace materiálu vlivem stáří.

Celková kapacita skladu H1 a přístaveb P1,P2 se zvedne přibližně o 73 %, což umožní přesunu materiálu z haly H2, ale také celkové navýšení kapacit o přibližně 36 %.

Z důvodu úspory místa byl zvolen pro manipulaci s materiálem retrak od firmy Jungheinrich, který vyžaduje minimální šířku uličky 1,67 m. Pro snadnější manipulaci byla minimální šířka uliček volena 1,7 m. Jelikož obsluha bude nucena zajíždět do jednotlivých regálových uliček a uskladňovat materiál do paletových regálů, nelze počítat s úsporou zaměstnanců určených výhradně pro manipulaci s materiálem, ale pouze s úsporou zaměstnanců, kteří plní úkony spojené s evidencí materiálu.

Na obrázku 36 jsou vyznačeny toky materiálu, kdy červenou barvou jsou vyznačeny trasy materiálu z linky L1/B1 a zelenou barvou jsou vyznačeny trasy z linky L2/B2. Import i export probíhá ze stejného místa.



Obr. 37: Rozmístění materiálu Varianta 1

### Konvenční paletový regál Jungheinrich

**Cena: 650 Kč za paletové místo ( zahrnuto - materiál, montáž doprava )**

Výška regálu pro uskladnění čtyř palet nad sebou bude 7 000 mm, kdy výška prostorů haly H1 je 8 000 mm. Výška regálu pro uskladnění tří palet nad sebou v prostorech přístaveb P1, 2 bude 5 250 mm, kdy využitelná výška je 5 670 mm. V kalkulaci ceny regálů bylo počítáno s maximální hmotností palety 1 500 Kg, kdy hmotnost jedné palety by neměla překročit 1 200 Kg.



Obr. 38: Konvenční paletové regály Jungheinrich [18]

## Retrak Jungheinrich ETV C20

**Cena: 880 000 Kč**

Jedná se o univerzální vysokozdvizný vozík, který je vhodný pro práci v hale i venku při různé kvalitě povrchu. Retrak disponuje výškou zdvihu 7 400 mm, nosností 2 000 Kg, kdy tyto parametry jsou v souladu s provozními podmínkami. Rychlost jízdy retraku je 12,2 km/h.



**Obr. 39: Retrak ETV C20 Jungheinrich [21]**

V následující tabulce je uveden přehled nových kapacit skladu H1 a přístaveb P1, P2. Jelikož výška palety s papírovými pytlí a big-bag vaky je podobná, je možno kapacity určené pro jednotlivé druhy balení kaolinu kombinovat v případě nedostatku míst.

**Tab. 2: Kapacita skladu Varianta 1**

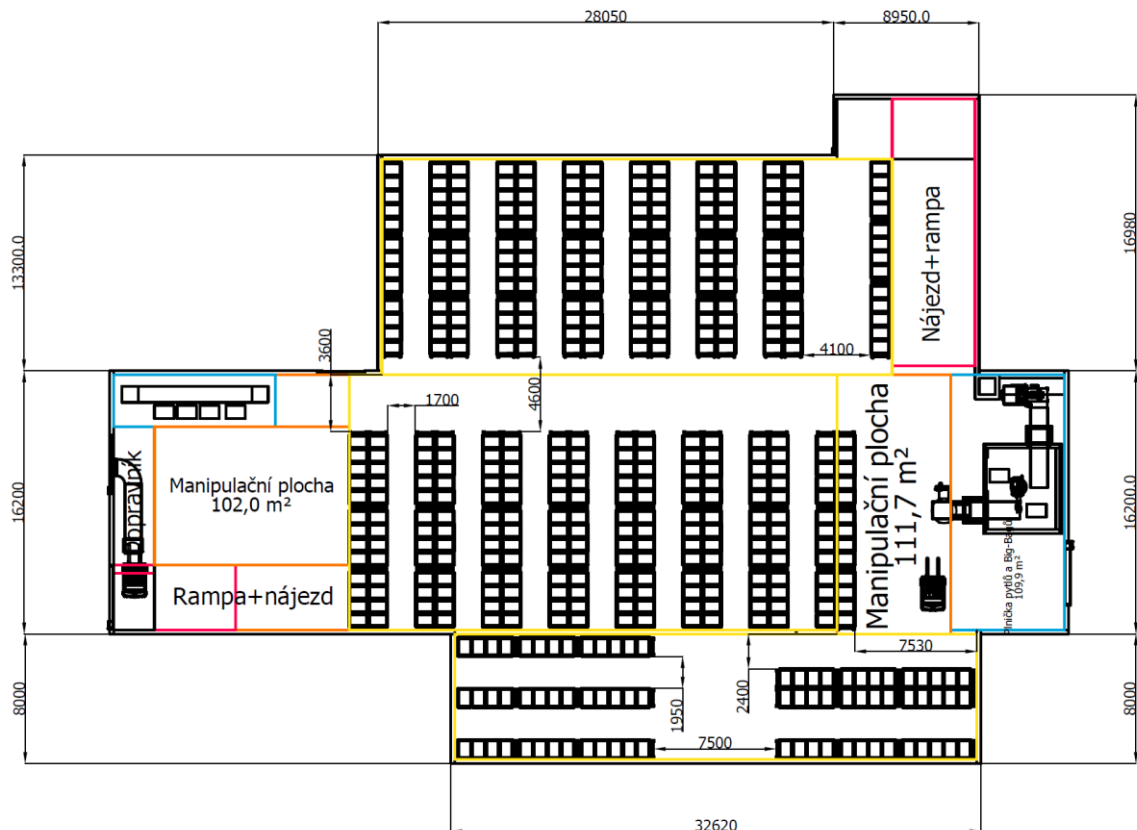
	<b>Palety s pytlí</b>	<b>Palety s big-bag vaky</b>
H1	832	0
P1	507	39
P2	0	234
$\Sigma$	<b>1339</b>	<b>273</b>

V tabulce 3 jsou uvedeny náklady na regálový systém a manipulační techniku.

**Tab. 3: Náklady na vybavení Varianta 1**

	<b>Množství</b>	<b>Cena</b>
Konvenční paletový regál (650 Kč/ 1 paletové místo)	1612	1 047 800 Kč
Retrak (880 000 Kč/ks)	2	1 760 000 Kč
$\Sigma$		<b>2 807 800 Kč</b>

Na výkresu je možno vidět zbytek důležitých informací, jako jsou šířky jednotlivých uliček. Minimální šířka hlavní uličky mimo regály je 3 600 mm, což splňuje normy pro jednosměrný provoz, kdy je nutno připočítat k šířce vysokozdvizného vozíku (případně břemene, jeli širší) 600 mm. Šířka retraku je 1 409 mm a minimální potřebná šířka je tedy 3 009 mm.



Obr. 40: Layout varianta 1

### 3.1.2 Varianta 2 – Pallet Shuttle

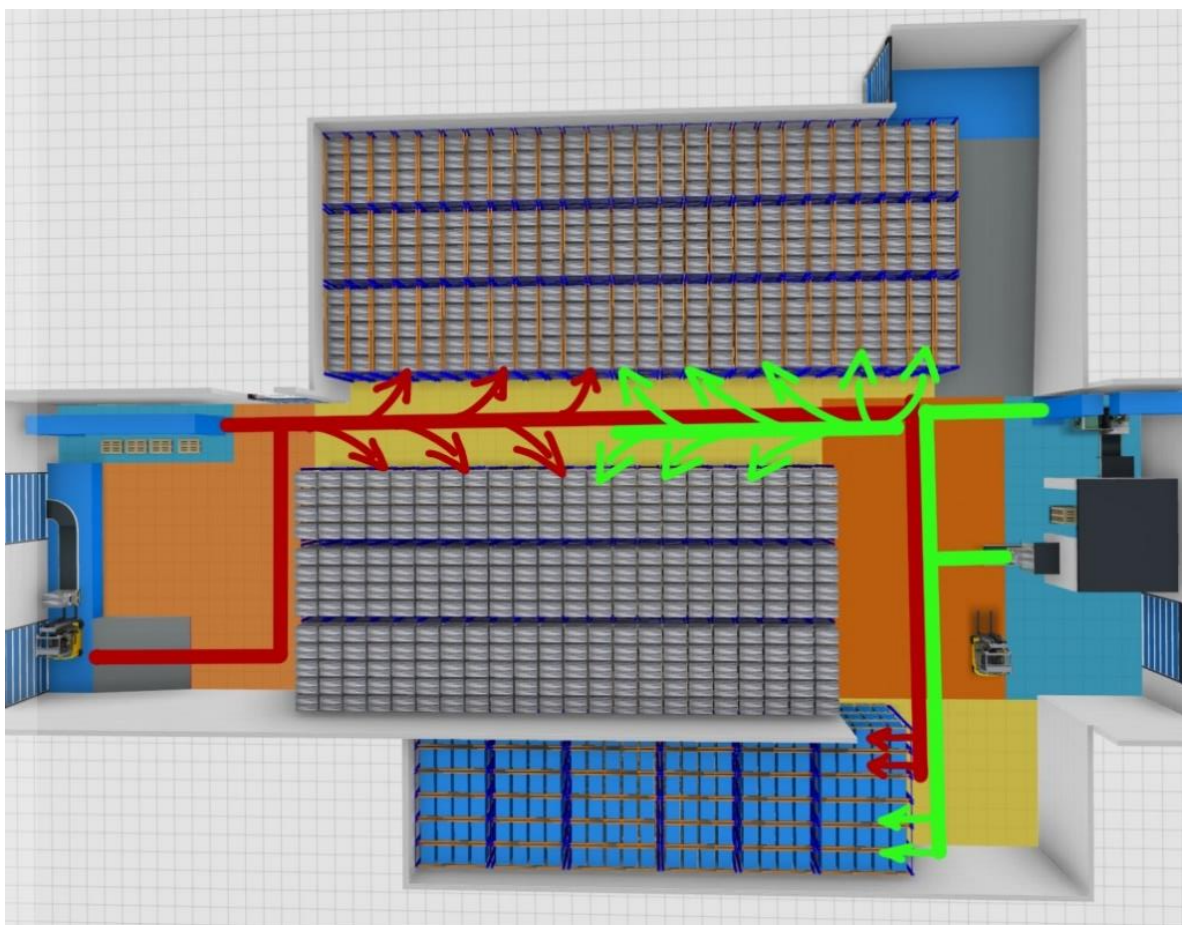
Druhou variantou je uskladnění za pomoci skladového systému Shuttle. Jedná se o systém určený pro maximální využití místa. Jak je znázorněno na obrázku 40, není potřeba vytvářet manipulační uličky mezi jednotlivými řadami, což zvyšuje hustotu skladování. Import i export materiálu probíhá pouze na začátku jednotlivých kanálů. Současný systém skladování, který umožňuje umístit 13 palet za sebou v jedné řadě, zůstane zachován, a to především z důvodu dobré přehlednosti skladu, kdy bude možné evidovat jednotlivé zakázky do celých pater případně řad. V přístavbě P2 bude uskladněno 26 palet v řadě, což stále zachovává koncept, kdy k naložení kamionu je nutno vyprázdnit celou řadu. Toto uspořádání vyžaduje vyprázdnění kompletních pater materiálu pro naložení kamionu, čímž se sníží riziko opomenutí jednotlivých palet na skladě. Hlavní výhodou tohoto systému je zkrácení času potřebného k importu a exportu materiálu, kdy manipulaci uvnitř kanálu zajišťuje vozík Shuttle. To obsluhuje vysokozdvizného vozíku umožňuje připravovat další potřebné palety pro import nebo export, zatímco vozík Shuttle dokončuje uskladnění nebo přípravu palety na začátek případně na volné místo v kanálu. Obsluha může ovládat až 69 různých nosičů a tím maximálně zefektivnit proces. Tento systém umožňuje také poloautomatický režim, kdy v případě, že má být kanál

zcela vyprázdněn, vozík Shuttle automaticky přepraví každou paletu v kanálu do prostoru k vyskladnění. Tento režim zde najde své uplatnění, jelikož tato funkce by měla být využívána vždy při exportu, tudíž obsluze odpadne starost s obsluhou tabletu, kdy bude stačit pouze zadat řadu, kterou má vozík vyprázdnit. Tato varianta skladování využívá maximální potenciál dostupných skladovacích prostor. Uspořádání vychází ze stávajícího způsobu skladování, kdy hlavní výhodou využití paletového regálu je v možnosti stohovatelnosti až čtyř palet nad sebou. Celý systém bude integrován do ERP systému SAP, což umožní snadné sledování umístění jednotlivých zakázek v rámci kanálů.

Celková kapacita skladu H1 a přístaveb P1,P2 se zvedne přibližně o 178 %, což umožní přesun materiálu z haly H2, ale také celkové navýšení kapacit o přibližně 119 %.

Z důvodu úspory místa byl zvolen pro manipulaci s materiálem retrak od firmy Jungheinrich, který vyžaduje minimální šířku uličky 1,67 m. Jelikož zde bude probíhat uskladnění palet částečně automaticky, kdy palety se budou připravovat a odebírat pouze na začátku jednotlivých kanálů, lze zde počítat i s úsporou jednoho zaměstnance určeného k manipulaci s materiálem.

Na obrázku 40 jsou vyznačeny toky materiálu, kdy červenou barvou jsou vyznačeny trasy materiálu z linky L1/B1 a zelenou barvou jsou vyznačeny trasy z linky L2/B2. Import i export probíhá ze stejného místa.

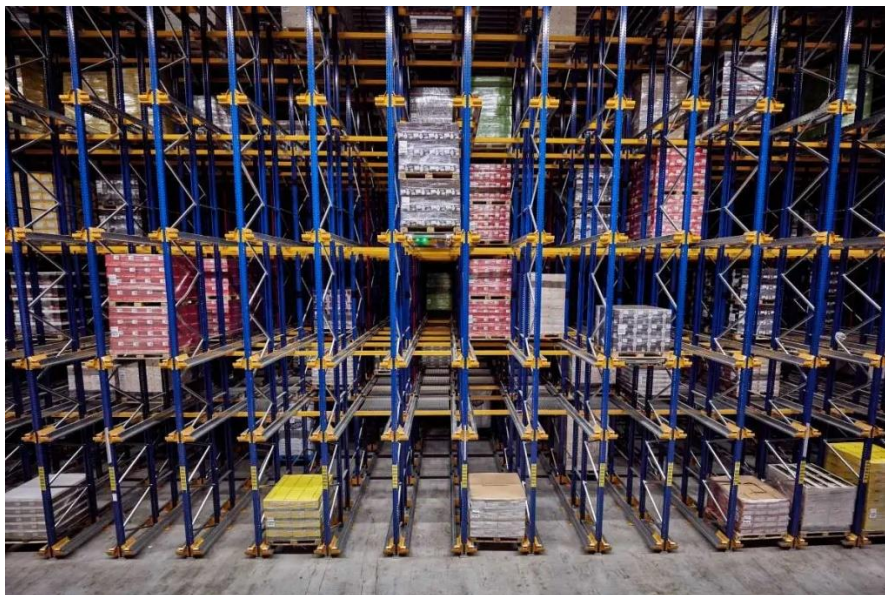


**Obr. 41: Rozmístění materiálu Varianta 2**



## **Paletový Shuttle regál Jungheinrich**

**Cena: 3 200 Kč za paletové místo ( zahrnuje - materiál, montáž doprava )**



**Obr. 42: Pallet Shuttle Jungheinrich [19]**

Výška regálu pro uskladnění čtyř palet nad sebou pomocí systému Pallet Shuttle činí 6 960 mm, kdy výška prostorů haly H1 je 8 000 mm. Výška regálu pro uskladnění tří palet nad sebou v prostorech přístaveb P1, 2 bude 5 220 mm, kdy využitelná výška je 5 670 mm. V kalkulaci ceny regálů bylo počítáno s maximální hmotností palety 1 500 Kg, kdy hmotnost jedné palety by neměla překročit 1 200 Kg.

## **Retrak Jungheinrich ETV C20**

**Cena: 880 000 Kč**

Viz. Strana 46

## **Vozík Shuttle**

**Cena: 600 000 Kč**



**Obr. 43: Vozík Shuttle Jungheinrich [18]**

V následující tabulce je uveden přehled nových kapacit skladu H1 a přístaveb P1, P2. Jelikož výška palety s papírovými pytlí a big-bag vaky je podobná, je možno kapacity určené pro jednotlivé druhy balení kaolínů kombinovat v případě nedostatku míst.

**Tab. 4: Kapacita skladu Varianta 2**

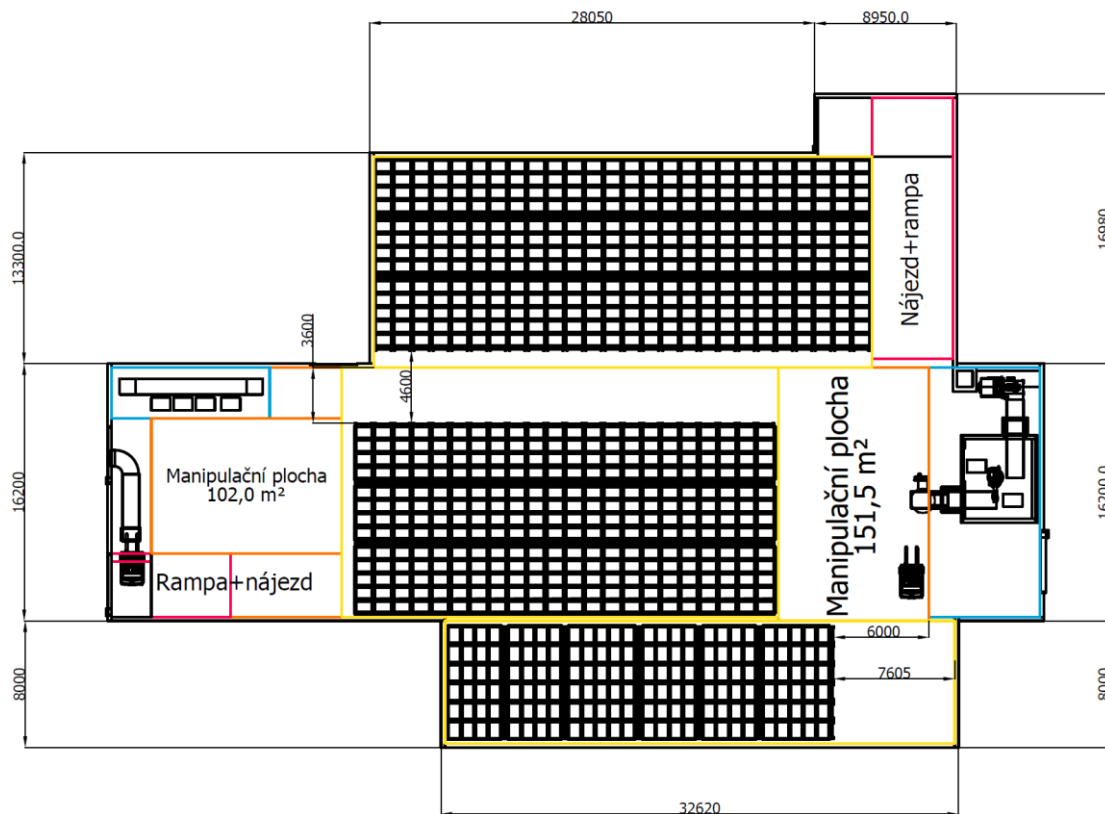
	<b>Palety s pytlí</b>	<b>Big-Bag vaky</b>
H1	1 144	0
P1	975	0
P2	0	468
$\Sigma$	<b>2 119</b>	<b>468</b>

V tabulce 5 jsou uvedeny náklady na regálový systém a manipulační techniku.

**Tab. 5: Náklady na vybavení Varianta 2**

	<b>Množství</b>	<b>Cena</b>
Shuttle regál (3 200 Kč/ 1 paletové místo)	2 587	8 278 400 Kč
Vozík Shuttle (600 000 Kč/ks)	3	1 800 000Kč
Retrak (880 000 Kč/ks)	2	1 760 000 Kč
$\Sigma$		<b>11 838 400 Kč</b>

Na výkresu je možno vidět zbytek důležitých informací, jako jsou šířky jednotlivých uliček. Minimální šířka hlavní uličky mimo regály je 3 600 mm, což splňuje normy pro jednosměrný provoz, kdy je nutno připočítat k šířce vysokozdvížného vozíku (případně břemene, jeli širší) 600 mm. Šířka retraku je 1 409 mm a minimální potřebná šířka je tedy 3 009 mm.



Obr. 44: Layout varianta 2

### 3.1.3 Varianta 3 - Pallet Shuttle

Třetí varianta je uskladnění za pomoci skladovacího systému Shuttle, kdy v tomto případě, ve srovnání s předchozí variantou, bylo přihlédnuto k usnadnění manipulace s materiálem při exportu a importu na úkor maximální kapacity skladu. Jak je znázorněno na obrázku 44, ani zde není zapotřebí vytvářet manipulační uličky mezi jednotlivými řadami, což snižuje prostorové nároky skladu. Import i export materiálu probíhá pouze na začátku jednotlivých kanálů, přičemž v případě varianty 3 je hlavním rozdílem místo odběru materiálu, kdy zde bude uskladňován z jedné strany regálů a odebírán z opačného konce. To umožní značné zkrácení manipulačních vzdáleností, a to především při exportu materiálu, kdy odběrná místa jsou umístěna co nejblíže k nakládací rampě. Současný systém skladování, který umožňuje umístit 13 nebo 26 palet za sebou v jedné řadě, zůstane i zde zachován, a to především z důvodu dobré přehlednosti skladu. Jelikož se jedná o totožné regály, jako v předchozí variantě 2, i zde zajišťuje veškerý pohyb uvnitř kanálů vozík Shuttle. I zde budou dostupné veškeré ostatní funkce, jako obsluha až 69 různých nosičů najednou, poloautomatický režim vyprázdnění kanálu, nebo počítání palet v kanálu. Uspořádání vychází ze stávajícího způsobu skladování, kdy hlavní výhodou využití paletového regálu je v možnosti stohovatelnosti až čtyř palet nad sebou. Celý systém bude integrován do ERP systému SAP, což umožní snadné sledování a umístění jednotlivých zakázek v rámci kanálů.

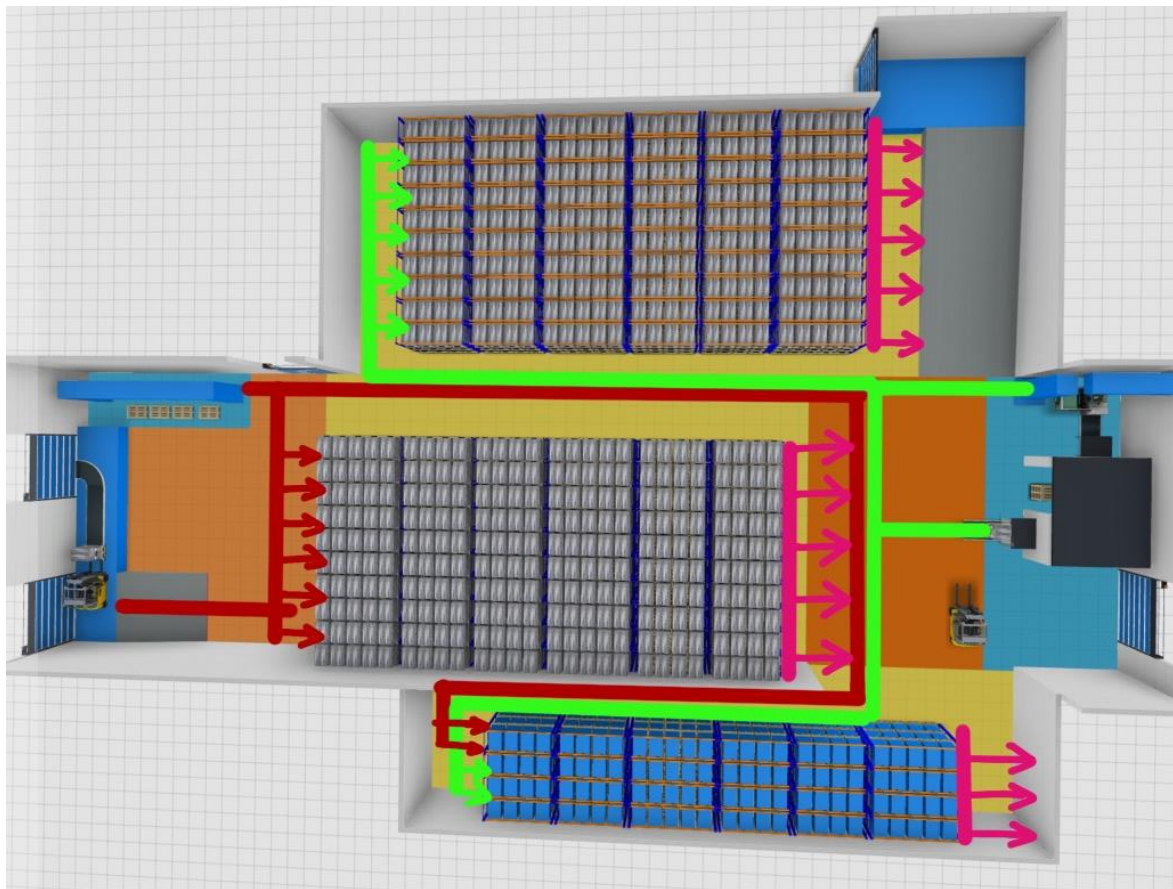
Celková kapacita skladu H1 a přístaveb P1,P2 se zvedne přibližně o 96 %, což umožní přesunu materiálu z haly H2, ale také celkové navýšení kapacit o přibližně 55 %.

Z důvodu úspory místa byl zvolen pro manipulaci s materiálem retrak od firmy Jungheinrich, který vyžaduje minimální šířku uličky 1,67 m. Využití by zde mohl také najít současný

vysokozdvížený vozík Jungheinrich, který by eventuelně mohl obsluhovat halu H1. Pro využití v prostorech P1/P2 je nevhodný z důvodu malých manipulačních prostorů.

Jelikož zde bude probíhat uskladnění palet částečně automaticky, kdy palety se budou připravovat a odebírat pouze na začátku jednotlivých kanálů, lze zde počítat i s úsporou jednoho zaměstnance určeného k manipulaci s materiálem.

Na obrázku 44 jsou vyznačeny toky materiálu, kdy červenou barvou jsou vyznačeny trasy materiálu z linky L1/B1, zelenou barvou jsou vyznačeny trasy z linky L2/B2 a růžovou barvou jsou vyznačena místa, kde se materiál odebírá pro export. Odběr materiálu na druhé straně kanálu je zásadní rozdíl vůči předchozí variantě, kdy tento systém by měl urychlit export materiálu, jelikož odběrná místa jsou posunuta co nejbližší nakládací rampě.



Obr. 45: Rozmístění materiálu Varianta 3

### **Paletový Shuttle regál Jungheinrich**

**Cena: 3 200 Kč za paletové místo ( zahrnuje - materiál, montáž doprava )**

Viz. Strana 48

### **Retrak Jungheinrich ETV C20**

**Cena: 880 000 Kč**

Viz. Strana 45

## Vysokozdvížený vozík Jungheinrich EFG 320

Společnost v současné době disponuje dvěma vysokozdvížnými vozíky Jungheinrich EFG 320, které by bylo případně možné použít pro manipulaci s materiálem v hale H1.



Obr. 46: Vysokozdvížený vozík Jungheinrich EFG 320 [20]

V následující tabulce je uveden přehled nových kapacit skladu H1 a přístaveb P1, P2. Jelikož výška palety s papírovými pytli a big-bag vaky je podobná, je možno kapacity určené pro jednotlivé druhy balení kaolinu kombinovat v případě nedostatku míst.

Tab. 6: Kapacita skladu Varianta 3

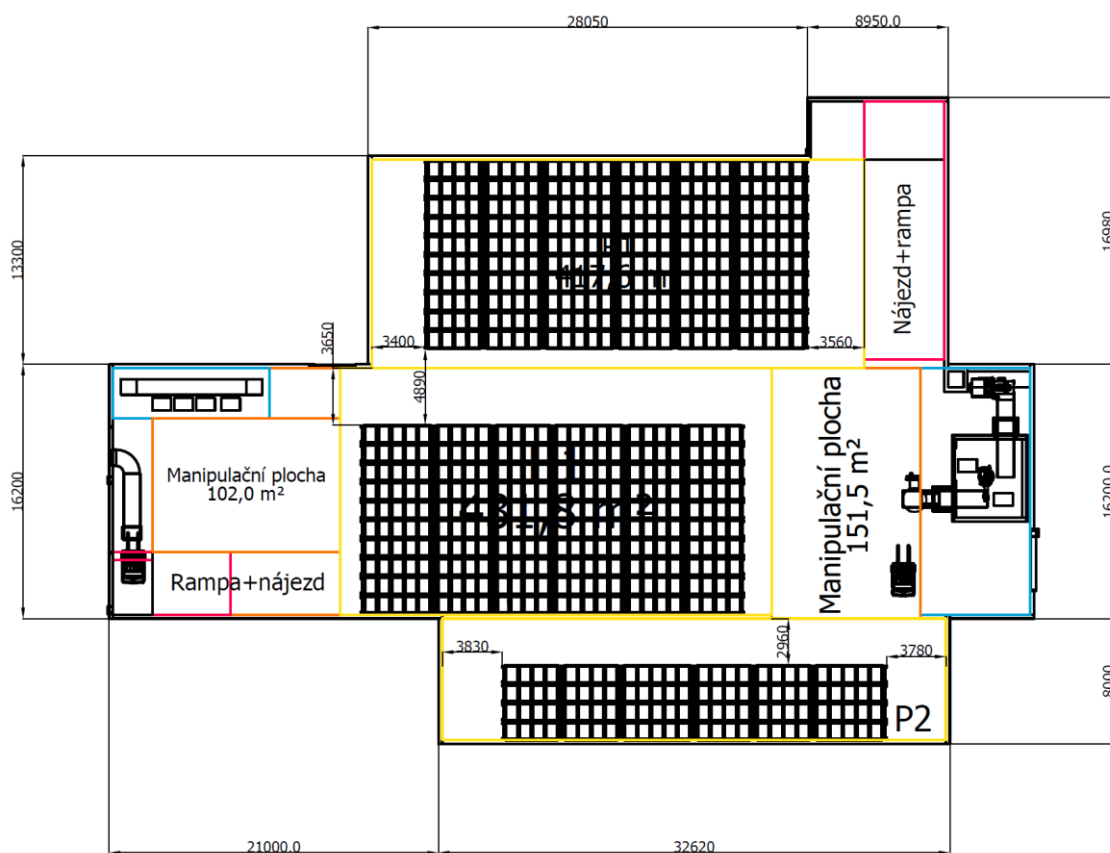
	<b>Palety s pytli</b>	<b>Big-Bag vaky</b>
H1	1 040	0
P1	780	0
P2	0	312
$\Sigma$	<b>1 520</b>	<b>312</b>

V tabulce 7 jsou uvedeny náklady na regálový systém a manipulační techniku.

**Tab. 7: Náklady na vybavení Varianta 3**

	<b>Množství</b>	<b>Cena</b>
Shuttle regál (3 200 Kč/ 1 paletové místo)	1 832	5 862 400 Kč
Vozík Shuttle (600 000 Kč/ks)	3	1 800 000 Kč
Retrak (880 000 Kč/ks)	2	1 760 000 Kč
$\Sigma$		<b>9 422 400 Kč</b>

Na výkresu je možno vidět zbytek důležitých informací, jako jsou šířky jednotlivých uliček. Minimální šířka hlavní uličky mimo regály je 3 650 mm, což splňuje normy pro jednosměrný provoz, kdy je nutno připočítat k šířce vysokozdvizného vozíku (případně břemene, jeli širší) 600 mm. Šířka retraku je 1 409 mm a minimální potřebná šířka je tedy 3 009 mm.



**Obr. 47: : Layout varianta 3**

### 3.1.4 Výběr nejvhodnější varianty

Všechny uvedené varianty mají své výhody a nevýhody. Pro účel výběru nejvhodnější varianty bylo použito hodnocení pomocí metody pořadí s váhou daných parametrů.

Tab. 8: Hodnocení variant

Kritérium	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Pořadí var. 1	Pořadí var. 2	Pořadí var. 3
Celkové náklady (Váha = 5)	2 807 800 Kč	11 838 400 Kč	9 422 400 Kč	1	3	2
Počet zaměstnanců (Váha = 3)	4	3	3	2	1	1
Kapacita skladu (Váha = 4)	1612	2587	1832	3	1	2
Manipulace s materiálem (Váha = 2)	Nejobtížnější	Středné	Snadná	3	2	1
Provozní náklady (Váha = 1)	Žádné	El. Energie pro vozík Shuttle	El. Energie pro vozík Shuttle	1	2	2
<b>Součet pořadí</b>				<b>30</b>	<b>27</b>	<b>25</b>

Vyhodnocení pomocí metody pořadí vychází jako nejlepší Varianta 3, která odpovídá nejlépe dle vyhodnocení jednotlivých kritérií. Varianta 3 nabízí nejlepší poměr rozšíření kapacit a úspory zaměstnanců v porovnání se vstupními náklady.

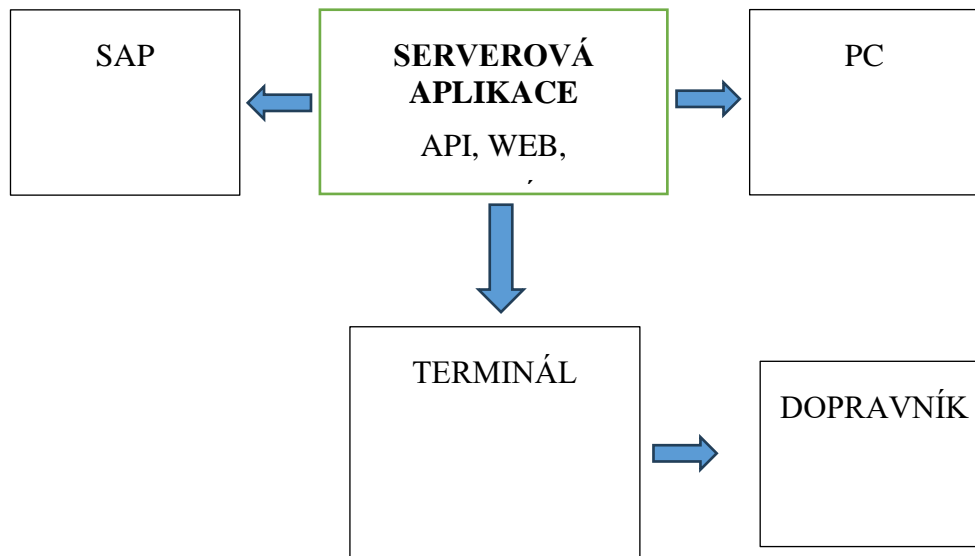
### 3.2 Technické řešení – Evidence materiálu

V této kapitole bude navržen systém řízeného skladu, který by měl umožnit co největší automatizaci přenosu dat do systému SAP, ale také snížit časovou náročnost obsluhy plniček pytlů a big-bag vaků, kdy obsluha musí ručně vyplňovat jednak etikety viz. Obr. 16,17, ale také musí vést záznamy o počtech vyrobených kusů za směnu.

V praxi by měl celý systém fungovat v následujících krocích:

1. Obchodní oddělení přijme zakázku a bude zanesena do systému SAP.
2. Obsluha plniček pytlů převezme zakázku a stav bude zanášen do systému buď automaticky přímo z automatického aplikátoru nebo za pomoci mobilních datových terminálů.
3. Jelikož bude zachován systém, kdy jedna řada obsahuje 13 nebo 26 palet, což se rovná odběru jednoho kamiónu, bude možné přidělovat jednotlivým zakázkám patra v určitých regálech.
4. Při vyskladnění materiálu obsluha uvidí na displeji terminálu, kterou řadu vyskladnit.

Přenos dat z aplikátoru případně datového mobilního terminálu zajišťuje serverová aplikace, která obstarává veškerou komunikaci mezi jednotlivými zařízení. [13]



### 3.2.1 Linka L1, 2

Pro linky L1, L2 se jeví jako nejvýhodnější řešení automatické aplikátory etiket, kde lze jednoduše měnit typ etikety v závislosti na druhu vyráběného produktu. Tyto druhy zařízení disponují také přímým napojením na ERP systémy, kdy po aplikaci etikety je paleta se zbožím rovnou zaevidována do systému.

#### Paletový aplikátor PA – Leonardo Technology

**Cenové rozmezí: 950 000 – 1 090 000 Kč**

Jedná se o aplikátor, kdy paleta se musí na chvíli zastavit a etikety se následně aplikují prostřednictvím automatického systému na definované místo dle standardu GS1. GS1 je standard identifikace, který obsahuje informace o produktech, o původu, expiraci a jiná důležitá data.

Aplikátor funguje tak, že při příjezdu palety vyšle automatický senzor pokyn k tisku etikety a aplikační hlava umístí etiketu na předem definované místo na paletě. Následně je ověřena čitelnost čárového kódu snímačem na aplikační hlavě. V případě nečitelnosti je etiketa automaticky přelepena etiketou novou. Je možné také nastavit aplikaci etiket na dvě strany v jednom procesu. Aplikátor je schopen se přizpůsobit i různým tvarům palet, což je pro palety s pytlí důležité. Paletový aplikátor lze napojit na podnikové systémy jako je SAP aj.

Tento aplikátor lze také vybavit vnitřním topným systémem, který zaručuje funkčnost i v chladných podmínkách. Tímto systémem bude třeba dovybavit pouze aplikátor určený pro linku L2, jelikož nebude schován uvnitř přístavby pro paletizačního robota. U aplikátoru pro linku L1 tento systém není nutný, jelikož se nachází v hale se sušícími mlýny, kde je teplota dostatečná pro bezproblémové fungování aplikátoru. [9]





**Obr. 48: Paletový aplikátor PA [9]**

### **3.2.2 Linka B1, 2**

Pro naplněné big-bag vaky bude nutné provést ruční etiketaci vaků. V průmyslu se k tisku etiket využívají termotransferové tiskárny. Hlavním kritériem rozdělení je objem tisku, kde základní termotransferové tiskárny jsou deskové, zatímco průmyslové termotransferové tiskárny jsou určeny pro větší objemy tisku. V našem případě dosahuje denní objem tisknutých štítků na jednu tiskárnu maximálně 250 štítků, a proto by měla být dostatečná desková tiskárna. Avšak kvůli nízkým teplotám uvnitř budovy bude nutné zvolit dražší průmyslovou tiskárnu.

Následná evidence bude prováděna za pomoci datového mobilního terminálu. Tento proces zajistí přenos zbývajících informací do systému SAP a současně bude možné uložit další informace, jako například umístění ve skladu apod. Pomocí datových terminálů se budou také předávat informace, v jakém regálu a v jaké řadě jsou jednotlivé zakázky umístěny.

#### **Termotransferová tiskárna – Zebra ZR411, 203 DPI**

**Cena: 30 900 Kč**

Jedná se o robustní termotransferovou tiskárnu, která je určena výhradně pro průmyslové využití. [14]



**Obr. 49: Termotransferová tiskárna Zebra ZR411 [14]**

### Datový mobilní terminál: ZEBRA MC3300 Standard 2D SE4770 SR (47Key)

Cena: 34 000 Kč

K ukládání a načítání dat bude využit datový mobilní terminál též od společnosti Zebra.



Obr. 50: Datový terminál Zebra MC3300 [15]

V následující tabulce jsou uvedeny náklady na pořízení etiketovacího systému

Tab. 9: Náklady na vybavení evidence materiálu

	Množství	Cena
Automatický aplikátor etiket (1 000 000 Kč/ks)	2	2 000 000 Kč
Termotransferová tiskárna (30 900 Kč/ks)	2	61 800 Kč
Datový terminál (34 000 Kč/ks)	2	68 000 Kč
$\Sigma$		2 129 800Kč

### 3.3 Technické řešení – Přístavba pro robota

Jako materiál pro přístavbu byl zvolen beton, který je v porovnání s cihlovou stavbou výrazně levnější. Jeho nevýhodou vůči cihlové stavbě je především nižší izolační vlastnosti. Jelikož stavbou prochází pásový dopravník, který bude činit podstatnou část tepelných ztrát, bylo přihlédnuto především na samotnou cenu, která vychází lépe ve prospěch betonové stavby. Teplota uvnitř stavby by se měla pohybovat v rozmezí 6-10 °C, aby byl zajištěn bezproblémový chod paletizačního robota. Po konzultaci se stavebním inženýrem byl zvolen pro stavbu přístavby beton C25/30 XC1, XF1, XA1 – C10,4 – Dmax 22, který vyhovuje jak na nosné zdi, tak na stropní desku. Jako výztuž bude použita betonářská ocel B500B. Beton bude nalit do bednění, které se v současné době začíná využívat častěji než prefabrikovaný beton. Vytápění bude zajištěno elektrickými přímotopy, kterými firma již disponuje. Pro minimalizaci úniku

tepla při průchodu palet a pytlů přístavbou, bude vstup a výstup vybaven dvěma lamelovými clonami, viz. Obr. 55. U vstupních vrat bude také umístěna větrná clona, která by měla zamezit úniku tepla v důsledku průvanu při otevření vrat, která bude nutno otevírat především pro účel doplnění palet, případně pro servisní účely viz. Obr.46.



Obr. 51: Vizualizace přístavby pro paletizační robot

### VRATOVÁ CLONA R4S

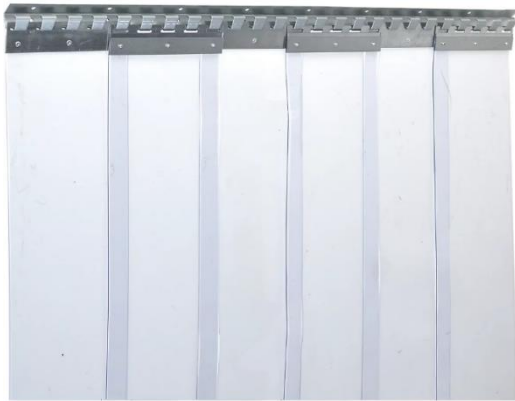
Pro efektivní zamezení úniku tepla při opakovaném otevírání vrat pro doplnění palet bude nad vrata instalována větrná clona R4S od společnosti ROBUR. Tato clona má schopnost definovat způsob svého zapnutí, což v našem případě znamená automatické spuštění při otevření vrat. Její účinnost je až pro vrata o výšce 5 m, což představuje rezervu nad výškou našich vrat, jež činí 3,5 m, což by mělo přispět ke zvýšené efektivitě. Polohovatelná konzole umožňuje nastavit úhel vstupní trysky podle požadavků a charakteristiky vrat. [16]



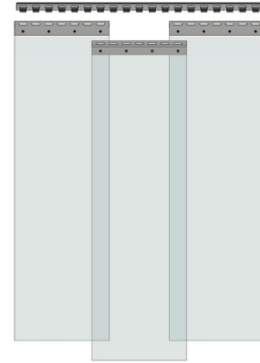
Obr. 52: Vratová clona [16]

### **Průmyslová lamelová clona**

Průmyslové lamelové clony slouží k omezení úniku tepla při průchodu osob, manipulační techniky nebo materiálu. Hlavními benefity je ochrana před průvanem a únikem tepla a tím snížení nákladů na energie. Pro zvýšení účinnosti ochrany proti úniku tepla se jednotlivé pásy překrývají viz. Obr. 52,53.



**Obr. 54: Průmyslová lamelová clona [17]**



**Obr. 53: Překrytí jednotlivých lamel [17]**

### **Průmyslová vrata Efaflex MS**

Rychloběžná rolovací vrata Efaflex MS jsou bezpečností vrata pro oddělní prostorů se stroji.



**Obr. 55: Průmyslová vrata Efaflex MS [22]**

Přístavbou by se měly jednak plně odstranit problémy s odstávkami robota v důsledku nízkých teplot, ale také by měla ušpóřit značnou část financí, která je momentálně vynakládána pro udržení robota v chodu za pomoci tří přímotopů, které v zimních měsících jsou v téměř nepřetržitém provozu v rámci směny. Dle odhadů by mělo být dostačující vytápět navrženou přístavbu pouze jedním přímotopem, kdy chod by nemusel být nepřetržitý, ale pouze při poklesu teploty pod určitou mez. Výpočet skutečné úspory za elektrickou energii není předmětem této práce a jedná se tak pouze o odhad.



Obr. 56: Vizualizace průchodu dopravníků a umístění lamelových clon

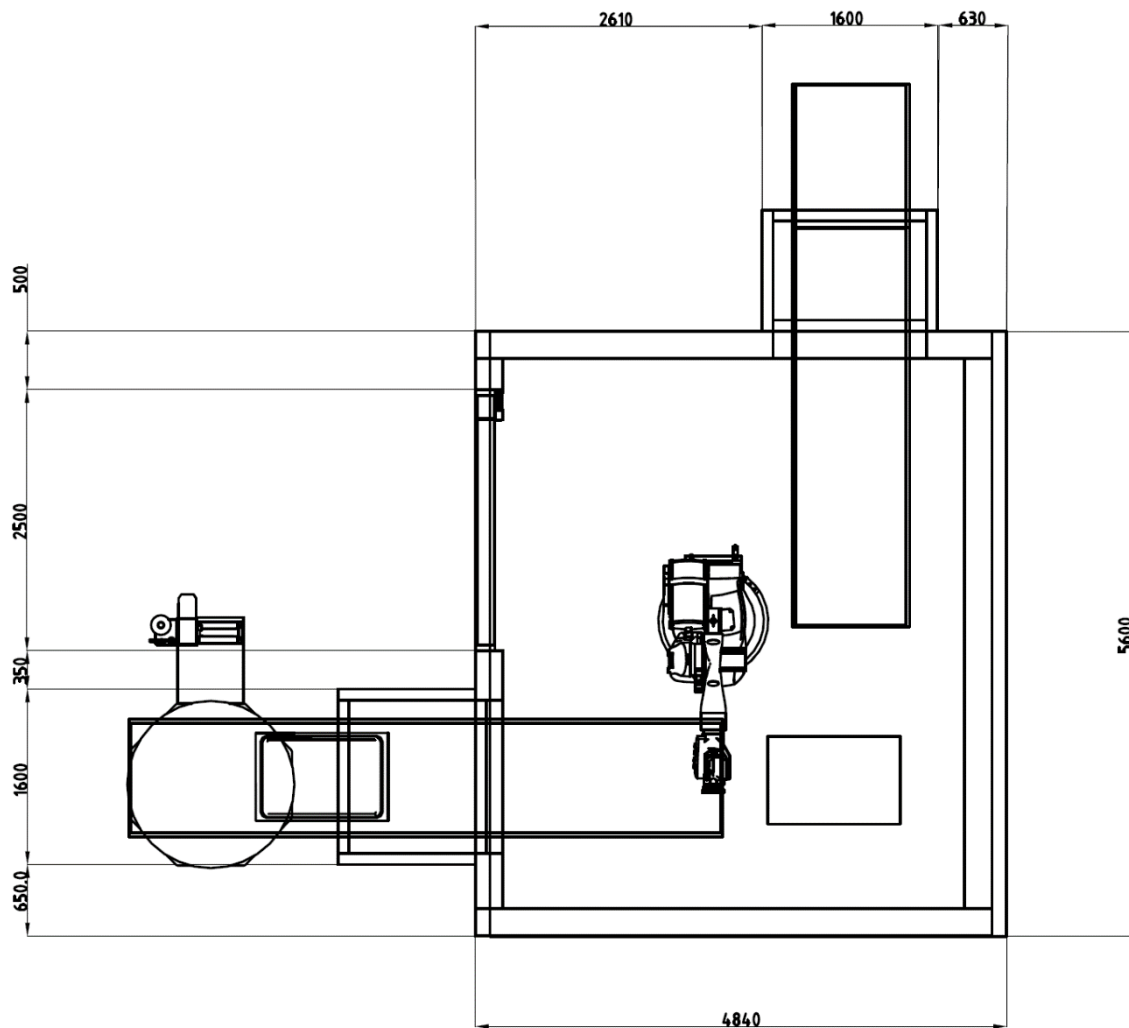
### Odhad ceny na stavbu:

Odhad na cenu stavby a zařízení byl proveden na základě průměrné ceny materiálu v únoru 2024, případně dle cen výrobců.

Tab. 10: Náklady na stavbu

	Množství	Cena
Potřebné množství betonu (cena = 2850 Kč/m <sup>3</sup> )	21 m <sup>3</sup>	59 850 Kč
Potřebné množství výztuže (cena = 34,40 Kč/m)	180 m	6 192 Kč
Větrná clona (cena = 41 900 Kč/ks)	2	83 800 Kč
Pásové lamely (cena = 1 022 Kč/ks)	4	4 088 Kč
Vrata (cena = 60 000 Kč/ks)	1	60 000 Kč
Σ		213 930 Kč

Rozměry budovy jsou 4,84 x 5,6 x 3,5 metru, kdy ačkoliv manipulační prostory paletizačního robota jsou větší, lze je softwarově omezit. Tyto rozměry vychází i ze současné dispozice prostoru vyhrazeného pro robota viz. Obr 56.



Obr. 57: Layout přístavba

#### 4 Investiční rozpočet, návratnost

V této kapitole je stanoven investiční rozpočet, který je rozdělen do tří částí – rozpočet na rozšíření skladových kapacit, napojení skladu na ERP systém a stavba přístavby pro robota určeného k paletizaci. Dále zde bude stanovena přibližná návratnost investice.

Po konzultaci se společností bude stanoven na základě zájmu také rozpočet a návratnost pro variantu 1, která je na první pohled výrazně levnější.

## 4.1 Investiční rozpočet

### 4.1.1 Varianta 3

Tab. 11: Rozpočet na jednotlivé části

<b>Pallet Shuttle regály</b>	<b>Množství</b>	<b>Cena [Kč bez DPH]</b>
Konvenční paletový regál	1 832	5 862 400 Kč
Shuttle vozík	3	1 800 000 Kč
Retrak	2	1 760 000 Kč
<b>Evidence materiálu</b>		
Automatický aplikátor etiket	2	2 000 000
Termotransferová tiskárna	2	61 800
Datový terminál	2	68 000
<b>Přístavba</b>		
Potřebné množství betonu	21 m <sup>3</sup>	59 850
Potřebné množství výztuže	180 m	6 192
Větrná clona	2	83 800 Kč
Pásové lamely	4	4 088 Kč
Vrata	1	60 000 Kč

### Celkové investiční náklady

Tab. 12: Celkové investiční náklady Varianta 3

<b>Popis</b>	<b>Cena [Kč bez DPH]</b>
Regálový systém	9 422 400
Etiketovací systém	2 129 800
Přístavba	213 930
$\Sigma$	<b>11 766 130</b>

## 4.1.2 Varianta 1

Tab. 13: Rozpočet na jednotlivé části

<b>Konvenční paletový regály</b>	<b>Množství</b>	<b>Cena [Kč bez DPH]</b>
Konvenční paletový regál	1612	1 047 800
Retrak	2	1 760 000
<b>Evidence materiálu</b>		
Automatický aplikátor etiket	2	2 000 000
Termotransferová tiskárna	2	61 800
Datový terminál	2	68 000
<b>Přístavba</b>		
Potřebné množství betonu	21 m <sup>3</sup>	59 850
Potřebné množství výztuže	180 m	6 192
Větrná clona	2	83 800 Kč
Pásové lamely	4	4 088 Kč
Vrata	1	60 000 Kč

## Celkové investiční náklady

Tab. 14: Celkové investiční náklady Varianta 1

<b>Popis</b>	<b>Cena [Kč bez DPH]</b>
Regálový systém	2 807 800
Etiketovací systém	2 129 800
Přístavba	168 964
$\Sigma$	<b>5 106 564</b>

## 4.2 Návratnost

### 4.2.1 Varianta 3

V této části je vypočítána přibližná návratnost investice.

Celkové investiční náklady byly stanoveny na 11 766 130 Kč bez DPH. Kvůli ochraně údajů se zde nebude počítat s možným navýšením zisků z prodejů v důsledku navýšení kapacity



skladu, ale pouze s úsporou na zaměstnance. Také zde nejsou započteny úspory za vytápění prostorů robota, které by se měly též razantně snížit. Doba návratnosti investice by měla být v konečném důsledku rychlejší. Celkové měsíční náklady na jednoho zaměstnance jsou uvažovány 42 400 Kč, kdy náklady byly odhadnuty na základě průměrného hrubého platu na pozici skladník v Plzeňském kraji. Roční náklady na jednoho zaměstnance ve skladu tak činí 508 800 Kč. Celková částka úspory za zaměstnance činí 1 526 400 Kč. Posledním potřebným údajem pro výpočet návratnosti jsou průměrné roční odpisy. Pro ty je nejprve nutné stanovit dobu odepisování.

**Tab. 15: Výpočet odpisů**

Předmět	Doba odepisování (počet let)	Roční odpisy (Kč)	Pořizovací cena (Kč)
Pallet Shuttle regál	10	586 240	5 862 400
Vozík Shuttle	5	360 000	1 800 000
Retrak	5	352 000	1 760 000
Přístavba	10	21 393	213 930
Automatický aplikátor etiket	5	400 000	2 000 000
Termotransferová tiskárna	Jednorázový odpis	61 800	61 800
Datový terminál	Jednorázový odpis	68 000	68 000
Jednorázový odpis		129 800	
Celkem (1. – 5. rok)	-	1 719 633	
Celkem (6. – 10. rok)	-	607 633	

$$\text{Návratnost} = \frac{\text{Investice} - \text{jednorázové odpisy}}{\text{Úspora na zaměstnance} + \text{odpisy}}$$

$$\text{Návratnost} = \frac{(11\,766\,130 - 129\,800)}{(1\,526\,400 + 1\,719\,633)} = 3,6 \text{ roku}$$

Celková návratnost investice je přibližně 3,6 roku.

Dle výše uvedeného výpočtu vychází přibližná návratnost investice na 3,6 roku. O investici lze říct, že je výhodná, jelikož se regály, systém pro evidenci materiálu, ale i přístavba zaplatí mnohem dřív, než jaká je jejich životnost. Je zde nutno počítat i s náklady na údržbou a elektrickou energii pro vozík Shuttle, ale vůči pořizovací ceně by tyto náklady měly být minimální.

#### 4.2.2 Varianta 1

V této části je vypočítána přibližná návratnost investice.

Celkové investiční náklady byly stanoveny na 5 106 564 Kč bez DPH. Kvůli ochraně údajů se zde nebude počítat s možným navýšením zisků z prodejů v důsledku navýšení kapacity skladu, ale pouze s úsporou na zaměstnance. Doba návratnosti investice by měla být v konečném důsledku rychlejší. Celkové měsíční náklady na jednoho zaměstnance jsou uvažovány 42 400 Kč, kdy náklady byly odhadnuty na základě průměrného hrubého platu na pozici skladník v Plzeňském kraji. Roční náklady na jednoho zaměstnance ve skladu tak činí 508 800 Kč. Celková částka úspory za zaměstnance činí 1 017 600 Kč. Posledním potřebným údajem pro výpočet návratnosti jsou průměrné roční odpisy. Pro ty je nejprve nutné stanovit dobu odepisování.

Předmět	Doba odepisování (počet let)	Roční odpisy (Kč)	Pořizovací cena (Kč)
Konvenční paletový regál	10	280 780	2 807 800
Retrak	5	352 000	1 760 000
Přístavba	10	16 896	168 964
Automatický aplikátor etiket	5	400 000	2 000 000
Termotransferová tiskárna	Jednorázový odpis	61 800	61 800
Datový terminál	Jednorázový odpis	68 000	68 000
Jednorázový odpis		129 800	
Celkem (1. – 5. rok)	-	1 049 676	
Celkem (6. – 10. rok)	-	297 676	

$$\text{Návratnost} = \frac{\text{Investice} - \text{jednorázové odpisy}}{\text{Úspora na zaměstnance} + \text{odpisy}}$$

$$\text{Návratnost} = \frac{5\,106\,564 - 129\,800}{(1\,017\,600 + 1\,049\,676)} = 2,4 \text{ roku}$$

Dle výše uvedeného výpočtu vychází přibližná návratnost investice na 2,4 roku. O investici lze říct, že je výhodná, jelikož se regály, systém pro evidenci materiálu, ale i přístavba zaplatí mnohem dřív, než je jejich životnost.

### 4.2.3 Zhodnocení návratnosti

Porovnáme-li doby návratnosti jednotlivých variant, lze říct, že varianta 3 je výrazně výhodnější. Rozdíl v době návratnosti jeden rok je v dlouhodobém časovém horizontu zanedbatelný v porovnání s většími kapacitami skladu, výrazně jednodušší obsluhou a úsporou za zaměstnance. Další výhodou do budoucna je možnost rozšířit kapacity, kdy v případě varianty 3 by bylo možné pouze předělat dispoziční řešení a přikoupit další paletová místa. V případě varianty 1 se jedná o maximální možnou kapacitu.

## 5 Závěr

Cílem diplomové práce bylo racionalizovat skladové prostory včetně souvisejících procesů a problémů s tímto tématem spjatých, se kterými se společnost v současné době potýká.

Zásadní problém stávajícího skladování je především nízká kapacita a absence systému skladování, jelikož zde není využito žádného úložného systému, ale palety jsou pouze volně loženy. Tyto problémy by se navíc měly do budoucna pouze prohlubovat, jelikož je nutno uvolnit prostory jedné ze stávajících hal a tyto zásoby přemístit do současných prostor, kde pro tyto zásoby není momentálně místo. Jelikož jsou skladové kapacity již v současné době využity na maximum, není zde ani prostor pro navýšení výroby a exportu materiálu. Tento problém by bylo možné vyřešit realizací jedné ze tří navržených variant uložení do paletových regálů. Nejvýhodnější variantou vyšlo uložení do poloautomatických regálů Shuttle v podobě varianty 3, kdy regály Shuttle nabízejí nejlepší poměr využití místa za relativně přijatelnou cenu, kdy návratnost investice je pouze o jeden rok delší než u nejlevnější varianty 1. Dle návrhu třetí varianty by bylo možné rozšířit stávající kapacity celkově o 55%, což se jeví jako optimální kompromis mezi první a druhou variantou. Třetí varianta by pak měla i přínos pro samotnou manipulaci s materiálem, jelikož umožňuje značně zkrátit manipulační vzdálenosti při exportu materiálu, kdy odběrná místa kanálů se nachází vždy v nejbližších vzdálenostech vůči nakládací rampě. Jelikož uskladnění do regálů zajišťuje vozík Shuttle, je zde možnost úspory jednoho pracovníku, který v současnosti zajišťuje manipulaci s materiálem.

Druhým problémem je současný způsob evidence materiálu, který je v momentálně prováděn celý ručně a je náchylný na chyby. Také je obtížné dohledat umístění jednotlivých palet a zakázek, případně zjistit stáří materiálu na skladě a není možné jeho okamžitá evidence v ERP systému. Tyto nedostatky lze odstranit přechodem na nově navržený etiketovací systém, kdy označování palet s pytli by měly na starost dva automatické aplikátory etiket, které umožňují i následné načtení palet do ERP systému. Etikety pro big-bag vaky by bylo optimální, vzhledem k menšímu množství položek, tisknout na termotransferové tiskárně a etikety aplikovat manuálně. Následná evidence materiálu by probíhala za pomoci mobilního datového terminálu, který by sloužil také pro export. Zavedení nového systému evidence materiálu by měl přínos jedna z hlediska pevně stanoveného systému, kdy lze jednoduše dohledat veškeré potřebné údaje, ale také by měl značně snížit administrativní zátěž. Jelikož by byla značně snížena veškerá administrativní zátěž uvnitř skladu, byla by možnost přesunout dva současné pracovníky, kteří mají na starost administrativní úkony uvnitř skladu, do jiného oddělení.

Posledním bodem jsou odstávky paletizačního robota v důsledku nízkých teplot v hale v zimních měsících. Tento problém by měl být vyřešen za pomoci přístavby, která by zabránila únikům většího množství tepla za pomoci lamelových a větrných clon. Tato přístavba by měla přinést také finanční úspory na elektrickou energii za vytápění, kdy ze současného nepřetržitého provozu tří přímotopů by k vytápění přístavby měl dostačovat pouze jeden a v provoz bude uváděn pouze tehdy, klesne-li teplota pod předem stanovenou mez.

Logistické operace s materiálem byly řešeny pouze v prostorech skladu, kdy důvodem, proč neproběhla optimalizace cest a ploch v okolí skladu, je především fakt, že okolí skladu je již značně zastavěno a není zde prostor pro rozšíření ploch, čímž by bylo možné zjednodušit otáčení kamionu v areálu.

V závěru práce je uveden přibližný rozpočet nákladů a návratnost investice pro návrh skladu s variantou 3 a variantou 1. Varianta 3 se ukázala jako nejlepším možným řešením, jelikož odpovídala nejvíce současným požadavkům z technického a kapacitního hlediska, ale také návratnost by měla být pouze o 1,1 roku delší, kdy z dlouhodobém horizontu by měla investice přinášet větší úspory, ale také větší možnost navýšení exportu materiálu. Investiční náklady vybavení skladu dle třetí varianty, etiketovací systém a přístavba pro paletizačního robota vychází na 11 766 130 Kč bez DPH, a to především z důvodu současné úplné absence regálového a evidenčního systému. Návratnost této investice je odhadována na 4 roky, což je pro firmu přijatelné.

## 6 Seznam použitých zdrojů

- [1] STOPOVACKA. *Kaolínový lom Kaznějov* [online]. b.r [cit. 2023-11-10]. Dostupné z: <https://www.stopovacka.cz/kaolinovy-lom-kaznejov>
- [2] LB MINERALS. *Kaolin* [online]. b.r [cit. 2023-11-15]. Dostupné z: <http://www.lb-minerals.cz/cz>
- [3] HOSOKAVA. *Kaolín* [online]. b.r [cit. 2023-11-12]. Dostupné z: <https://www.hmicronpowder.com/industry/mineral/kaolin/>
- [4] Kaolinite. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-012-160]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Kaolinite>
- [5] SEMANTIC SCHOLAR. *Hydrocyklony* [online]. b.r [cit. 2023-02-08]. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/KAOLIN-PROCESSING-USING-FUZZY-HYDROCYCLONE-CONTROL-Farghaly/ca4372b79ddc7e6b00c1537a3a27155309cbbc80/figure/4>
- [6] MECALUX. *Konvenční paletový regály* [online]. b.r [cit. 2023-12-16]. Dostupné z: <https://www.mecalux.cz/skladove-riesenia/paletove-regaly>
- [7] MECALUX. *Konvenční paletový regály* [online]. b.r [cit. 2023-12-16]. Dostupné z: <https://twinlodeautomation.com/pallet-rack-solutions/>
- [8] KIPEX. *Ruční aplikátor* [online]. b.r [cit. 2023-11-11]. Dostupné z: <https://www.kipex.cz/p/1421/pl300060-rucni-aplikator-etiket-towa-apn-100>
- [9] LEONARDO TECHNOLOGY. *Automatický aplikátor* [online]. b.r [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.lt.cz/produkty/aplikatory-etiket-s-tiskarnou/paletovy-aplikator-pa>
- [10] KOENIG & BAUER. *Aplikační robot* [online]. b.r [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://coding.koenig-bauer.com/en/products/produktdetails-en/4pl-cobot/>
- [11] *NÁVRH APLIKÁTORU ETIKET PRO PALETOVANÉ ZBOŽÍ PŘED EXPEDICÍ*. Brno, 2016. Diplomová práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ.
- [12] Plánování podnikových zdrojů. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2022- [cit. 2024-04-22]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1nov%C3%A1n%C3%AD\\_podnikov%C3%BDch\\_zdroj%C5%AF](https://cs.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1nov%C3%A1n%C3%AD_podnikov%C3%BDch_zdroj%C5%AF)
- [13] KODYS AUTOMATIZACE. *K.aplikátor 170T3* [online]. b.r [cit. 2024-02-22]. Dostupné z: <https://www.automatizace-kodys.cz/produkty/aplikatory-etiket/kaplikator-170t3>

- [14] CZC. *Zebra ZT411, 203 DPI* [online]. b.r [cit. 2024-02-22]. Dostupné z: [https://www.czc.cz/zebra-zt411-203-dpi/291006/produkt?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwIZixBhCoARIsAIC745Cm5GYLN0RD5FvUy\\_dPs4jzMIRB46NXR3QjxSy2MyvCMAoulSokMtQaAtiAEA Lw\\_wcB](https://www.czc.cz/zebra-zt411-203-dpi/291006/produkt?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwIZixBhCoARIsAIC745Cm5GYLN0RD5FvUy_dPs4jzMIRB46NXR3QjxSy2MyvCMAoulSokMtQaAtiAEA Lw_wcB)
- [15] MIRONET. *ZEBRA MC3300 Standard 2D SE4770 SR (47Key)* [online]. b.r [cit. 2024-03-22]. Dostupné z: [https://www.mironet.cz/zebra-mc3300-standard-2d-se4770-sr-47key-ram-2gb-rom-16gb-usb-bt-wifi-4-displej-android-71-gms+dp547099/?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwIZixBhCoARIsAIC745B5cXO TFt5lps4dUJrfGBL0hWEQ9nqhFjHMe1sVunQXBtp3GRMwtGUaAk6qEALw\\_wcB](https://www.mironet.cz/zebra-mc3300-standard-2d-se4770-sr-47key-ram-2gb-rom-16gb-usb-bt-wifi-4-displej-android-71-gms+dp547099/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwIZixBhCoARIsAIC745B5cXO TFt5lps4dUJrfGBL0hWEQ9nqhFjHMe1sVunQXBtp3GRMwtGUaAk6qEALw_wcB)
- [16] ROBUA. *Vratová clona R4S* [online]. b.r [cit. 2024-03-22]. Dostupné z: [https://www.robur.cz/produkty/prumyslove-vytapeni-hal/vratova-clona-r4s?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjw5v2wBhBrEiwAXDDoJaOqG7q5bXqyjNF DkoD7aGoba9Lj2pP1dUrZ3QkZuOBfARW5mNEBYRoCT-0QAvD\\_BwE](https://www.robur.cz/produkty/prumyslove-vytapeni-hal/vratova-clona-r4s?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw5v2wBhBrEiwAXDDoJaOqG7q5bXqyjNF DkoD7aGoba9Lj2pP1dUrZ3QkZuOBfARW5mNEBYRoCT-0QAvD_BwE)
- [17] KAISERKRAFT. *Pásový závěs* [online]. b.r [cit. 2024-02-22]. Dostupné z: [https://www.kaiserkraft.cz/vrata-a-dvere/pasove-zavesy/pasovy-zaves-cena-m/sirka-x-tloustka-200-x-2-mm/p/M1024531/?articleNumber=968751&utm\\_content=ModularBuildingSystems%3EStripcurtains&utm\\_term=968751&customerType=B2C&infinity=ict2~net~gaw~cmp~PM\\_Jarvis-1-4~ag~~ar~~kw~~mt~&gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjw5v2wBhBrEiwAXDDoJakvZOaeUjjQl0nnrgHPymSSfdEq9lU1YKad6gpIWvTiISLPMV7x7hoCFv0QAvD\\_BwE](https://www.kaiserkraft.cz/vrata-a-dvere/pasove-zavesy/pasovy-zaves-cena-m/sirka-x-tloustka-200-x-2-mm/p/M1024531/?articleNumber=968751&utm_content=ModularBuildingSystems%3EStripcurtains&utm_term=968751&customerType=B2C&infinity=ict2~net~gaw~cmp~PM_Jarvis-1-4~ag~~ar~~kw~~mt~&gad_source=1&gclid=CjwKCAjw5v2wBhBrEiwAXDDoJakvZOaeUjjQl0nnrgHPymSSfdEq9lU1YKad6gpIWvTiISLPMV7x7hoCFv0QAvD_BwE)
- [18] JUNGHEINRICH. *Paletové regály* [online]. b.r [cit. 2024-02-26]. Dostupné z: <https://www.jungheinrich.cz/produkty/regaly/paletove-regaly>
- [19] RACKING SYSTEM & FORKLIFT MEDAN. *Pallet shuttle racking system* [online]. b.r [cit. 2024-02-24]. Dostupné z: <https://medanforklift.wordpress.com/tag/pallet-shuttle-jungheinrich/>
- [20] JUNGHEINRICH. *Čtyřkolové vysokozdvížené vozíky*. Online. B.r. Dostupné z: <https://www.jungheinrich.cz/produkty/manipulacni-technika/vysokozdvizne-voziky/elektricke-vysokozdvizne-voziky/efg-316-320-492238>. [cit. 2024-03-12].
- [21] JUNGHEINRICH. *Vozík s výsuvným sloupem*. Online. B.r. Dostupné z: <https://www.jungheinrich.cz/produkty/manipulacni-technika/retraky/etv-c16-c20-492346>. [cit. 2024-02-12].
- [22] EFAFLEX. *Rychloběžná spirálová vrata*. Online. B.r. Dostupné z: <https://www.efaflex.cz/produkty/rychlobezna-spiralova-vrata/rada-ms/>. [cit. 2024-03-12].

## **Seznam příloh**

### **Výkresová dokumentace**

(Přiloženo v deskách)

Technologické schéma těžby

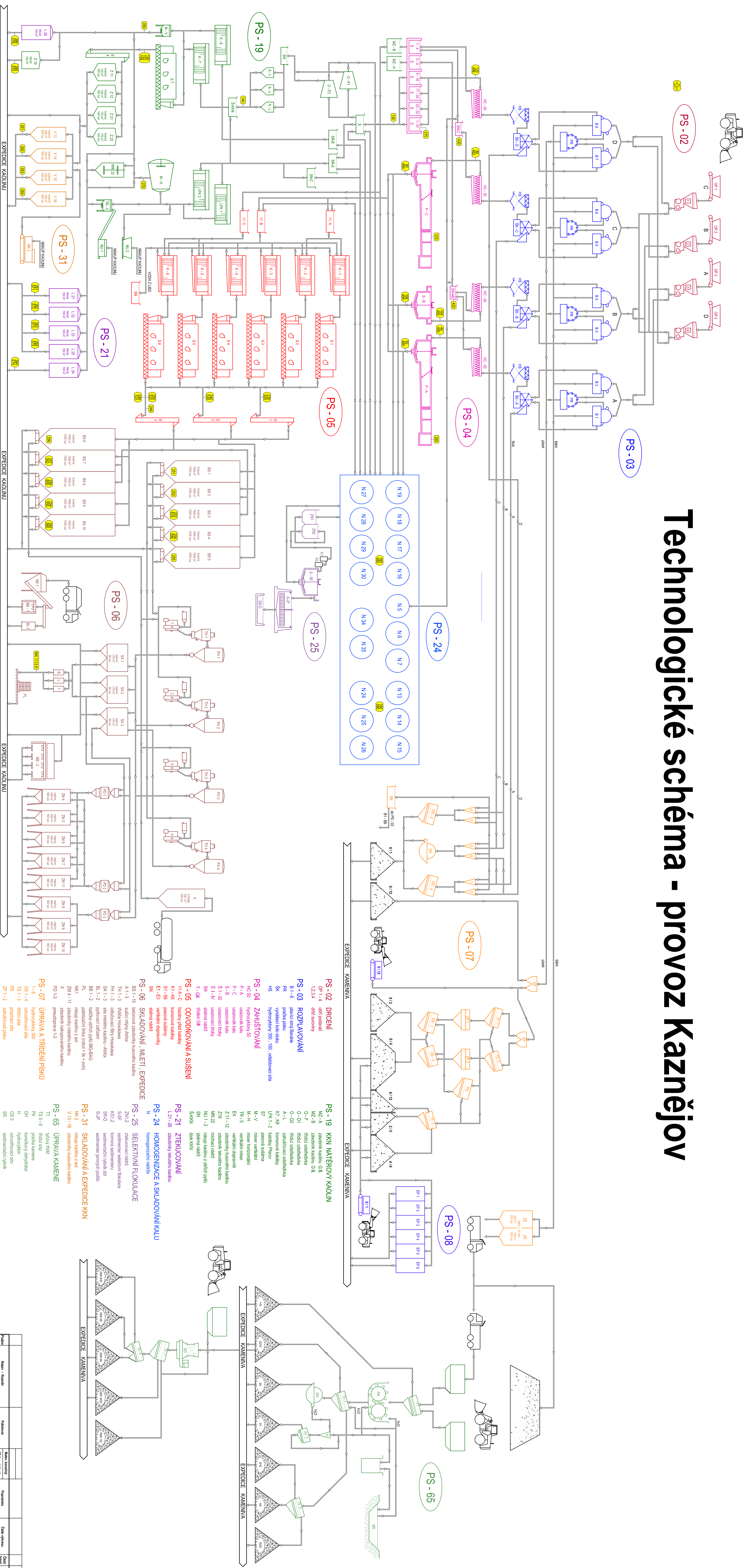
Varianta 1

Varianta 2

Varianta 3

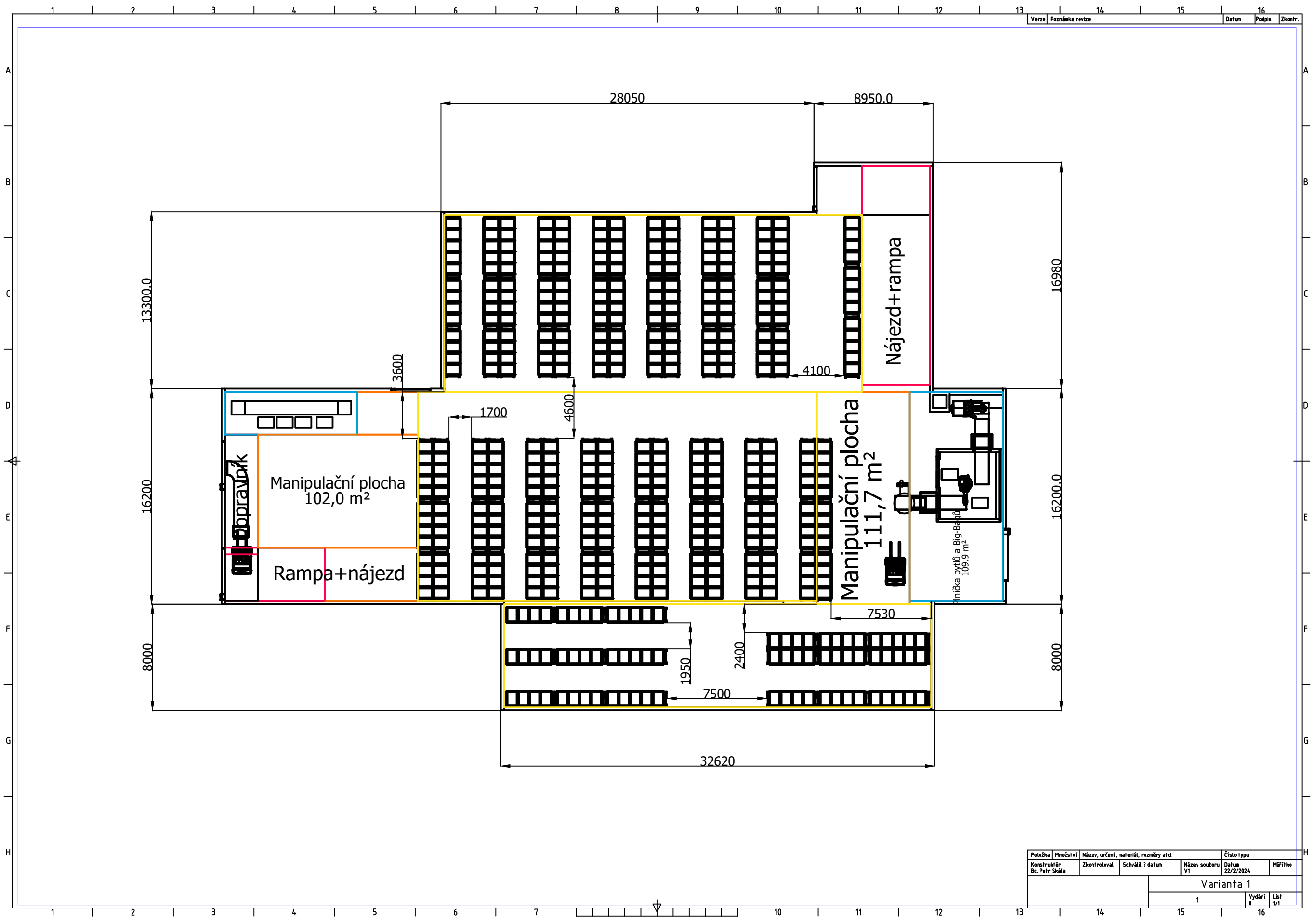
Přístavba paletizační robot

# Technologické schéma - provoz Kaznějov

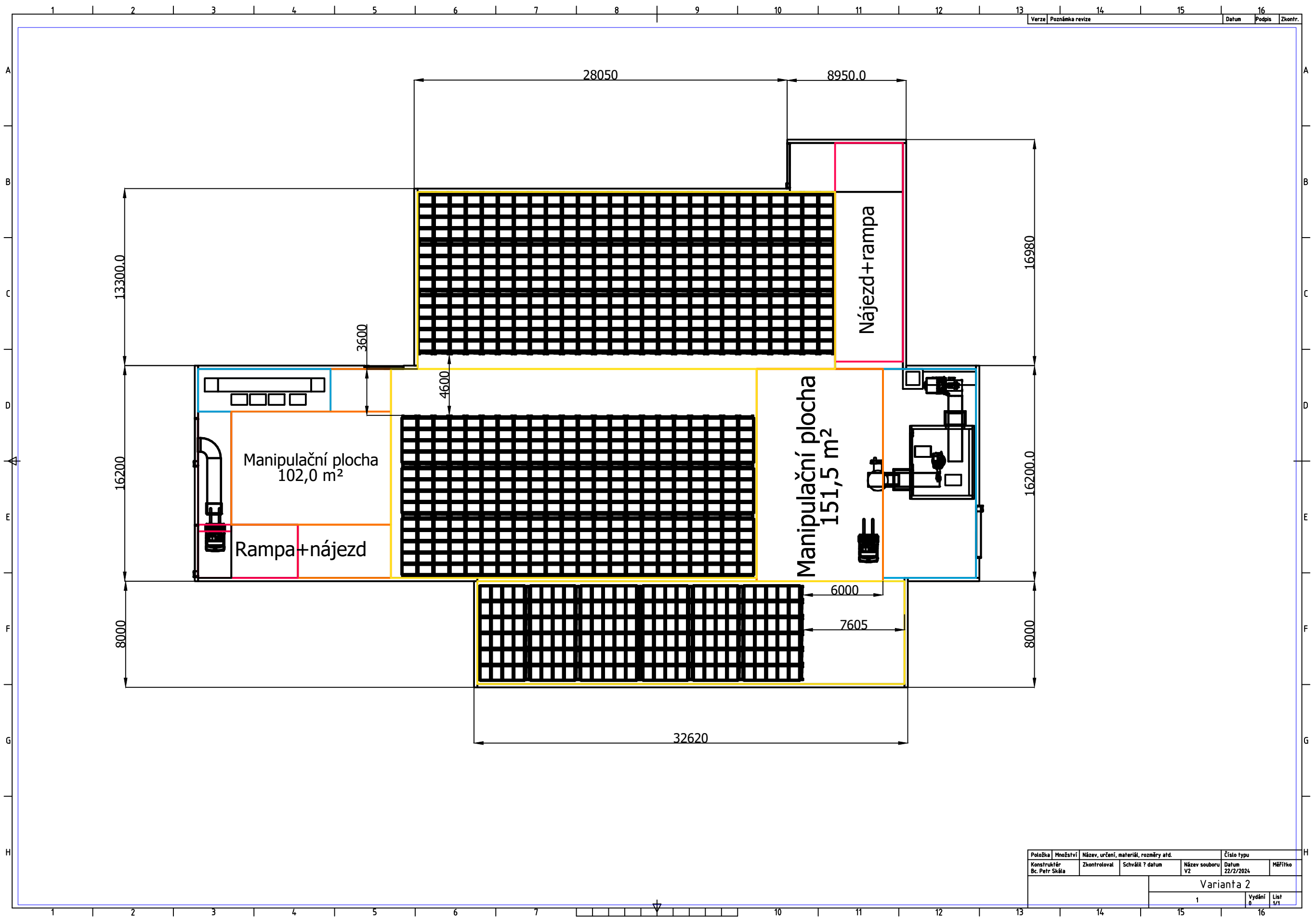


- PS-02** DRČENÍ  
OP 1-4 oddíl podružek  
123&4 oddíl suroviny
- PS-03** ROZTRUSOVÁNÍ  
B1-1-8 předřadný násyp  
B2-1-9 předřadný násyp  
B3-1-8 předřadný násyp  
HS hydraulický váleč štěrku
- PS-04** ZAHUSTOVÁNÍ  
HC 50 hydraulický váleč štěrku  
P-A-A úsekovátko štěrku  
P-C úsekovátko štěrku  
S-B úsekovátko štěrku  
S1-1-2 úsekovátko štěrku  
S1-1-3 úsekovátko štěrku  
S1-1-4 úsekovátko štěrku  
S1-1-5 úsekovátko štěrku  
T-GH třídění štěrku
- PS-05** ODVODŇOVÁNÍ A SUŠENÍ  
K1-1-6 korozivní nádrž  
K1-1-8 korozivní nádrž  
S1-1-25 pasivní nádrž  
S1-1-26 pasivní nádrž  
S1-1-27 pasivní nádrž  
S1-1-28 pasivní nádrž  
S1-1-29 pasivní nádrž  
S1-1-30 pasivní nádrž  
S1-1-31 pasivní nádrž  
S1-1-32 pasivní nádrž  
S1-1-33 pasivní nádrž  
S1-1-34 pasivní nádrž  
S1-1-35 pasivní nádrž  
S1-1-36 pasivní nádrž  
S1-1-37 pasivní nádrž  
S1-1-38 pasivní nádrž  
S1-1-39 pasivní nádrž  
S1-1-40 pasivní nádrž  
S1-1-41 pasivní nádrž  
S1-1-42 pasivní nádrž  
S1-1-43 pasivní nádrž  
S1-1-44 pasivní nádrž  
S1-1-45 pasivní nádrž  
S1-1-46 pasivní nádrž  
S1-1-47 pasivní nádrž  
S1-1-48 pasivní nádrž  
S1-1-49 pasivní nádrž  
S1-1-50 pasivní nádrž  
S1-1-51 pasivní nádrž  
S1-1-52 pasivní nádrž  
S1-1-53 pasivní nádrž  
S1-1-54 pasivní nádrž  
S1-1-55 pasivní nádrž  
S1-1-56 pasivní nádrž  
S1-1-57 pasivní nádrž  
S1-1-58 pasivní nádrž  
S1-1-59 pasivní nádrž  
S1-1-60 pasivní nádrž  
S1-1-61 pasivní nádrž  
S1-1-62 pasivní nádrž  
S1-1-63 pasivní nádrž  
S1-1-64 pasivní nádrž  
S1-1-65 pasivní nádrž  
S1-1-66 pasivní nádrž  
S1-1-67 pasivní nádrž  
S1-1-68 pasivní nádrž  
S1-1-69 pasivní nádrž  
S1-1-70 pasivní nádrž
- PS-06** SKLADOVÁNÍ - MELETÍ EXPEDICE  
BS 1-10 betonová zásobníková kahanina  
K1-1-3 oddíl štěrku  
K1-1-4 oddíl štěrku  
K1-1-5 oddíl štěrku  
K1-1-6 oddíl štěrku  
K1-1-7 oddíl štěrku  
K1-1-8 oddíl štěrku  
K1-1-9 oddíl štěrku  
K1-1-10 oddíl štěrku  
K1-1-11 oddíl štěrku  
K1-1-12 oddíl štěrku  
K1-1-13 oddíl štěrku  
K1-1-14 oddíl štěrku  
K1-1-15 oddíl štěrku  
K1-1-16 oddíl štěrku  
K1-1-17 oddíl štěrku  
K1-1-18 oddíl štěrku  
K1-1-19 oddíl štěrku  
K1-1-20 oddíl štěrku  
K1-1-21 oddíl štěrku  
K1-1-22 oddíl štěrku  
K1-1-23 oddíl štěrku  
K1-1-24 oddíl štěrku  
K1-1-25 oddíl štěrku  
K1-1-26 oddíl štěrku  
K1-1-27 oddíl štěrku  
K1-1-28 oddíl štěrku  
K1-1-29 oddíl štěrku  
K1-1-30 oddíl štěrku  
K1-1-31 oddíl štěrku  
K1-1-32 oddíl štěrku  
K1-1-33 oddíl štěrku  
K1-1-34 oddíl štěrku  
K1-1-35 oddíl štěrku  
K1-1-36 oddíl štěrku  
K1-1-37 oddíl štěrku  
K1-1-38 oddíl štěrku  
K1-1-39 oddíl štěrku  
K1-1-40 oddíl štěrku  
K1-1-41 oddíl štěrku  
K1-1-42 oddíl štěrku  
K1-1-43 oddíl štěrku  
K1-1-44 oddíl štěrku  
K1-1-45 oddíl štěrku  
K1-1-46 oddíl štěrku  
K1-1-47 oddíl štěrku  
K1-1-48 oddíl štěrku  
K1-1-49 oddíl štěrku  
K1-1-50 oddíl štěrku  
K1-1-51 oddíl štěrku  
K1-1-52 oddíl štěrku  
K1-1-53 oddíl štěrku  
K1-1-54 oddíl štěrku  
K1-1-55 oddíl štěrku  
K1-1-56 oddíl štěrku  
K1-1-57 oddíl štěrku  
K1-1-58 oddíl štěrku  
K1-1-59 oddíl štěrku  
K1-1-60 oddíl štěrku  
K1-1-61 oddíl štěrku  
K1-1-62 oddíl štěrku  
K1-1-63 oddíl štěrku  
K1-1-64 oddíl štěrku  
K1-1-65 oddíl štěrku  
K1-1-66 oddíl štěrku  
K1-1-67 oddíl štěrku  
K1-1-68 oddíl štěrku  
K1-1-69 oddíl štěrku  
K1-1-70 oddíl štěrku
- PS-07** ÚPRAVA A TRŽENÍ PÍSKŮ  
TS 1-1-3 oddíl písku  
TS 1-1-4 oddíl písku  
TS 1-1-5 oddíl písku  
TS 1-1-6 oddíl písku  
TS 1-1-7 oddíl písku  
TS 1-1-8 oddíl písku  
TS 1-1-9 oddíl písku  
TS 1-1-10 oddíl písku  
TS 1-1-11 oddíl písku  
TS 1-1-12 oddíl písku  
TS 1-1-13 oddíl písku  
TS 1-1-14 oddíl písku  
TS 1-1-15 oddíl písku  
TS 1-1-16 oddíl písku  
TS 1-1-17 oddíl písku  
TS 1-1-18 oddíl písku  
TS 1-1-19 oddíl písku  
TS 1-1-20 oddíl písku  
TS 1-1-21 oddíl písku  
TS 1-1-22 oddíl písku  
TS 1-1-23 oddíl písku  
TS 1-1-24 oddíl písku  
TS 1-1-25 oddíl písku  
TS 1-1-26 oddíl písku  
TS 1-1-27 oddíl písku  
TS 1-1-28 oddíl písku  
TS 1-1-29 oddíl písku  
TS 1-1-30 oddíl písku  
TS 1-1-31 oddíl písku  
TS 1-1-32 oddíl písku  
TS 1-1-33 oddíl písku  
TS 1-1-34 oddíl písku  
TS 1-1-35 oddíl písku  
TS 1-1-36 oddíl písku  
TS 1-1-37 oddíl písku  
TS 1-1-38 oddíl písku  
TS 1-1-39 oddíl písku  
TS 1-1-40 oddíl písku  
TS 1-1-41 oddíl písku  
TS 1-1-42 oddíl písku  
TS 1-1-43 oddíl písku  
TS 1-1-44 oddíl písku  
TS 1-1-45 oddíl písku  
TS 1-1-46 oddíl písku  
TS 1-1-47 oddíl písku  
TS 1-1-48 oddíl písku  
TS 1-1-49 oddíl písku  
TS 1-1-50 oddíl písku  
TS 1-1-51 oddíl písku  
TS 1-1-52 oddíl písku  
TS 1-1-53 oddíl písku  
TS 1-1-54 oddíl písku  
TS 1-1-55 oddíl písku  
TS 1-1-56 oddíl písku  
TS 1-1-57 oddíl písku  
TS 1-1-58 oddíl písku  
TS 1-1-59 oddíl písku  
TS 1-1-60 oddíl písku  
TS 1-1-61 oddíl písku  
TS 1-1-62 oddíl písku  
TS 1-1-63 oddíl písku  
TS 1-1-64 oddíl písku  
TS 1-1-65 oddíl písku  
TS 1-1-66 oddíl písku  
TS 1-1-67 oddíl písku  
TS 1-1-68 oddíl písku  
TS 1-1-69 oddíl písku  
TS 1-1-70 oddíl písku
- PS-08** SKLADOVÁNÍ A EXPEDICE PÍSKŮ  
EP 1-8 expedice zásobníkový pásmo
- PS-19** KVN NÁTEROVÝ KVALIN  
MZ-A zásobník kamenný  
MZ-B zásobník kamenný  
O-F třídící oddělovací  
O-G třídící oddělovací  
O-H třídící oddělovací  
O-I třídící oddělovací  
A-L-1 zásobník kamenný  
A-L-2 zásobník kamenný  
K7-1-2 válečkový štěrku  
M-V míšec  
M-V-1 míšec  
M-V-2 míšec  
TR-5 vertikální dopravčák  
E4 vertikální dopravčák  
Z11-1-2 zásobník kamenný  
Z12-1-2 zásobník kamenný  
Z13-1-2 zásobník kamenný  
Z14-1-2 zásobník kamenný  
Z15-1-2 zásobník kamenný  
Z16-1-2 zásobník kamenný  
Z17-1-2 zásobník kamenný  
Z18-1-2 zásobník kamenný  
Z19-1-2 zásobník kamenný  
Z20-1-2 zásobník kamenný  
Z21-1-2 zásobník kamenný  
Z22-1-2 zásobník kamenný  
Z23-1-2 zásobník kamenný  
Z24-1-2 zásobník kamenný  
Z25-1-2 zásobník kamenný  
Z26-1-2 zásobník kamenný  
Z27-1-2 zásobník kamenný  
Z28-1-2 zásobník kamenný  
Z29-1-2 zásobník kamenný  
Z30-1-2 zásobník kamenný
- PS-21** ZTERUKOVÁNÍ  
L 1-1-26 zásobník kamenný
- PS-24** HOMOGENIZACE A SKLADOVÁNÍ KALU  
N homogennizace kaštanice
- PS-25** SELEKTIVNÍ FLOKLACE  
Z12-1-2 zásobník kamenný  
K3-1-2 oddíl kamenný  
S1-2-1 oddíl kamenný  
S1-2-2 oddíl kamenný  
S1-2-3 oddíl kamenný  
S1-2-4 oddíl kamenný  
S1-2-5 oddíl kamenný  
S1-2-6 oddíl kamenný  
S1-2-7 oddíl kamenný  
S1-2-8 oddíl kamenný  
S1-2-9 oddíl kamenný  
S1-2-10 oddíl kamenný  
S1-2-11 oddíl kamenný  
S1-2-12 oddíl kamenný  
S1-2-13 oddíl kamenný  
S1-2-14 oddíl kamenný  
S1-2-15 oddíl kamenný  
S1-2-16 oddíl kamenný  
S1-2-17 oddíl kamenný  
S1-2-18 oddíl kamenný  
S1-2-19 oddíl kamenný  
S1-2-20 oddíl kamenný  
S1-2-21 oddíl kamenný  
S1-2-22 oddíl kamenný  
S1-2-23 oddíl kamenný  
S1-2-24 oddíl kamenný  
S1-2-25 oddíl kamenný  
S1-2-26 oddíl kamenný  
S1-2-27 oddíl kamenný  
S1-2-28 oddíl kamenný  
S1-2-29 oddíl kamenný  
S1-2-30 oddíl kamenný  
S1-2-31 oddíl kamenný  
S1-2-32 oddíl kamenný  
S1-2-33 oddíl kamenný  
S1-2-34 oddíl kamenný  
S1-2-35 oddíl kamenný  
S1-2-36 oddíl kamenný  
S1-2-37 oddíl kamenný  
S1-2-38 oddíl kamenný  
S1-2-39 oddíl kamenný  
S1-2-40 oddíl kamenný  
S1-2-41 oddíl kamenný  
S1-2-42 oddíl kamenný  
S1-2-43 oddíl kamenný  
S1-2-44 oddíl kamenný  
S1-2-45 oddíl kamenný  
S1-2-46 oddíl kamenný  
S1-2-47 oddíl kamenný  
S1-2-48 oddíl kamenný  
S1-2-49 oddíl kamenný  
S1-2-50 oddíl kamenný  
S1-2-51 oddíl kamenný  
S1-2-52 oddíl kamenný  
S1-2-53 oddíl kamenný  
S1-2-54 oddíl kamenný  
S1-2-55 oddíl kamenný  
S1-2-56 oddíl kamenný  
S1-2-57 oddíl kamenný  
S1-2-58 oddíl kamenný  
S1-2-59 oddíl kamenný  
S1-2-60 oddíl kamenný  
S1-2-61 oddíl kamenný  
S1-2-62 oddíl kamenný  
S1-2-63 oddíl kamenný  
S1-2-64 oddíl kamenný  
S1-2-65 oddíl kamenný  
S1-2-66 oddíl kamenný  
S1-2-67 oddíl kamenný  
S1-2-68 oddíl kamenný  
S1-2-69 oddíl kamenný  
S1-2-70 oddíl kamenný
- PS-31** SKLADOVÁNÍ A EXPEDICE KVN  
NK 2 nádrž kamenný  
V 13-1-11 zásobník kamenný
- PS-65** ÚPRAVA KAMENE  
T1 válcový štěrku  
TS 5-8 třídící štěrku  
DK oddíl štěrku  
DH oddíl štěrku  
H oddíl štěrku  
OS 5 oddíl štěrku  
OS 6 oddíl štěrku  
OS 7 oddíl štěrku  
OS 8 oddíl štěrku  
KO oddíl štěrku  
K1 oddíl štěrku  
K2 oddíl štěrku  
K3 oddíl štěrku  
K4 oddíl štěrku  
K5 oddíl štěrku  
K6 oddíl štěrku  
K7 oddíl štěrku  
K8 oddíl štěrku  
K9 oddíl štěrku  
K10 oddíl štěrku  
K11 oddíl štěrku  
K12 oddíl štěrku  
K13 oddíl štěrku  
K14 oddíl štěrku  
K15 oddíl štěrku  
K16 oddíl štěrku  
K17 oddíl štěrku  
K18 oddíl štěrku  
K19 oddíl štěrku  
K20 oddíl štěrku  
K21 oddíl štěrku  
K22 oddíl štěrku  
K23 oddíl štěrku  
K24 oddíl štěrku  
K25 oddíl štěrku  
K26 oddíl štěrku  
K27 oddíl štěrku  
K28 oddíl štěrku  
K29 oddíl štěrku  
K30 oddíl štěrku  
K31 oddíl štěrku  
K32 oddíl štěrku  
K33 oddíl štěrku  
K34 oddíl štěrku  
K35 oddíl štěrku  
K36 oddíl štěrku  
K37 oddíl štěrku  
K38 oddíl štěrku  
K39 oddíl štěrku  
K40 oddíl štěrku  
K41 oddíl štěrku  
K42 oddíl štěrku  
K43 oddíl štěrku  
K44 oddíl štěrku  
K45 oddíl štěrku  
K46 oddíl štěrku  
K47 oddíl štěrku  
K48 oddíl štěrku  
K49 oddíl štěrku  
K50 oddíl štěrku  
K51 oddíl štěrku  
K52 oddíl štěrku  
K53 oddíl štěrku  
K54 oddíl štěrku  
K55 oddíl štěrku  
K56 oddíl štěrku  
K57 oddíl štěrku  
K58 oddíl štěrku  
K59 oddíl štěrku  
K60 oddíl štěrku  
K61 oddíl štěrku  
K62 oddíl štěrku  
K63 oddíl štěrku  
K64 oddíl štěrku  
K65 oddíl štěrku  
K66 oddíl štěrku  
K67 oddíl štěrku  
K68 oddíl štěrku  
K69 oddíl štěrku  
K70 oddíl štěrku  
K71 oddíl štěrku  
K72 oddíl štěrku  
K73 oddíl štěrku  
K74 oddíl štěrku  
K75 oddíl štěrku  
K76 oddíl štěrku  
K77 oddíl štěrku  
K78 oddíl štěrku  
K79 oddíl štěrku  
K80 oddíl štěrku  
K81 oddíl štěrku  
K82 oddíl štěrku  
K83 oddíl štěrku  
K84 oddíl štěrku  
K85 oddíl štěrku  
K86 oddíl štěrku  
K87 oddíl štěrku  
K88 oddíl štěrku  
K89 oddíl štěrku  
K90 oddíl štěrku  
K91 oddíl štěrku  
K92 oddíl štěrku  
K93 oddíl štěrku  
K94 oddíl štěrku  
K95 oddíl štěrku  
K96 oddíl štěrku  
K97 oddíl štěrku  
K98 oddíl štěrku  
K99 oddíl štěrku  
K100 oddíl štěrku



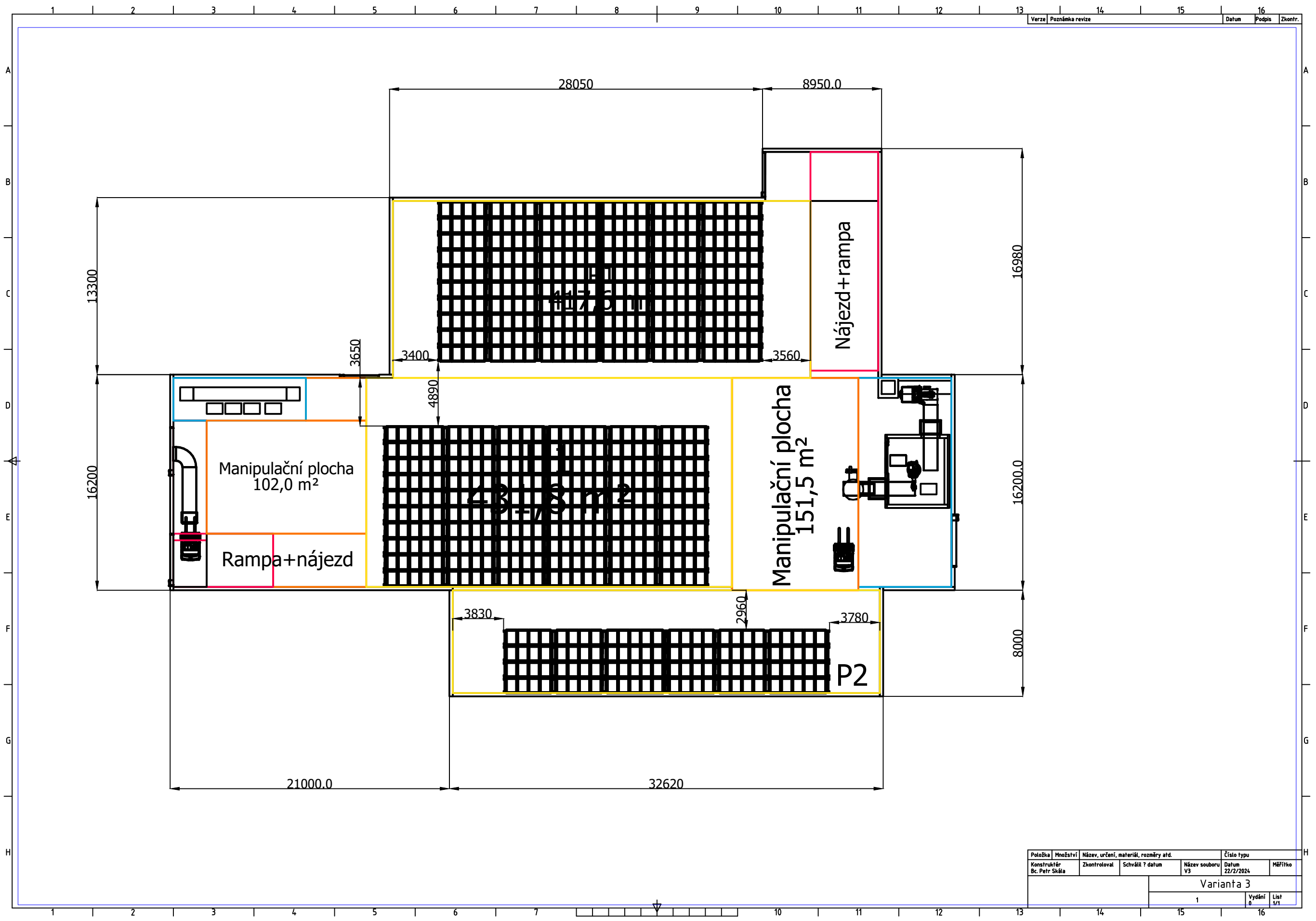


Položka	Množství	Název, určení, materiál, rozměry atd.	Číslo typu
Konstruktor Bc. Petr Skála	Zkontroloval	Schválil ? datum	Název souboru V1
Datum 22/2/2024			Mřítko
Varianta 1			
Vydání 1			Str 1/1

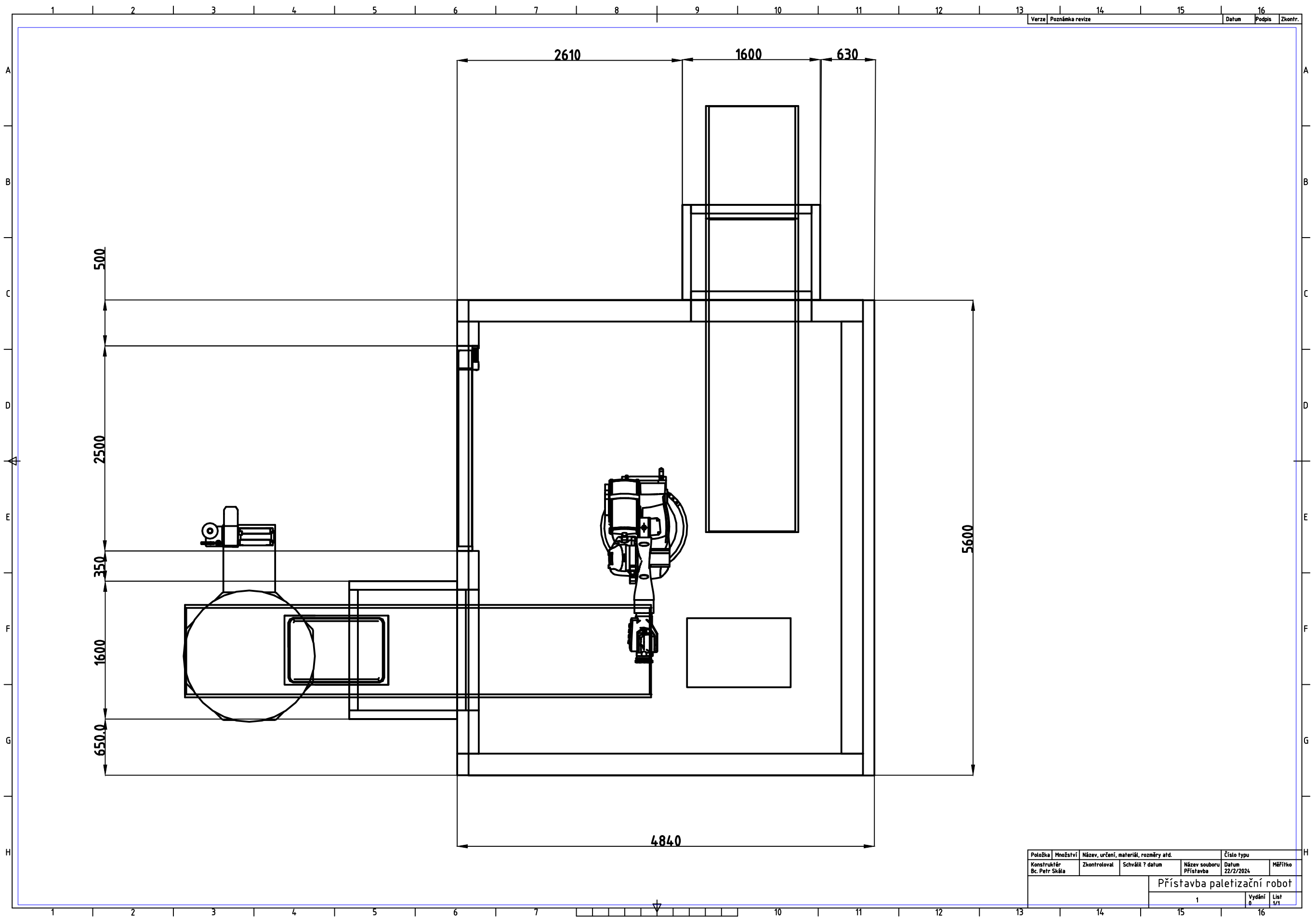


Verze	Poznámka revize	Datum	Podpis	Zkontr.
-------	-----------------	-------	--------	---------

Položka	Množství	Název, určení, materiál, rozměry atd.	Číslo typu
Konstruktor Bc. Petr Skála	Zkontroloval	Schválil ? datum	Název souboru V2
			Datum 22/2/2024
			Mřítko
Varianta 2			
			Vydání
			1
			Str
			1/1



Položka	Množství	Název, určení, materiál, rozměry atd.	Číslo typu
Konstruktor Bc. Petr Skála	Zkontroloval	Schválil ? datum	Název souboru V3
			Datum 22/2/2024
			Měřítko
Varianta 3			
			Vydání 0
			Str. 1/1



Položka	Množství	Název, určení, materiál, rozměry atd.	Číslo typu
Konstruktor Bc. Petr Skála	Zkontroloval	Schválil ? datum	Název souboru Přístavba
		Datum 22/2/2024	
		Měřítko	
<b>Přístavba paletizační robot</b>			
		1	Vydání 0
			Str 1/1