

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Variantní studie zvýšení výroby společnosti SH Weld s.r.o.

Autor: Bc. Ladislav SLÁDEK
Vedoucí práce: Doc. Ing. Vladimír Duchek, Ph.D.

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. Ladislav SLÁDEK**
Osobní číslo: **S22N0008P**
Studijní program: **N0715A270011 Obrábění, aditivní technologie a zabezpečování kvality**
Téma práce: **Variantní studie zvýšení výroby společnosti SH Weld s.r.o.**
Zadávající katedra: **Katedra technologie obrábění**

Zásady pro vypracování

1. Úvod
2. Výrobní program společnosti
3. Analýza současného stavu
4. Návrh nového výrobního systému
5. Investiční rozpočet
6. Závěr

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.
- Košturiak J., Gregor M., Mičieta B., Matuszek J.: Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie. Žilina, Žilinská univerzita v Žilině 2000.
- 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: **Markéta Makrlíková**
SH Weld 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

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Sládek	Jméno Ladislav	
STUDIJNÍ PROGRAM	N0715A270011 – Obrábění, aditivní technologie a zabezpečování kvality		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Duchek, Ph.D.	Jméno Vladimír	
PRACOVÍŠTĚ	ZČU – FST - KTO		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Variantní studie zvýšení výroby společnosti SH Weld s.r.o.		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2024
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	99	TEXTOVÁ ČÁST	87	GRAFICKÁ ČÁST	12
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Diplomová práce představuje tři možné varianty rozvoje společnosti SH Weld s.r.o. Varianty byly sestaveny na základně kapacitních výpočtů, které vychází z plánu výroby na dalších 5 let. K variantám byly vypracovány analýzy investiční, SWOT a vehicle tracking, o nejvhodnější variantě bylo rozhodnuto pomocí vícekritériální studie bodovací s váhami. Nejvhodnější varianta byla zpracována do výkresové dokumentace.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Variantní studie, SWOT analýza, kapacitní výpočty, Vehicle tracking, multikritériální studie bodovací s váhami, návrh výrobního systému

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Sládek	Name Ladislav		
STUDY PROGRAMME	N0715A270011 – Obrábění, aditivní technologie a zabezpečování kvality			
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Duchek, Ph.D.	Name Vladimír		
INSTITUTION	ZČU – FST - KTO			
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable	
TITLE OF THE WORK	Variant study for increasing production of SH Weld s.r.o.			

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machining Technology	SUBMITTED IN	2024
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	99	TEXT PART	87	GRAPHICAL PART	12
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This thesis presents three possible options for the development of SH Weld s.r.o. The variants were compiled on the basis of capacity calculations based on the production plan for the next 5 years. Investment, SWOT and vehicle tracking analyses were done for the variants, the most suitable variant was decided using a multi-criteria scoring study with weight. The most suitable option was processed into drawings.
KEY WORDS	Variant study, SWOT analysis, capacity calculations, vehicle tracking, multicriteria scoring study with weights, production system design

Obsah

Přehled použitých zkratk a symbolů.....	8
Seznam obrázků	9
Seznam tabulek	10
1 Úvod do problematiky.....	12
2 Výrobní program	13
3 Analýza současného stavu.....	14
3.1 Současné prostory společnosti	14
3.2 Zjištění nedostatků – podklady pro řešení.....	17
3.2.1 Nedostatečné skladovací prostory	17
3.2.2 Podlaha v hale P	17
3.2.3 Obtížná manipulace v hale P	17
3.2.4 Přeplněné haly a hlučnost v hale P.....	17
3.3 Typové představitelé výrobního programu.....	18
3.3.1 Stolové a základové rámy	19
3.3.2 Vibrační podavač a třídič – vibrační stroje	21
3.3.3 Olejové vany	23
3.3.4 Svařované skříně převodovek	25
3.4 Současný strojní park společnosti	27
3.4.1 Strojní park v hale P	27
3.4.2 Rozložení strojního parku v hale P	31
3.4.3 Strojový park v hale S	34
3.4.4 Rozložení strojního parku v hale S	36
3.4.5 Manipulační vybavení firmy	38
4 Variantní návrhy nového výrobního systému	40
4.1 Plánované navýšení objemu výroby.....	40
4.2 Kapacitní výpočty	41
4.2.1 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu strojů a zařízení – vstupní hodnoty ...	41
4.2.2 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu strojů a zařízení – ukázkový výpočet stolových rámu	42
4.2.3 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu strojů a zařízení – vibrační stroje	47
4.2.4 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu strojů a zařízení – skříně převodovek	47
4.2.5 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu strojů a zařízení – olejové vany.....	48
4.2.6 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu strojů a zařízení – výsledky.....	48
4.2.7 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – vstupní informace.....	50
4.2.8 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – příklad výpočtu pro stolový rám a koeficient $k_{pn} = 1$	50
4.2.9 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – výsledky výrobních a nevýrobních dělníků pro koeficient $k_{pn} = 1$	52
4.2.10 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – výsledky výrobních a nevýrobních dělníků pro koeficient $k_{pn} = 1,35$	53
4.2.11 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – výsledky výrobních a nevýrobních dělníků pro koeficient $k_{pn} = 1,5$	55
4.2.12 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – vyhodnocení	56
4.2.13 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – výpočet ploch – vstupní informace.....	57
4.2.14 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – výpočet ploch – ostatní	61

4.2.15	Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – výsledky a vyhodnocení	63
4.2.16	Vyhodnocení kapacitních výpočtů a výstupu z nich	64
4.3	Návrh řešení – obecně	64
4.3.1	Volba prostorové struktury	64
4.3.2	Dopravní uličky	64
4.3.3	Manipulace s materiálem	66
4.3.4	Odpadové hospodářství	66
4.3.5	Skladové možnosti	67
4.3.6	Obalová technika	68
4.3.7	Energetická náročnost	68
4.3.8	Vehicle Tracking	70
4.3.9	Metody výběru nejlepší varianty	70
4.4	Návrh řešení – Varianta A	73
4.4.1	Generel	73
4.4.2	Vehicle tracking	74
4.4.3	Dispoziční řešení	74
4.4.4	Stavební koncepce haly S	77
4.4.5	Energetická náročnost	77
4.4.6	Investiční náročnost a návratnost	78
4.4.7	SWOT analýza	79
4.5	Návrh řešení – Varianta B	80
4.5.1	Generel	80
4.5.2	Vehicle tracking	81
4.5.3	Dispoziční řešení	82
4.5.4	Stavební koncepce hal S a S2	85
4.5.5	Energetická náročnost	85
4.5.6	Investiční náročnost a návratnost	86
4.5.7	SWOT analýza	87
4.6	Návrh řešení – Varianta C	88
4.6.1	Generel	88
4.6.2	Vehicle tracking	88
4.6.3	Dispoziční řešení	90
4.6.4	Stavební koncepce hal S a S2	92
4.6.5	Energetická náročnost	92
4.6.6	Výše investice a předpokládaná návratnost	93
4.6.7	SWOT analýza	94
5	Výběr varianty	95
5.1	Porovnání jednotlivých dispozičních řešení – klíčové prvky	95
5.2	Multikriteriální rozhodovací analýza	97
5.3	Vyhodnocení variantní studie	98
6	Závěr	99
	Seznam použitých zdrojů	100
	Přílohy	i
	Výkresová dokumentace	i

Přehled použitých zkratk a symbolů

[[m]] ^ 2 – metry čtvereční
A – Ampér
apod. – a podobně
CNC – computer numeric control
č. – článek
h. – hodina
Hala P – Hala pro přípravné operace svařování
Hala S – Hala pro svařovací operace
hala S2 – nová hala pro svařovací operace
hod. – hodina
Kč – korun českých
Kč/celkem – korun celkem
Kč/ks – korun za kus
kg – kilogram
kW – kilowatt
l/min. – litr za minutu
LPG – Liquefied Petroleum Gas
m – metr
m/min. – metr za minutu
MAG – metal active gas
max – maximálně
mm – milimetr
mm/s – milimetr za sekundu
MT – magnetic testing
NDT – non-destructive testing
Nh – Normohodina
Nh/rok – normohodin za rok
Pe – polyethylen
PT – penetrant testing
s.r.o. – společnost s ručením omezením
Sb. – sbírky
SWOT – Strengths Weakness Opportunities Threats
t – tuna
THP – technickohospodářský pracovník
TIG – tungsten inert gas
Tj. – to je
V – volt
VT – visual testing
W – Watt

Seznam obrázků

Obrázek 1: Celkový náhled do katastru [8].....	14
Obrázek 2: Maximální dispozice, pouze pozemky ve vlastnictví [8]	15
Obrázek 3: Změny od roku 2021 do roku 2023 [8].....	15
Obrázek 4: Územní plán k roku 2023 [12].....	16
Obrázek 5: Stolový rám [13].....	19
Obrázek 6: Vibrační stroj [13]	21
Obrázek 7: Olejová vana [13]	24
Obrázek 8: Skříň převodovky svařenec [13].....	26
Obrázek 9: Radiální vrtačka VR4 od firmy Kovosvit [16]	27
Obrázek 10: Pásová pila Bomar ProfiCUT 275.230 DG [18].....	28
Obrázek 11: Ruční plazma Pegas 100 plazma [20].....	29
Obrázek 12: Ohraňovací lis Ermak AP 400/4100 CNC [13]	30
Obrázek 13: Požadavky na podlahu pod ohraňovací lis [13].....	31
Obrázek 14: Stav v hale P 2023	33
Obrázek 15: Esab Origo MIG 420w PRO [23]	34
Obrázek 16: Svářečka Pegas 200 AC/DC Pulse Smart [25]	35
Obrázek 17: Vzhled pracovišť, nalevo pracoviště obsahující 6 litinových kostek, na pravé straně pracoviště s litinovým základem o rozměrech 3000×2500 milimetrů	36
Obrázek 18: Vzhled pracovišť, nalevo pracoviště obsahující 2 litinové kostky, na pravé straně pracoviště s litinovým základem o rozměrech 3000×1800	36
Obrázek 19: Současné rozložení pracovišť v hale S	37
Obrázek 20: Vysokozdvíhový vozík Hyster H4,0FT6 [27]	38
Obrázek 21: Jeřáb Demag EKVE 5 t x 15 m [28].....	39
Obrázek 22: Graf vývoje objemu výroby jednotlivých typových představitelů	40
Obrázek 23: Technologická struktura [30].....	64
Obrázek 24: Minimální šíře uličky pro manipulaci s vysokozdvíhovým vozíkem [33]	65
Obrázek 25: Stanovení dopravní uličky pro paletový vozík [33]	66
Obrázek 26: Stromečkový regál [35]	67
Obrázek 27: Umístění sloupu s trafostanicí	69
Obrázek 28: Standardní evropský kamion – rozměry [38]	70
Obrázek 29: Náhled do generelu pro variantu A.....	73
Obrázek 30: Vehicle tracking analýza pro variantu řešení A.....	74
Obrázek 31: Dispoziční řešení varianty A pro halu P	75
Obrázek 32: Dispoziční řešení varianty A pro halu S	76
Obrázek 33: Část generelu varianty B.....	80
Obrázek 34: Pohled generelu varianta B + Vehicle Tracking.....	81
Obrázek 35: Využití haly P pro variantu B	82
Obrázek 36: Dispoziční řešení haly S pro variantu B	83
Obrázek 37: Dispoziční řešení haly S2 pro variantu B	84
Obrázek 38: Část generelu varianty C.....	88
Obrázek 39: Pohled generelu varianty C – nákladní doprava	89
Obrázek 40: Dispoziční řešení varianty C – hala S.....	90
Obrázek 41: Dispozice varianty C – nově vystavěná hala S2.....	91
Obrázek 42: Projekt buněk [36]	92

Seznam tabulek

Tabulka 1: Časová náročnost stolového rámu [13].....	20
Tabulka 2: Časová náročnost vibračních strojů [13].....	22
Tabulka 3: Časová náročnost olejových van celkově [13].....	24
Tabulka 4: časová náročnost pro svařované skříně převodovek [13]	26
Tabulka 5: Základní parametry radiální vrtačky VR4 od firmy Kovosvit [14] [15].....	27
Tabulka 6: Základní parametry pásové pily Bomar ProfiCUT 275.230 DG [17].....	28
Tabulka 7: Základní parametry ruční plazmy Pegas 100 plazma [19] [20].....	29
Tabulka 8: Základní parametry ohraňovacího lisu Ermak AP 400/4100 CNC [7].....	30
Tabulka 9: Základní parametry svářečky Esab Origo MIG C420w PRO [22].....	34
Tabulka 10: Základní parametry svářečky Pegas 200 AC/DC Pulse Smart [24].....	35
Tabulka 11: Základní parametry vysokozdvizného vozíku Hyster H4,0FT6 [26]	38
Tabulka 12: základní parametry jeřábu Demag EKVE 5tx 15m [10].....	39
Tabulka 13: Vývoj objemu výroby typových představitelů [13]	40
Tabulka 14: Výsledné hodnoty kapacitních výpočtů pro stolové rámy pro koeficient plnění norem = 1 [30].....	45
Tabulka 15: Kapacitní výpočty pro stolové rámy s koeficientem plnění norem 1,35 [30].....	46
Tabulka 16: Kapacitní výpočty pro stolové rámy s koeficientem plnění norem 1,5 [30].....	46
Tabulka 17: Výsledné hodnoty kapacitních výpočtů pro vibrační dopravníky [30].....	47
Tabulka 18: Výsledné hodnoty kapacitních výpočtů pro skříně převodovek [30]	47
Tabulka 19: Výsledné hodnoty kapacitních výpočtů pro olejové vany [30].....	48
Tabulka 20: Finální počet strojů pro $k_{pn}=1$ [30]	48
Tabulka 21: Finální počet strojů pro $k_{pn}=1,35$ [30]	49
Tabulka 22: Finální počet strojů pro $k_{pn}=1,5$ [30]	49
Tabulka 23: Počet výrobních dělníků pro koeficient plnění norem = 1 [30].....	52
Tabulka 24: Počet nevýrobních dělníků pro koeficient plnění norem = 1 [30]	52
Tabulka 25: Celkový počet dělníků a ostatních pozic pro $k_{pn} = 1$ [30]	53
Tabulka 26: Počet výrobních dělníků pro koeficient plnění norem=1,35 [30]	53
Tabulka 27: Počet nevýrobních dělníků pro koeficient plnění norem = 1,35 [30]	54
Tabulka 28: Celkový počet dělníků a ostatních pozic pro $k_{pn} = 1,35$ [30]	54
Tabulka 29: Počet výrobních dělníků pro koeficient plnění norem = 1,5 [30].....	55
Tabulka 30: Počet nevýrobních dělníků pro koeficient plnění norem = 1,5 [30]	55
Tabulka 31: Celkový počet dělníků a ostatních pozic pro $k_{pn} = 1,5$ [30]	56
Tabulka 32: Rozdělení využitelnosti svařovacích pracovišť za rok 2022 – vstupní hodnoty [13]	57
Tabulka 33: Hodinová využitelnost pro rok 2022 za jednotlivá pracoviště.....	58
Tabulka 34: Vytíženost pracovišť, předpoklad pro rok 2028	59
Tabulka 35: Celkový počet jednotlivých svařovacích pracovišť	60
Tabulka 36: Plochy pracovišť [30].....	61
Tabulka 37: Výsledné rozměrové hodnoty pro daný počet pracovišť [30].....	62
Tabulka 38: Výsledné celkové rozměry	63
Tabulka 39: Průchodové uličky, hodnoty [32].....	65
Tabulka 40: Energetická náročnost jednotlivých strojů a zařízení	68
Tabulka 41: Doplnění strojního parku – investice [13] [26].....	71
Tabulka 42: Vzor SWOT analýzy [39]	72
Tabulka 43: Energetická náročnost pro variantu A.....	77
Tabulka 44: Investiční náročnost pro variantu A [7] [13] [36]	78
Tabulka 45: SWOT pro variantu A [39]	79
Tabulka 46: Energetická náročnost pro variantu B	85

Tabulka 47: Investice – varianta B [13] [36]	86
Tabulka 48: SWOT analýza pro variantu B [39]	87
Tabulka 49: Energetická náročnost varianty C	93
Tabulka 50: Výše investice varianta C [13] [36]	93
Tabulka 51: SWOT analýza varianty C [39].....	94
Tabulka 52: Multikriteriální analýza bodovací s váhami.....	97

1 Úvod do problematiky

Společnost SH Weld s.r.o. sídlící v Partolticích v současnosti operuje ve dvou výrobních halách [6]. První hala P je v pronájmu a je k ní přidružen i relativně velký areál s možností nakládky a vykládky kamionů. V roce 2018 byla provedena výstavba haly S, která je již na pozemku vlastníci ve vlastnictví firmy a sousedí s areálem haly P. V roce 2022 došlo k dalším změnám v pozemcích a majetku společnosti, k čemuž se vážou i změny územního plánu, díky kterému jsou i nově získané pozemky vhodné k růstu společnosti. Nově získané pozemky však nabývají daleko vyššího významu, protože prostor se jeví natolik dostatečný, aby společnost mohla vystavět nový výrobní areál a snížit tím výdaje na pronájem, a tak zvýšit stabilitu společnosti.

V roce 2021 byla již vypracovaná studie pro návrh nového výrobního systému, ovšem v tehdejší studii firma nedisponovala všemi pozemky jako nyní, tudíž nebyla zde možná jiná výstavba než rozšíření původní haly S [7]. Původní návrhy a nápady budou sloužit jako možné alternativy i pro současnou práci.

2 Výrobní program

Společnost SH Weld s.r.o. sídlící v Partolticích jižně od Plzně byla založena v roce 2010 [6]. Mezi její hlavní činnost se řadí zakázková výroba svařených výrobků. Firma nedisponuje konstrukční kanceláří, tudíž všechny vyráběné produkty jsou know-how zákazníků.

V roce 2018 společnost provedla investici do nové výrobní haly, kde předpokládala zvýšení kapacit a oddělení svařovacích pracovišť od přípravných pracovišť. Součástí této investice bylo také pořízení jeřábu s nosností 5 tun, což umožnilo efektivnější manipulaci s těžšími díly. S rozšířením výrobního prostoru měla firma možnost investovat do nových strojů, které ovlivnily produktivitu a umožnily větší flexibilitu ve výrobě. Mezi tyto stroje se řadí například ohraňovací lis, který umožňuje ohýbání plechů silných tlouštěk. Dalším významným přírůstkem do výrobního procesu byla radiální vrtačka VR4, která byla v roce 2023 nahrazena stejným modelem z důvodu poničení starého kousku. Společnost také investovala do ruční plazmové řezačky, což výrazně urychlilo vytváření technologických úkosů větších rozměrů. Tímto způsobem firma usiluje o minimalizaci potřeby externí spolupráce a maximalizaci využití vlastních kapacit.

Je důležité zdůraznit, že společnost neposkytuje pouze výrobu, ale také komplexní dodávky produktů, tedy přes své subdodavatele může firma nabídnout opracování, lakování, žíhání apod. Společnost se vyznačuje vysokou flexibilitou a schopností rychle reagovat na různorodé a náročné požadavky zákazníků. Dále je třeba poznamenat, že význačnou silou společnosti je spolupráce všech zaměstnanců, což přispívá k efektivnímu řešení jakýchkoli problémů v oblasti svařenců. Firma klade důraz na kvalitu, přesnost a spolehlivost ve výrobě a řešení zákaznických potřeb. S ohledem na výše uvedené charakteristiky je firma primárně specializována na kusovou až malosériovou výrobu.

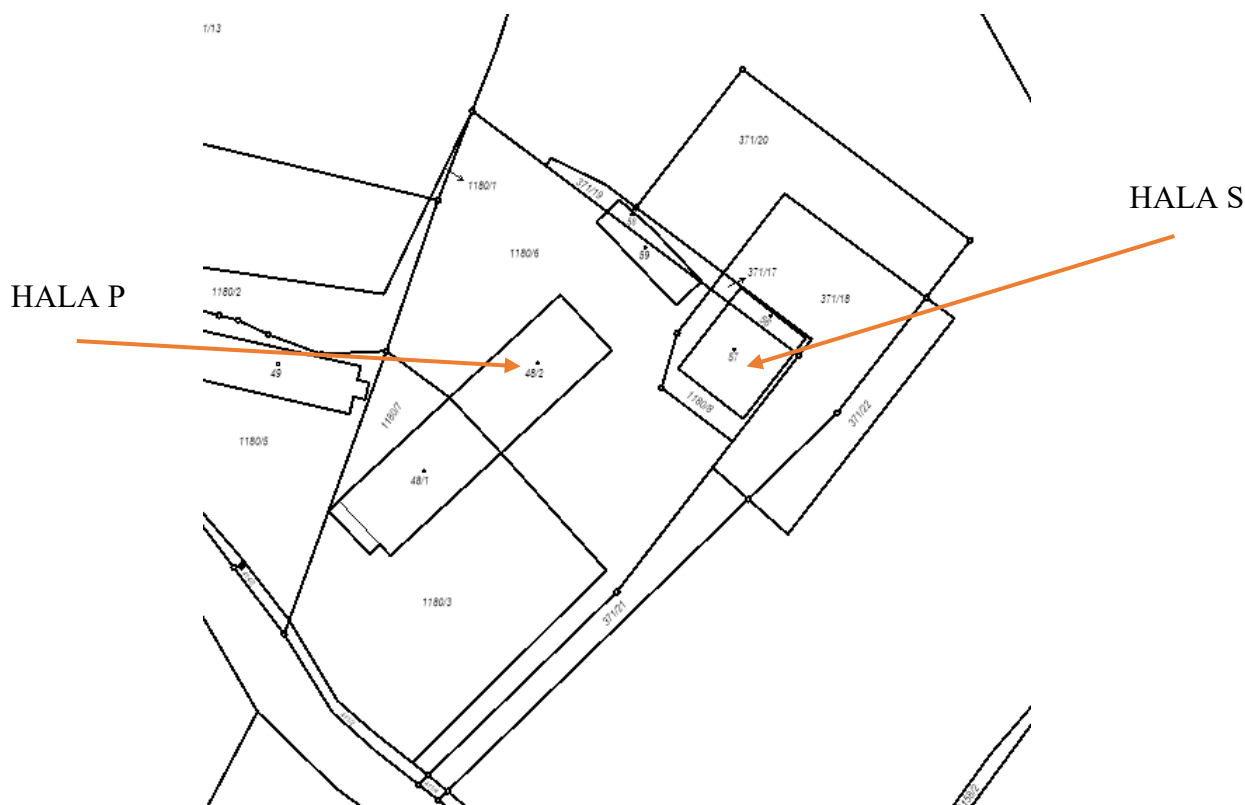
3 Analýza současného stavu

3.1 Současné prostory společnosti

Společnost v současné době provozuje dvě výrobní haly. Původní výrobní halu, zde v práci označovanou jako „halu P“ (viz obrázek 1), využívala až do roku 2018 jako jedinou výrobní halu pro všechny přípravné a svařovací operace. V reakci na narůstající nároky investovala společnost v roce 2018 do výstavby nového výrobního prostoru, v této práci označeného jako „hala S“ (viz obrázek 1). Tato změna umožnila přesunutí veškerých svařovacích operací do „haly S“, zatímco přípravné práce zůstaly v „hale P“. Hala P má významná omezení, které ovlivňují produktivitu přípravných operací. Jedním z těchto omezení je absence jeřábu. Toto omezení vyžaduje použití vysokozdvizného vozíku pro veškeré manipulační práce (vyjma ruční manipulace), což může v případě vysokého vytížení vozíku vést ke zdlouhavé nakládce nebo vykládce kamionů, případně k prodloužení v pracovních procesech přípravy. Oproti tomu má hala S výhodu pouze částečně závislého provozu, což přináší větší flexibilitu a efektivitu výrobního procesu.

K aktuálnímu datu, tedy k roku 2023, společnost pracuje plně vytíženou výrobní kapacitou a má zájem o investici do rozšíření svých výrobních a přidružených prostor. Situace společnosti prošla výraznými změnami v poslední době – globální pandemická krize a geopolitická událost na Ukrajině, kdy tyto faktory měly vliv na strategické plány společnosti.

Další značný vliv na strategické plány společnosti má nedávné zajištění nových pozemkových prostor, které by mohla firma využít pro budoucí rozšíření výrobních a přidružených kapacit. V minulosti byla vypracována obdobná práce na toto téma pro tuto společnost. Vzhledem k dříve zmíněným změnám je již výsledek této práce neaktuální a je potřeba vypracovat návrh nový. [7] V této práci nebude původní nápad zcela zavržen, ale bude podroben analýze spolu s dalšími novými variantami řešení.



Obrázek 1: Celkový náhled do katastru [8]

Společnost v současné době využívá halu P ve formě pronájmu, dále k hale připadá vnější připojení a manipulační prostor, který také nemá firma ve vlastnictví.

Pokud tedy vynecháme halu P, společnost nyní vlastní červeně označené pozemky na obrázku 2.



Obrázek 2: Maximální dispozice, pouze pozemky ve vlastnictví [8]

Obrázek 3 předkládá srovnání aktuální situace s tím, jak vypadala v roce 2020, tedy v době tvorby původní práce na toto téma. Lze zde jasně rozlišit dva klíčové aspekty. Prvním je červená linka, která reprezentuje majetek společnosti k datu 2020. [8] [7] Druhým prvkem jsou zelené úseky, jež znázorňují pozemky, které byly získány v období od roku 2021 až do roku 2023. Toto rozšíření pozemků přináší nové možnosti pro budoucí využití a návrh výrobních a přidružených prostor.

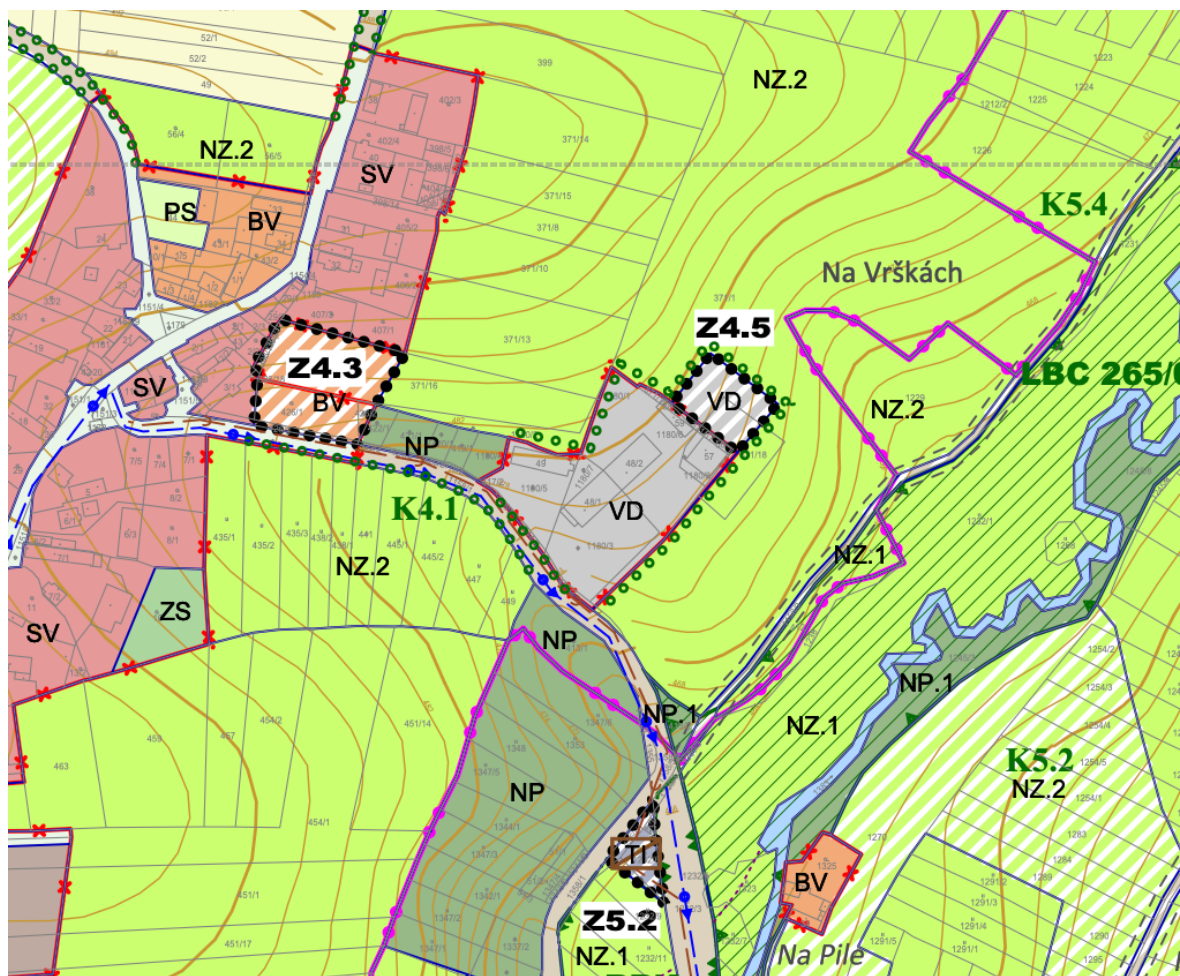


Obrázek 3: Změny od roku 2021 do roku 2023 [8]

Je nutno zdůraznit, že veškeré pozemky, jež patří společnosti a nejsou využity pro halu S a přilehlého okolí, jsou charakterizovány jako nezpevněný terén s výrazným převýšením. To znamená, že před zahájením stavebních prací bude nezbytná úprava terénu. Plocha mezi pronajatou halou P a halou S je aktuálně pokryta betonovým povrchem a slouží jako manipulační prostor pro nakládku a vykládku kamionů, případně jako vnější skladovací prostor.

V rámci změn od roku 2021 lze pozorovat i úpravy v územním plánu. Obrázek 4 zcela definuje, že pozemky získané firmou od roku 2021 byly vhodně začleněny do územního plánu s ohledem na možnost budoucí výstavby průmyslových objektů. [11]

Poznámka: Z4.5 je v územním plánu definována jako plocha pro rozšíření stávajícího výrobního areálu firmy SH Weld s.r.o., přičemž zastavitelná plocha bude přístupná ze silnice III/19120 po stávajících vnitroareálových komunikacích. Zastavěné území a zastavitelná plocha budou po svém vnějším obvodu ozeleněny. Stavby v zastavitelné ploše nebudou vyšší než stávající zástavba. [11]



Obrázek 4: Územní plán k roku 2023 [12]

3.2 Zjištěné nedostatky – podklady pro řešení

V průběhu pozorování byly identifikovány některé nedostatky, které vyžadují pozornost a opatření s cílem zlepšit celkovou efektivitu a bezproblémový průběh výrobního procesu. Tyto nedostatky budou sloužit jako jeden z podkladů pro návrh dispozičního řešení, které se musí zabývat možnostmi k jejich odstranění nebo k redukci jejich výskytu.

3.2.1 Nedostatečné skladovací prostory

Jedním z hlavních nedostatků je omezená skladovací kapacita. Tento nedostatek má zásadní vliv na výrobní proces a logistiku firmy. Jedním z důsledků této situace je nutnost pečlivého časového plánování naskladnění materiálu a expedice, v nejhorším případě dlouhodobé skladování venku, které může vést k vícepracím, až k nucené likvidaci polotovarů. Tyto komplikace primárně zhoršují možnosti zaskladnění některými typy hutních polotovarů. [7]

3.2.2 Podlaha v hale P

Dalším nedostatkem v provozu společnosti je stav podlahy v hale P, který byl označen za kritický. Hlavní komplikací v této situaci je, že hala P je kontinuálně plně vytížena a kapacitně není možné provádět zásadní opravy nebo renovace podlahy bez výrazného narušení běžného výrobního procesu. Tento nedostatek je kritickým faktorem, který narušuje stabilitu výrobního prostředí a zvyšuje riziko nehod a poškození materiálu nebo vyrobených výrobků. Jelikož hala P nadále zůstává klíčovým výrobním prostorem, bude nutné zvážit alternativní řešení tohoto problému, které minimalizuje přerušení výroby a zároveňlepší stav podlahy.

3.2.3 Obtížná manipulace v hale P

Další nedostatek je absence jeřábu v hale P, proto je nutné veškeré manipulační operace provádět prostřednictvím vysokozdvíhacího vozíku. K řešení tohoto nedostatku lze přistoupit několika způsoby. Prvním je změna rozmístění klíčových strojů v hale P tak, aby se minimalizovala potřeba manipulace. Druhou možností je přemístit klíčové stroje do jiné haly, která je již vybavena jeřábem, což umožní snadnější a efektivnější manipulaci s materiálem. V minulosti se firma snažila osadit halu P jistým typem jeřábu, avšak z důvodu nedostatečné statiky budovy byla tato možnost zamítnuta.

3.2.4 Přeplněné haly a hlučnost v hale P

Obě haly vykazují určitou míru přeplnění, což má vliv na efektivitu výrobního procesu.

V hale P se vyskytují závažné problémy v souvislosti s brusnými pracovišti, která generují vysokou úroveň prašnosti a zvyšují riziko požáru. Jedním z vhodných opatření je izolace brusných pracovišť, jelikož klasické stínění při použití pojízdných lamelových clon (typické pro svařovací pracoviště) se ukázalo jako nedostatečné. Izolace by nejen značně snížila prašnost a riziko požáru, ale také by zlepšila celkové pohodlí v pracovním prostředí.

V hale S je omezen prostor primárně z důvodu dočasného skladování materiálu a hotových výrobků.

3.3 Typové představitelé výrobního programu

Společnost se primárně věnuje kusové až malosériové výrobě svařenců, přičemž se zaměřuje na výrobu svařenců o vyšší hmotnosti, avšak ne hmotnosti převyšující 5 tun. V kusové výrobě se setkáváme s problematikou stanovení typových představitelů vzhledem k vysoké míře variability pracovních úkolů. Přestože v této práci jsou definováni určití představitelé, je nutné zdůraznit, že se jednotlivé kusy výrazně liší rozměrově i hmotnostně.

Typové představitelé kromě rozdílu ve velikosti a hmotnosti se liší i přípravou polotovarů. Většina představitelů má jednu dominující přípravnou operaci prováděnou v hale P, tedy je možné předpokládat, že v případě změn výrobního programu nenastane změna v dominující technologii přípravy polotovarů. Pro příklad – stolové rámy, kromě řezání, pálení, broušení, se také vrtají, avšak vrtání má největší časovou náročnost z přípravných operací, tedy vrtání je v tomto případě dominující přípravná operace a předpokládá se, že v případě zastavení výroby stolových rámu bude nahrazena výrobkem, který má stejnou dominující operaci jako stolové rámy, tedy vrtání.

Typové představitelé výrobního programu jsou:

1. **Stolové a základové rámy**
2. **Vibrační podavač a třídič – obecně vibrační stroje**
3. **Olejové vany**
4. **Svařované skříně převodovky**

Pokud jde o používané materiály pro tyto typové představitele, převládají následující:

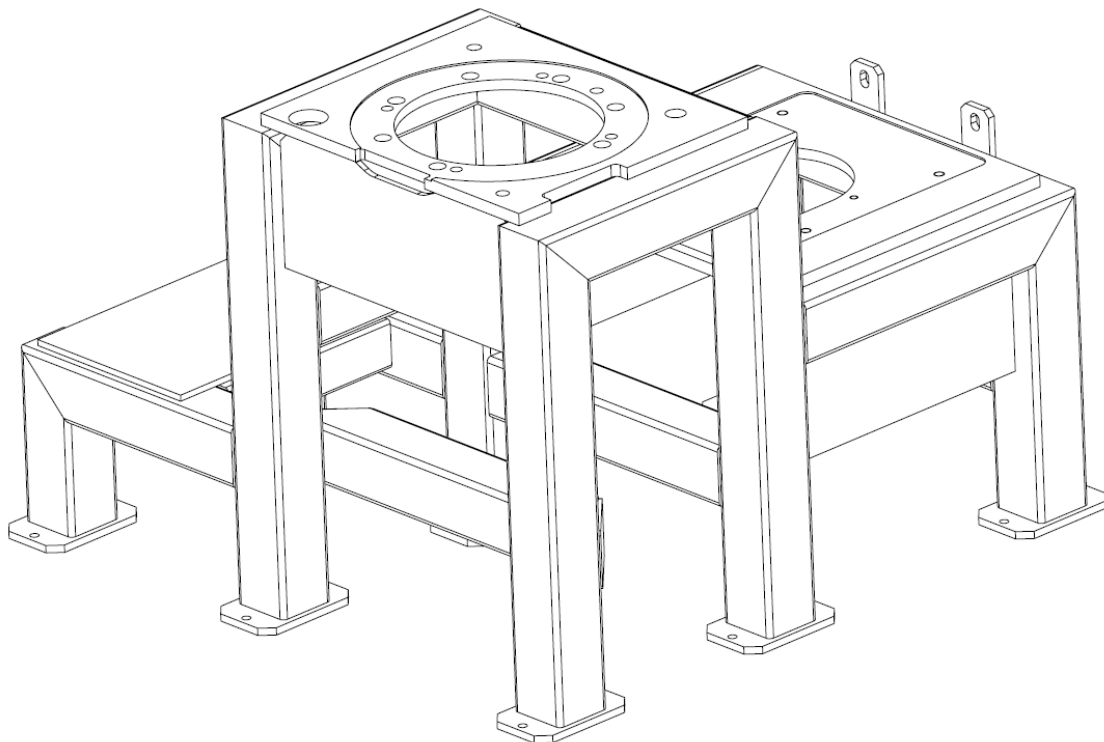
- **Ocel S235:** tato ocel se využívá ve formách S235JR, S235JRC a S235JR+N, jedná se o nejvyužívanější ocel pro většinu produktů.
- **Ocel S355:** obdobná ocel jako S235, avšak s vyšší hodnotou meze kluzu, využívaná ve formách S355J2, S355J0, S355J2+N.
- **Ocel 1.4301:** jedná se o austenitickou nerezovou ocel, často označovanou jako „potravinka“. Používá se v případech, kdy je kladen vysoký nárok na odolnost vůči korozním vlivům a otěru.
- **Hardox** a podobné: Hardox (obchodní značení) s charakteristickými prvky jako vysoká odolnost a tvrdost, vhodná převážně pro náročné podmínky.

Vzhledem ke skutečnosti, že výkresová dokumentace všech produktů je ve vlastnictví zákazníka a podléhá obchodnímu utajení, jsou v textu diplomové práce pro specifikaci produktů využívány primárně fotografie produktů. Výrobní výkresy produktů nemohou být zveřejněny. Typové představitelé výrobního programu jsou dále v práci charakterizováni základními rozměry, hmotnostmi materiálů a typovými technologickými postupy. Tyto údaje jsou dostatečně průkazné pro posouzení manipulace s materiálem, kapacitní výpočty a návrh manipulace s materiálem.

3.3.1 Stolové a základové rámy

Stolové a základové rámy jsou základní komponentou, jejíž účel je jako stabilní struktura pro uchycení strojů v různých průmyslových odvětvích, včetně potravinářství, farmaceutického a chemického průmyslu. Typická konstrukce je složena převážně z hutních polotovarů a doplňujících výpalků, jež tvoří horní rovinu, včetně připojovacích možností pro osazovaný stroj. Nejvyšší objem výroby rámu zahrnuje převážně rámy o rozměrech 2400×1800×850 milimetrů a hmotnosti 850 kilogramů. Avšak co se týče rozpětí, stolové rámy dle dat za roky 2021–2022 zastupuje nejmenší rám o rozměrech 2600×1200×300 mm o hmotnosti 500 kilogramu, a jeden z největších rámu má 4800×2500×1500 mm s hmotností přibližně 3500 kilogramů. [13]

Přibližný tvar, který však bylo nutné z důvodu zachování obchodního tajemství mírně poupravit, je znázorněn na obrázku 5.



Obrázek 5: Stolový rám [13]

Výrobní proces rámu lze rozdělit do několika kroků:

1. Nákup materiálu

Prvním krokem je nákup potřebného materiálu pro výrobu, což zahrnuje současné plánování dodávek pro výpalky i pro hutní polotovary.

2. Příprava materiálu pro svaření

Nakoupený materiál je nutné připravit před svařením. Příprava zahrnuje řezání hutních polotovarů, pokud je to nutné, vrtání děr, případně závitování. Dále je nutné zhotovit technologické úkosy pro svar, obrousit plochy pro svar (je-li potřeba).

3. Přemístění do svařovny

4. Svaření

Svařování probíhá předem stanoveným technologickým postupem a svar je zhotoven pomocí metody MAG.

5. Kontrola

Kontrolní pracoviště se ve společnosti nenachází, avšak je stanovená forma kontroly zaměstnanců mezi sebou.

6. Přesun do přípravny

7. Vrtání a tvorba závitů

8. Kontrola

Po vrtání je poslední kontrola správnosti rozměrů svařenců, děr, závitů apod.

9. Montáž

10. Žihání (nepravidelně)

Žihání rámu se většinou provádí v případě, je-li nutné následné frézování. Žihání probíhá kooperačně.

11. Opracování (nepravidelně)

Opracování (frézování) probíhá taktéž formou kooperace.

12. Povrchová úprava (kooperace)

13. Balení a expedice

Hotové rámy jsou baleny a expedovány ke konečnému zákazníkovi.

V tabulce 1 jsou shrnuty činnosti spolu s přibližnou hodnotou časové náročnosti:

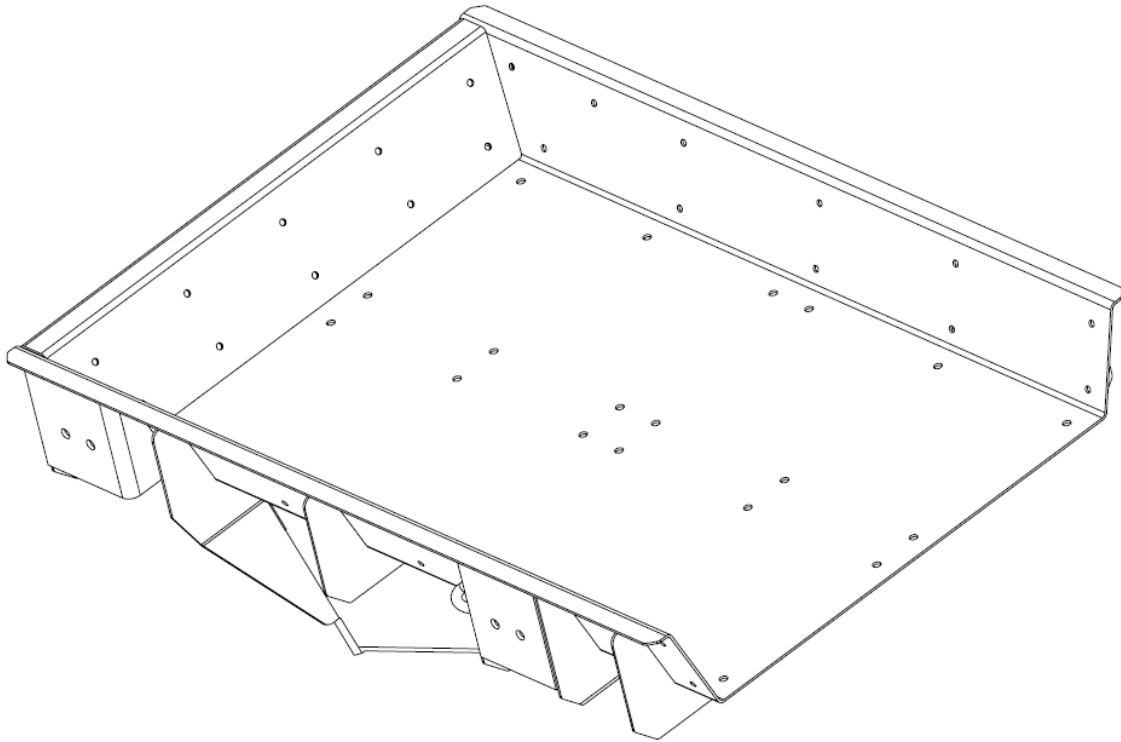
Tabulka 1: Časová náročnost stolového rámu [13]

Stolové a základové rámy				
Místo	Činnost	Norma [h]	VZV	Jeřáb
V hale P	Řezání	1,5	✓	x
	Broušení	2,5	x	x
	Ohýbání	0	x	x
	Vrtání	8,5	✓	x
	Pálení	5	✓	x
V hale S	Svaření	40	x	✓
	Kontrola	1	x	✓
	Zkoušení	0,5	x	x
V hale P	Montáž	2	x	x
	Balení	0,5	✓	x
Celkem v hale P		20	h	
Celkem v hale S		41,5	h	
Celkem		61,5	h	

V tabulce 1 jsou uvedeny jednotlivé činnosti ve společnosti a jejich průměrná časová náročnost v hodinách. Dále jsou v tabulce uvedena využitá manipulační zařízení pro jednotlivé operace.

3.3.2 Vibrační podavač a třídič – vibrační stroje

Vibrační stroje jsou určeny primárně k dopravě kusového materiálu drobných rozměrů. Společnost vyrábí kusy od velikosti 970×960×500 milimetrů o hmotnosti 150 kilogramů, po velikost 4500×2500×1500 milimetrů o hmotnosti 4 400 kilogramů. Nejčastější vyráběné velikosti jsou 3000×2000×1500 milimetrů o hmotnosti 2 500 kilogramů. [13]



Obrázek 6: Vibrační stroj [13]

Výrobní proces vibračních podavačů a třídičů lze stručně popsat následovně:

1. Nákup materiálu

Prvním krokem je nákup potřebného materiálu pro výrobu, přičemž převážnou většinu tvoří přesné výpalky, ačkoliv malá část komponent může být vyrobena z hutních polotovarů.

2. Příprava materiálu pro svaření

Před svařením je nezbytné připravit materiál. V těchto případech to zahrnuje řezání hutních polotovarů, broušení povrchů, tvorba technologických úkosů pro svar a značnou část zahrnuje ohýbání, což je důležitý proces pro výrobu těchto zařízení.

3. Přemístění do svařovny

4. Svaření

Svařování probíhá předem stanoveným technologickým postupem a svar je zhotoven pomocí metody MAG.

5. Kontrola

Kontrolní pracoviště se ve společnosti nenachází, avšak je stanovená forma kontroly zaměstnanců mezi sebou.

6. Přesun do přípravný

7. Příprava pro montáž

Příprava pro montáž může být pro každý stroj jiná. Některé stroje nepotřebují žádnou, některé však potřebují povrchovou úpravu koryta před namontováním ochranných plechů.

8. Příprava ochranných plechů

Ochranné plechy upevněné v korytu vibračního stroje je nutné předem připravit. Tento proces zahrnuje zahlubování otvorů, který je tvořen přímo v hale P, nebo v kooperaci.

9. Montáž ochranných plechů

10. Povrchová úprava (kooperace)

11. Balení a expedice

Po povrchové úpravě jsou stroje baleny a expedovány ke konečnému zákazníkovi.

V tabulce 2 jsou shrnuty činnosti spolu s přibližnou hodnotou časové náročnosti:

Tabulka 2: Časová náročnost vibračních strojů [13]

Vibrační stroje				
Místo	Činnost	Norma [h]	VZV	Jeřáb
V hale P	Řezání	2,5	x	x
	Broušení	1,5	✓	x
	Ohýbání	15	✓	x
	Vrtání	4,5	x	x
	Pálení	0	x	x
V hale S	Svaření	70	x	✓
	Kontrola	5	x	✓
	Zkoušení	2	x	x
V hale P	Montáž	15	x	x
	Balení	1	✓	x
Celkem v hale P		39,5	h	
Celkem v hale S		77	h	
Celkem		116,5	h	

3.3.3 Olejové vany

Olejové vany zůstávají stále důležitou součástí produkce firmy. Tyto olejové vany slouží jako zásobníky oleje pro mazání rychloběžných převodovek a zaujímají místo zejména v lodním průmyslu. Společnost zhotovuje několik různých typů olejových van, ale má dva hlavní představitele: malou vanu a velkou vanu, na které byla vypracována studie racionalizace práce. V tabulce 3 jsou uvažovány hodnoty přibližné, tedy průměrné hodnoty napříč všemi druhy vyráběných olejových van. Nejmenší vany se pohybují v rozměrech 1600×1200×500 milimetrů a hmotnosti 900 kilogramů a mezi největší se řadí vana o rozměrech 3550×3550×300 mm a hmotnosti 4200 kilogramů. [13]

Výrobní proces olejových van lze rozdělit na následující kroky:

1. Nákup materiálu

Vzhledem k vyšší sériovosti identických kusů olejových van je část materiálu obvykle nakupována a skladována pro budoucí využití, což značně zvyšuje nároky na skladovací prostory.

2. Příprava materiálu pro svaření

Příprava materiálu pro svaření zahrnuje řezání hutních profilů, tvorbu děr a závitů, broušení a tvorbu technologických úkosů.

3. Přemístění do svařovny

4. Svaření

Svařování probíhá předem stanoveným technologickým postupem a svar je zhotoven pomocí metody MAG.

5. Kontrola + NDT

Kontrolní pracoviště se ve společnosti nenachází, avšak je stanovená forma kontroly zaměstnanců mezi sebou. Po svaření je provedena kontrola těsnosti, která zahrnuje metodu nedestruktivního testování kapilární zkouškou.

6. Povrchová úprava (kooperace)

7. Frézování (kooperace)

Dosedací plochy jsou frézovány tak, aby byla zajištěná těsnost s deskou. Taktéž se frézuje deska jako taková.

8. Montáž

Montáž zahrnuje i konzervaci.

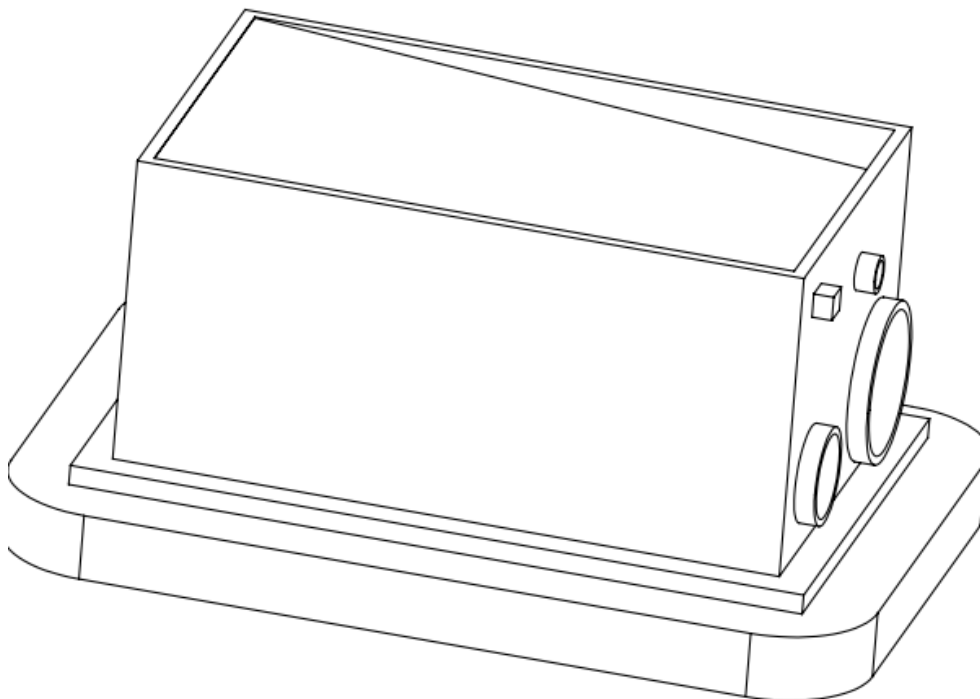
9. Balení a expedice

Po montáži jsou olejové vany baleny a připraveny k expedici.

V tabulce 3 jsou shrnuty činnosti spolu s přibližnou hodnotou časové náročnosti:

Tabulka 3: Časová náročnost olejových van celkově [13]

Olejové vany				
Místo	Činnost	Norma [h]	VZV	Jeřáb
V hale P	Řezání	0,75	x	x
	Broušení	3	x	x
	Ohýbání	0	x	x
	Vrtání	3,5	✓	x
	Pálení	0	x	x
V hale S	Svaření	6	x	✓
	Kontrola	1,5	x	✓
	Zkoušení	1	✓	x
V hale P	Montáž	5	✓	x
	Balení	2	✓	x
Celkem v hale P		14,25	h	
Celkem v hale S		8,5	h	
Celkem		22,75	h	



Obrázek 7: Olejová vana [13]

3.3.4 Svařované skříně převodovek

Svařované skříně převodovek jsou prakticky téměř vždy unikátní konstrukce, navržené a vyráběné na míru, což výrazně zvyšuje náročnost výrobního procesu. Skříně převodovek jsou co do velikosti od 200 kilogramů s celkovými rozměry 500×300×200 milimetrů pro spodek a vršek v součtu až po 3000×2500×900 milimetrů a celkové hmotnosti 6 500 kilogramů. Limitem pro velikost převodových skříní je v současné době nedostatek manipulačních prostředků ve firmě. Nejčastěji se ve společnosti vyrábí převodové skříně o rozměrech 2500×1500×700 milimetrů o celkové hmotnosti 4 500 kilogramů. [13]

Výroba těchto skříní probíhá následovně:

1. Nákup materiálu

Většina použitého materiálu jsou přesné výpalky. Převážnou většinu tvoří silnostěnné výpalky pálené plamenem. Pravidelná tloušťka některých výpalků je i 350 mm. [13]

2. Příprava materiálu pro svaření

Zahrnuje pouze broušení, vrtání a vytváření technologických úkosů procesem pálení.

3. Přemístění do svařovny

4. Svaření

Svařování probíhá předem stanoveným technologickým postupem a svar je zhotoven pomocí metody MAG. Jedná se především o velmi velké svarové spoje, například koutové svary s výškou trojúhelníku 40 milimetrů. Tyto svary jsou překládané a jsou velmi časově náročné na vyhotovení. Při takovém množství svarových housenek je do sestavy vnášeno velké množství tepelné energie. V těchto případech se doporučuje svařence vyrábět s předehřevem – pro snížení velikosti tepelně ovlivněné oblasti.

5. Kontrola + NDT

Kontrolní pracoviště se ve společnosti nenachází, avšak je stanovená forma kontroly zaměstnanců mezi sebou. Po svaření je provedena kontrola těsnosti, která zahrnuje metodu nedestruktivního testování kapilární zkouškou. Z jedné strany spoje se nanese penetrantem a z druhé strany vývojkou, přičemž se testuje olejtěsnost svařované konstrukce.

6. Opracování (kooperace)

V určitých případech firma dodává komplexní dodávku, včetně opracování. Opracování obsahuje především zarovnání dělicí roviny spodku a víka, případně mezikusy, dále se sestava smontuje a opracují se dosedací průměry pro ložiska metodou vyvrtávání.

7. Povrchová úprava (kooperace)

Povrchová úprava se provádí vždy v kooperaci. Skříně převodovky je pískovaná a následně natřena základním nátěrem.

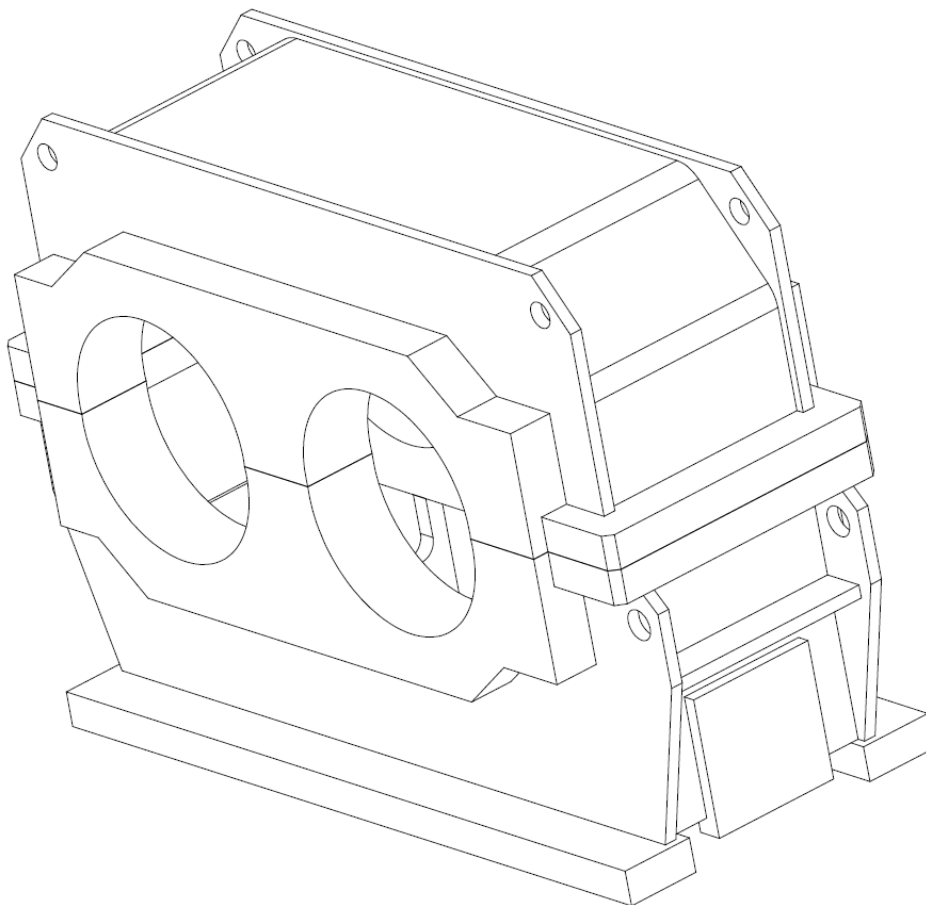
8. Balení a expedice

Po dokončení všech potřebných kroků jsou skříně zabaleny a připraveny k expedici.

V tabulce 4 jsou shrnuty činnosti spolu s přibližnou hodnotou časové náročnosti:

Tabulka 4: Časová náročnost pro svařované skříň převodovky [13]

Skříň převodovky				
Místo	Činnost	Norma [h]	VZV	Jeřáb
V hale P	Řezání	0	x	x
	Broušení	10	✓	x
	Ohýbání	2	x	x
	Vrtání	3	✓	x
	Pálení	11	✓	x
V hale S	Svaření	85	x	✓
	Kontrola	8	x	✓
	Zkoušení	4	x	✓
V hale P	Montáž	0	x	x
	Balení	2	✓	x
Celkem v hale P		28	h	
Celkem v hale S		97	h	
Celkem		125	h	



Obrázek 8: Skříň převodovky svařenec [13]

3.4 Současný strojní park společnosti

3.4.1 Strojní park v hale P

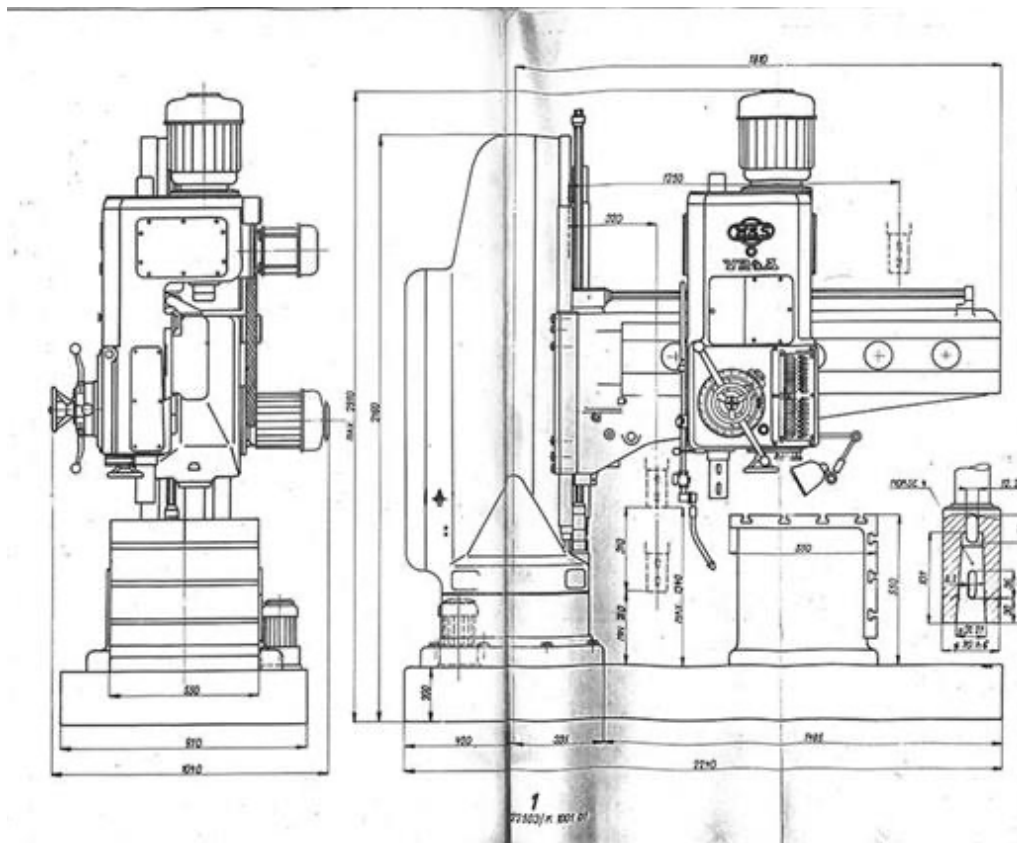
V hale P je značná variabilita strojového vybavení, přičemž většina strojů je zastoupena jedním kusem. Konkrétně se v hale P nachází stroje a zařízení uvedené níže.

3.4.1.1 Radiální vrtačka VR4

Jedná se o vrtačku (viz obrázek 9) staršího data výroby a pochází od firmy Kovosvit. Rok výroby této vrtačky je 1986, parametry uvádí tabulka 5. [14]

Tabulka 5: Základní parametry radiální vrtačky VR4 od firmy Kovosvit [14] [15]

Parametr	Hodnota	Jednotky
Délka	2290	[mm]
Šířka	910	[mm]
Výška	1860	[mm]
Výkon vřetena	3000	[W]
Upínací kužel	Morse 4	[-]
Upínací plocha	1475 x 900	[mm]
Hmotnost	2800	[kg]



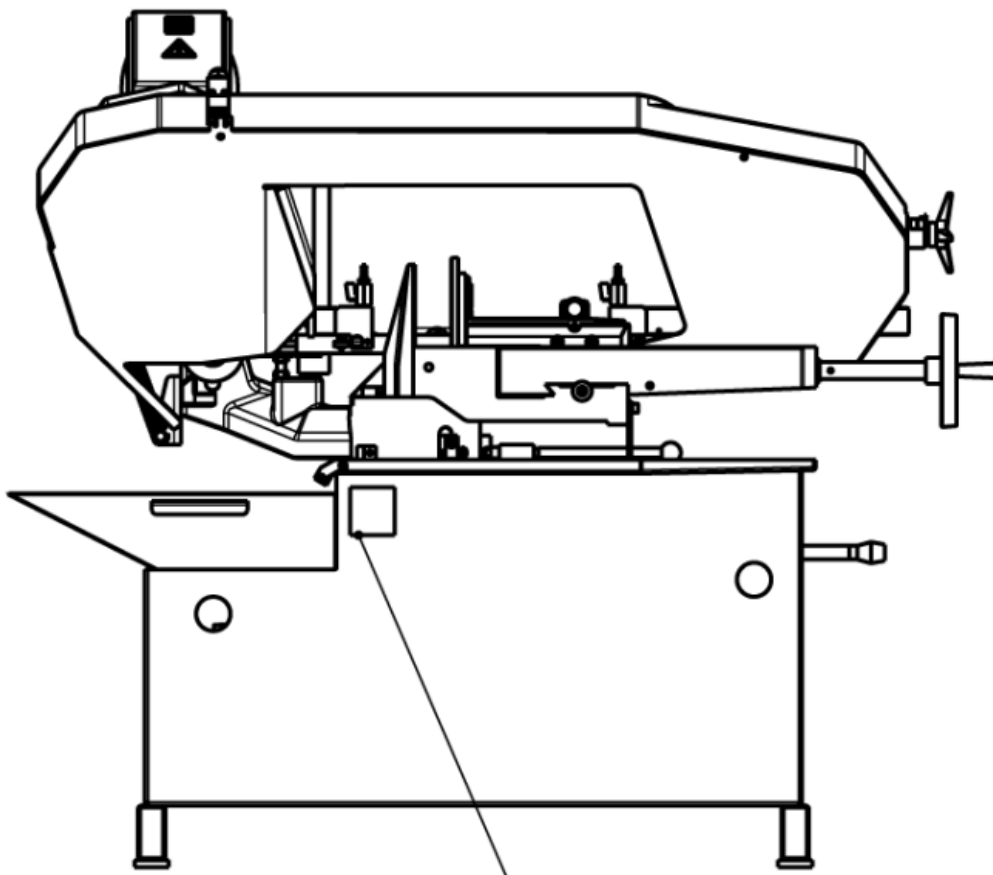
Obrázek 9: Radiální vrtačka VR4 od firmy Kovosvit [16]

3.4.1.2 Pásová pila Bomar ProfiCUT 275.230 DG

Pásová pila (viz obrázek 10) se dispozičně nachází poblíž radiální vrtačky VR4. Pohyb pily je řízen hydraulickým obvodem s ventilem, pohyb dolů zajišťuje gravitace, pohyb zpomaluje hydraulický obvod. Technické parametry jsou uvedeny v tabulce 6.

Tabulka 6: Základní parametry pásové pily Bomar ProfiCUT 275.230 DG [17]

Parametr	Hodnota	Jednotky
Délka	1400	[mm]
Šířka	680	[mm]
Výška	1270	[mm]
Výkon	1100	[W]
Hmotnost	330	[kg]



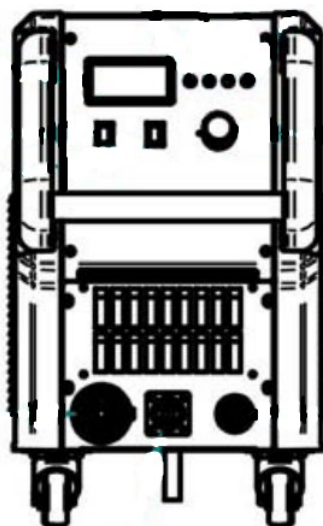
Obrázek 10: Pásová pila Bomar ProfiCUT 275.230 DG [18]

3.4.1.3 Ruční plazma Pegas 100 plazma

Bezprostředně vedle pásové pily se nachází ruční plazmová řezačka (viz obrázek 11), která se využívá pro tvorbu úkosů pro svaření větších rozměrů, případně ojediněle pro různé úpravy či pomocné části pro efektivnější proces svařování. Technické parametry uvádí tabulka 7.

Tabulka 7: Základní parametry ruční plazmy Pegas 100 plazma [19] [20]

Parametr	Hodnota	Jednotky
Napětí	3x400	[V]
Jištění	25	[A]
Spotřeba vzduchu	180	[l/min]
Zapalování oblouku	Pneumaticko- mechanické	[-]
Regulace proudu	Plynulá	[-]
Hmotnost	36	[kg]
Maximální tloušťka řezu pro uhlíkovou ocel – efektivní	40	[mm]
Příkon	12 000	[W]



Obrázek 11: Ruční plazma Pegas 100 plazma [20]

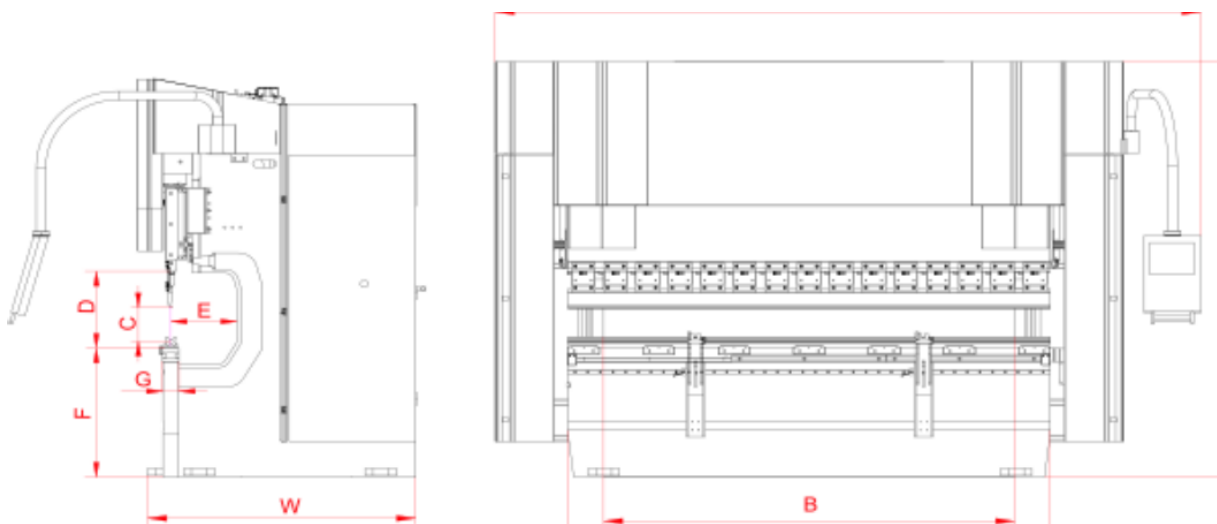
3.4.1.4 Ohraňovací lis Ermak AP 400/4100 CNC

Největší stroj ve společnosti je ohraňovací lis Ermak AP 400/4100 s CNC řízením (viz obrázek 12). Ohraňovací lis dosahuje maximální přitlačné síly 400 tun a maximální délka ohýbaného plechu činí 4100 mm. Technické parametry jsou uvedeny v tabulce 8. Jako jediný stroj ve společnosti potřebuje speciální základy, konkrétně hlubší než standardní, detaily jsou uvedeny

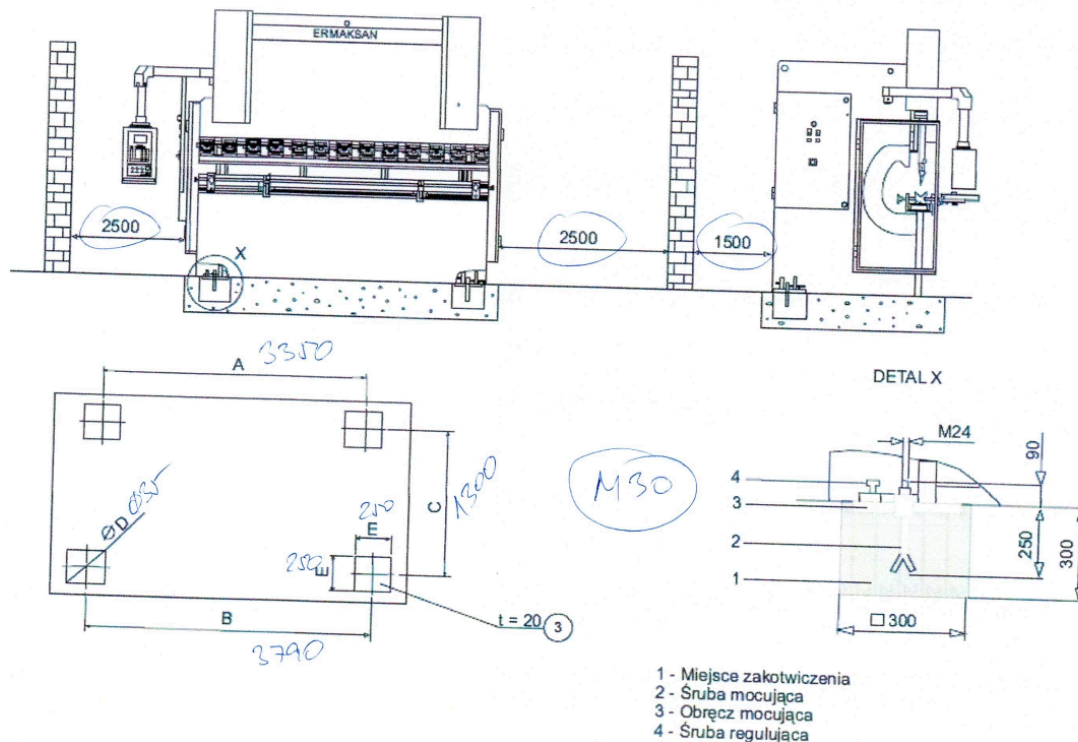
v obrázku 13, přičemž je nutné vybetonovat čtyři základní podstavy, hranoly o rozměrech 300×300 milimetrů do hloubky 300 mm – stanoveno výrobcem. Části dopsané propiskou jsou po domluvě s prodejcem a nebudou brány v potaz. Standardní tloušťka podlahy v hale S se pohybuje v rozmezí 120–160 milimetrů.

Tabulka 8: Základní parametry ohraňovacího lisu Ermak AP 400/4100 CNC [7]

Parametr	Hodnota	Jednotky
Rychloposuv	110	[mm/s]
Zpětný chod	130	[mm/s]
Rozevření	650	[mm]
Pracovní rychlost	8	[mm/s]
Hmotnost	26 300	[kg]
Zdvih	375	[mm]
Příkon motoru	30 000	[W]
Šířka	5 350	[mm]
Hloubka	2 450	[mm]



Obrázek 12: Ohraňovací lis Ermak AP 400/4100 CNC [13]



Obrázek 13: Požadavky na podlahu pod ohraňovací lis [13]

3.4.2 Rozložení strojního parku v hale P

Na obrázku 14 lze vidět rozložení strojů v hale P.

1. Skladování hotových výrobků (označeno číslicí 1 na obrázku 14)

Označené pracoviště na obrázku 14 je primárně určeno ke skladování hotových výrobků.

2. Výrobní prostory (označeno číslicí 2 na obrázku 14)

Tento prostor představuje hlavní část haly, která není specificky přidělena k jedné činnosti. Zde se provádí různé operace, včetně montážních a brusných operací (ne však současně).

3. Pracoviště plazmového řezání (označeno číslicí 3 na obrázku 14)

Toto pracoviště je zaměřeno na specializovanou činnost a to na plazmové řezání, které je především využíváno k tvorbě technologických úkosů pro proces svařování. V bezprostřední blízkosti tohoto pracoviště se nachází kompresor (na obrázku 14 vlevo od tohoto pracoviště).

4. Pracoviště ručního broušení (označeno číslicí 4 na obrázku 14)

Na tomto pracovišti se provádí ruční broušení před svařem. Dále je nad tímto pracovištěm umístěna pásová pila pro řezání hutních polotovarů.

5. Pracoviště vrtání (označeno číslicí 5 na obrázku 14)

Toto pracoviště obsahuje radiální vrtačku VR4 a pracovní stůl s úložným prostorem s vybavením pro práci na vrtačce. Toto pracoviště je umístěno v blízkosti brusných pracovišť.

6. Stůl a malé skladiště pro drobné součásti (označeno číslicí 6 na obrázku 14)

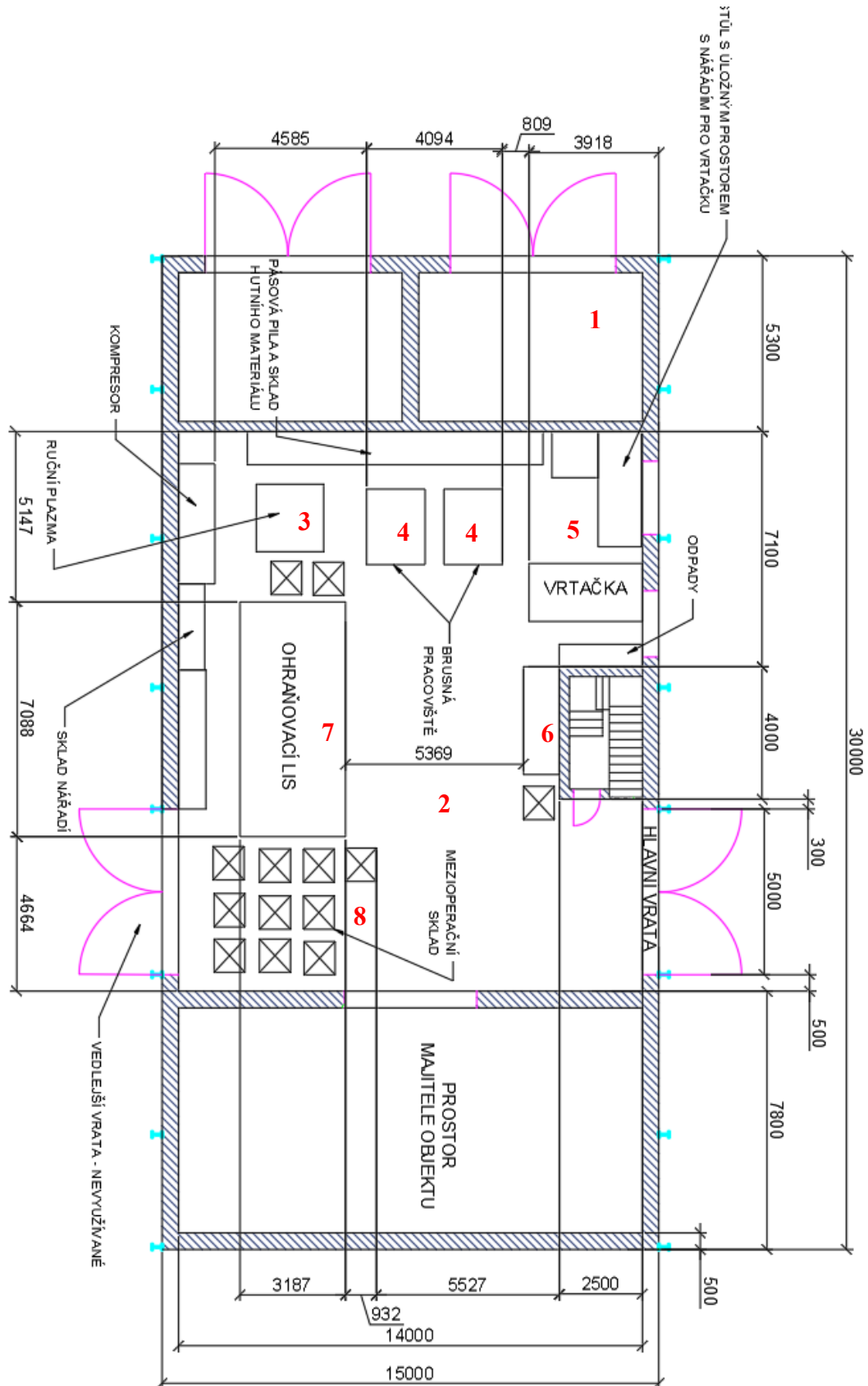
Tento prostor je využit pro organizování práce, výkresové dokumentace a jiné dokumentace potřebné pro výrobní procesy. Dále je zde malé skladiště určené pro skladování drobných součástek. Prostor vedle tohoto pracoviště je určen v době neaktivity jako parkoviště pro vysokozdvizný vozík.

7. Ohýbací pracoviště (označeno číslicí 7 na obrázku 14)

Toto pracoviště je vyhrazeno pro ohýbání plechů a zahrnuje ohraňovací lis, který je zároveň největším strojem ve společnosti. Vlevo od něj se dle obrázku 14 nachází skříňky se skladem pro nářadí ručního charakteru – tj. náhradní kotouče, vrtáky apod.

8. Mezioperační sklad (označeno číslicí 8 na obrázku 14)

Toto místo slouží jako mezioperační sklad. Za tímto prostorem (vlevo na obrázku 14) se nachází sekundární vrata haly P, která umožňují obousměrný průjezd halou. Avšak po dohodě s majitelem objektu byla shledána tato vrata jako zbytečná a jsou trvale uzavřena, čímž vznikl prostor pro sklad.



Obrázek 14: Stav v hale P 2023

3.4.3 Strojový park v hale S

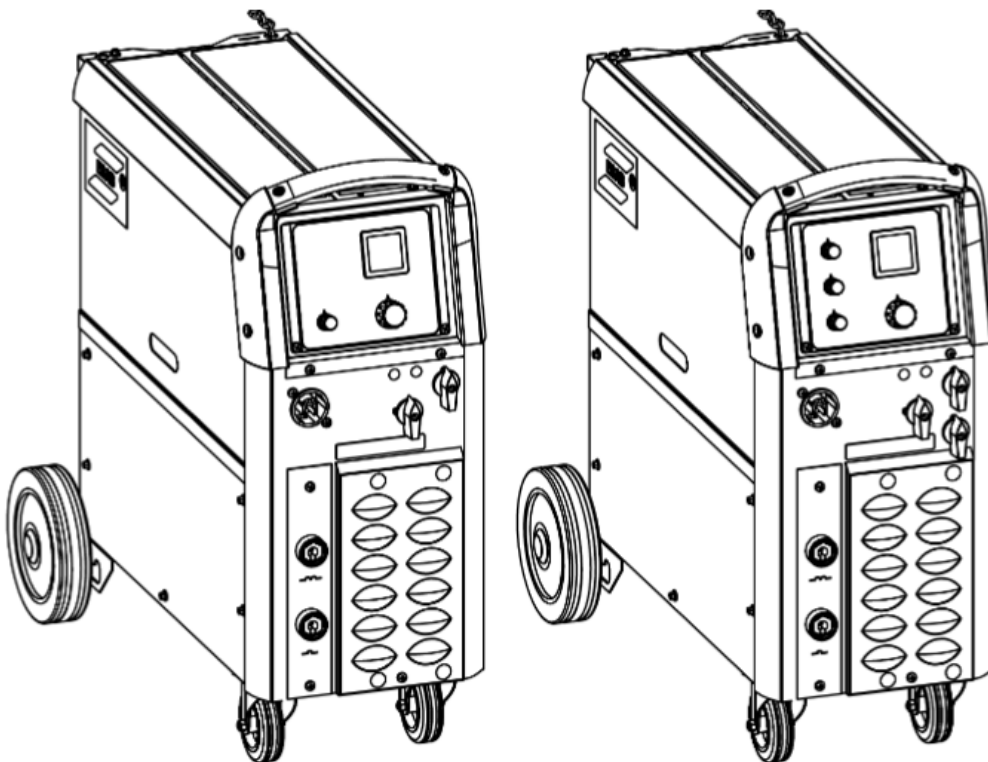
Hala S je vyhrazena pro svařování a je vybavena v současnosti devíti svařovacími pracovišti. Pro výrobní procesy je zaveden jednotný typ svářečky. Používaná metoda svařování je metoda MAG.

3.4.3.1 Svářečka Esab Origo MIG C420w PRO

Svářečka Esab Origo MIG C420w PRO (viz obrázek 15) je nejčastěji se vyskytující svářečka ve firmě. Její technické parametry jsou uvedeny v tabulce 9.

Tabulka 9: Základní parametry svářečky Esab Origo MIG C420w PRO [22]

Parametr	Hodnota	Jednotky
Napětí	400	[V]
Výkon	2 450	[W]
Délka	935	[mm]
Šířka	640	[mm]
Výška	800	[mm]
Průměr drátu – nelegovaná ocel	0,6-1,6	[mm]
Hmotnost vč. Vodního chlazení	230	[kg]



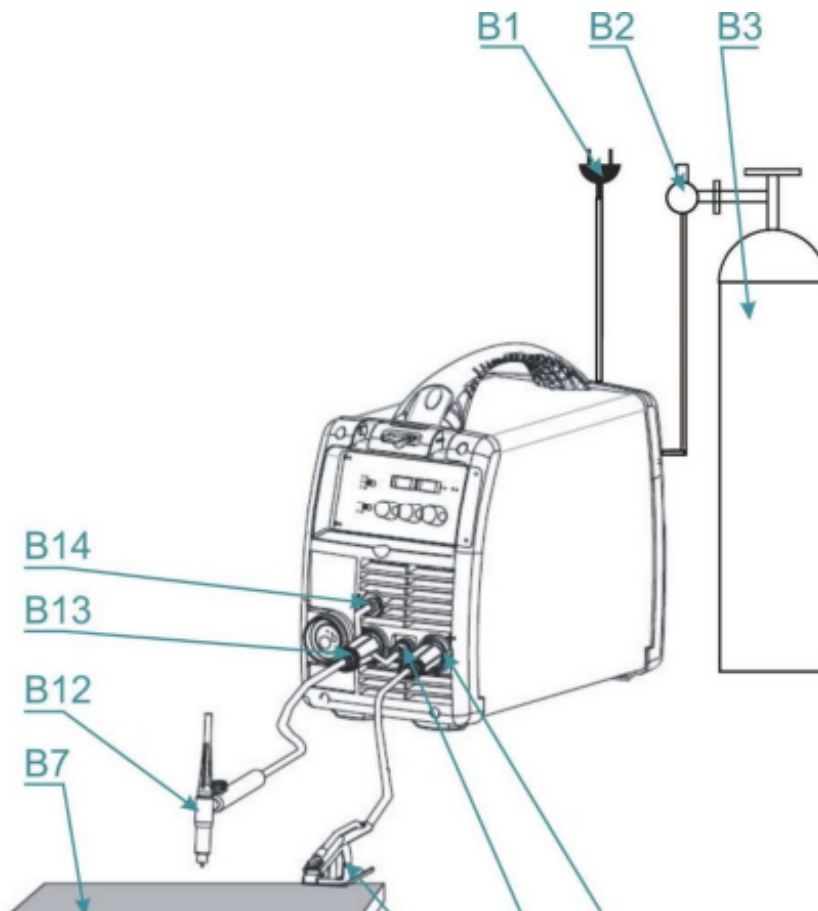
Obrázek 15: Esab Origo MIG 420w PRO [23]

3.4.3.2 Svářečka Pegas 200 AC/DC Pulse Smart

Jedná se o svářečku (viz obrázek 16), která je vhodná pro svařování metodou TIG, tzn. převážně je vhodná pro svařování nerezové oceli, hliníku apod. Technické parametry uvádí tabulka 10.

Tabulka 10: Základní parametry svářečky Pegas 200 AC/DC Pulse Smart [24]

Parametr	Hodnota	Jednotky
Napětí	230	[V]
Jištění	25	[A]
Délka	130	[mm]
Šířka	430	[mm]
Výška	230	[mm]
Hmotnost	8,5	[kg]

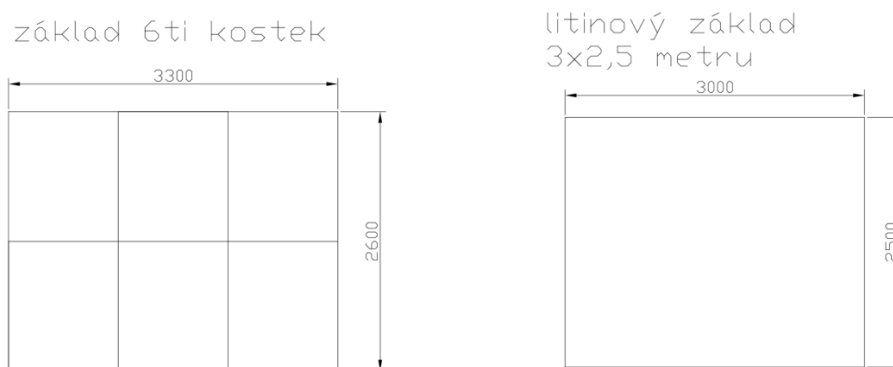


Obrázek 16: Svářečka Pegas 200 AC/DC Pulse Smart [25]

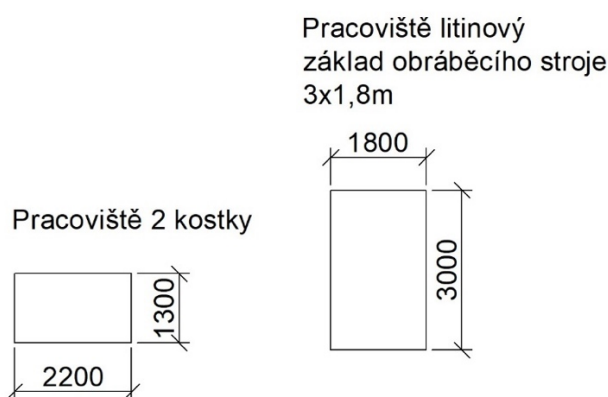
3.4.4 Rozložení strojního parku v hale S

Hala S byla dokončena v roce 2018 s důrazem na efektivní uspořádání jednotlivých pracovišť, což vedlo k minimalizaci potenciálních nedostatků ve struktuře haly. Od té doby se hala osvědčila jako funkční a její provoz probíhá bez větších časových komplikací a překážek. Svařovací pracoviště jsou různých velikostí – přizpůsobeny pro svařování svarků různých rozměrů. Hala S dále obsahuje již zmíněný mostový jeřáb o nosnosti 5 tun, který značně usnadňuje manipulaci s materiálem. Svařovací pracoviště jsou zhotovena z litinových kostek, což umožňuje pružnou změnu rozložení pracovišť a jejich velikost dle aktuálních potřeb.

Pracoviště v hale S jsou plně modulární. Základním prvkem je litinová kostka o rozměrech 1300×1100×880 milimetrů. Tyto kostky lze libovolně skládat na libovolně velké pracoviště. Dále se k tvorbě pracoviště využívají litinové základy vyřazených obráběcích strojů. Firma disponuje třemi kusy těchto litinových základů, dva kusy o velikosti 3000×1800 milimetrů a jeden kus 3000×2500 milimetrů. Pro zjednodušení a snížení počtu neznámých bude v této práci uvažován pouze růst současného rozložení litinových kostek, tedy pracovišť o rozměru dvou kostek, tedy v součtu 2200×1300×880 milimetrů a pracoviště skládající se ze šesti kostek, tedy v součtu pracoviště o rozměrech 3300×2600×880 milimetrů, viz obrázek 17 a 18.



Obrázek 17: Vzhled pracovišť, nalevo pracoviště obsahující 6 litinových kostek, na pravé straně pracoviště s litinovým základem o rozměrech 3000×2500 milimetrů



Obrázek 18: Vzhled pracovišť, nalevo pracoviště obsahující 2 litinové kostky, na pravé straně pracoviště s litinovým základem o rozměrech 3000×1800

3.4.5 Manipulační vybavení firmy

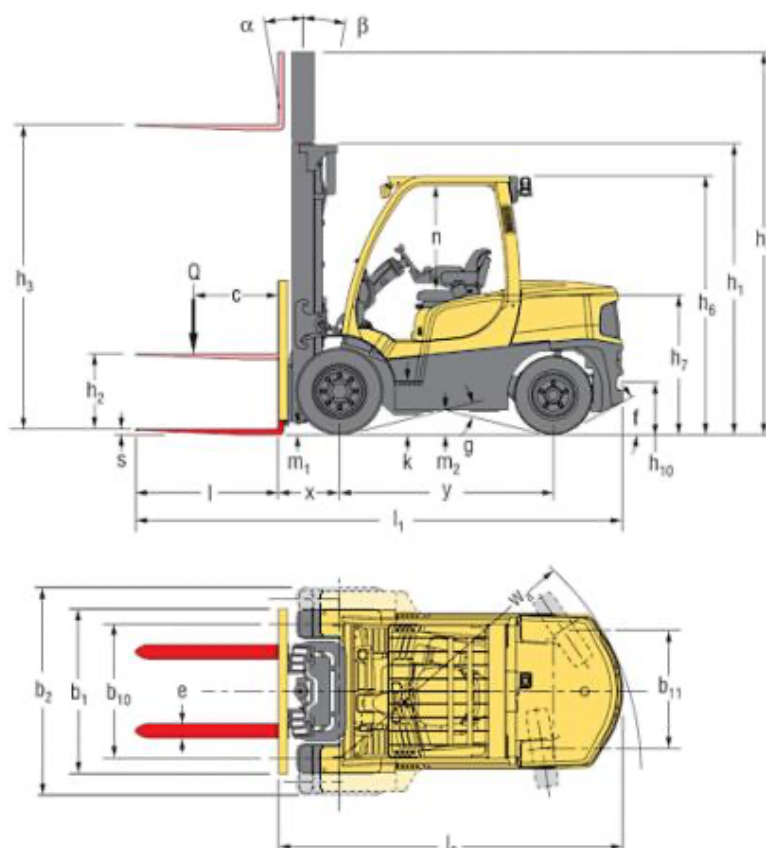
Jak již bylo zmíněno, společnost disponuje vysokozdvizným vozíkem a mostovým jeřábem o nosnosti 5 tun umístěným v hale S.

3.4.5.1 Vysokozdvizný vozík Hyster H4,0FT6

Jedná se o vysokozdvizný vozík staršího data výroby (viz obrázek 20), který jako palivo využívá LPG a motorovou naftu. Jeho maximální nosnost činí 4 tuny. Technické parametry uvádí tabulka 11.

Tabulka 11: Základní parametry vysokozdvizného vozíku Hyster H4,0FT6 [26]

Parametr	Hodnota	Jednotky
Nosnost	4 000	[kg]
Vzdálenost těžiště	600	[mm]
Maximální výška zdvihu	6 000	[mm]
Způsob pohonu	Nafta a LPG	[-]
Hmotnost	6 425	[kg]
Délka	4 180	[mm]
Šířka	1 400	[mm]
Výška	2 470	[mm]
Délka vidlí [l]	1200	[mm]
Rádus otáčení [R]	2599	[mm]
Vzdálenost paty vidlí od osy předních kol [x]	522,1	[mm]



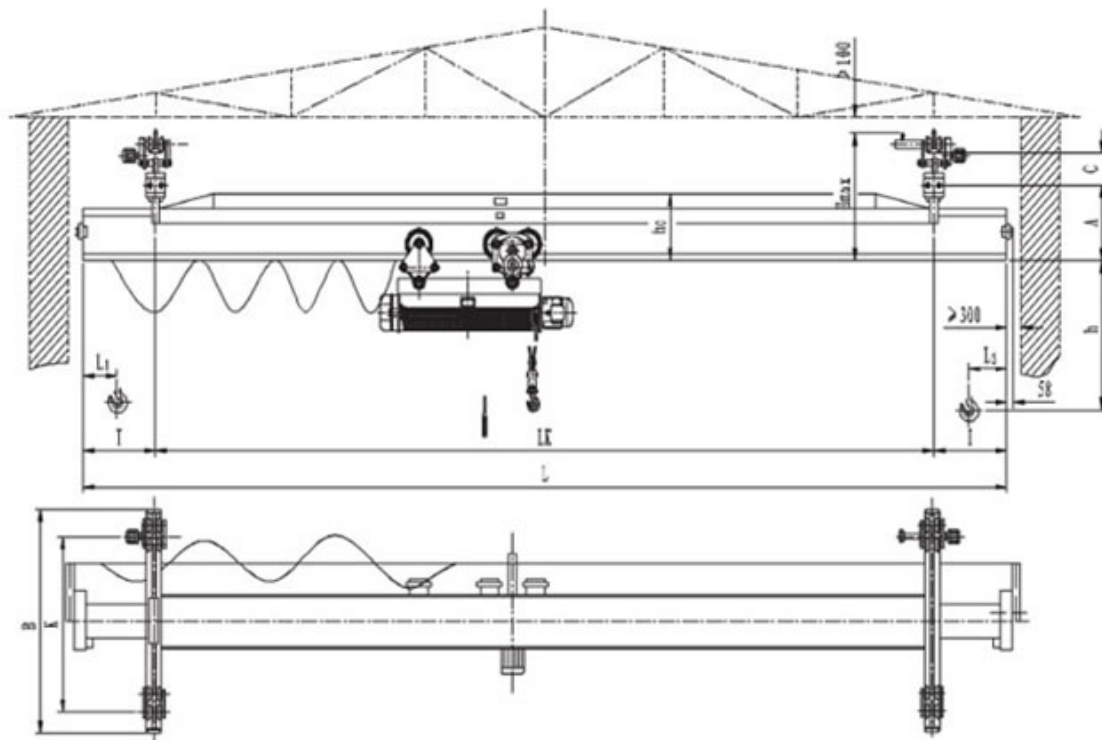
Obrázek 20: Vysokozdvizný vozík Hyster H4,0FT6 [27]

3.4.5.2 Jeřáb Demag EKVE 5t x 15m

Jedná se o mostový jeřáb (viz obrázek 21), který se nachází v hale S. Technické parametry jsou uvedeny v tabulce 12.

Tabulka 12: Základní parametry jeřábu Demag EKVE 5t x 15m [10]

Parametr	Hodnota	Jednotky
Nosnost	5 000	[kg]
Vzdálenost obou podpor	15 000	[mm]
Zdvih	6 000	[mm]
Hlavní zdvih	4	[m/min]
Pojezd jeřábové kočky	3-30	[m/min]
Hmotnost bez břemene	2 600	[kg]
Pojezd jeřábu	6,3-25	[m/min]



Obrázek 21: Jeřáb Demag EKVE 5 t x 15 m [28]

4 Variantní návrhy nového výrobního systému

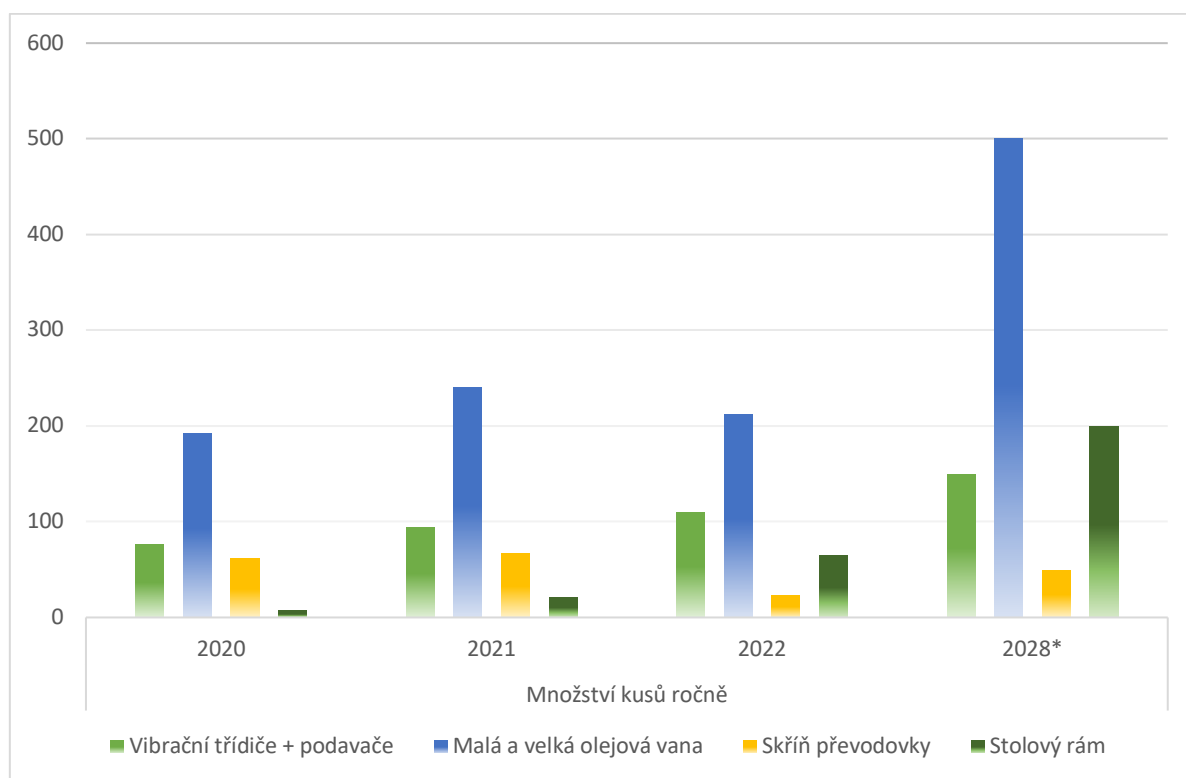
4.1 Plánované navýšení objemu výroby

Tabulka 13 a graf na obrázku 22 zobrazují přibližné počty vyrobených kusů pro jednotlivé svarky od roku 2020 přes současnost až s vizí do roku 2028. Od roku 2020 došlo k významným změnám na trhu, které byly způsobeny pandemickou krizí a situací na Ukrajině. Tyto události značně ovlivnily různé zákazníky a vedly ke změnám v počtu vyrobených kusů jednotlivých typových představitelů. Hodnoty odhadů pro rok 2028 budou v této práci sloužit jako podklad pro kapacitní výpočty, a tedy i výpočet potřebných ploch, počty strojů, dělníků a ostatních pracovišť. Obecně se nepředpokládá prudký nárůst objemu výroby, předpokládá se pozvolný, tedy haly se budou plnit a rozšiřovat postupně a rozšiřování skončí v roce 2028.

Tabulka 13: Vývoj objemu výroby typových představitelů [13]

	Množství kusů ročně							
	2020		2021		2022		2028*	
Vibrační stroje	76	+0 %	95	25 %	110	16 %	150	37 %
Olejové vany	192	+0 %	240	25 %	212	-12 %	500	136 %
Skříň převodovky	62	+0 %	68	10 %	24	-65 %	50	109 %
Stolový rám	8	+0 %	22	175 %	65	196 %	200	208 %
Průměrný nárůst	0 %		59 %		34 %		123 %	

*jedná se o předpoklad



Obrázek 22: Graf vývoje objemu výroby jednotlivých typových představitelů

*jedná se o předpoklad

4.2 Kapacitní výpočty

4.2.1 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu strojů a zařízení – vstupní hodnoty

Kapacitní výpočty jsou primárně zaměřeny na určení jednotlivých hodnot v procesu navrhování výrobních kapacit. Jedná se o postupy s cílem určit potřebný počet komponent výrobních kapacit jako pracovníci, stroje potřebné plochy a administrativní a technickohospodářští pracovníci. V následující části je proveden konkrétní postup výpočtu pro stolové rámy.

Pro kapacitní výpočty je potřeba získat určité základní hodnoty výrobního procesu a pro tento případ jsou zde vyjádřeny základní vztahy užití při kapacitních výpočtech pro konkrétní typový představitel.

Základními hodnotami tedy jsou:

Časová pracovní doba: $H = 8$ [hod]

Pracovní doba činí 8 hodin a jedná se o jednosměnný provoz se směnou od 6 hodin do půl třetí.

Počet pracovních dní: $d_p = 250$ [dní]

Společnost funguje od pondělí do pátku, veškeré svátky, víkendy či jiné ojedinelé dny se v normálním stavu nepracuje. Výjimku ovšem tvoří přesčasové období, kdy se dohání kapacity. Počet pracovních dní je každý rok jiný. Ovšem tato odchylka je malá a je v řádu několika dní.

Stanovení koeficientu plnění norem:

Koeficient plnění norem lze vzorově vypočítat po provedení a přeměření dříve stanovených norem. Tato racionalizace pro typového představitel – konkrétně olejových van, byla vypracována v roce 2018 s následujícími výsledky.

Malá vana:

Malá vana byla původně vyráběna dřívější metodou 7,13 hodin celkově, po provedení racionalizace 5,23 hodin. Z přepočtu tedy vychází koeficient plnění norem následovně: [9]

$$k_{pn} = \frac{7,13}{5,23} = 1,36 [-]$$

Velká vana:

Velká vana byla původně vyráběna 9,49 hodiny, po provedení racionalizace práce v roce 2018 již jen 7 hodin. Z přepočtu se tedy získá koeficient plnění norem pro velké vany: [9]

$$k_{pn} = \frac{9,49}{7} = 1,35 [-]$$

Racionalizace práce byla provedena pomocí metodiky REFA. Jako vhodná časová studie byl zvolen snímek operace, přičemž se měření provedlo pouze dvakrát, avšak bylo to zhodnoceno jako dostačující pro tuto práci. Z racionalizační studie [9] vplynuly konkrétní úpravy výrobního procesu, úpravy se týkaly změny procesu orýsování náhradou ručního orýsování za orýsování pomocí plazmy při pálení výpalků. Při posuzování montážních operací nebyly zjištěny žádné nedostatky či možnosti pro zefektivnění práce.

Dále budou modelovány kapacitní výpočty.

Racionalizace byla provedena pouze pro jednoho typového představitel. V této práci budou modelovány kapacitní výpočty pro krajní hodnoty koeficientu překračování norem hodnotám 1 a 1,5. Variantní kapacitní výpočty slouží k posouzení důležitosti přesnosti koeficientu plnění norem.

Zmetkovitost: $z = 2$ [%]

Zmetkovitost v tomto případě lze určit pomocí dat za rok 2022, přičemž v 99 % případů je zmetkovitost způsobena nedostatečným provařením, což má za následek nedodržení olejotěsnosti a vzniku vícepráce. Firma disponuje daty o provedené nedestruktivní zkoušce (NDT). Mezi využívané metody defektoskopie se řadí vizuální zkouška (VT), kapilární zkouška (PT) a magnetická zkouška (MT). Olejové vany a svařované skříně převodovek je nutné testovat na olejotěsnost a k tomu se primárně využívá právě defektoskopie, konkrétně kapilární metoda. [29] Na jednu stranu svaru se nanese penetrant a na druhou vývojka. Z dat vyplývá, že přibližná hodnota zmetkovitosti činí právě 2 %. [13]

Využitelný časový fond pro stroj nebo ruční práci: [30]

- $E_s \cong 0,9 \times d_p \times H$
- $E_s \cong 0,9 \times 250 \times 8$
- $E_s \cong 1800$ [h]

Použité vztahy:

Výpočet normativních hodin:

$$- H_n = \frac{(t_{BC} + k \times t_{AC}) \times d}{60}$$

Výsledek je v [Nh/rok]

Výpočet efektivních hodin:

$$- H_{ef} = \frac{H_n}{k_{pn}} \times \left(1 + \frac{z}{100}\right)$$

Výsledek je v [hod]

Počet strojů:

$$- P_{st} = \frac{H_{ef}}{E_s}$$

Výsledek je v [ks]

4.2.2 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu strojů a zařízení – ukázkový výpočet stolových rámců

Konkrétní kapacitní výpočet stolových rámců vychází ze vzorců a základních hodnot z předchozí podkapitoly. Vzorový přepočtení je s hodnotou koeficientu plnění $n = 1$.

Je však důležité upravit vztah pro výpočet normohodin. Tento vztah se příliš nehodí z důvodu nízké přesnosti a detailnosti časového vytížení v jednotlivých operacích. Vztah se tedy upraví tak, že se dávkový a výrobní čas nahradí výrobní normou celkovou, tedy vztah bude vypadat následovně: $H_n = t_{\check{c}NO} \times k$

Kde:

- $t_{\check{c}NO}$ = časová norma operace
- k = roční počet kusů

Při výpočtu se vychází z dat, které byly uvedeny v předešlých kapitolách. Výpočet je tedy následovný:

Řezání:

Normativní hodiny:

$$H_n = t_{\check{C}NO} \times k = 1,5 \times 200 = \mathbf{300} \left[\frac{Nh}{rok} \right]$$

Efektivní hodiny:

$$H_{ef} = \frac{H_n}{k_{pn}} \times \left(1 + \frac{z}{100} \right) = \frac{300}{1} \times \left(1 + \frac{2}{100} \right) = \mathbf{306} [hod]$$

Počet strojů:

$$P_{st} = \frac{H_{ef}}{E_s} = \frac{306}{1800} = \mathbf{0,17} [kusů]$$

Broušení:

Normativní hodiny:

$$H_n = t_{\check{C}NO} \times k = 2,5 \times 200 = 500 \left[\frac{Nh}{rok} \right]$$

Efektivní hodiny:

$$H_{ef} = \frac{H_n}{k_{pn}} \times \left(1 + \frac{z}{100} \right) = \frac{500}{1} \times \left(1 + \frac{2}{100} \right) = \mathbf{510} [hod]$$

Počet strojů:

$$P_{st} = \frac{H_{ef}}{E_s} = \frac{510}{1800} = \mathbf{0,29} [kusů]$$

Vrtání:

Normativní hodiny:

$$H_n = t_{\check{C}NO} \times k = 8,5 \times 200 = 1700 \left[\frac{Nh}{rok} \right]$$

Efektivní hodiny:

$$H_{ef} = \frac{H_n}{k_{pn}} \times \left(1 + \frac{z}{100} \right) = \frac{1700}{1} \times \left(1 + \frac{2}{100} \right) = \mathbf{1734} [hod]$$

Počet strojů:

$$P_{st} = \frac{H_{ef}}{E_s} = \frac{1734}{1800} = \mathbf{0,97} [kusů]$$

Pálení:

Normativní hodiny:

$$H_n = t_{\check{C}NO} \times k = 5 \times 200 = 1000 \left[\frac{Nh}{rok} \right]$$

Efektivní hodiny:

$$H_{ef} = \frac{H_n}{k_{pn}} \times \left(1 + \frac{z}{100}\right) = \frac{1000}{1} \times \left(1 + \frac{2}{100}\right) = 1020 \text{ [hod]}$$

Počet strojů:

$$P_{st} = \frac{H_{ef}}{E_s} = \frac{1020}{1800} = 0,57 \text{ [kusů]}$$

Svařování:

Normativní hodiny:

$$H_n = t_{\check{C}NO} \times k = 40 \times 200 = 8000 \left[\frac{Nh}{rok} \right]$$

Efektivní hodiny:

$$H_{ef} = \frac{H_n}{k_{pn}} \times \left(1 + \frac{z}{100}\right) = \frac{8000}{1} \times \left(1 + \frac{2}{100}\right) = 8160 \text{ [hod]}$$

Počet strojů:

$$P_{st} = \frac{H_{ef}}{E_s} = \frac{8160}{1800} = 4,54 \text{ [kusů]}$$

Kontrola:

Normativní hodiny:

$$H_n = t_{\check{C}NO} \times k = 1 \times 200 = 200 \left[\frac{Nh}{rok} \right]$$

Efektivní hodiny:

$$H_{ef} = \frac{H_n}{k_{pn}} \times \left(1 + \frac{z}{100}\right) = \frac{200}{1} \times \left(1 + \frac{2}{100}\right) = 204 \text{ [hod]}$$

Počet strojů:

$$P_{st} = \frac{H_{ef}}{E_s} = \frac{204}{1800} = 0,12 \text{ [kusů]}$$

Zkoušení:

Normativní hodiny:

$$H_n = t_{\check{C}NO} \times k = 0,5 \times 200 = 100 \left[\frac{Nh}{rok} \right]$$

Efektivní hodiny:

$$H_{ef} = \frac{H_n}{k_{pn}} \times \left(1 + \frac{z}{100}\right) = \frac{100}{1} \times \left(1 + \frac{2}{100}\right) = 102 \text{ [hod]}$$

Počet strojů:

$$P_{st} = \frac{H_{ef}}{E_s} = \frac{102}{1800} = 0,06 \text{ [kusů]}$$

Montáž:

Normativní hodiny:

$$H_n = t_{\check{C}NO} \times k = 2 \times 200 = 400 \left[\frac{Nh}{rok} \right]$$

Efektivní hodiny:

$$H_{ef} = \frac{H_n}{k_{pn}} \times \left(1 + \frac{z}{100} \right) = \frac{400}{1} \times \left(1 + \frac{2}{100} \right) = 408 [hod]$$

Počet strojů:

$$P_{st} = \frac{H_{ef}}{E_s} = \frac{408}{1800} = 0,23 [kusů]$$

Balení:

Normativní hodiny:

$$H_n = t_{\check{C}NO} \times k = 0,5 \times 200 = 100 \left[\frac{Nh}{rok} \right]$$

Efektivní hodiny:

$$H_{ef} = \frac{H_n}{k_{pn}} \times \left(1 + \frac{z}{100} \right) = \frac{100}{1} \times \left(1 + \frac{2}{100} \right) = 102 [hod]$$

Počet strojů:

$$P_{st} = \frac{H_{ef}}{E_s} = \frac{102}{1800} = 0,06 [kusů]$$

Pro vyšší přehlednost jsou výsledky shrnuty v tabulce 14.

Tabulka 14: Výsledné hodnoty kapacitních výpočtů pro stolové rámy pro koeficient plnění norem = 1 [30]

Stolové rámy			
	Hn	Hef	Pst
Řezání	300	306	0,17
Broušení	500	510	0,29
Ohýbání	0	0	0
Vrtání	1700	1734	0,97
Pálení	1000	1020	0,57
Svaření	8000	8160	4,54
Kontrola	200	204	0,12
Zkoušení	100	102	0,06
Montáž	400	408	0,23
Balení	100	102	0,06

Při přepočtu hodnot s koeficientem 1,35 získaným z racionalizace práce na olejových vanách jsou výsledky uvedeny v tabulce 15.

Tabulka 15: Kapacitní výpočty pro stolové rámy s koeficientem plnění norem 1,35 [30]

Stolové rámy			
	Hn	Hef	Pst
Řezání	300	226,7	0,13
Broušení	500	377,8	0,21
Ohýbání	0	0	0
Vrtání	1700	1284,5	0,72
Pálení	1000	755,6	0,42
Svaření	8000	6044,5	3,36
Kontrola	200	151,2	0,09
Zkoušení	100	75,6	0,05
Montáž	400	302,3	0,17
Balení	100	75,6	0,05

Pro druhou hraniční mez, tedy koeficient plnění norem roven 1,5, jsou výsledky uvedeny v tabulce 16.

Tabulka 16: Kapacitní výpočty pro stolové rámy s koeficientem plnění norem 1,5 [30]

Stolové rámy			
	Hn	Hef	Pst
Řezání	300	204	0,12
Broušení	500	340	0,19
Ohýbání	0	0	0
Vrtání	1700	1156	0,65
Pálení	1000	680	0,38
Svaření	8000	5440	3,03
Kontrola	200	136	0,08
Zkoušení	100	68	0,04
Montáž	400	272	0,16
Balení	100	68	0,04

4.2.3 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu strojů a zařízení – vibrační stroje

Výpočty jsou provedeny pro vibrační stroje stejným způsobem jako vzorový kapacitní výpočet v předešlé podkapitole. Tabulka 17 obsahuje výsledky a zároveň i patrný rozdíl mezi jednotlivými koeficienty plnění norem.

Tabulka 17: Výsledné hodnoty kapacitních výpočtů pro vibrační dopravníky [30]

	Koeficient plnění norem =1			Koeficient plnění norem =1,35			Koeficient plnění norem =1,5		
	Hn	Hef	Pst	Hn	Hef	Pst	Hn	Hef	Pst
Řezání	375	382,5	0,22	375	283,4	0,16	375	255	0,15
Broušení	225	229,5	0,13	225	170	0,1	225	153	0,09
Ohýbání	2250	2430	1,35	2250	1800	1	2250	1620	0,9
Vrtání	675	688,5	0,39	675	510	0,29	675	459	0,26
Pálení	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Svaření	10500	10710	5,95	10500	7933,4	4,41	10500	7140	3,97
Kontrola	750	765	0,43	750	566,7	0,32	750	510	0,29
Zkoušení	300	306	0,17	300	226,7	0,13	300	204	0,12
Montáž	2250	2295	1,28	2250	1700	0,95	2250	1530	0,85
Balení	150	153	0,09	150	113,4	0,07	150	102	0,06

4.2.4 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu strojů a zařízení – skříňe převodovek

Výpočty jsou provedeny pro skříňe převodovek stejným způsobem jako vzorový kapacitní výpočet v předešlé podkapitole. Tabulka 18 obsahuje výsledky a zároveň i patrný rozdíl mezi jednotlivými koeficienty plnění norem.

Tabulka 18: Výsledné hodnoty kapacitních výpočtů pro skříňe převodovek [30]

	Koeficient plnění norem =1			Koeficient plnění norem =1,35			Koeficient plnění norem =1,5		
	Hn	Hef	Pst	Hn	Hef	Pst	Hn	Hef	Pst
Řezání	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Broušení	500	510	0,29	500	377,8	0,21	500	340	0,19
Ohýbání	100	108	0,06	100	80	0,05	100	72	0,04
Vrtání	150	153	0,09	150	113,4	0,07	150	102	0,06
Pálení	550	561	0,32	550	415,6	0,24	550	374	0,21
Svaření	4250	4335	2,41	4250	3211,2	1,79	4250	2890	1,61
Kontrola	400	408	0,23	400	302,3	0,17	400	272	0,16
Zkoušení	200	204	0,12	200	151,2	0,09	200	136	0,08
Montáž	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Balení	100	102	0,06	100	75,6	0,05	100	68	0,04

4.2.5 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu strojů a zařízení – olejové vany

Výpočty jsou provedeny pro olejové vany stejným způsobem jako vzorový kapacitní výpočet v předešlé podkapitole. Tabulka 19 obsahuje výsledky a zároveň i patrný rozdíl mezi jednotlivými koeficienty plnění norem.

Tabulka 19: Výsledné hodnoty kapacitních výpočtů pro olejové vany [30]

	Koeficient plnění norem =1			Koeficient plnění norem =1,35			Koeficient plnění norem =1,5		
	Hn	Hef	Pst	Hn	Hef	Pst	Hn	Hef	Pst
Řezání	375	382,5	0,22	375	283,4	0,16	375	255	0,15
Broušení	1500	1530	0,85	1500	1133,4	0,63	1500	1020	0,57
Ohýbání	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vrtání	1750	1785	1	1750	1322,3	0,74	1750	1190	0,67
Pálení	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Svaření	3000	3060	1,7	3000	2266,7	1,26	3000	2040	1,14
Kontrola	750	765	0,43	750	566,7	0,32	750	510	0,29
Zkoušení	500	510	0,29	500	377,8	0,21	500	340	0,19
Montáž	2500	2550	1,42	2500	1888,9	1,05	2500	1700	0,95
Balení	1000	1020	0,57	1000	755,6	0,42	1000	680	0,38

4.2.6 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu strojů a zařízení – výsledky

Tabulky 20 až 22 prezentují informace ohledně konečného počtu strojů s vypočtenými hodnotami, které jsou rovněž rozděleny dle různých hodnot koeficientu plnění norem. Z uvedených tabulek vyplývá vliv koeficientu plnění norem, tedy nejvýraznější rozdíl je pozorován pro ohýbací práce s tím, že varianta $k_{pn} = 1$ dosahuje hodnoty dvou, zatímco hodnota $k_{pn} = 1,35$ dosahuje hodnoty jedna. Rovněž je z tabulek patrné rapidní zvýšení požadovaných pracovišť pro $k_{pn}=1$ oproti $k_{pn} = 1,35$.

Tabulka 20: Finální počet strojů pro $k_{pn}=1$ [30]

Celkem počty strojů $k_{pn}=1$						
	Stolové rámy	Vibrační dopravníky	Skříň převodovky	Olejové vany	Celkem	Finální počet strojů
Řezání	0,17	0,22	0	0,22	0,61	1
Broušení	0,29	0,13	0,29	0,85	1,56	2
Ohýbání	0	1,35	0,06	0	1,41	2
Vrtání	0,97	0,39	0,09	1	2,45	3
Pálení	0,57	0	0,32	0	0,89	1
Svaření	4,54	5,95	2,41	1,7	14,6	15
Kontrola	0,12	0,43	0,23	0,43	1,21	1
Zkoušení	0,06	0,17	0,12	0,29	0,64	1
Montáž	0,23	1,28	0	1,42	2,93	3
Balení	0,06	0,09	0,06	0,57	0,78	1

Tabulka 21: Finální počet strojů pro $k_{pn}=1,35$ [30]

Celkem počty strojů $k_{pn}=1,35$						
	Stolové rámy	Vibrační dopravníky	Skříň převodovky	Olejové vany	Celkem	Finální počet strojů
Řezání	0,13	0,16	0	0,16	0,45	1
Broušení	0,21	0,1	0,21	0,63	1,15	2
Ohýbání	0	1	0,05	0	1,05	1
Vrtání	0,72	0,29	0,07	0,74	1,82	2
Pálení	0,42	0	0,24	0	0,66	1
Svaření	3,36	4,41	1,79	1,26	10,82	11
Kontrola	0,09	0,32	0,17	0,32	0,9	1
Zkoušení	0,05	0,13	0,09	0,21	0,48	1
Montáž	0,17	0,95	0	1,05	2,17	2
Balení	0,05	0,07	0,05	0,42	0,59	1

Tabulka 22: Finální počet strojů pro $k_{pn}=1,5$ [30]

Celkem počty strojů $k_{pn}=1,5$						
	Stolové rámy	Vibrační dopravníky	Skříň převodovky	Olejové vany	Celkem	Finální počet strojů
Řezání	0,12	0,15	0	0,15	0,42	1
Broušení	0,19	0,09	0,19	0,57	1,04	2
Ohýbání	0	0,9	0,04	0	0,94	1
Vrtání	0,65	0,26	0,06	0,67	1,64	2
Pálení	0,38	0	0,21	0	0,59	1
Svaření	3,03	3,97	1,61	1,14	9,75	10
Kontrola	0,08	0,29	0,16	0,29	0,82	1
Zkoušení	0,04	0,12	0,08	0,19	0,43	1
Montáž	0,16	0,85	0	0,95	1,96	2
Balení	0,04	0,06	0,04	0,38	0,52	1

Z provedených výpočtů je patrné, že koeficient ovlivňuje i investiční náklady spojené s projektem. Potřebné kapacity ohýbání by mohly být kompenzovány pomocí přesčasových směn, případně zřízením vícesměnného provozu ohýbacího lisu.

4.2.7 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – vstupní informace

Počet pracovníků je možné vypočítat pomocí kapacitních výpočtů, vstupní hodnoty pro tento výpočet vychází z předešlé kapitoly, primárně z počtu strojů a dále z následujících informací.

V předešlé kapitole byl stanoven počet pracovních dnů na 250. Dále na zaměstnance připadá 5 týdnů dovolené, tedy 25 dní a odhadovaná průměrná absence z důvodu nemoci je přibližně 10 dní. Časový fond dělníka se stanoví z následujícího vztahu. Délka směny zůstává 8 hodin.

$$t_{\text{Dělníka}} = (d_{\text{pracovní}} - d_{\text{dovolená}} - d_{\text{absence}}) \times t_{\text{směny}}$$

$$t_{\text{Dělníka}} = (250 - 25 - 10) \times 8 = \mathbf{1720 \text{ hodin/rok}}$$

Z tabulek 20 až 22 lze vypočítat potřebné množství výrobních dělníků. Následující výpočty jsou vzorové výpočty potřebného množství výrobních, nevýrobních a ostatních zaměstnanců pro jednotlivé varianty koeficientu plnění norem a jednotlivé celkové typové představitele a operace.

4.2.8 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – příklad výpočtu pro stolový rám a koeficient $k_{pn} = 1$

Řezání:

$$D_{\text{výrobní}} = \frac{H_{ef}}{t_{\text{dělníka}}} = \frac{306}{1720} = \mathbf{0,18 \text{ výrobních dělníků}}$$

Z toho nevýrobních dělníků:

$$D_{\text{nevýrobní}} = 0,5 \times D_{\text{výrobní}} = 0,5 \times 0,18 = \mathbf{0,09 \text{ nevýrobních dělníků}}$$

Broušení:

$$D_{\text{výrobní}} = \frac{H_{ef}}{t_{\text{dělníka}}} = \frac{510}{1720} = \mathbf{0,3 \text{ výrobních dělníků}}$$

Z toho nevýrobních dělníků:

$$D_{\text{nevýrobní}} = 0,5 \times D_{\text{výrobní}} = 0,5 \times 0,3 = \mathbf{0,15 \text{ nevýrobních dělníků}}$$

Vrtání:

$$D_{\text{výrobní}} = \frac{H_{ef}}{t_{\text{dělníka}}} = \frac{1734}{1720} = \mathbf{1,01 \text{ výrobních dělníků}}$$

Z toho nevýrobních dělníků:

$$D_{\text{nevýrobní}} = 0,5 \times D_{\text{výrobní}} = 0,5 \times 1,01 = \mathbf{0,505 \text{ nevýrobních dělníků}}$$

Pálení:

$$D_{výrobní} = \frac{H_{ef}}{t_{dělníka}} = \frac{1020}{1720} = 0,6 \text{ výrobních dělníků}$$

Z toho nevýrobních dělníků:

$$D_{nevýrobní} = 0,5 \times D_{výrobní} = 0,5 \times 0,6 = 0,3 \text{ nevýrobních dělníků}$$

Svařování:

$$D_{výrobní} = \frac{H_{ef}}{t_{dělníka}} = \frac{8160}{1720} = 4,75 \text{ výrobních dělníků}$$

Z toho nevýrobních dělníků:

$$D_{nevýrobní} = 0,5 \times D_{výrobní} = 0,5 \times 4,75 = 2,375 \text{ nevýrobních dělníků}$$

Kontrola:

$$D_{výrobní} = \frac{H_{ef}}{t_{dělníka}} = \frac{204}{1720} = 0,12 \text{ výrobních dělníků}$$

Z toho nevýrobních dělníků:

$$D_{nevýrobní} = 0,5 \times D_{výrobní} = 0,5 \times 0,12 = 0,06 \text{ nevýrobních dělníků}$$

Zkoušení:

$$D_{výrobní} = \frac{H_{ef}}{t_{dělníka}} = \frac{102}{1720} = 0,06 \text{ výrobních dělníků}$$

Z toho nevýrobních dělníků:

$$D_{nevýrobní} = 0,5 \times D_{výrobní} = 0,5 \times 0,06 = 0,03 \text{ nevýrobních dělníků}$$

Montáž:

$$D_{výrobní} = \frac{H_{ef}}{t_{dělníka}} = \frac{408}{1720} = 0,24 \text{ výrobních dělníků}$$

Z toho nevýrobních dělníků:

$$D_{nevýrobní} = 0,5 \times D_{výrobní} = 0,5 \times 0,24 = 0,12 \text{ nevýrobních dělníků}$$

Balení:

$$D_{výrobní} = \frac{H_{ef}}{t_{dělníka}} = \frac{102}{1720} = 0,06 \text{ výrobních dělníků}$$

Z toho nevýrobních dělníků:

$$D_{nevýrobní} = 0,5 \times D_{výrobní} = 0,5 \times 0,06 = 0,03 \text{ nevýrobních dělníků}$$

4.2.9 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – výsledky výrobních a nevýrobních dělníků pro koeficient $k_{pn} = 1$

Dle předchozí kapitoly byly vypočítány i ostatní potřebné hodnoty. V tabulce 23 jsou uvedeny výsledné hodnoty výrobních dělníků pro koeficient plnění norem rovno jedné.

Tabulka 23: Počet výrobních dělníků pro koeficient plnění norem = 1 [30]

POČET VÝROBNÍCH DĚLNÍKŮ					
	Stolové rámy	Vibrační dopravníky	Skříň	Malá a velká olejová vana	Celkem
Řezání	0,18	0,23	0	0,23	0,64
Broušení	0,3	0,14	0,3	0,89	1,63
Ohýbání	0	1,42	0,07	0	1,49
Vrtání	1,01	0,41	0,09	1,04	2,55
Pálení	0,6	0	0,33	0	0,93
Svaření	4,75	6,23	2,53	1,78	15,29
Kontrola	0,12	0,45	0,24	0,45	1,26
Zkoušení	0,06	0,18	0,12	0,3	0,66
Montáž	0,24	1,34	0	1,49	3,07
Balení	0,06	0,09	0,06	0,6	0,81

V tabulce 24 jsou vypočítány počty nevýrobních dělníků pro případ koeficientu plnění norem rovno jedna.

Tabulka 24: Počet nevýrobních dělníků pro koeficient plnění norem = 1 [30]

POČET NEVÝROBNÍCH DĚLNÍKŮ					
	Stolové rámy	Vibrační dopravníky	Skříň	Malá a velká olejová vana	Celkem
Řezání	0,09	0,115	0	0,115	0,32
Broušení	0,15	0,07	0,15	0,445	0,815
Ohýbání	0	0,71	0,035	0	0,745
Vrtání	0,505	0,205	0,045	0,52	1,275
Pálení	0,3	0	0,165	0	0,465
Svaření	2,375	3,115	1,265	0,89	7,645
Kontrola	0,06	0,225	0,12	0,225	0,63
Zkoušení	0,03	0,09	0,06	0,15	0,33
Montáž	0,12	0,67	0	0,745	1,535
Balení	0,03	0,045	0,03	0,3	0,405

Stanovení počtu ostatních pracovníků, tedy THP (technickohospodářský pracovník) a administrativních pozic, se vypočítává procentuálně ze součtu výrobních a nevýrobních dělníků. Pro THP je počet stanoven na 9 % ze součtu výrobních a nevýrobních dělníků, tedy v tabulce 25 s výsledkem 4,14. Administrativní pracovníci se stanovují obdobně, jen procento je v tomto případě nižší, tedy 5 %.

Tabulka 25: Celkový počet dělníků a ostatních pozic pro $k_{pn} = 1$ [30]

	Celkem a THP pracovníci						
	Výrobní dělníci	Úprava - skutečný počet	Nevýrobní	Úprava - skutečný počet	Celkem	THP (9 %)	Administrativní (5 %)
Řezání	0,64	1	0,32	0	1	0,09	0,05
Broušení	1,63	2	0,815	1	3	0,27	0,15
Ohýbání	1,49	1	0,745	1	2	0,18	0,1
Vrtání	2,55	3	1,275	1	4	0,36	0,2
Pálení	0,93	1	0,465	0	1	0,09	0,05
Svaření	15,29	17	7,645	7	24	2,16	1,2
Kontrola	1,26	1	0,63	1	2	0,18	0,1
Zkoušení	0,66	1	0,33	0	1	0,09	0,05
Montáž	3,07	4	1,535	2	6	0,54	0,3
Balení	0,81	1	0,405	1	2	0,18	0,1
					Celkem	4,14	2,3
					Počet	4	2

4.2.10 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – výsledky výrobních a nevýrobních dělníků pro koeficient $k_{pn} = 1,35$

V tabulce 26 jsou výsledné hodnoty výrobních dělníků pro koeficient plnění norem rovno 1,35, tedy vypočítané z racionalizace práce.

Tabulka 26: Počet výrobních dělníků pro koeficient plnění norem=1,35 [30]

	POČET VÝROBNÍCH DĚLNÍKŮ				
	Stolové rámy	Vibrační dopravníky	Skříň	Olejevá vana	Celkem
Řezání	0,14	0,17	0	0,17	0,48
Broušení	0,22	0,1	0,22	0,66	1,2
Ohýbání	0	1,05	0,05	0	1,1
Vrtání	0,75	0,3	0,07	0,77	1,89
Pálení	0,44	0	0,25	0	0,69
Svaření	3,52	4,62	1,87	1,32	11,33
Kontrola	0,09	0,33	0,18	0,33	0,93
Zkoušení	0,05	0,14	0,09	0,22	0,5
Montáž	0,18	0,99	0	1,1	2,27
Balení	0,05	0,07	0,05	0,44	0,61

V tabulce 27 jsou vypočítány počty nevýrobních dělníků pro případ koeficientu plnění norem rovno 1,35.

Tabulka 27: Počet nevýrobních dělníků pro koeficient plnění norem = 1,35 [30]

POČET NEVÝROBNÍCH DĚLNÍKŮ					
	Stolové rámy	Vibrační dopravníky	Skříň	Olejová vana	Celkem
Řezání	0,07	0,085	0	0,085	0,24
Broušení	0,11	0,05	0,11	0,33	0,6
Ohýbání	0	0,525	0,025	0	0,55
Vrtání	0,375	0,15	0,035	0,385	0,945
Pálení	0,22	0	0,125	0	0,345
Svaření	1,76	2,31	0,935	0,66	5,665
Kontrola	0,045	0,165	0,09	0,165	0,465
Zkoušení	0,025	0,07	0,045	0,11	0,25
Montáž	0,09	0,495	0	0,55	1,135
Balení	0,025	0,035	0,025	0,22	0,305

V tabulce 28 jsou vypočítány hodnoty THP a administrativních pracovníků, tedy procentuální podíl vůči výrobním a nevýrobním pracovníkům.

Tabulka 28: Celkový počet dělníků a ostatních pozic pro kpn = 1,35 [30]

	Celkem a THP pracovníci						
	Výrobní dělníci	Úprava - skutečný počet	Nevýrobní	Úprava - skutečný počet	Celkem	THP (9%)	Administrativní (5%)
Řezání	0,48	1	0,24	0	1	0,09	0,05
Broušení	1,2	1	0,6	1	2	0,18	0,1
Ohýbání	1,1	1	0,55	0	1	0,09	0,05
Vrtání	1,89	2	0,945	1	3	0,27	0,15
Pálení	0,69	1	0,345	0	1	0,09	0,05
Svaření	11,33	13	5,665	6	19	1,71	0,95
Kontrola	0,93	1	0,465	1	2	0,18	0,1
Zkoušení	0,5	1	0,25	0	1	0,09	0,05
Montáž	2,27	3	1,135	1	4	0,36	0,2
Balení	0,61	1	0,305	0	1	0,09	0,05
					Celkem	3,15	1,75
					Počet	3	1

4.2.11 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – výsledky výrobních a nevýrobních dělníků pro koeficient $k_{pn} = 1,5$

V tabulce 29 jsou výsledné hodnoty výrobních dělníků pro koeficient plnění norem rovno 1,5, tedy pro druhou porovnávací hodnotu.

Tabulka 29: Počet výrobních dělníků pro koeficient plnění norem = 1,5 [30]

POČET VÝROBNÍCH DĚLNÍKŮ					
	Stolové rámy	Vibrační dopravníky	Skříň	Olejové vany	Celkem
Řezání	0,12	0,15	0	0,15	0,42
Broušení	0,2	0,09	0,2	0,6	1,09
Ohýbání	0	0,95	0,05	0	1
Vrtání	0,68	0,27	0,06	0,7	1,71
Pálení	0,4	0	0,22	0	0,62
Svaření	3,17	4,16	1,69	1,19	10,21
Kontrola	0,08	0,3	0,16	0,3	0,84
Zkoušení	0,04	0,12	0,08	0,2	0,44
Montáž	0,16	0,89	0	0,99	2,04
Balení	0,04	0,06	0,04	0,4	0,54

V tabulce 30 jsou vypočítány počty nevýrobních dělníků pro případ koeficientu plnění norem rovno 1,5.

Tabulka 30: Počet nevýrobních dělníků pro koeficient plnění norem = 1,5 [30]

POČET NEVÝROBNÍCH DĚLNÍKŮ					
	Stolové rámy	Vibrační dopravníky	Skříň	Olejové vany	Celkem
Řezání	0,06	0,075	0	0,075	0,21
Broušení	0,1	0,045	0,1	0,3	0,545
Ohýbání	0	0,475	0,025	0	0,5
Vrtání	0,34	0,135	0,03	0,35	0,855
Pálení	0,2	0	0,11	0	0,31
Svaření	1,585	2,08	0,845	0,595	5,105
Kontrola	0,04	0,15	0,08	0,15	0,42
Zkoušení	0,02	0,06	0,04	0,1	0,22
Montáž	0,08	0,445	0	0,495	1,02
Balení	0,02	0,03	0,02	0,2	0,27

V tabulce 31 jsou vypočítány hodnoty THP a administrativních pracovníků, tedy procentuální podíl vůči výrobním a nevýrobním pracovníkům.

Tabulka 31: Celkový počet dělníků a ostatních pozic pro $k_{pn} = 1,5$ [30]

	Celkem a THP pracovníci						
	Výrobní dělníci	Úprava - skutečný počet	Nevýrobní	Úprava - skutečný počet	Celkem	THP (9 %)	Administrativní (5 %)
Řezání	0,42	1	0,21	0	1	0,09	0,05
Broušení	1,09	1	0,545	1	2	0,18	0,1
Ohýbání	1	1	0,5	0	1	0,09	0,05
Vrtání	1,71	2	0,855	1	3	0,27	0,15
Pálení	0,62	1	0,31	0	1	0,09	0,05
Svaření	10,21	11	5,105	5	16	1,44	0,8
Kontrola	0,84	1	0,42	1	2	0,18	0,1
Zkoušení	0,44	1	0,22	0	1	0,09	0,05
Montáž	2,04	3	1,02	1	4	0,36	0,2
Balení	0,54	1	0,27	0	1	0,09	0,05
					Celkem	2,88	1,6
					Počet	3	1

4.2.12 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – vyhodnocení

Z předchozích tabulek je zřejmé, jak koeficient plnění norem značně mění výsledky potřebného počtu pracovníků v jednotlivých oblastech. Konkrétní hodnoty celkového počtu pracovníků lze stanovit součtem následovně:

Pro koeficient $k_{pn} = 1$ z tabulky 25: celkový počet pracovníků = 1 (řezání) +3 (broušení) +2 (ohýbání) +4 (vrtání) +1 (pálení) +24 (svaření) +2 (kontrola) +1 (zkoušení) +6 (montáž) +2 (balení) +4 (THP) +2 (administrace) = **52 pracovníků**

Pro koeficient $k_{pn} = 1,35$ z tabulky 28: celkový počet pracovníků = 1 (řezání) +2 (broušení) +1 (ohýbání) +3 (vrtání) +1 (pálení) +19 (svaření) +2 (kontrola) +1 (zkoušení) +4 (montáž) +1 (balení) +3 (THP) +1 (administrace) = **39 pracovníků**

Pro koeficient $k_{pn} = 1,5$ z tabulky 31: celkový počet pracovníků = 1 (řezání) +2 (broušení) +1 (ohýbání) +3 (vrtání) +1 (pálení) +16 (svaření) +2 (kontrola) +1 (zkoušení) +4 (montáž) +1 (balení) +3 (THP) +1 (administrace) = **36 pracovníků**

Rozdíl mezi koeficientem plnění norem v případě hodnoty $k_{pn} = 1$ a hodnotou z provedené racionalizační studie, tedy $k_{pn} = 1,35$ je hodnota rozdílů potřebného počtu pracovníků = 13.

4.2.13 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – výpočet ploch – vstupní informace

V předchozích kapitolách jsou definovaná jednotlivá pracoviště ve společnosti a jejich plošné rozměry. Svařovací operace vychází z velikosti současných pracovišť, tedy z pracovišť 2 kostky, 6 kostek, 1,8×3 litinový základ a 2,5×3 litinový základ.

Tabulka 32: Rozdělení využitelnosti svařovacích pracovišť za rok 2022 – vstupní hodnoty [13]

Pracoviště dle využitelnosti pro jednotlivé typové představitele pro rok 2022					
	2 kostky	6 kostek	1,8×3 litinový základ	2,5×3 litinový základ	Celkem
Vibrační stroje	40 %	10 %	30 %	20 %	100 %
Olejové vany	85 %	0 %	10 %	5 %	100 %
Skříň převodovky	20 %	30 %	20 %	30 %	100 %
Stolový rám	60 %	10 %	20 %	10 %	100 %
Počet jednotlivých pracovišť	5	1	2	1	9

Tabulka 32 jsou pouhá vstupní data pro výpočet potřebných svařovacích pracovišť v jednotlivých formách. Tabulka sděluje, že 100 % – všechny vibrační stroje za rok 2022 byly svařeny následovně – 40 % z celkového počtu jich bylo svařeno na pracovišti 2 kostky, 10 % z celkového počtu na pracovišti 6 kostek, 30 % z celkového počtu na pracovišti 1,8×3 litinový základ a 20 % z celkového počtu na pracovišti 2,5×3 litinový základ. Jednotlivá pracoviště byla definována a znázorněna obrázky 17 a 18.

Je důležité podotknout, že svařovací pracoviště jsou nadále plně modulární, pro práci jsou však upevněny v těchto formách a výpočet vychází pouze z lineární závislosti nárůstem objemu výroby jednotlivých typových představitelů, a tedy i těmito podíly pracnosti typových představitelů na jednotlivých pracovištích. Z kapacitních výpočtů jsou již dané celkové výsledky svařovacích pracovišť, ale nejsou definovány ty dílčí, jež mají největší vliv pro výpočet potřebných rozměrů výrobních prostor.

Z dat v tabulce 32 bylo vypočteno množství hodin za rok následovně:

$\text{počet hodin za rok} = \text{kusů za rok} \times \text{počet svařovacích hodin na 1 ks}$ – viz tabulka 33.

Následně z celkové počtu ročně a tabulky 32 bylo vypočítáno hodinové vytížení daného pracoviště za rok 2022. Pro případ pracoviště složeného ze dvou litinových kostek, na kterých se svařuje 40 % z celkového ročního objemu vibračních strojů za rok 2022, je tedy výsledná hodinová vytíženost pro tyto pracoviště 3388 hodin za rok – 40 % z 8470 hodin. Stejným způsobem jsou vypočteny ostatní hodnoty v tabulce 33.

Tabulka 33: Hodinová využitelnost pro rok 2022 za jednotlivá pracoviště

Pracoviště dle využitelnosti pracoviště pro jednotlivé typové představitele – započtení hodin pro rok 2022						
	Kusů za rok/počet hodin na 1 ks (v hale S)	Počet hodin za rok	2 kostky	6 kostek	1,8×3 litinový základ	2,5×3 litinový základ
Vibrační stroje	110	8470	3388	847	2541	1694
	77					
Olejové vany	212	1802	1531,7	0	180,2	90,1
	8,5					
Skříň převodovky	24	2328	465,6	698,4	465,6	698,4
	97					
Stolový rám	65	2697,5	1618,5	269,75	539,5	269,75
	41,5					
Počet jednotlivých pracovišť	celkem hod/rok	15297,5	7003,8	1815,1 5	3726,3	2752,25

Z výsledků v tabulce 33, tedy konkrétně časové náročnosti jednotlivého pracoviště pro rok 2022, lze vyhodnotit časové vytížení pro jednotlivé pracoviště vzhledem k jejich množství následovně:

$$\begin{aligned} \text{vytížení jednoho pracoviště} \\ = \text{vytíženost pracovišť celkem/počet pracovišť za rok 2022} \end{aligned}$$

Tedy pro konkrétní případ pracoviště 2 kostky:

$$\text{vytížení jednoho pracoviště} = \frac{7003,8}{5} = 1400,76 [h]$$

Důvod, proč se zde neuvažují kapacitní výpočty ve smyslu dané pracovní doby, je ten, že tyto hodnoty slouží pouze jako prostředek pro výpočet poměrů mezi počty jednotlivých druhů pracovišť pro rok 2028, tedy tyto hodnoty jsou pouze mezivýpočtem.

Tabulka 34: Vytíženost pracovišť, předpoklad pro rok 2028

Pracoviště dle využitelnosti pracovišť pro jednotlivé typové představitele – započtení hodin pro rok 2028						
	Kusů za rok/počet hodin na 1 ks (v hale S)	Počet hodin za rok	2 kostky	6 kostek	1,8×3 litinový základ	2,5×3 litinový základ
Vibrační stroje	150	11550	4620	1155	3465	2310
	77					
Olejšové vany	500	4250	3612,5	0	425	212,5
	8,5					
Skříň převodovky	50	4850	970	1455	970	1455
	97					
Stolový rám	200	8300	4980	830	1660	830
	41,5					
Počet jednotlivých pracovišť	celkem hod/rok	28950	14182,5	3440	6520	4807,5

Tabulka 34 je stejná jako tabulka 33 a udává nesprávné, avšak poměrově vhodné hodnoty časové vytíženosti pro rok 2028, čímž poměrově s rokem 2022 poslouží k výpočtu jednotlivých druhů pracovišť.

Při porovnání hodinové využitelnosti jednoho pracoviště za rok a celkové využitelnosti pro typ pracoviště lze při zachování linearit vypočítat, kolik pracovišť při této časové náročnosti je potřeba při zanedbání kapacitních výpočtů. Tj. jsou známy hodnoty jednoho pracoviště a jeho hodinové využitelnosti za rok a je dána využitelnost celková za rok, tedy podílem mezi těmito hodnotami byl zjištěn počet pracovišť pro rok 2028. V tabulce 35 jsou vypočteny hodnoty pro jednotlivé varianty koeficientu plnění norem, které následně budou sloužit výhradně k porovnání požadavků na plochu.

Tabulka 35: Celkový počet jednotlivých svařovacích pracovišť

Výpočet svařovacích pracovišť pro rok 2028 při zachování podílu vytížení jednotlivých pracovišť					
	2 kostky	6 kostek	1,8×3 litinový základ	2,5×3 litinový základ	Celkem
Pracoviště 2022	5	1	2	1	9
Výrobní hodiny 2022 (jedno pracoviště)	1400,76	1815,15	1863,15	2752,25	7831,31
Výrobní hodiny 2028 (celkem)	14182,5	3440	6520	4807,5	28950
Hodiny 2028/hodiny 2022	10,12486	1,89516018	3,499449856	1,746752657	17,26622
% podíl pracovišť 2028	59 %	11 %	20 %	10 %	100 %
Pracoviště 2028 kpn=1	8,795954	1,646416	3,0401	1,51748	15
Úprava kpn=1	9	2	3	2	16
Pracoviště 2028 kpn=1,35	6,450366	1,207372	2,22943	1,11282	11
Úprava kpn=1,35	7	1	2	2	12
pracoviště 2028 kpn=1,5	5,863969	1,0976112	2,0267604	1,0116589	10
Úprava kpn=1,5	6	1	2	1	10

Ostatní potřebné rozměry strojů pro vrtání, ohýbání apod. byly již stanoveny v kapitole 3.4 Současný strojní park společnosti.

Tabulka 35 vyjadřuje celkový postup k výsledkům pro rok 2028. Řádek Hodiny 2028/hodiny 2022 vyjadřují, že při stejném počtu hodin na jedno pracoviště by v roce 2028 bylo potřeba těchto pracovišť 10,12 pro případ 2 kostky. Stejným způsobem jsou vypočteny ostatní pracoviště. V případě součtu jednotlivých dílčích pracovišť byla hodnota určena jako 100 % ze všech pracovišť. Z vypočteného podílu (hodiny 2028/hodiny 2022) a celkového součtu (součtu výsledků hodiny 2028/hodiny 2022) se následně určí procentuální podíl jednotlivých pracovišť (tedy 17,266 je 100 %, 10,12 vychází v tomto případě 59 %), a ty se dále porovnají s výsledky z kapacitních výpočtů. Z kapacitních výpočtů bylo tedy stanoveno pro kpn = 1 to, že je zapotřebí 15 svařovacích pracovišť. Přes procenta, tedy pro případ pracoviště 2 kostky, je výsledná hodnota 59 % z 15, tedy 8,795. Tyto výsledky byly projednány ve společnosti, proto je v úpravách pro kpn = 1 a kpn = 1,35 hodnota celková o jednu vyšší.

Pro ostatní stroje, tj. stroje v hale P, byly již dříve definované plošné rozměry, které slouží k výpočtu potřebných ploch.

4.2.14 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – výpočet ploch – ostatní

Plochy pracovišť se stanovují pomocí kapacitních výpočtů. V tabulce 36 jsou viditelné výsledky a výpočty pro jednotlivé operace. Příklad výpočtu pro plochu pracoviště pro řezání.

Rozměry pily vč. pojezdu pro hutní polotovary:

8000×1000mm – plocha stroje $S = 8 \times 1 = 8 \text{ m}^2$

Plocha pomocná pak ze vztahu:

$$S_p = 0,5 \times S = 0,5 \times 8 = 4 \text{ m}^2$$

Plocha provozní:

$$S_{pr} = S_p + S = 8 + 4 = 12 \text{ m}^2$$

Výsledná plocha jednoho pracoviště

$$S_{pra} = i \times S_{pr} = 2 \times 1 = 24 \text{ m}^2$$

Přičemž index se volí $\rightarrow i = 5-10 [-]$ – tento index byl upraven dle potřeb pro každé pracoviště. Při volbě indexu bylo též přihlíženo na současný stav pracovišť, tedy jejich podlahovou potřebu. Bylo projednáno, zda je to v současnosti pro dané pracoviště dostačující, a tedy index se volil vhodně tak, aby výsledné hodnoty byly blízko současnosti, případně se volil index tak, aby v případě nevyhovujících prostor v současnosti byl jejich prostor navýšen.

Výsledky pro ostatní pracoviště zobrazuje tabulka 36.

Tabulka 36: Plochy pracovišť [30]

Pracoviště	Délka	Šířka	Plocha stroje	Plocha pomocná	Plocha provozní	5-10	Plocha pracoviště
Řezání	8	1	8	4	12	2	24
Broušení	1,3	1,1	1,5	0,75	2,25	5	11,25
Ohýbání	5,35	2,45	13,2	6,6	19,8	4	79,2
Vrtání	1,86	0,91	1,7	0,85	2,55	6	15,3
Pálení	1,3	1,1	1,5	0,75	2,25	6	13,5
Svaření 2 kostky	1,3	2,2	2,9	1,45	4,35	5	21,75
Svaření 6 kostek	3,3	2,6	8,6	4,3	12,9	3	38,7
Svaření 1,8×3	1,8	3	5,4	2,7	8,1	4	32,4
Svaření 2,5×3	2,5	3	7,5	3,75	11,25	4	45
Kontrola	2	2	4	2	6	5	30
Zkoušení	2	2	4	2	6	5	30
Montáž	3	2	6	3	9	3	27
Balení	2,5	2	5	2,5	7,5	5	37,5

Z tabulky 36 jsou výsledné pouze hodnoty pro jedno pracoviště. V tabulce 37 jsou tyto hodnoty násobeny počty pracovišť, které se rovnají počtu výrobních dělníků pro dané operace s daným koeficientem plnění norem.

Tabulka 37: Výsledné rozměrové hodnoty pro daný počet pracovišť [30]

Pracoviště	Počet Pracovišť pro k=1	Plocha Pracovišť pro k=1	Počet Pracovišť pro k=1,35	Plocha Pracovišť pro k=1,35	Počet Pracovišť pro k=1,5	Plocha Pracovišť pro k=1,5
Řezání	1	24	1	24	1	24
Broušení	2	22,5	1	11,25	1	11,25
Ohýbání	1	79,2	1	79,2	1	79,2
Vrtání	3	45,9	2	30,6	2	30,6
Pálení	1	13,5	1	13,5	1	13,5
Svaření 2 kostky	9	195,75	7	152,25	6	130,5
Svaření 6 kostek	2	77,4	1	38,7	1	38,7
Svaření 1,8×3	3	97,2	3	97,2	2	64,8
Svaření 2,5×3	2	90	1	45	1	45
Kontrola	1	30	1	30	1	30
Zkoušení	1	30	1	30	1	30
Montáž	4	108	3	81	3	81
Balení	1	37,5	1	37,5	1	37,5

K plochám pracovišť kontroly, montáže, balení a zkoušení je situace vyřešena tak, že tyto pracoviště budou koncentrovány do jedné plochy, protože pro případ montáže je ve společnosti primárně využívána montáž stacionární, tedy svařenec je nehybně na jednom místě a montované díly a celky se k němu dopravují.

Dále je nutné stanovit ostatní plochy, tj. plochy toalet, umyvadel, šaten apod. Tyto plochy se stanoví z pravidla uvedeného níže. Plocha šaten se vypočítá následovně: [30]

$$S_{\text{šaten}} = 0,8 \times \text{počet pracovníků}$$

Sprcha, toaleta a umyvadlo jsou určeny dle následujících pravidel:

- 1 sprcha na max. 10 pracovníků – sprcha o rozměrech 1,5 m²
- 1 toaleta na max. 10 pracovníků – toaleta o rozměrech 1,5 m²
- 1 umyvadlo na max. 10 pracovníků – umyvadlo o rozměrech 1 m²

Ostatní plochy pro $k_{pn} = 1$

Počet pracovníků = 52

Plocha šaten → $52 \times 0,8 = 41,6 \text{ m}^2$

Počet sprch = 6 → tedy 9 m²

Počet toalet = 6 → tedy 9 m²

Počet umyvadel = 6 → tedy 6 m²

Celkem m² pro ostatní plochy = **68,6 m²**

Ostatní plochy pro $k_{pn} = 1,35$

Počet pracovníků = 39

Plocha šaten $\rightarrow 39 \times 0,8 = 31,2m^2$

Počet sprch = 4 \rightarrow tedy $6 m^2$

Počet toalet = 4 \rightarrow tedy $6 m^2$

Počet umyvadel = 4 \rightarrow tedy $4 m^2$

Celkem m^2 pro ostatní plochy = **47,2 m^2**

Ostatní plochy pro $k_{pn} = 1,5$

Počet pracovníků = 36

Plocha šaten $\rightarrow 36 \times 0,8 = 28,8m^2$

Počet sprch = 4 \rightarrow tedy $6 m^2$

Počet toalet = 4 \rightarrow tedy $6 m^2$

Počet umyvadel = 4 \rightarrow tedy $4 m^2$

Celkem m^2 pro ostatní plochy = **44,8 m^2**

4.2.15 Kapacitní výpočty pro stanovení počtu dělníků a ostatních pozic – výsledky a vyhodnocení

Výsledkem prostorových potřeb z kapacitních výpočtů je i porovnání a určení vlivu koeficientu plnění norem pro aktuální stav. V tabulce 38 jsou patrné výsledky součtu všech výrobních a ostatních ploch vycházejících z kapacitních výpočtů. Hodnota koeficientu plnění norem s hodnotou 1,35 byla stanovena jako nominální a v posledním sloupci je patrná procentuální odchylka oproti hodnotě 1,35. Výsledkem pro variantu 1,35 je celkový rozměr výrobních a ostatních ploch $717,4 m^2$.

Tabulka 38: Výsledné celkové rozměry

	Celkem	Jednotky	% rozdíl
Varianta K=1	919,55	m^2	28%
Varianta K=1,35	717,4	m^2	0%
Varianta K=1,5	660,85	m^2	-8%

4.2.16 Vyhodnocení kapacitních výpočtů a výstupu z nich

Z vypočtených hodnot a porovnání jednotlivých koeficientů plnění norem je zřejmé, že vliv koeficientu plnění norem je zásadní.

První kritické pracoviště je svařování. Svařovací pracoviště jsou sice v rámci vstupních nákladů technologické vybavy přijatelné, avšak mají velký vliv na plochy, tedy vliv na celkovou výši investic a nutnost rozšíření ploch společnosti. Příliš vysoké plošné nároky mohou vést i k vyřazení některých variant řešení z důvodu nedostatečných prostorových kapacit.

Druhým kritickým pracovištěm je ohráňovací lis. Pro případ $k_{pn} = 1$ jsou hodnoty kritické natolik, že je vhodné uvažovat dvousměnný provoz, případně přesčasy nebo nákup druhého stroje. Předpokládané investice na nový ohráňovací lis jsou cca 5 milionů Kč.

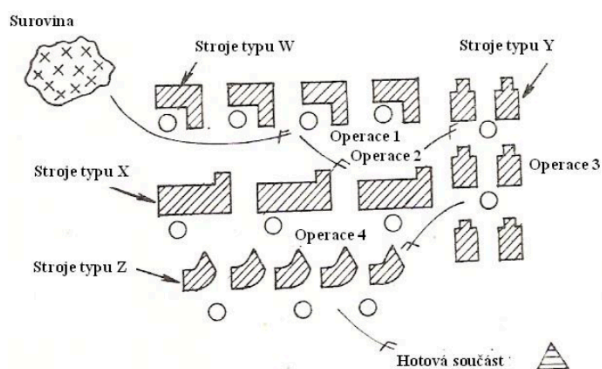
Z výše uvedené analýzy je tedy patrné, že vliv koeficientu plnění norem je opravdu značný a kompetentní orgány SH Weld musí provést racionalizační studie i pro ostatní typové představitele výrobního programu. Výsledkem studie bude ověření hodnoty koeficientu plnění norem na hodnotu minimálně 1,35, které vyplynulo ze studie racionalizace práce olejových van.

Dále v této práci bude uvažována skutečnost, že koeficient 1,35 je pro ostatní typové představitele opravdu podobný, tedy jednotlivé návrhy budou řízeny hodnotami z výpočtů pro koeficient plnění norem $k_{pn} = 1,35$.

4.3 Návrh řešení – obecně

4.3.1 Volba prostorové struktury

Prostorová struktura vhodná pro tento typ výroby je struktura technologická (viz obrázek 23). Technologická struktura seskupuje stroje a zařízení dle shodných technologií. V současné době společnost užívá technologickou strukturu a pro rozvoj se dále bude uvažovat technologická struktura. Tato struktura má výhodu v tom, že umožňuje častou změnu vyráběných výrobků a je odolná vůči odstavení pracovišť z důvodu poruch či absencí obsluhy. Na druhou stranu toto řešení zvyšuje nároky na skladování, protože je v jednu chvíli více rozpracovaných výrobků, čímž se zvedají nároky na plochy. Je tedy nutné počítat s vyššími nároky na skladování. [30]



Obrázek 23: Technologická struktura [30]

4.3.2 Dopravní uličky

Dopravní uličky budou navrženy v souladu s normou ČSN 73 5105. [31]

Prvním typem budou průchozí uličky, které jsou definovány dle stanovených parametrů v této normě. Konkrétně se určuje typ průchozí uličky na základě nošených břemen. Vzhledem k rozměrům vyráběných svařenců se nepředpokládá, že by díly byly přenášeny člověkem. Ulička musí být oboustranná pro zajištění plynulého průchodu osob, dle tabulky 39 nejmenší šířka této uličky činí 750 milimetrů.

Tabulka 39: Průchodové uličky, hodnoty [32]

Typ průchodové uličky	Břemeno	Nejmenší šířka v mm
Jednosměrná	Bez břemene	600
	Břemeno v jedné ruce po boku	850
	Břemeno v obou rukách po boku	1000
Obousměrná	Bez břemene	750
	Břemeno v jedné ruce po boku	1000
	Břemeno v obou rukách po boku	1150

Druhým typem uličky je manipulační ulička určená pro pohyb vysokozdvizného vozíku. Vzhledem k tomu, že se jedná o čelní vysokozdvizný vozík, podléhá tento rozměr výpočtu zahrnující poloměr otáčení a hodnotu vzdálenosti vyložení paty vidlice od osy předních kol (viz obrázek 24). Dle normy je výpočet následovný:

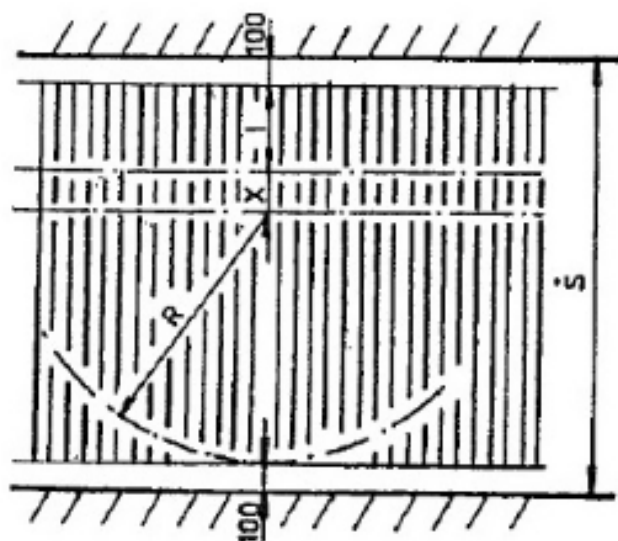
$$\check{S} = R + x + l + 200$$

Přičemž hodnota R se rovná poloměru otáčení v milimetrech, hodnota x je vzdálenost vyložení paty vidlice od osy předních kol a hodnota l je délka vidlice. [33]

Po dosazení z tabulky 11 je výsledek následující:

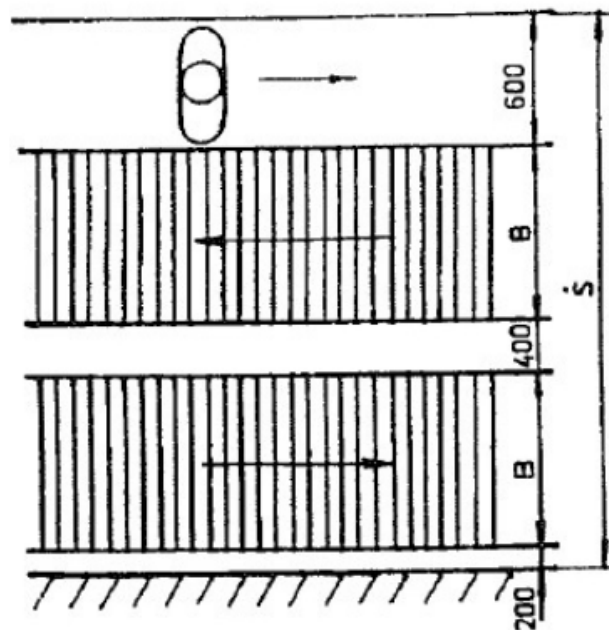
$$\check{S} = 2599 + 522,1 + 1200 + 200 = 4521,1 \text{ milimetrů}$$

Tedy nejmenší možná šířka uličky pro manipulaci s vysokozdvizným vozíkem je 4 521,1 milimetrů.



Obrázek 24: Minimální šířka uličky pro manipulaci s vysokozdvizným vozíkem [33]

Třetím a posledním typem uličky ve společnosti je dopravní ulička určená pro přepravu materiálu pomocí paletového vozíku (viz obrázek 25). Tyto dopravní cesty mohou být umístěny vedle průchodových cest, jak je znázorněno na obrázku 25. Velikost těchto uliček je stanovena na základě standardních rozměrů europalety, konkrétně šířky palety 800 milimetrů. Navíc v souladu s požadavky na obrázku 25 je nezbytné zahrnout rezervu 200 milimetrů na jednu stranu a dalších 400 milimetrů mezi dopravní pruhy. To znamená, že nejmenší šířka dopravní uličky pro přepravu materiálu pomocí paletového vozíku činí 2200 milimetrů [33]. V návrhu se předpokládá navýšení této hodnoty na celkový rozměr 2600 milimetrů – pro případ přesahujících polotovarů na europaletách.



Obrázek 25: Stanovení dopravní uličky pro paletový vozík [33]

4.3.3 Manipulace s materiálem

Pro manipulaci s materiálem se předpokládá využití současných prostředků. To zahrnuje 1 kus vysokozdvížného vozíku, 2 kusy paletového vozíku a 1 kus jeřábu Demag o nosnosti 5 tun. Společnost vyjádřila požadavek na zvýšení maximální hmotnosti svařence na 8 tun. V případě možnosti začlenit tuto změnu do dispozičního plánu bude osazen jeřáb s nosností 8 tun.

4.3.4 Odpadové hospodářství

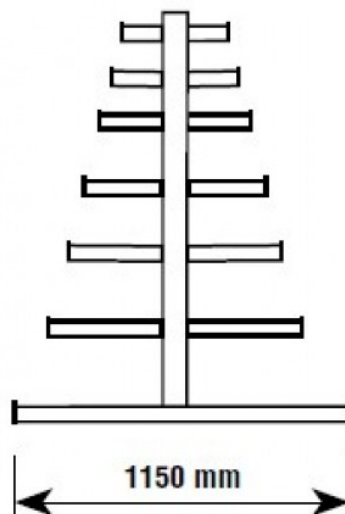
Společnost bude dále pokračovat s tříděním odpadu. Jako součást variantních možností bude zřízeno venkovní sběrné místo odpadu, které bude obsahovat nádoby určené pro komunální odpad, plasty a papír. Dále je nutné zajistit kontejner pro nebezpečný odpad kategorie 14 06 03, tedy pro jiná rozpouštědla a směsi rozpouštědel dle vyhlášky č. 8/2021 Sb. [34], vyhláška o katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů. Důvodem pro nutnost tohoto kontejneru pro nebezpečný odpad je skutečnost, že v předmontážních operacích se využívají různá ředidla pro čištění a odmašťování povrchu nebo odstraňování různých nečistot z komponent.

V rámci vnitřních prostor hal bude také zde umístěna nádoba určená pro sběr kovových využitelných zbytků, které mohou sloužit jako vstupní polotovary pro výrobu přípravků pro svařování.

4.3.5 Skladové možnosti

Z analýzy současného stavu vyplývá, že jedním z hlavních problémů ve společnosti jsou nedostatečné skladovací kapacity. Lze předpokládat, že největší koncentraci polotovarů tvoří výpalky volně ložené na europaletách. Každá paleta je individuálně přidělena k jednotlivým zakázkám, což znamená, že je zásadní zachovat nekombinované umístění výpalků po paletách pro udržení přehlednosti jednotlivých zakázek. Tyto zmíněné europalety jsou v současnosti umístěny na zemi.

Hutní polotovary je v současnosti skladován mimo výrobní halu, situován vedle haly S, přičemž pro jednotlivé zakázky je nařezán a roztříděn na jednotlivé europalety spolu s výpalky. Vzhledem k tomu, že hutní polotovary v počátku nejsou vždy vázány na jednotlivé zakázky, je vhodné zvážit vytvoření malého skladu pro hutní materiál, který by umožnil skladovat drobné množství různorodých profilů uvnitř haly. Tento specifický sklad by primárně shromažďoval špatně dostupné profily v přířezech. Sklad by měl využívat stromečkový regál (obrázek 26). Tento přístup je zvláště vhodný vzhledem ke skutečnosti, že některé profily jsou používány zřídka a spotřeba jedné tyče může být v řádu několika měsíců. Vzhledem k vlivu povětrnostních podmínek je časté, že nákup celý tyčí může vést ke znehodnocení materiálu po využití potřebných přířezů pro určitou zakázku, což způsobuje tvorbu odpadu a snižuje výnosnost zakázek.



Obrázek 26: Stromečkový regál [35]

4.3.6 Obalová technika

Obalová technika vychází především z požadavků a předpisů zákazníků, kteří často požadují a nabízí možné alternativy balení hotových svařenců. V tomto ohledu je nezbytné provádět standardizaci mezi jednotlivými zákazníky a hledat nejvhodnější řešení. Jedním z těchto řešení je běžné páskování k europaletám nebo k nařezaným dřevěným hranolům, přičemž volba závisí převážně na velikosti a povaze svařence a může a nemusí být kombinována s bublinkovou fólií PE nebo průtažnou fólií. Výběr se liší i v závislosti na výskytu opracovaných ploch, které musí být pro převážení zakryty, často i konzervovány, aby nedocházelo k jejich poškození během přepravy a manipulace.

Pro sériovější kusy, zejména olejové vany typu malá a velká, jsou využívány na míru vytvořené dřevěné palety. Tyto palety však cirkulují mezi dodavatelem a zákazníkem, tedy v případě potřeby jsou pouze vyrobeny další do počtu. Tímto způsobem se zvyšuje vytiženost kamionové dopravy při cestě zpátky a rapidně se snižuje plýtvání obalovým materiálem.

Co se týče páskování k paletám, obvykle se využívají polypropylenové a ocelové pásky, které jsou připevněny pomocí páskovacích kleští. Pokud je to možné, preferuje se užití ocelové pásky. [13]

4.3.7 Energetická náročnost

Celková energetická náročnost podniku se předpokládá obdobná pro všechny tři varianty řešení, viz tabulka 40. Při zohlednění koeficientu plnění norem rovno 1,35 je počet strojů a pracovišť identický pro všechny tři varianty. Změny se očekávají pouze v rámci rozložení hal. Vstupními parametry pro jednotlivé výpočty jsou:

Tabulka 40: Energetická náročnost jednotlivých strojů a zařízení

Stroj	Výkon [kW]	Počet strojů	Celkový výkon [kW]
Jeřáb Demag 5t×15m	4,5	1	4,5
Svařování ESAB	2,45	12	29,4
Vrtačka VR4	3	2	6
Plasma	12	1	12
Ohraňovací lis Ermak	30	1	30
Jeřáb GJMJ 8t/15m	11	1	11
Jeřáb GJMJ 3,2t/15m	5	1	5
Úhlová bruska	2	2	4
Magnetická vrtačka	1,2	1	1,2
Pásová pila Bomar ProfiCUT	1,1	1	1,1

Jeřáb GJMJ 3,2t/15m a jeřáb GJMJ 8t/15m jsou zahrnuty pro varianty B a C, tedy do stavby nové haly označené jako S2, ve které je plánovaná tato kombinace jeřábů. Dále jsou v tabulce zaznamenány údaje o drobných, avšak energeticky významných zařízeních, jako jsou úhlové brusky a magnetické vrtačky.

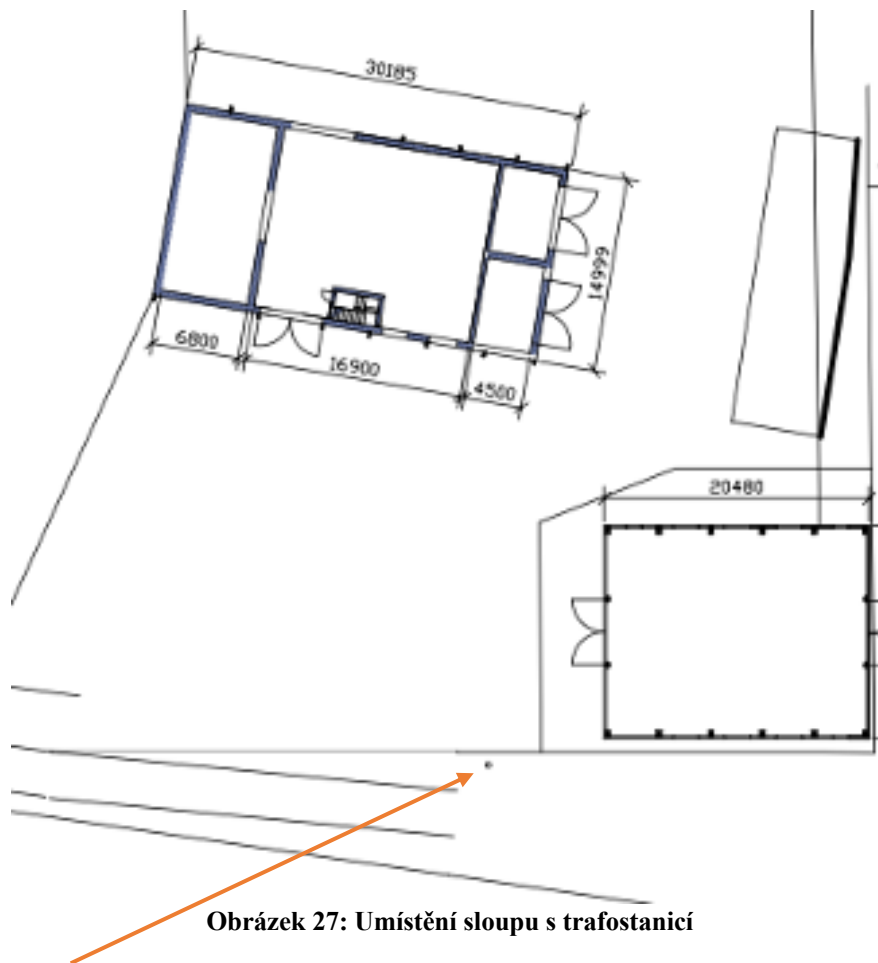
Pro tento typ pracovních činností není spotřebovávána voda ve velkých objemech. Pouze několik typů zařízení spotřebovává vodu, a to svařečky Esab Origo MIG C420w PRO, které využívají vodu pro své chlazení. Požadavky na vodu jsou vysoké a voda musí být destilovaná, což znamená, že je nutné vodu dovážet z externích zdrojů. Dalším využitím vody je využití jako složka řezné emulze pro operace vrtání a řezání na pásové pile. Vzhledem k nízké spotřebě řezné kapaliny, která se pohybuje v řádu nižších desítek litrů měsíčně, je

dostačující donáška vody z jednoho vzdálenějšího zdroje a není tedy nutný rozvod. Pro ostatní účely, tedy účely vyjma výroby, je v současnosti voda dodávána z vrtu ve vlastnictví majitele objektu haly P.

Stlačený vzduch je primárně využíván při montážních operacích a k čištění. Firma disponuje jedním větším kompresorem, proto je vhodné situovat montážní pracoviště poblíž tohoto kompresoru, což minimalizuje nutnost vybudování složitějších rozvodů pro stlačený vzduch. Druhé využití stlačeného vzduchu je pro pracoviště s ruční plazmovou řezačkou, kde je vzduch přímo spojen s plazmovým hořákem a slouží k odvodu roztaveného kovu z místa řezu. Tento proces lze také napojit na velký současný centrální kompresor, případně lze dodatečně pořídit malý kompresor určený pouze pro toto pracoviště.

Druhým plynem využívaným ve společnosti je oxid uhličitý, který se používá jako ochranná atmosféra při svařování. Předpokládá se, že současný způsob čerpání z lahví pro každé pracoviště se nebude měnit ani v budoucnu, dojde tím zachování úplné modulovatelnosti svařovacích pracovišť, avšak je nutné pro tyto případy počítat s menším skladem pro lahve s oxidem uhličitým.

Energetická náročnost byla projednána se specialisty v oboru, kteří měli k dispozici data o počtu a druhu jednotlivých strojů. Dále byla provedena analýza současného stavu a měření energetického vytížení za špičkových období. Z těchto dat vyplývá, že pro další růst společnosti je nezbytné vybudovat vlastní trafostanici vysokého napětí. Na obrázku 27 je zakresleno navrhované umístění této trafostanice. Náklady spojené s výstavbou trafostanice musí být zahrnuty do celkových investic projektu. Celková částka investice činí 1 103 500 Kč. [36]



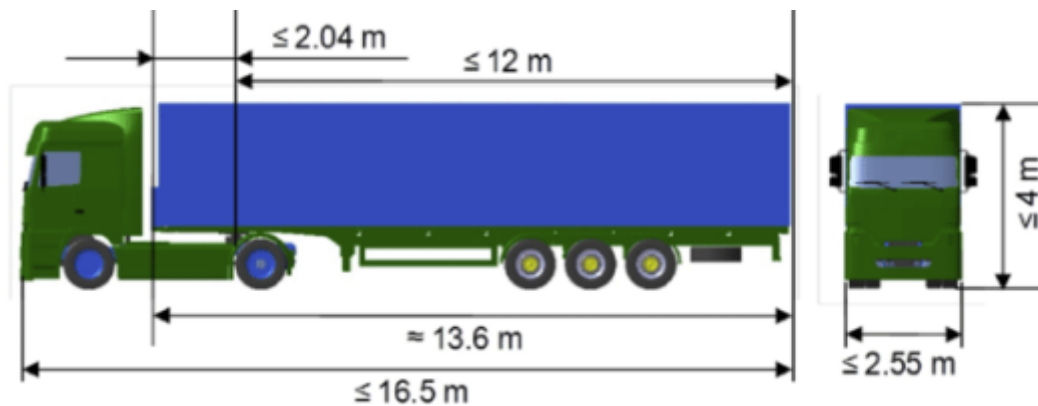
Obrázek 27: Umístění sloupu s trafostanicí

Umístění sloupu

4.3.8 Vehicle Tracking

Na všech generelech byla provedena analýza pohybu vozidel v rámci areálu pomocí doplňku do aplikace AutoCAD od společnosti Autodesk nazvaného Vehicle Tracking. Tento doplněk, jak z názvu vyplývá, je primárně zaměřen na analýzu pohybu vozidel, rádiusů zatáčení a slouží tedy ke stanovení potřebného prostoru pro provedení manévru. Doplněk byl využit právě k určení tras kamionové dopravy na pozemcích společnosti tak, aby bylo možné fyzicky zakreslit trasy na betonovou podlahu, provést jejich otestování a tím následně finálně definovat volná místa například pro umístování palet s výrobky mimo výrobní halu. [37]

Na obrázku 28 jsou uvedeny hodnoty typizovaného kamionu z evropského prostředí, tedy kamionu běžného v České republice. Tyto rozměry jsou přímo dostupné v knihovně vozidel zmíněného softwaru, spolu s fyzikou otáčení kol, obalových křivek apod. Podrobné informace ze softwarové knihovny nemohou být poskytnuty veřejně, neboť by to porušilo licenční podmínky softwaru. Na obrázku 28 je tedy zobrazen evropský kamion se základními rozměry.



Obrázek 28: Standardní evropský kamion – rozměry [38]

4.3.9 Metody výběru nejlepší varianty

Rozhodování o výsledcích variant zahrnuje různé perspektivy a způsoby rozhodování, což vyžaduje využití více metod k posouzení, která z navržených variant je nejvhodnější. K výslednému hodnocení budou využity tři metody, přičemž každá z těchto metod bude přispívat k celkovému pochopení situace.

První metodou bude stanovení výše investic a odhadované doby návratnosti pro jednotlivá řešení. Je důležité si uvědomit, že zde není pouze cíl najít nejlevnější či řešení s nejkratší dobou návratnosti, ale najít nejvhodnější řešení. Z tohoto důvodu se výsledná data využijí jako kritérium ke stanovení výsledného řešení.

Investiční náročnost se dělí na technologickou a stavební. Stavební náročnost je odvozena od jednotlivých variant řešení a je proto pro každou variantu odlišná. Technologická náročnost je stanovena na základě kapacitních výpočtů a investiční náročnost je stanovena z porovnání již pořízených strojů s těmi, které je nutné dokoupit. Pro všechny varianty řešení je technologická náročnost stejná a je podrobně popsána v tabulce 41.

Tabulka 41: Doplnění strojního parku – investice [13] [26]

Operace	Stroj	Potřebný počet	Současný počet	Zbývá	Kč/ks	Kč/celkem
Řezání	Pila Bomar	1	1	0	- Kč	- Kč
Broušení	Úhlová bruska	2	2	0	- Kč	- Kč
	Litinová kostka	2	2	0	- Kč	- Kč
Ohýbání	Ermak ohraňovací lis	1	1	0	- Kč	- Kč
Vrtání	Vrtačka VR4	2	1	1	65 000 Kč	65 000 Kč
Pálení	Plasma Pegas	1	1	0	- Kč	- Kč
	Litinová kostka	1	1	0	- Kč	- Kč
Svařování	Svářečka ESAB	12	9	3	80 000 Kč	240 000 Kč
	Litinová kostka	20	16	4	65 000 Kč	260 000 Kč
	2,5x3 Litinový základ	2	1	1	80 000 Kč	80 000 Kč
	1,5x3 litinový základ	2	2	0	- Kč	- Kč
Manipulace	Paletový vozík	8	2	6	37 000 Kč	222 000 Kč
Ostatní				1	250 000Kč	250 000 Kč
						1 117 000,00 Kč

Pro výpočet návratnosti jsou vstupními informacemi celkové náklady, odpisy a roční zisk společnosti. Zisk společnosti v roce 2021 byl stanoven na 750 000 Kč [7], avšak od té doby firma zaznamenala průměrný nárůst zisku přibližně o 8 %, což znamená, že zisk v roce 2023 činil 810 000 Kč. S ohledem na pětiletý plán růstu společnosti se předpokládá nárůst objemu práce o 123 %, což vede k odhadu čistého zisku ve výši 1 806 300 Kč. Důležité je poznamenat, že v tomto výpočtu je zahrnutá pravidelná platba nájemného za prostor haly P a prostory přidružené. Výše nájemného po opravách se předpokládá ve výši 576 000 Kč ročně. [13]

Druhou metodou, která je využívána, je SWOT analýza (viz tabulka 42). SWOT analýza byla vypracována s konzultací výsledků ve firmě a výsledky této metody slouží jako data pro stanovení kritérií.

Tabulka 42: Vzor SWOT analýzy [39]

	Pomocné	Škodlivé
Vnitřní původ	Silné stránky	Slabé stránky
Vnější původ	Příležitosti	Hrozby

Třetím a posledním využívaným způsobem k určení výsledku je komplexní vyhodnocení pomocí multikriteriální variantní metody. Jako vstupní data pro tuto metodu jsou výstupy z investiční analýzy a ze SWOT analýzy. Jednotlivým kritériím vycházejícím z těchto analýz přiřazuje tato metoda určité váhy, které byly určeny po domluvě ve společnosti.

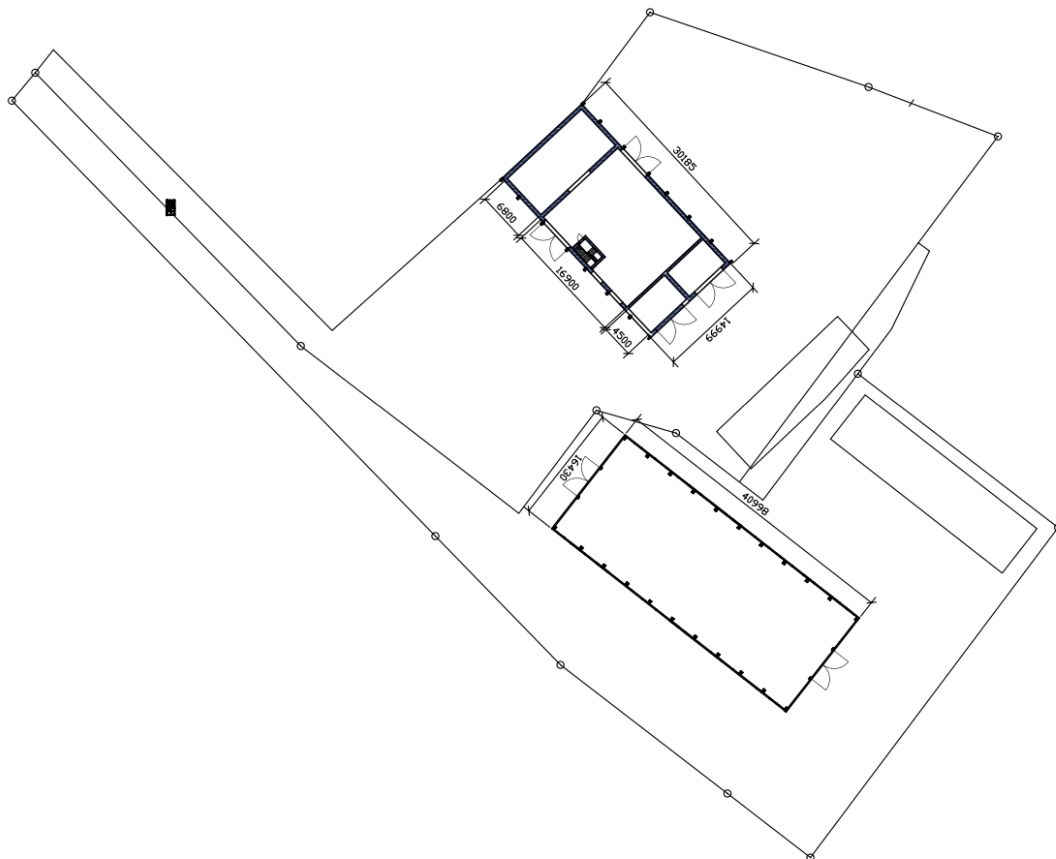
Tímto postupem budou vyhodnoceny varianty řešení A, B a C v další kapitole.

4.4 Návrh řešení – Varianta A

4.4.1 Generel

První navrhované řešení navazuje na návrh z roku 2021 [7], který zahrnoval úvahu o prodloužení haly S na přibližně celkových 40 metrů. V původním plánu bylo předpokládáno prodloužení jeřábové dráhy pro již osazený jeřáb Demag o nosnosti 5 tun. Avšak vhodnějším řešením by bylo osadit do haly dva jeřáby s detekcí nárazu, což by minimalizovalo čekání na jeřáb a snížilo prostoje v pracovním procesu. Bohužel v době výstavby a plánování původní haly S nebylo uvažováno osazení více jeřábů, ale pouze možné prodloužení.

Jak lze vidět na obrázku 29, pouhým prodloužením haly zůstane zachován dostatek venkovního prostoru pro případné budoucí rozšíření firmy. Avšak toto řešení by již neumožnilo úplné ukončení nájemního vztahu, tj. opuštění haly P. Důvodem je skutečnost, že v případě přesunu zbytku provozu do prodloužené haly již nezůstává dostatek místa pro umístění všech zbývajících strojů a zařízení na pozemcích ve vlastnictví společnosti. Nicméně společnost může dále expandovat prostřednictvím zvýšení podílu vlastní práce na celkových dodávkách. To zahrnuje možnost výstavby lakovny či dalších zařízení. Venkovní prostor s přístřeškem by sloužil jako sklad hotových výrobků.

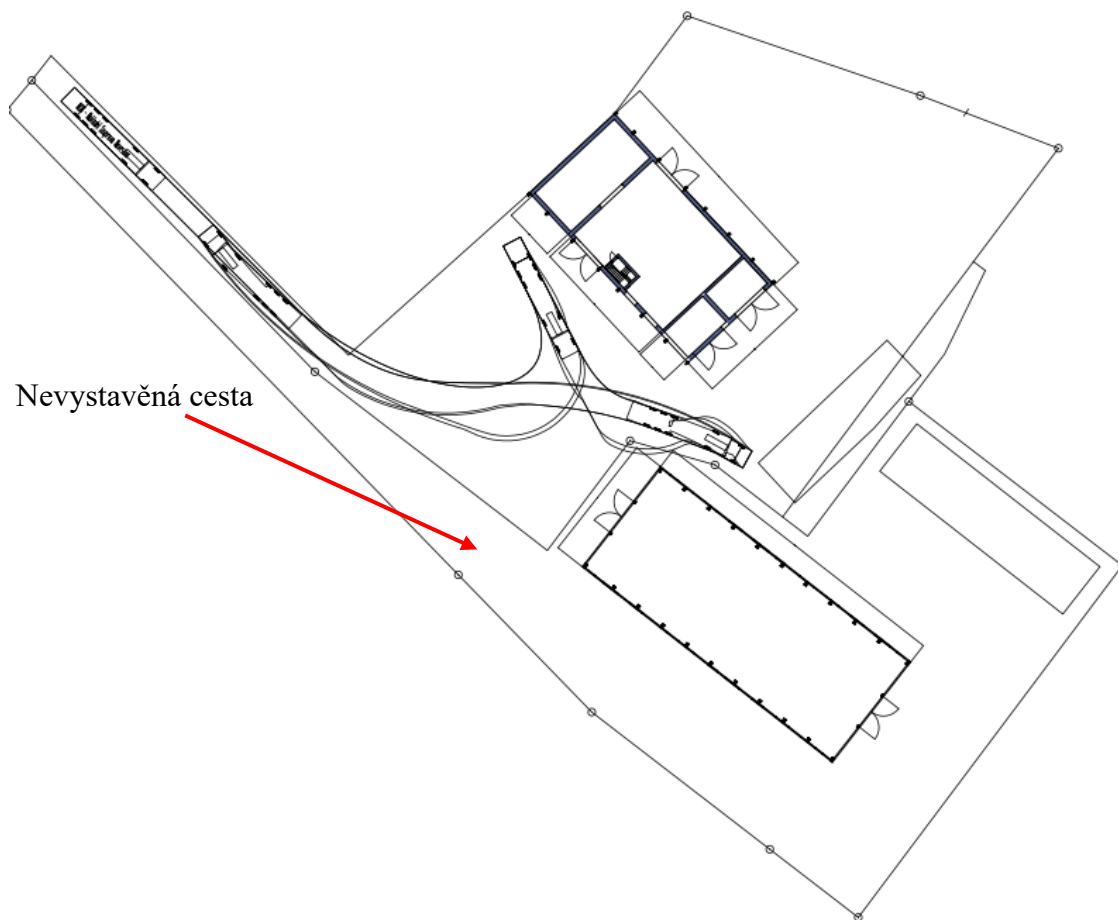


Obrázek 29: Náhled do generelu pro variantu A

4.4.2 Vehicle tracking

Jak bylo uvedeno výše, byla provedena analýza pohybu nákladní dopravy na území firmy s cílem optimalizovat prostor pro venkovní skladování, případně parkování zaměstnanců. Druhá znázorněná trasa – tedy druhý vjezd do areálu (jiný, než na kterém je vyobrazen kamion) nebude vystavěna v rámci plánované výstavby. Toto rozhodnutí je zdůvodněno současně dostatečnou jednoduchostí nakládek a vykládek dopravy a toto rozhodnutí povede k redukci celkové investice.

Výsledkem analýzy (viz obrázek 30) je tedy závěr, že současné prostory pro nakládku a vykládku jsou dostatečné a není potřeba systém upravovat.



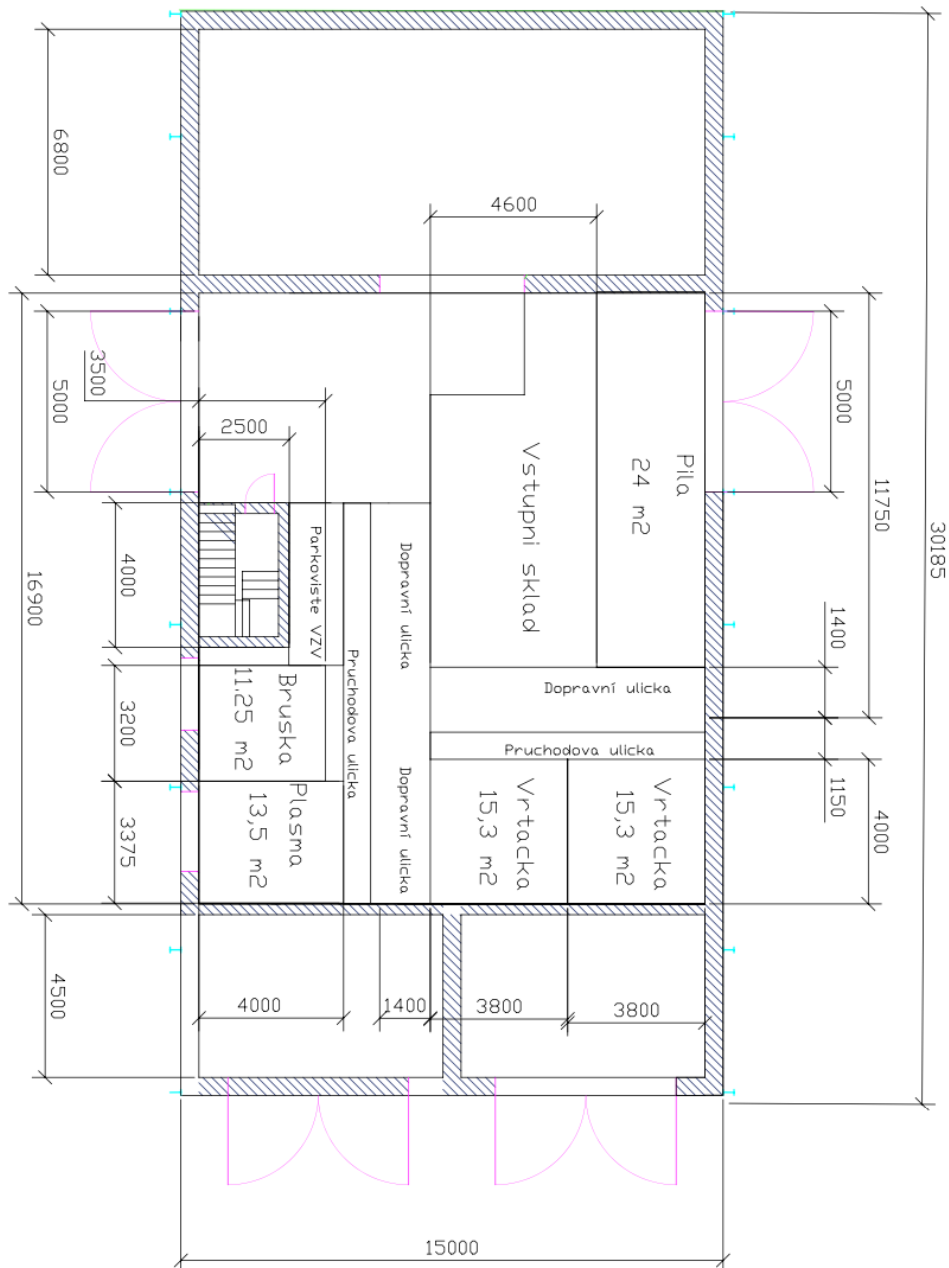
Obrázek 30: Vehicle tracking analýza pro variantu řešení A

4.4.3 Dispoziční řešení

4.4.3.1 Hala P

Řešení počítá s přemístěním ohraňovacího lisu do haly S. Přestože byla iniciativa oddělit brusná pracoviště, splnění se povedlo pouze částečně, protože v blízkosti brusného pracoviště nadále zůstávají pracoviště vrtací. Pracoviště pálení bylo navrženo umístit blízko brusných pracovišť, kvůli nutnosti broušení upálených technologických úkosů, viz obrázek 31.

Díky těmto úpravám v hale P vznikne dostatek prostoru, který může být využit jako vstupní sklad nebo jako prostor pro stromečkový regál pro skladování hutních polotovarů. Vstupní sklad bude současně sloužit jako místo pro vstupní kontrolu správnosti dodávek výpalků a hutních polotovarů pro výrobu.

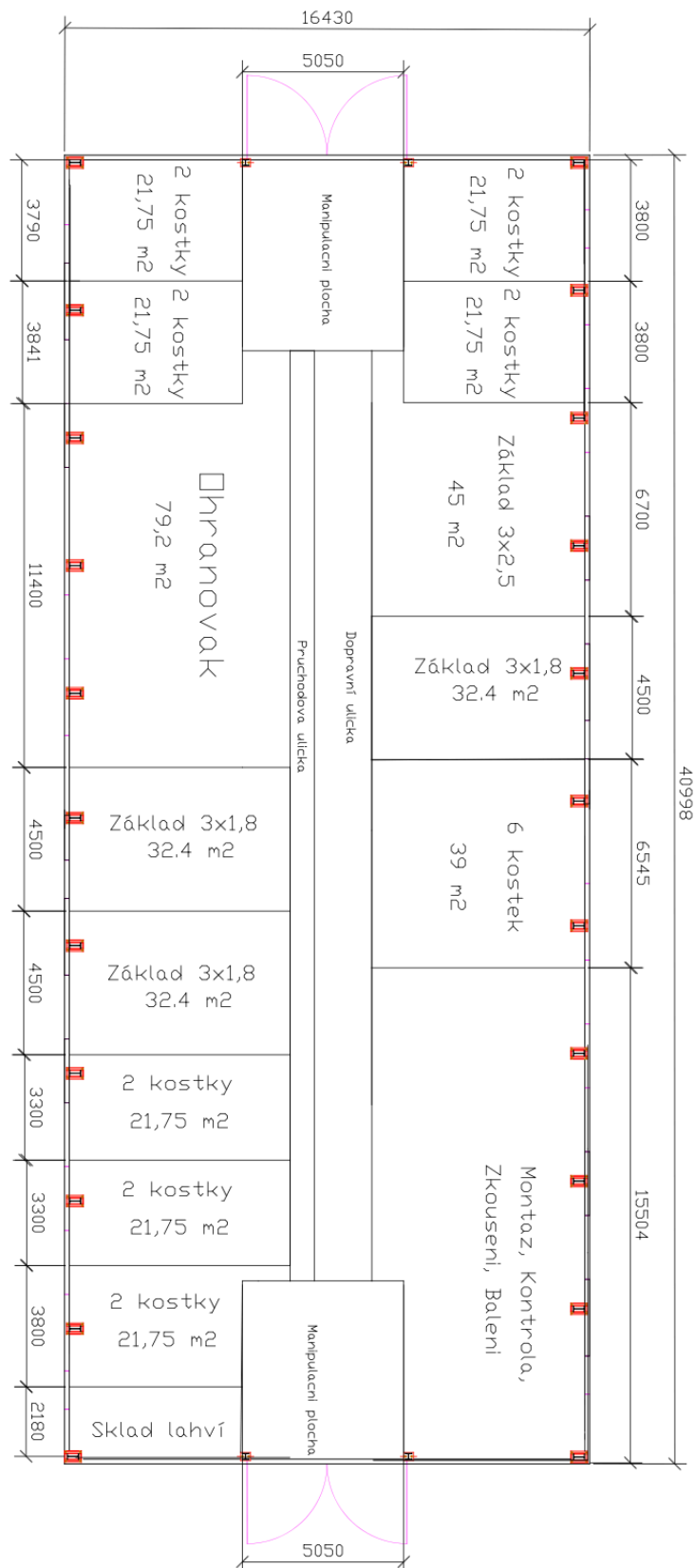


Obrázek 31: Dispoziční řešení varianty A pro halu P

4.4.3.2 Hala S

Hala S byla prodloužena a nyní obsahuje zbylý strojní park z přípravný, jakož i navýšené množství svařovacích pracovišť v souladu s kapacitními výpočty. Pracoviště montáže, kontroly, zkoušení a balení bylo sloučeno do jednoho pracoviště vzhledem k využívání pouze stacionárního typu montáže, kde montovaný celek zůstává na jednom místě a komponenty jsou

k němu přinášený. Po montáži následuje kontrola správnosti montáže a případné odzkoušení zařízení – například tlakové zkoušky. Situace je uvedena na obrázku 32.



Obrázek 32: Dispoziční řešení varianty A pro halu S

4.4.3 Kanceláře, sociální zařízení a ostatní

Umístění kanceláří v současné době je v hale P ve druhém patře a toto umístění se předpokládá i pro variantu A do budoucna. V porovnání se současným stavem jsou možnosti rozšíření dvojnásobné, neboť existuje řada nedokončených místností, které lze vhodným způsobem využít pro další sociální zařízení, kancelářské a jiné prostory.

4.4.4 Stavební koncepce haly S

Prodloužení haly S předpokládá využití stejné stavební koncepce haly jako původní hala S. Statické výpočty byly provedeny s ohledem na tuto budoucí expanzi, což umožnilo naplánovat rozšíření. Původní hala je postavena na železobetonových patkách o rozměrech 2000×2000 milimetrů, sahajících do hloubky 1200 mm. Tyto patky jsou propojeny pomocí dalších železobetonových kvádrů o šířce 400 mm a hloubce 800 mm. [13] [7]

Hlavními nosnými prvky haly S jsou I-profilů, konkrétně profil IPE 360, které jsou vyztuženy pomocí I a U profilů menších rozměrů, případně dalších konstrukčních prvků. Okna, dveře a otvory na odvětrávání jsou vyřešeny pomocí vsazených profilů s dutým obdélníkovým či čtvercovým průřezem. Hala je montována ze svařovaných větších celků. [13] [7]

Pro stroje a zařízení je podlaha v hale dimenzovaná na tloušťku 120 milimetrů. Avšak, jelikož se počítá se přemístěním ohraňovacího lisu do haly S, je zde nutné prohloubit beton tak, aby bylo dosaženo potřebných parametrů základů pro bezpečnou instalaci ohraňovacího lisu. [13]

4.4.5 Energetická náročnost

Energetická náročnost pro variantu A je odvozena z tabulky 40, která uvádí pouze stroje a zařízení používané pro tuto konkrétní variantu řešení. Je důležité poznamenat, že v tabulce nejsou zahrnuty další prvky jako světla v halách, spotřeba kanceláře apod. Údaje obsažené v tabulce 43 sloužily jako podklad pro dimenzování trafostanice vysokého napětí, zmíněné v kapitole 4.3.7.

Tabulka 43: Energetická náročnost pro variantu A

Stroj	Výkon [kW]	Počet strojů	Celkový výkon [kW]
Jeřáb Demag 5tx15m	4,5	1	4,5
Svařování ESAB	2,45	12	29,4
Vrtačka VR4	3	2	6
Plasma	12	1	12
Ohraňovací lis Ermak	30	1	30
Úhlová bruska	2	2	4
Magnetická vrtačka	1,2	1	1,2
Pásová pila Bomar ProfiCUT	1,1	1	1,1

Celková energetická náročnost činí **88,2 kW**.

4.4.6 Investiční náročnost a návratnost

Tabulka 44: Investiční náročnost pro variantu A [7] [13] [36]

Zarovnání plochy a beton	Výkopové práce	870 000 Kč
	Podsyp kamením	
	Bednění	
	Hutnění	
	Beton	
Hala S – prodloužení	Konstrukce a panely	3 500 000 Kč
	Prodloužení dráhy jeřábu	320 000 Kč
	Elektroinstalace prodloužení	90 000 Kč
Ostatní	Přípojka vysokého napětí – trafostanice a sloup	1 103 500 Kč
	Elektroinstalace celkem	800 000 Kč
Hala P	Oprava podlahy	- Kč
	Dostavba sanity a kanceláří	- Kč
		6 683 500 Kč

Plánované opravy v hale P a potřebná dostavba ve druhém patře jsou v režii majitele objektu a budou dohodnuty s ním. Nicméně je očekáváno, že po těchto úpravách a dostavbě dojde ke zvýšení nájemného. K celkové nákladové stavební části je nutné přičíst i technologickou část, která byla uvedena v kapitole 4.3.9. a dosahuje hodnoty 1 117 000 Kč, čímž se finální výsledek investice zvýší na 7 800 500 Kč. Předpokládané roční odpisy jsou stanoveny na 780 050 Kč při předpokládané délce 10 let. Vzhledem k tomu, že platba nájemného bude pokračovat i po provedení úprav, očekávaný roční zisk se předpokládá 1 806 300 Kč.

Výsledná návratnost při těchto podmínkách:

$$\text{návratnost} = \frac{\text{výše investice}}{(\text{zisk} + \text{odpisy})} = \frac{7\,800\,500}{(780\,050 + 1\,806\,300)} = 2,58 \text{ let}$$

Pro tuto variantu je celková výše investice a doba návratnosti nejnižší. To znamená, že tento přístup představuje nejmenší finanční zátěž pro investora při splnění kapacitních požadavků.

4.4.7 SWOT analýza

Dle tabulky 42 byla vytvořena SWOT analýza pro variantu A. Jak bylo dříve definováno, do SWOT analýzy jsou začleněny i výstupy z investiční části a doby návratnosti varianty, viz tabulka 45.

Tabulka 45: SWOT pro variantu A [39]

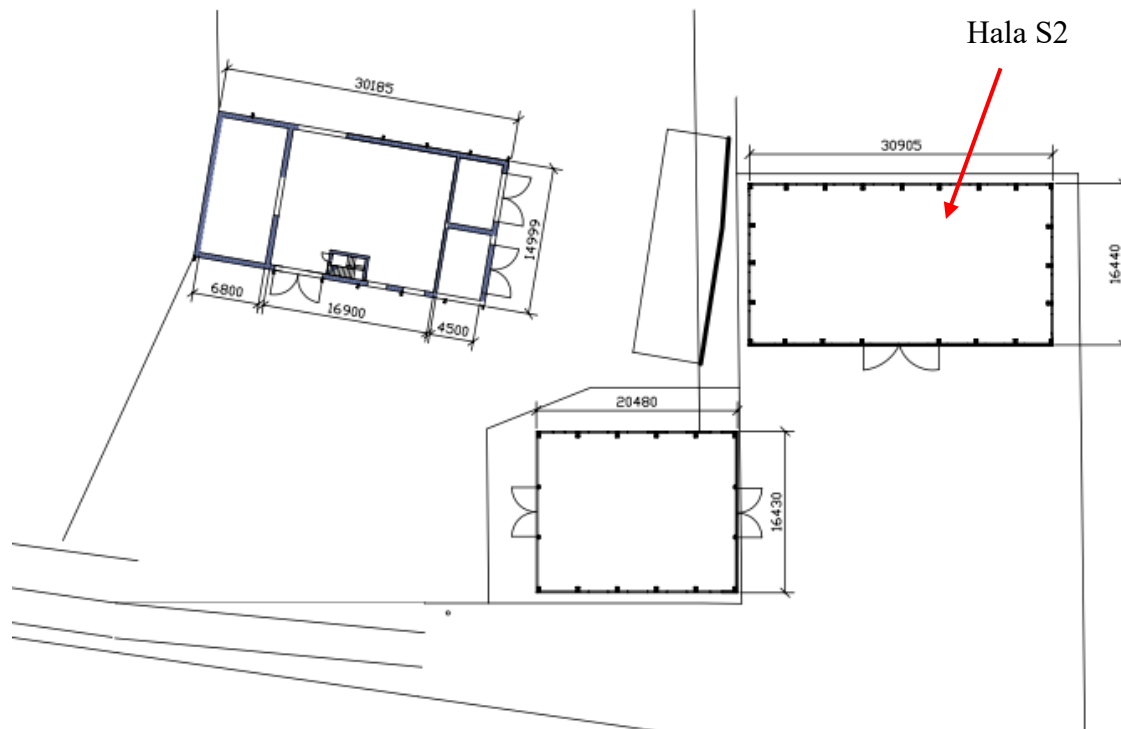
	Pomocné	Škodlivé
Vnitřní původ	Jednoduché řešení Dostatek skladovacích prostor Oddělení brusných operací Nízké náklady na provedení	Omezení jeřábem Nutno zajistit opravu haly P Další růst pouze změnou UP Vyšší náklady na provoz
Vnější původ	Nevyužití všech prostor areálu	Vypovězení nájmu Méně prostoru v halách Méně prostoru v kancelářích

4.5 Návrh řešení – Varianta B

4.5.1 Generel

Druhá varianta v rámci plánování úprav generelu a dispozice hal představuje výstavbu nové haly označené jako hala S2. V současných halách se předpokládají pouze drobné změny, mezi než se řadí přidání druhých vrat pro halu S, které budou situované na opačnou stranu haly, čímž se umožní přístup ze strany nové haly S2 i z původní strany od haly P. Sanitární zařízení, kanceláře a ostatní prostory pro zaměstnance zůstává plánováno ve druhém patře haly P, stejně jako ve variantě A. Situaci zobrazuje obrázek 33.

Toto řešení v rámci varianty B předpokládá dostatečný prostor pro výrobní a nevýrobní místa, včetně dostatečné skladovací kapacity s možností růstu, například vytvořením skladovacích prostor mezi halami. Nicméně hlavní nevýhodou této varianty jsou nemalé provozní náklady, které v průběhu prvních pěti let mohou mít pro firmu značný finanční dopad. Vysoké provozní náklady převážně zapříčiňuje nutnost stále platit nájemné za halu P, ale taktéž zřízení nových pracovních pozic ve středním managementu, které budou zodpovědné za řízení práce v hale P.

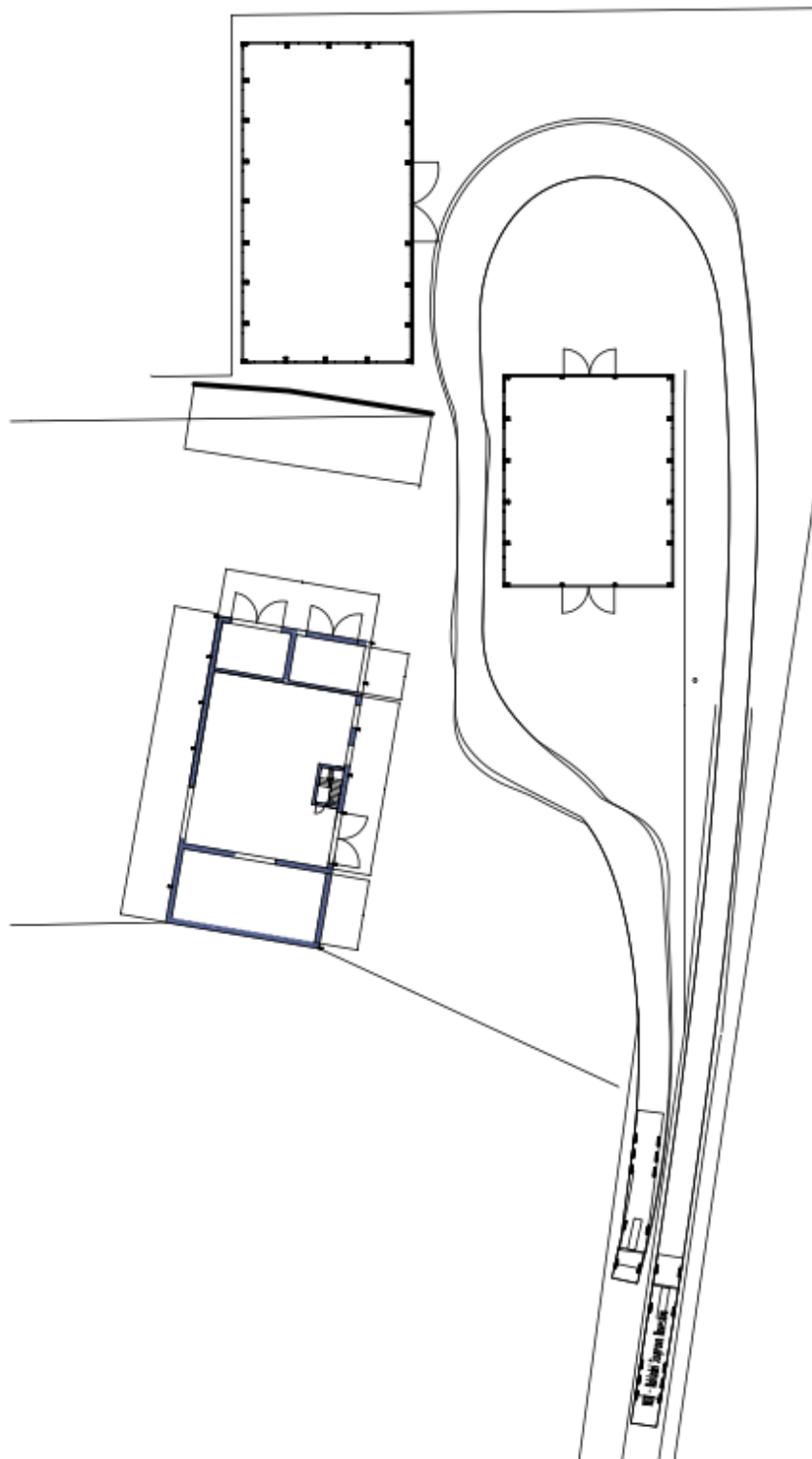


Obrázek 33: Část generelu varianty B

Nově postavená hala, označená jako hala S2, je umístěna na obrázku 33 na pravé straně. Její vnější rozměry jsou 30 905×16 440 mm. Pro tuto novou halu se již předpokládá potřebné navýšení hmotnostních limitů svařenců, což zahrnuje osazení jeřábu o nosnosti 8 tun. Tato nosnost byla stanovena na základě konzultace s firmou a na základě poptávek od zákazníků.

4.5.2 Vehicle tracking

Pro variantu B byla provedena analýza vozidel pomocí softwaru Vehicle Tracking. Výsledek analýzy ilustruje obrázek 34, který zobrazuje pohyb kamionu a jeho obalové křivky.

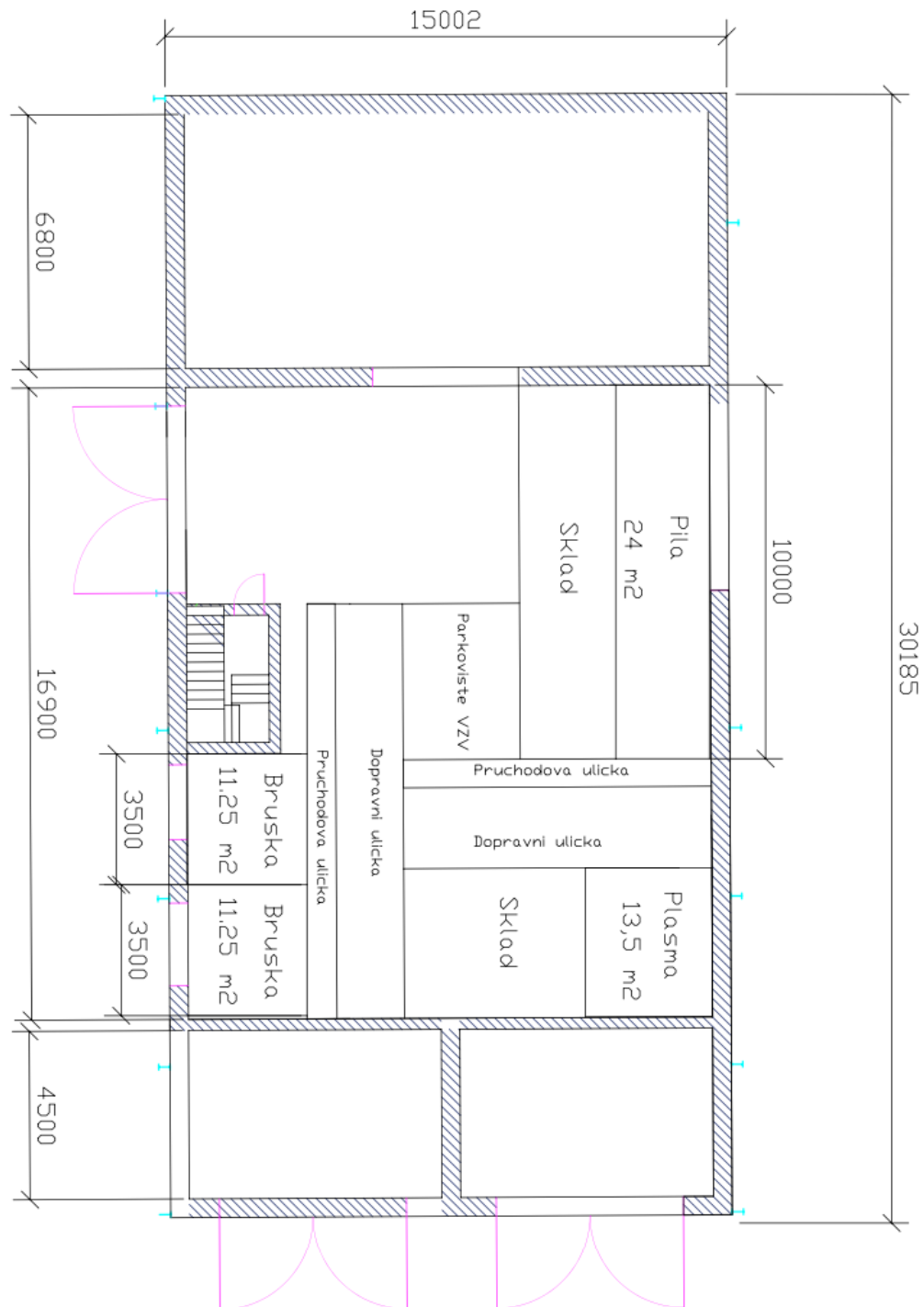


Obrázek 34: Pohled generelu varianta B + Vehicle Tracking

4.5.3 Dispoziční řešení

4.5.3.1 Hala P

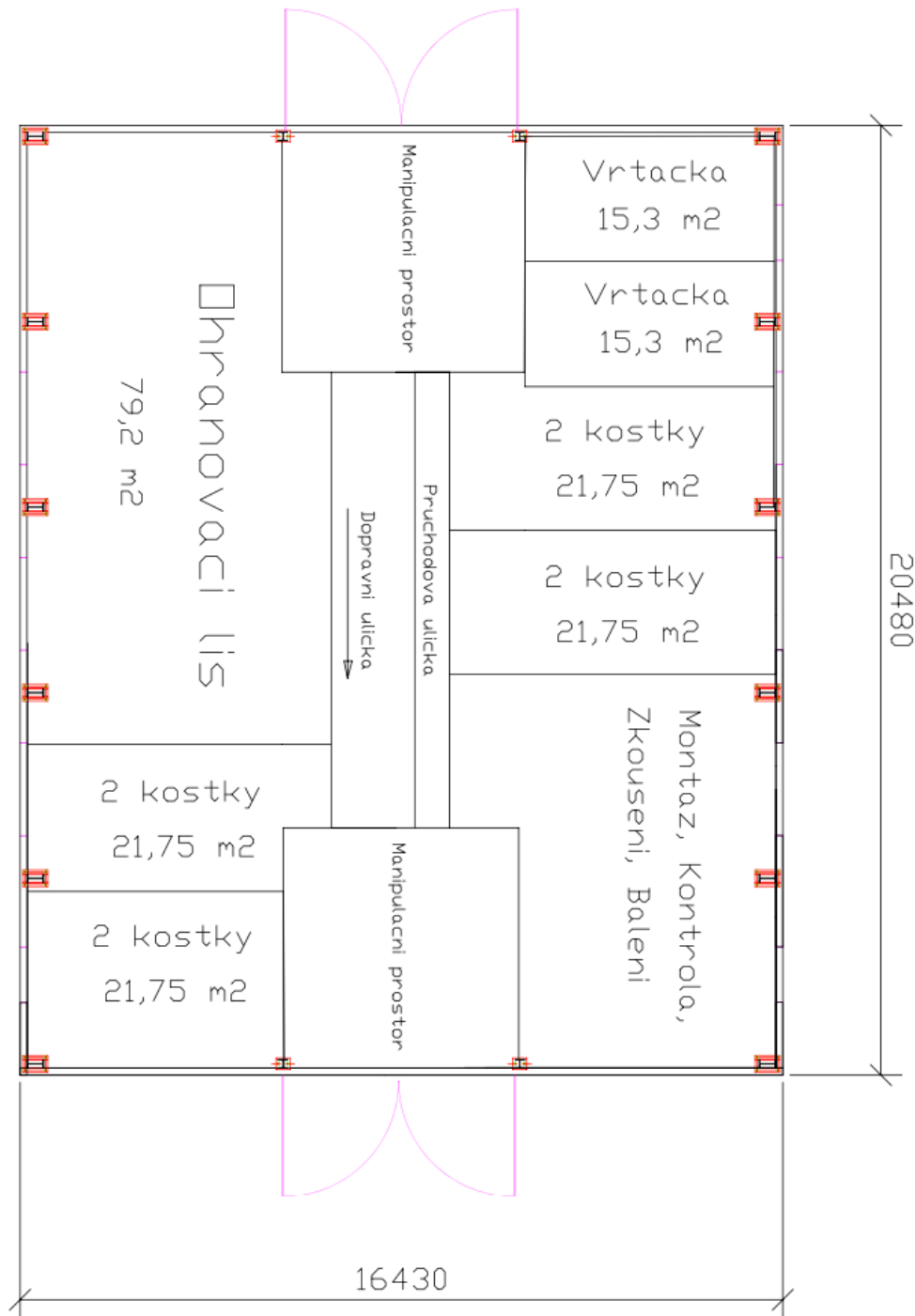
V rámci řešení se původní hala P téměř transformuje na oddělené brusné pracoviště, které zahrnuje zmíněné brusné pracoviště, plazmové pracoviště a pilu. Zbývající prostor haly je využit pro skladování, viz obrázek 35.



Obrázek 35: Využití haly P pro variantu B

4.5.3.2 Hala S

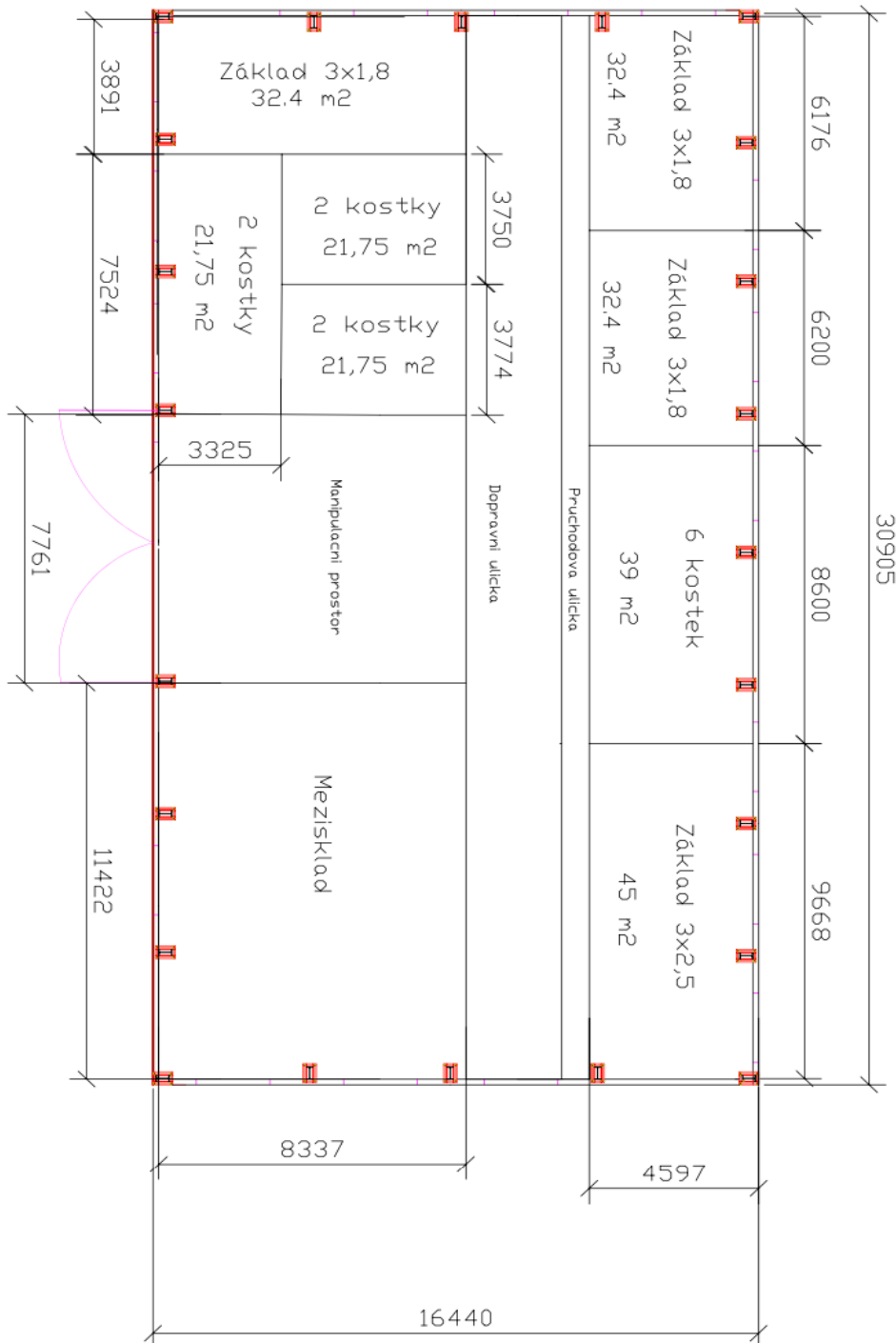
V řešení B slouží hala S jako multifunkční prostor. V dispozičním plánu této haly se nachází svařovací pracoviště typu 2 kostky, což jsou nejmenší možná pracoviště. Předpokládá se přemístění ohraňovacího lisu z haly P, primárně z důvodu opravy podlahy v hale P, ale taktéž z důvodu usnadnění manipulace s ohýbanými výpalky, se kterými bude možné manipulovat i pomocí jeřábu, který je k dispozici v hale S. Tento způsob manipulace lze následně využít i pro montáž, vrtání a samozřejmě pro svařování. Díky umístění pouze určitých svařovacích pracovišť jsou eliminovány časy čekání na jeřáb, které snižují efektivitu výroby v současnosti. Situace je zobrazena na obrázku 36.



Obrázek 36: Dispoziční řešení haly S pro variantu B

4.5.3.3 Hala S2

Hala S2 je v rámci řešení B využita výhradně jako svařovna a v podstatě nahrazuje původní halu S. Předpokládá se osazení většího jeřábu s nosností 8 tun. S ohledem na zkušenosti s provozem haly S bude hala S2 vybavena dvěma jeřáby na jedné jeřábové dráze. Druhý jeřáb s nosností 3,2 tuny bude převážně obsluhovat pracoviště s menšími svařenci. Rozložení jednotlivých pracovišť je znázorněno na obrázku 37.



Obrázek 37: Dispoziční řešení haly S2 pro variantu B

4.5.3.4 Kanceláře, sociální zařízení a ostatní

Vzhledem k tomu, že v této variantě zůstává zachován provoz v hale P, je také zpřístupněno druhé patro této haly, které disponuje dostatečným prostorem pro sociální zařízení, kanceláře apod. To znamená, že pro variantu B platí stejné řešení této problematiky jako pro variantu A.

4.5.4 Stavební koncepce hal S a S2

Hala S zůstane nezměněna s výjimkou přidání dalších vrat dle plánu v kapitole 4.4.4.. Naopak hala S2 je úplně nová. Díky této výstavbě byly definovány vyšší nároky – dříve zmíněná vyšší nosnost jeřábů.

Statický výpočet haly S2 s těmito parametry stanovil jako základní konstrukci I-profil, konkrétně IPE 360. I když nabídka na halu S2 pochází od jiného dodavatele než původní hala S, očekávají se pouze drobné konstrukční rozdíly, například jiné množství vyztužovacích prvků. Profil IPE 360 je doplněn o další I a U profily menších rozměrů sloužící jako výztuž a zavětrování, stejně jako profily dutého čtvercového a obdélníkového průřezu pro okna, dveře a podobné prvky. Základní konstrukce pro halu S2 je tedy podobná jako pro halu S, ačkoliv je hala S2 větší a má vyšší celkovou nosnost jeřábu.

4.5.5 Energetická náročnost

Oproti variantě A je zde uvažováno s novými jeřáby, konkrétně s jeřábem GJMJ 8t/15m a jeřábem GJMJ 3,2t/15m. Energetickou náročnost popisuje tabulka 46.

Tabulka 46: Energetická náročnost pro variantu B

Stroj	Výkon [kW]	Počet strojů	Celkový výkon [kW]
Jeřáb Demag 5tx15m	4,5	1	4,5
Svařování ESAB	2,45	12	29,4
Vrtačka VR4	3	2	6
Plasma	12	1	12
Ohraňovací lis Ermak	30	1	30
Jeřáb GJMJ 8t/15m	11	1	11
Jeřáb GJMJ 3,2t/15m	5	1	5
Úhlová bruska	2	2	4
Magnetická vrtačka	1,2	1	1,2
Pásová pila Bomar ProfiCUT	1,1	1	1,1

Celková energetická náročnost činí **104,2 kW**.

4.5.6 Investiční náročnost a návratnost

Pro variantu B se uvažuje výstavba druhé haly, tedy haly S2, náklady na její pořízení, včetně dvou jeřábů, činí 6 002 000 Kč. V tabulce 47 je uvedena zvlášť jeřábová dráha z důvodu, že je nabídnuta samostatně. [36]

Tabulka 47: Investice – varianta B [13] [36]

Varianta B		
Zarovnání plochy a beton	Výkopové práce	870 000 Kč
	Podsyp kamením	
	Bednění	
	Hutnění	
	Beton	
Hala S2	Konstrukce a panely	4 100 000 Kč
	Jeřáb 3,2 t	610 000 Kč
	Jeřáb 8 t	892 000 Kč
	Jeřábová dráha	400 000 Kč
Hala S	druhá vrata	90 000 Kč
	Přípojka vysokého napětí – trafostanice a sloup	1 103 500 Kč
Ostatní	Nová příjezdová cesta	800 000 Kč
	Elektroinstalace celkem	900 000 Kč
Hala P	Oprava podlahy	- Kč
	Dostavba sanity a kanceláří	- Kč
		9 765 500 Kč

Ve variantě B je v rámci analýzy pohybu vozidel pomocí Vehicle tracking předpokládaná okružní jízda areálem, což zahrnuje vytvoření druhé příjezdové cesty. Stejně, jako v případě varianty A, se očekávají opravy v hale P, které bude hradit majitel objektu, a tedy se předpokládá zvýšení nájmu. K finálnímu výsledku investice je nutné připočítat i technologickou část z kapitoly 4.3.9 v hodnotě 1 117 000 Kč, čímž se celková hodnota investice zvýší na 10 882 500 Kč. Roční odpis je předpokládán ve výši 1 088 250 Kč po dobu 10 let. S ohledem na pokračující platby nájemného je očekávaný roční zisk ve výši 1 806 300 Kč.

Výsledná návratnost při těchto podmínkách:

$$\text{návratnost} = \frac{\text{výše investice}}{(\text{zisk} + \text{odpisy})} = \frac{10\,882\,500}{(1\,088\,250 + 1\,806\,300)} = \mathbf{3,37 \text{ let}}$$

Celková výše investice a návratnost se pro tuto variantu jeví jako nejvyšší.

4.5.7 SWOT analýza

Tabulka 48: SWOT analýza pro variantu B [39]

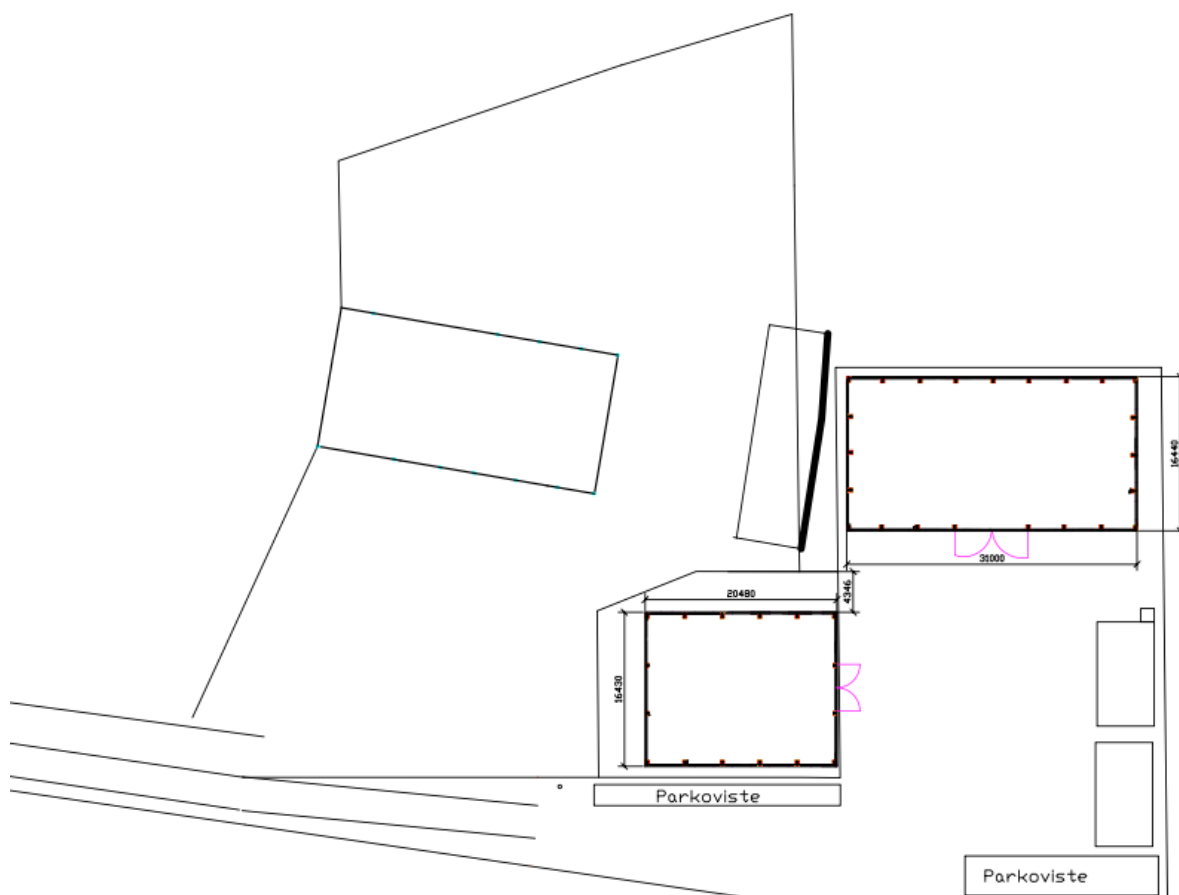
	Pomocné	Škodlivé
Vnitřní původ	Největší plošné možnosti výroby Největší plošné možnosti skladování Oddělení brusných operací	Potřeba 3 vedoucí a 3 zástupci Největší investice Nevyužitý prostor Nutno zajistit opravu haly P Vysoké provozní náklady
Vnější původ	Větší možnosti růstu Možnost výstavby lakovny Výroba větších svařenců Lepší dispozice přípravný	Vypovězení nájmu Nedostatek zaměstnanců Nedostatek práce Nedostatek strojů Nedostatek prostoru v kancelářích

4.6 Návrh řešení – Varianta C

4.6.1 Generel

Varianta řešení C zvažuje úplné opuštění pronajatých částí, tj. pozemků a současné přípravné haly (hala P), a vytvoření zcela nového areálu. V současnosti se v hale P ve druhém nadzemním podlaží nachází sanita pro zaměstnance a kanceláře. Tento prostor bude muset být nově vytvořen na pozemku společnosti. Plán řešení zahrnuje nákup obyvatelných buněk a případně jejich výstavbu do více nadzemních pater, pokud to bude nutné. Přesun sanitárních zařízení a kanceláří bude vyžadovat další investice, jako nové připojení elektřiny, vody a kanalizace.

Na generelu pro variantu řešení C se předpokládá, že se pro halu S pouze přesunou posuvná vrata na opačnou stranu haly a nová hala, podobně jako ve variantě B, bude zcela nově vybudovaná. Celý tento areál bude napojen na novou příjezdovou cestu, využitou již ve variantě B. Situaci zobrazuje obrázek 38.

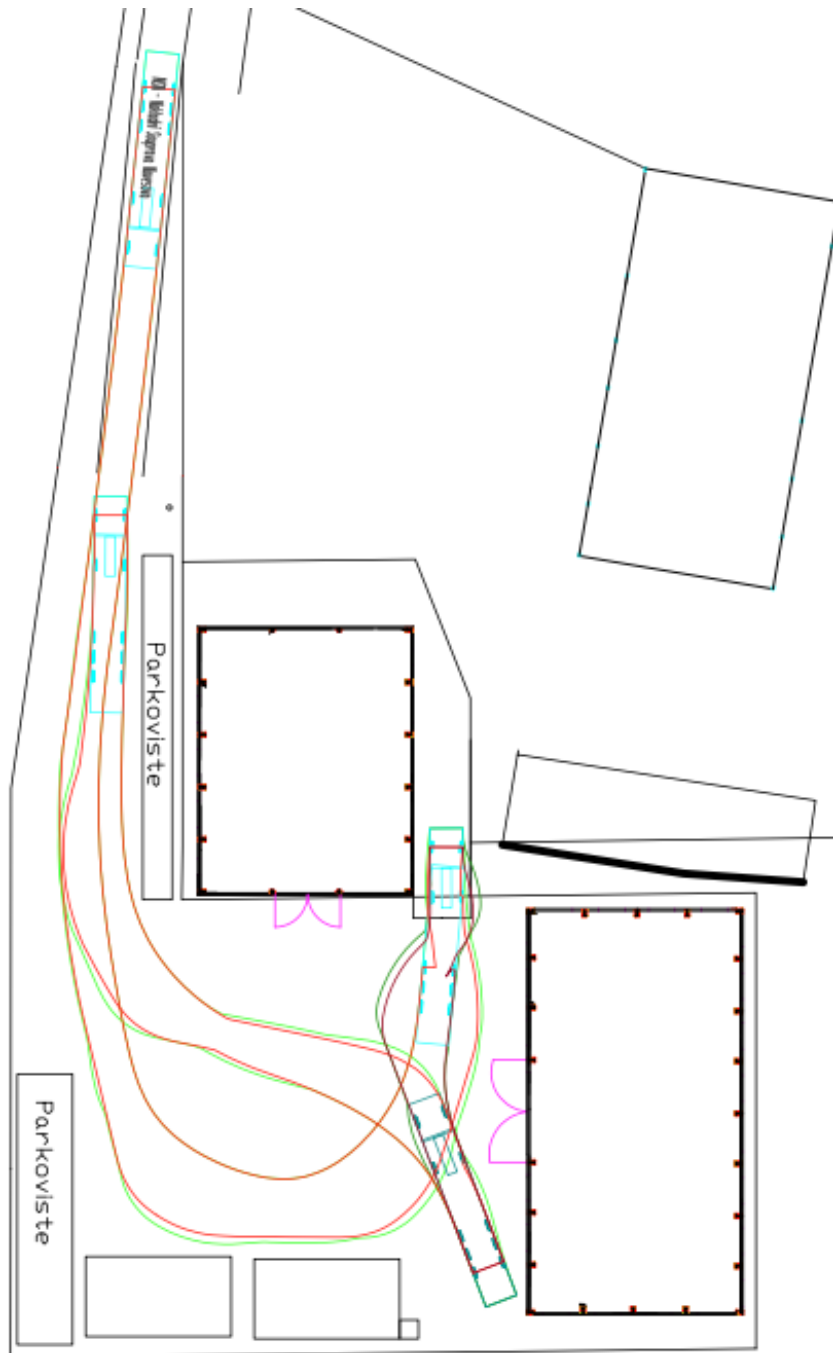


Obrázek 38: Část generelu varianty C

4.6.2 Vehicle tracking

Prostor mezi halami bude v tomto případě využíván jako nový areál společnosti a bude zároveň sloužit pro nakládku a vykládku kamionů. Vzhledem k rozměrům nového areálu a jinému tvaru

je analýza pohybu vozidel v tomto případě obzvláště podstatná. Provedená analýza je uvedena na obrázku 39.



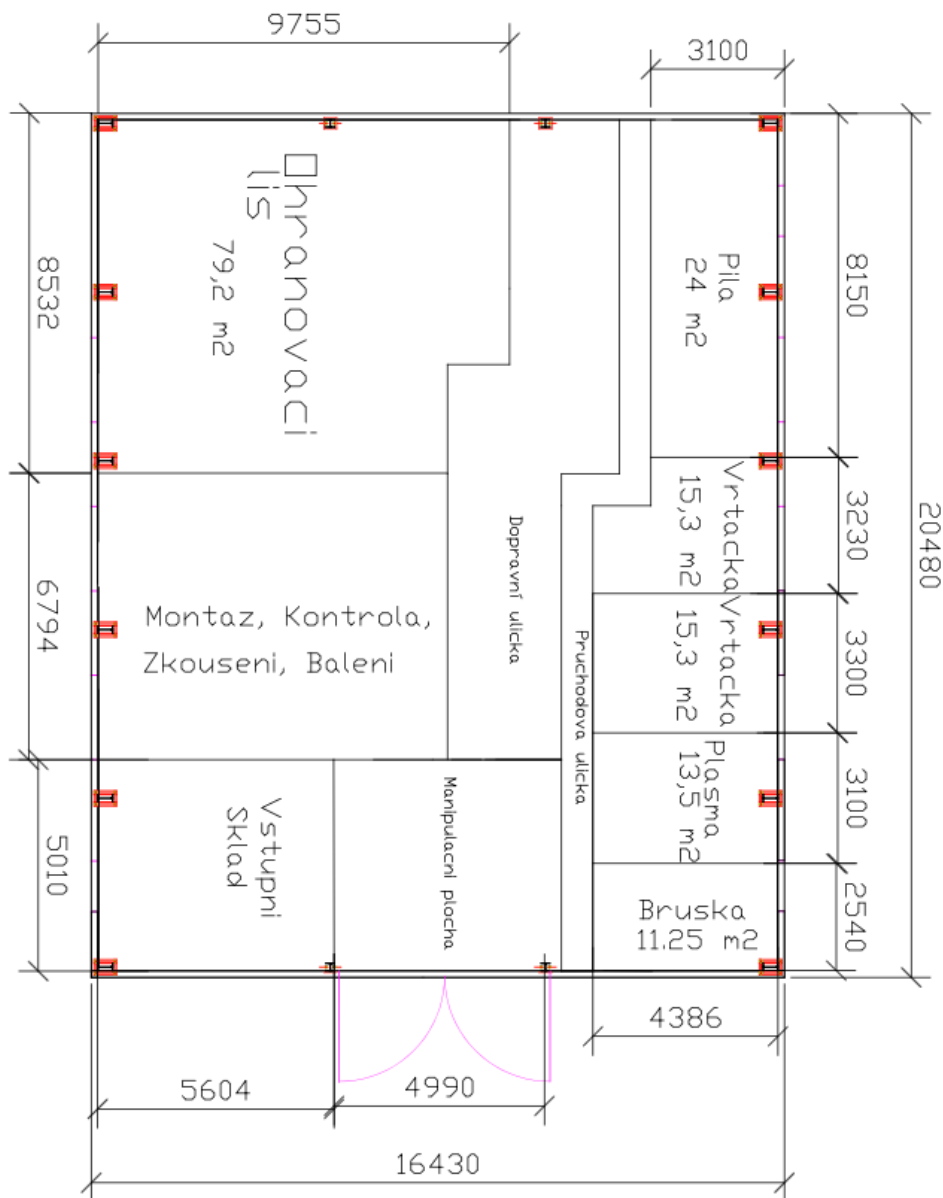
Obrázek 39: Pohled generelu varianty C – nákladní doprava

Po provedení analýzy simulace nákladní dopravy je klíčové převést plánované trasy do skutečnosti. Z obrázku je patrné, že vzniklý areál je méně praktický pro jednoduchý manévr, o to je podstatnější přesné vymezení pohybu kamionu na betonu pomocí nákresů a značek.

4.6.3 Dispoziční řešení

4.6.3.1 Hala S

Rozložení haly S pro variantu C je zobrazeno na obrázku 40. Z haly S se stala hala na přípravné operace, tedy hala disponuje vrtacími operacemi, ohraňovacím lisem, pilou, pálením a broušením. Operace pálení a broušení mohou být odděleny stěnou, je však nutné zajistit dostatečnou ventilaci.

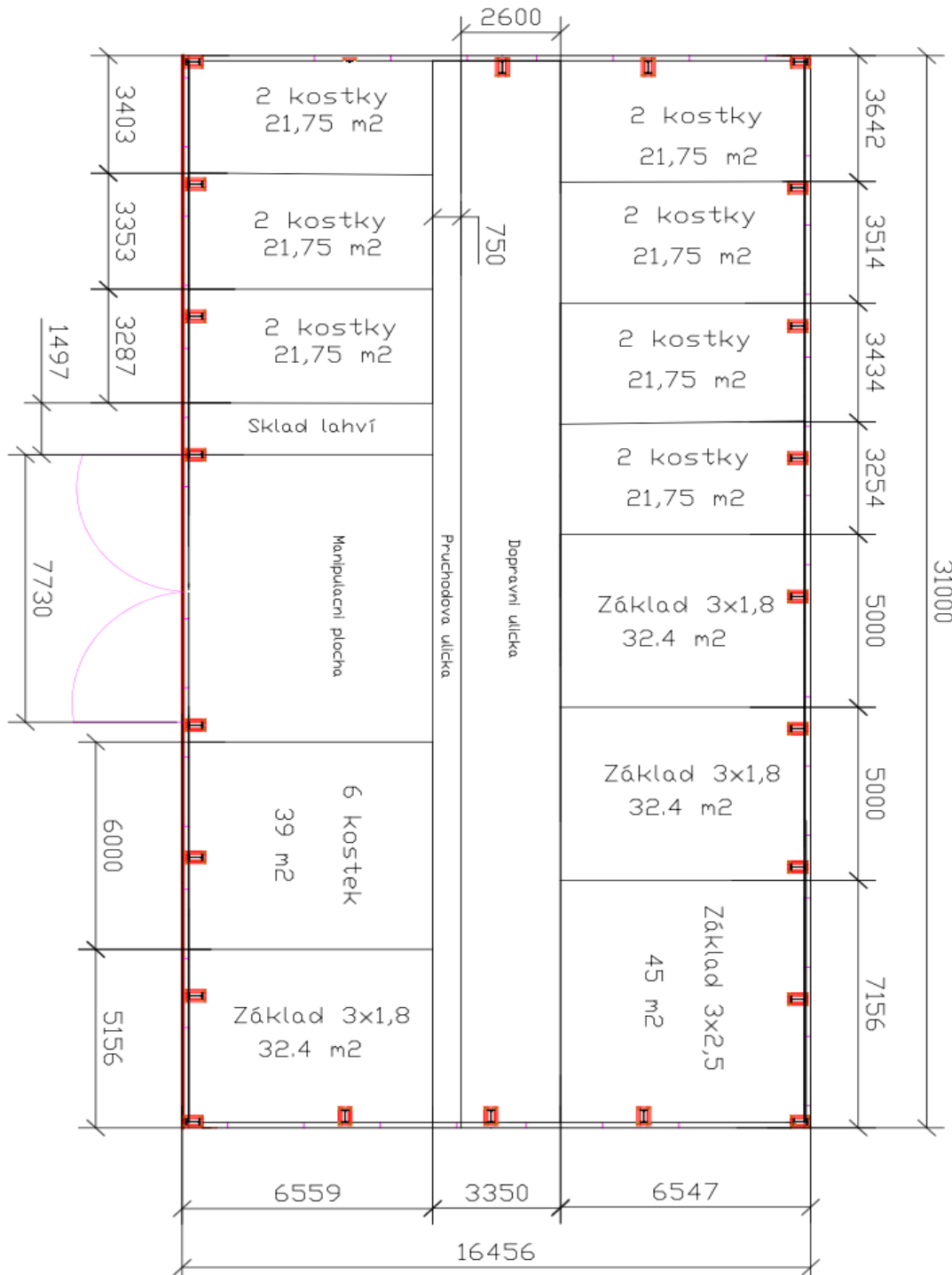


Obrázek 40: Dispoziční řešení varianty C – hala S

4.6.3.2 Hala S2

Do nově postavené haly budou umístěna pouze svařovací pracoviště, celkem jich bude 12. Vzhledem k požadavkům definovaným v analýze současného stavu se předpokládá osazení většího jeřábu o nosnosti 8 tun doplněného jeřábem o nosnosti 3,2 tuny. Obě jeřábové jednotky budou na jedné jeřábové dráze a budou vybaveny elektronickým systémem ochrany, který

zajistí, že se pojezd vypne při přiblížení na určitou vzdálenost. Vzhledem k rozložení je vhodné situovat menší pracoviště na jednu stranu haly a větší pracoviště na druhou stranu haly. Tímto způsobem se minimalizují časové ztráty způsobené čekáním na jeřáb a maximalizuje se využitelnost jednotlivých jeřábů. Situaci zobrazuje obrázek 41.



Obrázek 41: Dispozice varianty C – nově vystavěná hala S2

4.6.3.3 Kanceláře a ostatní prostory

S ohledem na plánované opuštění haly P v případě varianty C, včetně druhého patra, kde se nachází sociální zařízení a kanceláře, je nezbytné ve vznikajícím areálu společnosti vybudovat nové prostory pro zaměstnance. Pro návrh těchto prostor byly dodány výsledky z kapacitních výpočtů dle této práce. Výsledný nabízený projekt na klíč je znázorněn na obrázku 42. [36]



Obrázek 42: Projekt buněk [36]

4.6.4 Stavební koncepce hal S a S2

Pro variantu C hala S zůstane nepozměněna s výjimkou přesunutí vrat na opačnou stranu. Podrobný popis stavební koncepce této haly je v kapitole 4.4.4.

Hala S2 se uvažuje stejná jako hala S2 pro variantu B a její podrobný popis je uveden v kapitole 4.5.4.

4.6.5 Energetická náročnost

Vzhledem k cílenému zanedbání spotřeby elektřiny pro světla a výrobu tepla je energetická náročnost strojů a zařízení stejná jako pro variantu B v kapitole 4.5.5., viz tabulka 49.

Tabulka 49: Energetická náročnost varianty C

Stroj	Výkon [kW]	Počet strojů	Celkový výkon [kW]
Jeřáb Demag 5tx15m	4,5	1	4,5
Svařování ESAB	2,45	12	29,4
Vrtačka VR4	3	2	6
Plasma	12	1	12
Ohraňovací lis Ermak	30	1	30
Jeřáb GJMJ 8t/15m	11	1	11
Jeřáb GJMJ 3,2t/15m	5	1	5
Úhlová bruska	2	2	4
Magnetická vrtačka	1,2	1	1,2
Pásová pila Bomar ProfiCUT	1,1	1	1,1

Celková náročnost, stejně jako ve variantě B, činí 104,2 kW.

4.6.6 Výše investice a předpokládaná návratnost

Investiční rozpočet a ceny nutné pro výstavbu varianty C uvádí tabulka 50.

Tabulka 50: Výše investice varianta C [13] [36]

Zarovnání plochy a beton	Výkopové práce	870 000 Kč
	Podsyp kamením	
	Bednění	
	Hutnění	
	Beton	
Hala S2	Konstrukce a panely	4 100 000 Kč
	Jeřáb 3,2 t	610 000 Kč
	Jeřáb 8 t	892 000 Kč
	Jeřábová dráha	400 000 Kč
Energetická část	Vrt a připojení	220 000 Kč
	Přípojka vysokého napětí – trafostanice a sloup	1 103 500 Kč
	Odpadní voda	300 000 Kč
Ostatní	Buňky pro kancelář a sanitu	2 300 000 Kč
	Nová příjezdová cesta	800 000 Kč
	Elektroinstalace celkem	900 000 Kč
Celkem		12 495 500 Kč

Celková výše investice pro stavební část v případě varianty C je 12 495 500 Kč bez DPH. Celkové náklady, včetně 1 117 000 Kč za technologickou část, činí 13 612 500 Kč. Odpisy jsou zde také na 10 let, tedy roční odpis činí 1 361 250 Kč. V této variantě se uvažuje úplné

vynechání pronajatých částí, tedy k zisku je nutné připočítat výdaje na nájemné, kdy se výsledný zisk předpokládá ve výši 2 382 300 Kč.

Výsledná návratnost při těchto podmínkách:

$$\text{návratnost} = \frac{\text{výše investice}}{(\text{zisk} + \text{odpisy})} = \frac{13\,612\,500}{(1\,361\,250 + 2\,382\,300)} = \mathbf{3,33 \text{ let}}$$

Doba návratnosti této varianty je hodnotou mezi variantou A a variantou B. Celková výše investice je sice nejvyšší, avšak vzhledem k plánu opuštění haly P dojde ke snížení počtu let pro návratnost, protože se zisk zvýší o částku na plánované nájemné za rok.

4.6.7 SWOT analýza

Pro tuto variantu byla vypracována SWOT analýza sloužící pro následný proces rozhodování nejvýhodnější varianty, viz tabulka 51.

Tabulka 51: SWOT analýza varianty C [39]

	Pomocné	Škodlivé
Vnitřní původ	<p>Zvýšení stability firmy Usnadnění práce na ohraňovacím lisu Postačují 2 vedoucí haly Nízké provozní náklady Kanceláře a sanita dle výpočtů</p>	<p>Vysoká investice do nevýrobních prostor Složitá kamionová doprava Další růst pouze změnou UP Bez lakovny</p>
Vnější původ	<p>Lepší dispozice přípravny Výroba větších svařenců</p>	<p>Nedostatek skladovacích prostor Nedostatek prostoru v halách Nedostatečné oddělení brusek</p>

5 Výběr varianty

5.1 Porovnání jednotlivých dispozičních řešení – klíčové prvky

Tato kapitola se věnuje srovnání jednotlivých variant s ohledem na analýzy dříve provedené a poskytuje slovní hodnocení jednotlivých variant v rámci určitých kritérií. Každá část analyzuje varianty s ohledem na jejich efektivitu a možné další přínosy, řazené od nejlepší varianty po nejhorší. Data ze slovního hodnocení dále slouží k multikriteriální analýze v další kapitole. Data pro slovní hodnocení jednotlivých variant vychází z analýzy současného stavu, výpočtu výše investice a plánované návratnosti a ze SWOT analýzy.

Možnosti následného růstu:

Z pohledu možnosti následného růstu varianta A neposkytuje přílišné možnosti růstu ve výrobních kapacitách, ale umožňuje rozšíření aktivit firmy do dalších zařízení, které mohou mít za cíl snížit závislost na kooperaci a tím zvýšit konkurenceschopnost společnosti. Důvodem těchto možných investic je velká nevyužitá plocha na pozemcích firmy.

Varianta B přináší největší potenciál pro rozvoj, protože disponuje rozsáhlou až nadměrnou plochou pro výrobu. Pokud tendence růstu v dalších pěti letech bude intenzivní jako v současném pětiletém plánu, tato varianta je nejvhodnější pro pokrytí těchto potřeb v současném stavu pozemků a územního plánu.

Varianta C nenabízí žádné alternativní možnosti expanze s výjimkou zvětšení areálu společnosti přes získání pozemků a změnu územního plánu.

Pořadí:

1. Varianta B
2. Varianta A
3. Varianta C

Osamostatnění:

Varianta A nenabízí možnost fungování společnosti pouze na pozemcích a prostorách v jejím vlastnictví, neboť dispozičně prodloužená hala nepojme veškeré strojní vybavení a pracoviště.

Varianta B teoreticky možnost osamostatnění nabízí tak, že se opustí hala P a z varianty B se stane varianta C.

Varianta C již předpokládá ukončení nájemního vztahu v hale P.

Pořadí:

1. Varianta C
2. Varianta B
3. Varianta A

Míra překročení požadavků – z kapitoly 3.2 – nedostatečný skladovací prostor:

Všechny varianty plní požadavky na skladování polotovarů, hotových výrobků, případně mezisklady, ale velikost skladovacích prostor je pro jednotlivé varianty jiná.

Varianta A předpokládá umístění rozsáhlého přístřešku zakresleného v generelu, který by sloužil primárně ke skladování hotových výrobků a polotovarů, čímž by byly částečně chráněny vůči povětrnostním vlivům.

Varianta B disponuje rozsáhlými skladovacími prostory uvnitř hal, což může v budoucnu přinést snížení potřeb brusného pracoviště, protože by byl umožněn nákup již opískovaných výpalků.

Varianta C disponuje menším skladovacím prostorem oproti variantě B a A, přičemž některé věci se skladují uvnitř haly a některé ve venkovním přístřešku zakresleném v generelu.

Pořadí:

1. Varianta B
2. Varianta A
3. Varianta C

Míra překročení požadavků – z kapitoly 3.2 – podlaha v hale P:

Varianta A předpokládá opravu podlahy v hale P, která spadá do odpovědnosti majitele objektu. Po opravě stoupne nájemné. Pro opravu je však nutné přestěhování ohranovacího lisu a dočasně i ostatního strojního zařízení.

Varianta B představuje podobný scénář jako varianta A

Varianta C nepočítá s využitím haly P, a proto se podlaha v této hale stává nepodstatným tématem.

Pořadí:

1. Varianta C
2. Varianta B/Varianta A

Míra překročení požadavků – z kapitoly 3.2 – obtížná manipulace v hale P:

Varianta A počítá s využitím haly P, kde není možné použít jinou manipulační metodu než ruční nebo pomocí vysokozdvizného vozíku, protože statika budovy neumožňuje instalaci jeřábu. Tento problém do jisté míry zůstává, pouze snížením počtu pracovišť v hale P se stal méně důležitým.

Varianta B zahrnuje také využití haly P, ale v dispozičním plánu se zde nachází ještě nižší počet pracovišť, tedy problém je ještě nižší důležitosti než ve variantě A.

Varianta C nepočítá s využitím haly C, čímž tento problém zcela eliminuje.

Pořadí:

1. Varianta C
2. Varianta B
3. Varianta A

Míra překročení požadavků – z kapitoly 3.2 – přeplněné haly:

Problém s přeplněností hal byl úspěšně vyřešen pomocí stanovení koeficientu plnění norem, u kterého je nutné ověření firmou, zda je stejný pro ostatní typové představitele. Díky koeficientu blízko k reálnému stavu byly kapacitní výpočty přesnější, a tedy se nepředpokládají rozdíly oproti skutečnosti.

Investice a návratnost variant

Podle dat z kapitoly 4 týkající se investic a návratnosti jsou výsledky následující. Pro variantu A je výše investice 7 800 500 Kč s předpokládanou návratností 2,58 let. Pro variantu B činí výše investice 10 882 500 Kč s předpokládanou návratností 3,37 let. Pro variantu C je výše investice 11 962 500 Kč s předpokládanou návratností 3,03 let.

Je zřejmé, že z pohledu investice a návratnosti se jeví jako nejvhodnější varianta A. Naopak varianta B má nižší hodnotu investice než varianta C, ale doba návratnosti z důvodu nájemního vztahu je delší, tedy meziroční zisk je nižší. Varianta C představuje největší investici, avšak doba návratnosti je nižší než u varianty B, ale vyšší než u varianty A.

Pořadí:

1. Varianta A
2. Varianta C
3. Varianta B

5.2 Multikriteriální rozhodovací analýza

Kapitola 5.1 až 5.2 se zabývala popisem všech zjištěných předností a nedostatků jednotlivých variant řešení, které byly využity pro stanovení kritérií v multikriteriální rozhodovací analýze. Využitá analýza pro tento případ je vícekritériální analýza bodovací s váhami. Váhy byly sestavy na základě konzultace se zadavatelem. Bodovací systém pro analýzu je od 1 = nejhorší, po 10 = nejlepší. [41]

Postup vyhodnocení dále spočívá v přepočtu jednotlivých bodů na body s váhou, tedy pro případ výše investice varianty A je výsledek následující:

$$\text{hodnota bodů s váhou} = \text{body} \times \text{váha kritéria}$$

$$\text{hodnota bodů s váhou} = 5 \times 0,4 = 2$$

Hodnoty bodů s váhou se následně pro každou variantu skalárně sečtou, čímž se získá výsledná hodnota varianty dle jednotlivých kritérií. Tabulka se vyhodnocuje tak, že nejvyšší hodnota se jeví jako ta nejlepší. Dle tabulky 52 jsou výsledky následující:

Tabulka 52: Multikriteriální analýza bodovací s váhami

Kritérium	Váha	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Výše investice	0,4	5	7,5	10
Doba návratnosti	0,7	10	5	7,5
Možnosti růstu	0,8	10	7	4
Osamostatnění	0,4	2	7	10
Velikost možných skladů	0,6	8	10	5
Podlaha v hale P	0,8	5	6	10
Obtížná manipulace v hale P	0,6	5	7	10
Velikost pracovního prostoru	0,4	6	10	6
Oddělení brusných prací	0,3	6,5	10	5
Provozní náklady	0,8	5	2	9
Nárůst mezd z důvodu vytvoření pozic	0,9	5	2	8
Zvýšení maximální hmotnosti svařenců	0,6	2	10	10
Rozšíření z hlediska dalších operací	0,4	8	7	3
Snadnost nakládky a vykládky kamionů	0,5	7	10	3
Součet bez vah		84,5	100,5	185
Součet s váhami		50,35	54,1	60,45
Pořadí		3	2	1

Dle této metody je nejvhodnějším řešením varianta C.

1. Varianta C s 60,45 body
2. Varianta B s 54,1 body
3. Varianta A s 50,35 body

5.3 Vyhodnocení variantní studie

V multikriteriální studii bodové s váhami, která je popsána v kapitole 5.2, se jako nejvhodnější varianta řešení jeví varianta C. Tato varianta představuje úplné osamostatnění společnosti a výstavbu celého nového areálu vedle současného areálu. To zahrnuje opuštění nájemního prostoru a výrobu zajištěnou pouze ve dvou halách, konkrétně v hale S a hale S2. Halu S2 je nutné nově postavit spolu s obyvatelnými buňkami pro zajištění zázemí pro zaměstnance.

6 Závěr

První část se zaměřovala na analýzu současného stavu, kde byly identifikovány vstupy jako možnosti rozšíření, územní plán a majetkové poměry v rámci pozemků. Byly rovněž identifikovány současné nedostatky a problémové situace, které bylo potřeba v nových variantách odstranit. Mezi hlavní nedostatky patřil stav haly P, který vyžadoval rekonstrukci podlahy, hala zároveň neumožňovala osazení jeřábu, čímž se komplikovala manipulace s materiálem, dále problém s hlučným a prašným prostředím zapříčiněný brusnými operacemi, které nebyly vhodně odděleny od obrábění, ohýbání, pálení a montáže. Další nedostatky zahrnovaly nedostatečné skladovací kapacity a plné plošné vytížení obou výrobních hal, tedy haly P a haly S.

Ve druhé části – analytickém návrhu variant, byly provedeny kapacitní výpočty, přičemž bylo nutné definovat vstupní parametry pro zajištění výsledků nejbližší k reálnému stavu. Výpočty se opíraly o pětiletý plán, který uváděl předpokládaný rozvoj společnosti ve výrobě základních typových představitelů, a také se opíral o koeficient plnění norem, definovaný z racionalizační práce [9] provedené metodou REFA. Dále dle dat provedených NDT zkoušek byla stanovena zmetkovitost. Kapacitní výpočty byly provedeny variantně, aby bylo možné definovat rozdíly a důležitost koeficientu plnění norem, a tedy i kritické nutnosti provedení racionalizačních prací pro ostatní typové představitele. Největší rozdíly ve variantním výpočtu činil počet svařovacích pracovišť a počet ohraňovacích lisů, tedy možný požadavek na nákup druhého lisu, který by navýšil investiční náklady o cca pět milionů Kč.

Ve třetí části byly zpracovány a zkoumány konkrétní varianty řešení. Celkem byly navrženy tři varianty. Pro varianty byl zakreslen generel a dispoziční plán, vypracované řešení manipulace s materiálem, plán dopravních cest, skladování, analýzy pohybu kamionu v areálu, tedy jeho obalových křivek apod. První varianta vycházela z původního návrhu z roku 2021 [7], který počítal s prodloužením haly S za účelem zvýšení výrobní kapacity při minimálních investičních nákladech. Mezi přednosti této varianty se jednoznačně řadily právě plánované náklady, ale i doba návratnosti. Největší problém byl osazený pouze jeden jeřáb v prodloužené hale S, který by značně navyšoval výrobní časy. Druhá varianta, označená jako varianta B, představovala výstavbu nové haly označené jako hala S2. Tato varianta disponovala největším výrobním prostorem ze všech variant, který z pohledu kapacitních výpočtů byl až nadbytečný. Mezi nevýhody se jednoznačně řadily předpokládané vysoké provozní náklady, a také nejdelší doba návratnosti investice. Třetí varianta C se velmi podobá variantě B s tím rozdílem, že se předpokládá opuštění nájemního vztahu, tedy haly P a přilehlého areálu. V této variantě bylo třeba doplnit výrobní prostory i nevýrobními pomocí obyvatelných buněk, protože zbylé dvě varianty předpokládaly výskyt těchto prostor ve druhém patře haly P. Varianta C má ze všech variant nejvyšší investiční náklady, ale vzhledem k opuštění nájemního vztahu je doba návratnosti kratší než ve variantě B.

V poslední části byl realizován výběr nejvhodnější varianty řešení. Tento výběr byl proveden multikriteriální analýzou s body a váhou, která vycházela z dat získaných SWOT analýzou a výpočtem výše investice a doby návratnosti. Ostatní kritéria vycházely ze slovního hodnocení, případně z analýzy pohybu vozidel Vehicle Tracking. Na základě této analýzy byla nejvhodnější volbou varianta C, která v součtu získala 60,45 bodů, jako druhá skončila varianta B s 54,1 body a poslední byla varianta A s 50,35 body.

K nejvhodnější variantě C, tedy k variantě předpokládající opuštění nájemních vztahů, byl vypracován podrobnější dispoziční plán obou hal, tedy haly S a haly S2 a dále výsledný generel společnosti zahrnující i obyvatelné buňky se zázemím pro zaměstnance. Tyto výkresy jsou součástí přílohy.

Seznam použitých zdrojů

- [1] Zelenka M., Král M.: *Projektování výrobních systémů*. Praha, ČVUT 1995.
- [2] Miller A., Bureš M., Kurkin O., Pešl J.: *Projektování výrobní základny - praktická a teoretická část*. Plzeň, SmartMotion 2013.
- [3] Zelenka A., Volf L., Poskočilová A.: *Projektování výrobních systémů – Návod na cvičení*. Praha, ČVUT 2009.
- [4] Košturiak J., Gregor M., Mičieta B., Matuszek J.: *Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie*. Žilina, Žilinská univerzita v Žilině 2000.
- [5] Hlavenka B.: *Projektování výrobních systémů*. Brno, Vysoké učení technické v Brně 2005.
- [6] SH Weld s.r.o. » Výroba svařovaných konstrukcí a strojů . *SH Weld s.r.o. » Výroba svařovaných konstrukcí a strojů* [online]. Copyright © 2014 SH Weld s.r.o. [cit. 12.08.2023]. Dostupné z: <http://www.shweld.cz/>
- [7] Sládková, Z. 2021: *Návrh nového výrobního systému ve společnosti SH Weld s.r.o.* Plzeň: ZCU fakulta strojní. Publikovaná diplomová práce [online]. [cit. 12.08.2023]. Dostupné z: <https://www.arup.cas.cz/wp-content/uploads/2010/10/AR-citace.pdf>
- [8] Marushka. *Nahlížení do katastru nemovitostí*. [Online]. 2023. [cit. 12.08.2023]. Dostupné z: <http://sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=2EDA9E08&MarQParam0=1352260433&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>
- [9] Sládková, Zuzana. *Racionalizace na výrobním a montážním pracovišti olejových van*. Plzeň. 2019. Bakalářská práce. Západočeská univerzita, Fakulta strojní, Katedra technologie obrábění.
- [11] Bc. Jaroslav Samek. Územní plán Neurazy [online]. Nepomuk. MÚ Nepomuk, Listopad 2021 [cit. 12.08.2023] . Dostupné z: <https://www.nepomuk.cz/article-files/3917-11-2021-up-neurazy-text.pdf>
- [12] Ing. Arch. Blanka Hysková. Územní plán Neurazy – hlavní výkres Partoltice, Radochovy [online]. Nepomuk. MÚ Nepomuk, Listopad 2021 [cit. 12.08.2023]. Dostupné z: <https://www.nepomuk.cz/article-files/3932-11-2021-n3-a-hlavni-vykres.pdf>
- [13] Interní dokumenty poskytnuté společností SH Weld s.r.o.
- [14] Repoz.cz. *Vrtáčka radiální VR4*. [online]. [cit. 24.09.2023]. Dostupné z: <https://repoz.cz/vrtacka-radialni-vr4>.
- [15] GINDUMAC. *Kovosvit MAS VR 4*. [online]. [cit. 24.09.2023]. Dostupné z: https://www.gindumac.cz/produkt/kovosvit-mas-vr-4_CZ-DRI-KOV-1986-00001.
- [16] MachineryLine. *MAS Mk4 - radiální vrtáčky*. [online]. [cit. 24.09.2023]. Dostupné z: <https://machineryline.cz/-/prodej/radialni-vrtacky/MAS/Mk4--23110612493349090700>.
- [17] Legnex. *Pasová pila Bomar Proficut 275 230 DG*. [online]. [cit. 24.09.2024]. Dostupné z: <https://www.legnex.cz/pasova-pila-bomar-proficut-275-230-dg>.
- [18] Bomar. *Ergonomic 275.230 DG – Návod k použití*. [online]. [cit. 24.09.2023]. Dostupné z: https://www.fipas.cz/editor/image/eshop_products_files/file_en_188.pdf.
- [19] Alfain. *Pegas 100 PLASMA*. [online]. [cit. 24.09.2023]. Dostupné z: <https://www.alfain.eu/z17801-pegas-100-plasma>.
- [20] Alfain. *Pegas 100 Plasma – Návod k obsluze a údržbě*. [online]. [cit. 24.09.2023]. Dostupné z: https://www.alfain.eu/static/_dokumenty/5/1/0/4/1/PEGAS-100-PLASMA-navod-CZ.pdf.
- [21] Sfcncclaser. [online]. [cit. 24.09.2024]. Dostupné z: <https://www.sfcncclaser.com/tandem-cnc-bending-machine.html>.
- [22] Svařování 123. *Origo MIG C420w PRO ESAB*. [online]. [cit. 24.09.2023]. Dostupné z: <http://svarovani123.com/svaovac-poloautomat-synergia-300/>.

- [23] ManualsLib. *ESAB ESABMig C240s Manuals* [online]. [cit. 24.09.2023]. Dostupné z: <https://www.manualslib.com/products/Esab-Esabmig-C240s-8977136.html>.
- [24] Svářečky obchod. *Pegas 200 AC/DC pulse PFC + hořák ARC 4M + plyn hadička + zemní kabel* [online]. [cit. 24.09.2024]. Dostupné z: https://www.svarecky-obchod.cz/akcni-sety-inventory/38772-pegas-200-ac-dc-pulse-pfc-horak-arc-4m-plyn-hadicke-zemnici-kabel.htm?gad_source=1.
- [25] Svařování Kolín. *Pegas 200 AC DC Pulse Smart návod CZ* [online]. [cit. 24.09.2023]. Dostupné z: https://www.svarovani-kolin.cz/fotky48859/fotov/_ps_226PEGAS-200-AC-DC-Pulse-Smart-navod-CZ.pdf.
- [26] Adaptalift. *H4.0-5.5FT.* [online]. [cit. 24.09.2023]. Dostupné z: <https://www.adaptalift.com.au/aalg-admin/resources/used/hyster-h4-0-5-5ft.pdf>.
- [27] Lectura Specs. *Čelní vysokozdvizné dieselové vozíky Hyster H4-0.* [online]. [cit. 24.09.2024]. Dostupné z: <https://www.lectura-specs.cz/cz/model/vysokozdvizne-voziky/celni-vysokozdvizne-dieselove-voziky-hyster/h4-0ft-5-1047412>.
- [28] CranesKit. *LX single girder suspension crane.* [online]. [cit. 15.01.2024]. Dostupné z: <https://www.craneskit.com/single-girder-suspension-crane-for-sale-good-price.html>.
- [29] Flyability. *NDT* [online]. [cit. 15.01.2024]. Dostupné z: <https://www.flyability.com/ndt>.
- [30] Duchek, Vladimír.: Přednášky z předmětu: Projektování výrobních systémů, Plzeň: ZČU 2023.
- [31] Závodní škola Bezpečnostního a ochranného sboru. *Uličky a dopravní značení komunikace na pracovišti* [online]. [cit. 15.01.2024]. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/ulicky-a-dopravni-komunikace-na-pracovisti>.
- [32] Požární ochrana. *Šířka uliček – komunikací – část 1.* [online]. [cit. 15.01.2024]. Dostupné z: <https://www.pozarni-ochrana.cz/sirka-ulicek-komunikaci-cast-1/>.
- [33] Požární ochrana. *Šířka uliček – komunikací – část 2.* [online]. [cit. 15.01.2024]. Dostupné z: <https://www.pozarni-ochrana.cz/sirka-ulicek-komunikaci-cast-2/>.
- [34] Vyhláška č. 8/2021 Sb. *Vyhláška o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů (katalog odpadů).* In. *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 20.02.2024]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-8#p3>
- [35] Vybavení firem. *Oboustranný konzolový regál, základní 200 x 270 x 119 cm, 6 480 kg, 36 konzolí* [online]. [cit. 20.02.2024]. Dostupné z: <https://www.vybaveni-firem.cz/oboustranny-konzolovy-regal-zakladni-200-x-270-x-119-cm-6-480-kg-36-konzoli-p189312>.
- [36] Cenové nabídky pro společnost SH Weld s.r.o.
- [37] Jeff Bartels. *Getting Started with Autodesk Vehicle Tracking* [online]. Publikováno 24.6.2020. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=Rvxq7VQkmVU&ab_channel=JeffBartels.
- [38] Transport & Environment. *Regulated dimensions of EU HGV tractor and trailer.* [online]. [cit. 20.02.2024]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Regulated-dimensions-of-EU-HGV-tractor-and-trailer-Copyright-Transport-Environment_fig1_282489276.
- [39] Wikipedia. *SWOT* [online], poslední aktualizace 24.05.2013 [cit. 02.03.2024], Dostupné z: < <https://cs.wikipedia.org/wiki/SWOT> >
- [40] Duchek, Vladimír.: Přednášky z předmětu: Projektování manipulace s materiálem, Plzeň: ZČU 2023.
- [41] Šimon Kovář.: *Hodnocení variant a výběru nejvhodnějšího řešení*, Liberec: TUL 2020 [online] [cit. 02.03.2024], Dostupné z: <https://elearning.tul.cz/mod/resource/view.php?id=224380>.

Přílohy

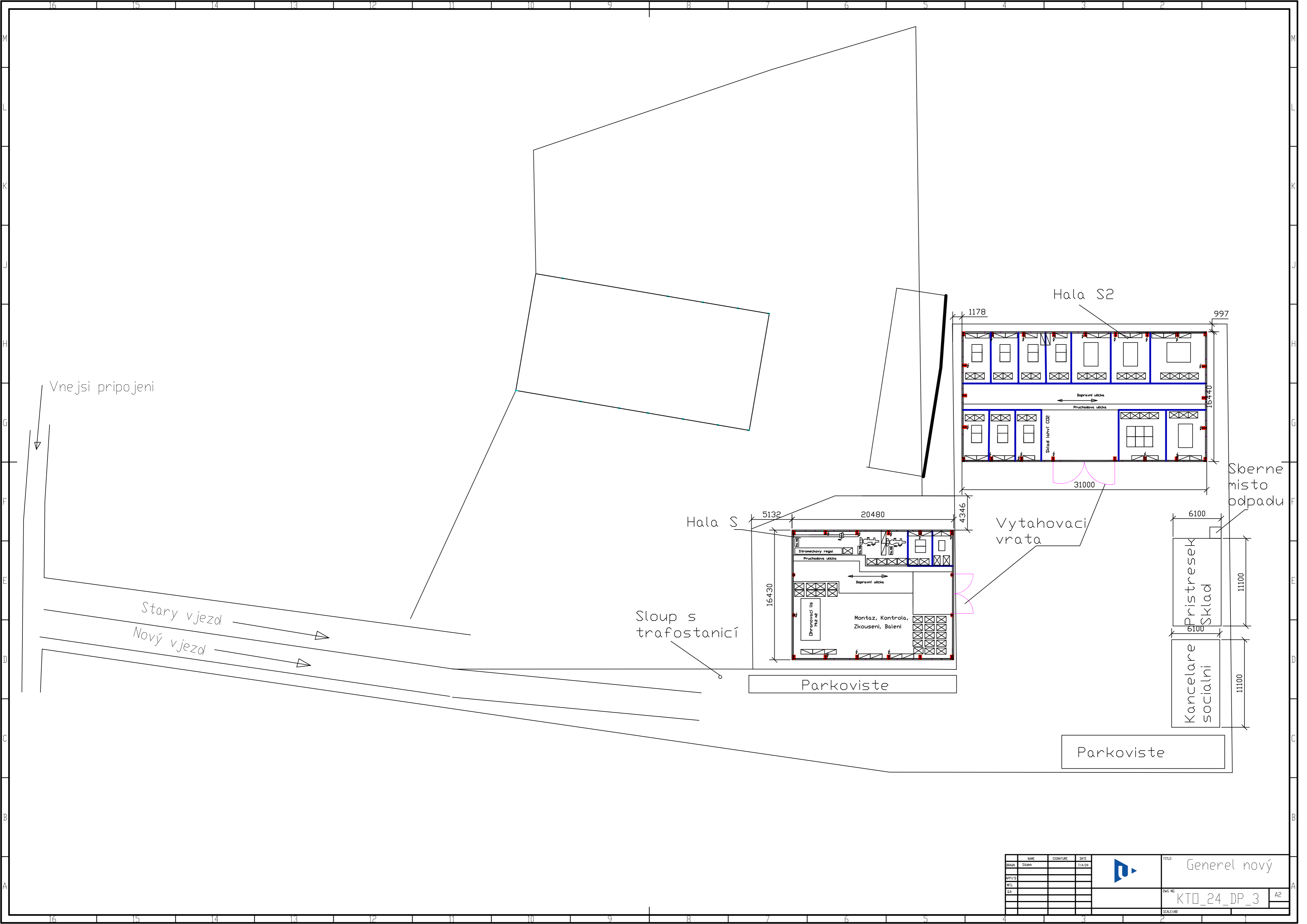
Výkresová dokumentace

(přiloženo v deskách)

Výsledný generel společnosti – číslo výkresu KTO_24_DP_3

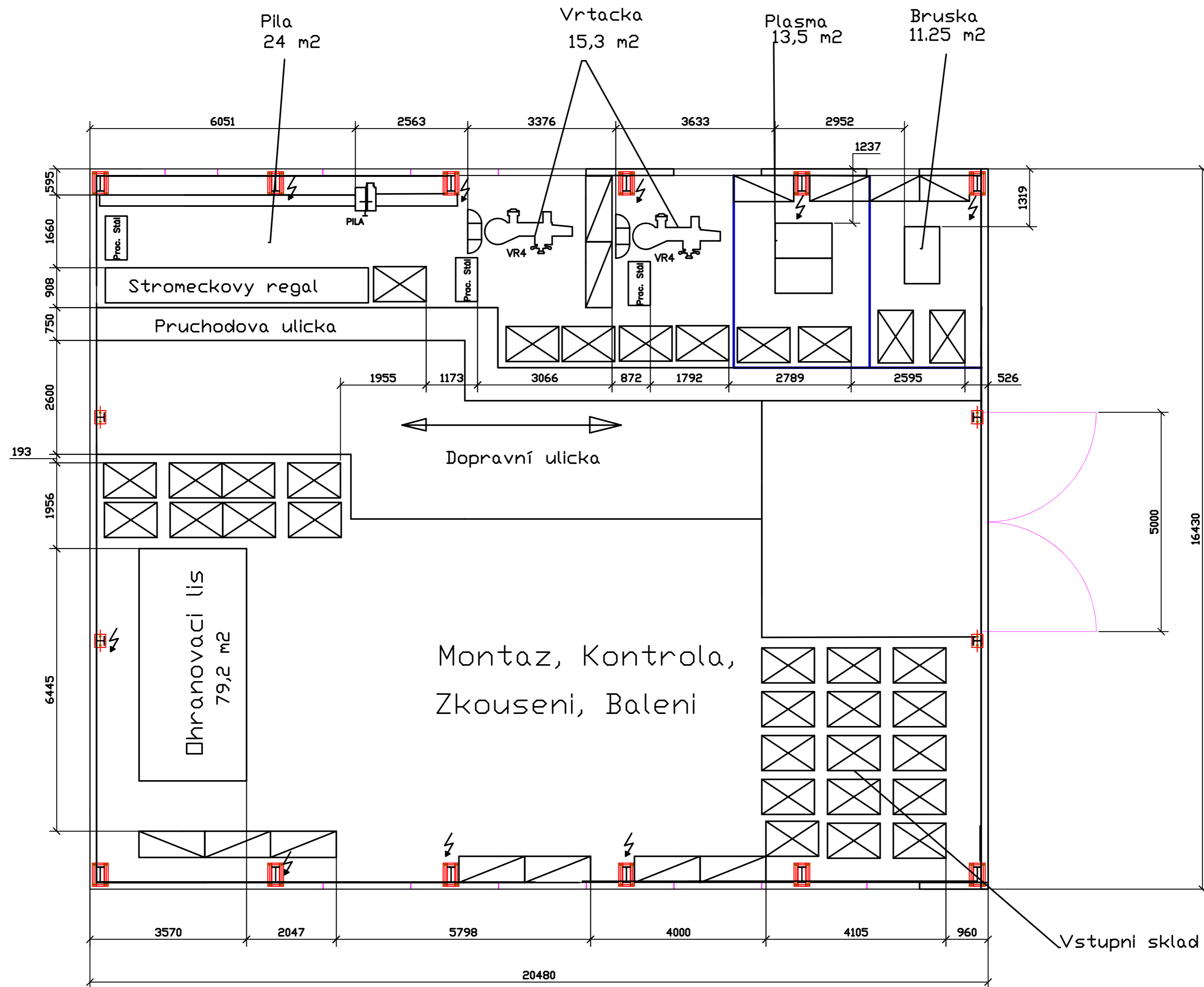
Dispoziční řešení haly S nové – číslo výkresu KTO_24_DP_1

Dispoziční řešení haly S2 nové – číslo výkresu KTO_24_DP_2



NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN: Stánek		7/4/24
APPV'3		
RFG		
QA		

		TITLE: Generel nový	
		DWG NO: KTO_24_DP_3	A2
		SCALE: 1:500	

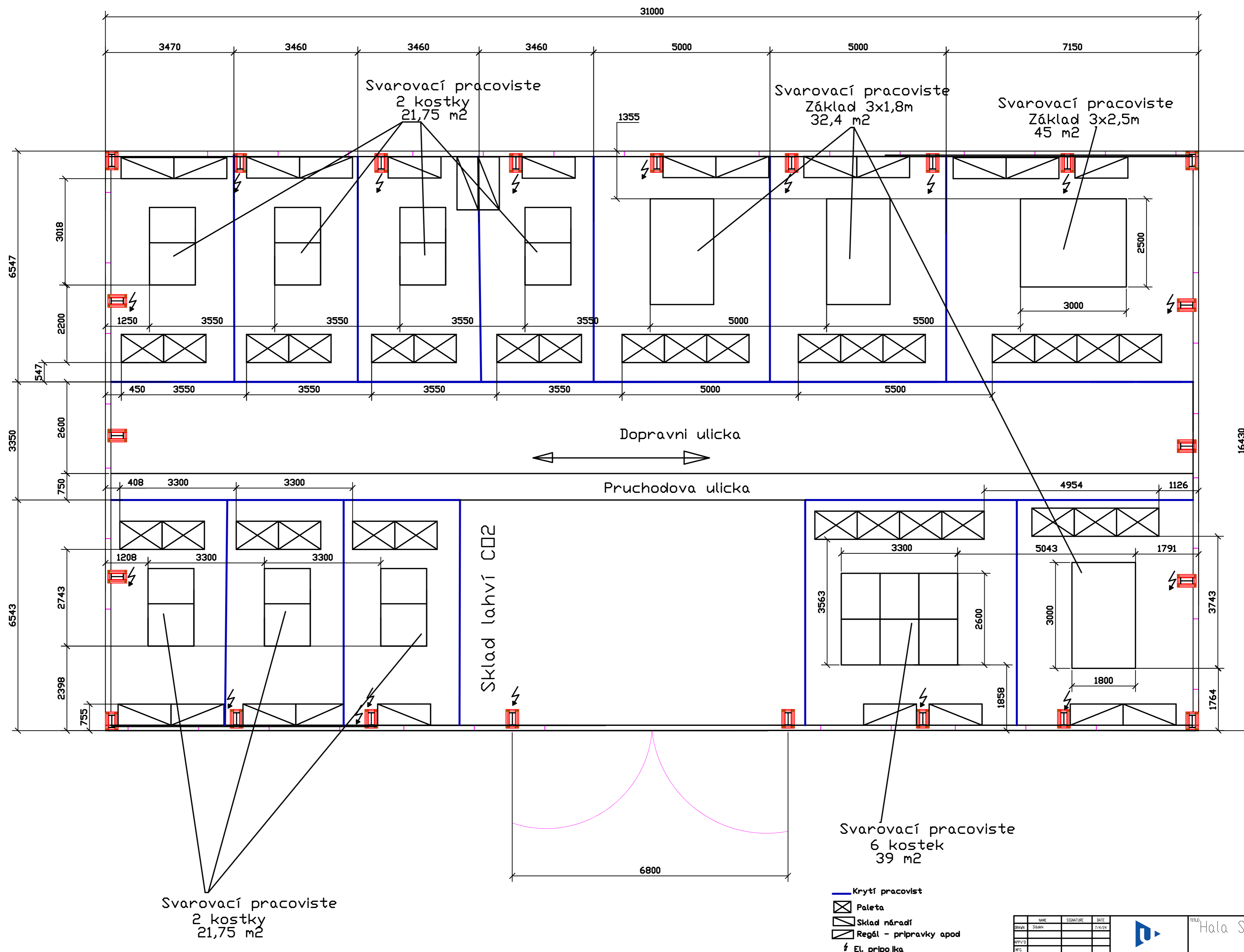


- Krytí pracovišť
- ☒ Paleta
- ☒ Sklad náradí
- ☒ Regál - pripravky apod
- ⚡ El. pripojka

NOVA	NAME	SIGNATURE	DATE



TITLE: Hala S-dispozicni
 reseni
 DWG NO: KTO_24_DP_1
 SCALE: 1:50
 A2



Svarovací pracoviště
2 kostky
21,75 m²

Svarovací pracoviště
Základ 3x1,8m
32,4 m²

Svarovací pracoviště
Základ 3x2,5m
45 m²

Dopravní ulička

Pruchodová ulička

Sklad lahví CO₂

Svarovací pracoviště
6 kostek
39 m²

Svarovací pracoviště
2 kostky
21,75 m²

- Krytí pracovišť
- ☒ Paleta
- ☒ Sklad náradí
- ☒ Regál - přípravky apod
- ⚡ El. přípojka

NOVÁ	NAZEV	PODKR	PODPIS	DATA



Titul: Hala S2-dispozicni
reseni
DWS NO: KTO_24_DP_2
A2