

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: Strojírenská technologie – technologie obrábění

DIPLOMOVÁ PRÁCE
Racionalizace výroby nádoby zhášecí tlumivky

Autor: **Bc. Jan Stoupenec**
Vedoucí práce: **Ing. Jiří Vyšata, Ph.D.**

Akademický rok 2016/2017

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta strojní
Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan STOUPENEC**
Osobní číslo: **S14N0037K**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Strojírenská technologie - technologie obrábění**
Název tématu: **Racionalizace výroby nádoby zhasací tlumivky**
Zadávající katedra: **Katedra technologie obrábění**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod do problematiky.
2. Analýza současného stavu výroby nádoby.
3. Návrh racionalizačních opatření.
4. Ekonomicko-technické vyhodnocení navrhovaných řešení.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**

Rozsah kvalifikační práce: **50 - 70 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- **LHOTSKÝ O. Organizace a normování práce v podniku. 1. vyd. Praha: ASPI, 2005. ISBN 80-7357-095-5.**
- **ZELENKA A., PRECLÍK V. Racionalizace výroby. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2004. ISBN 80-01-02870-4**
- **KOVAŘÍK R., ČERNÝ, F. Technologie svařování. 2. vyd. Plzeň: ZČU, 2000. 186 s. ISBN 80-7082-697-5.**
- **HLAVENKA B. Racionalizace technologických procesů. 3.vyd. Brno: VUT, 1996. 66 s. ISBN 80-214-0705-0.**
- **ZELENKA, A. Projektování výrobních procesů a systémů. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Vyšata, Ph.D.**
Katedra technologie obrábění

Konzultant diplomové práce: **Ing. Josef Luxa**
EGE, spol. s r.o.

Datum zadání diplomové práce: **17. října 2016**
Termín odevzdání diplomové práce: **2. června 2017**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Jan Rehof, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 19. října 2016

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne: 2. 6. 2017

.....
podpis autora

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Jiřímu Vyšatovi, Ph.D., vedoucímu mé diplomové práce, za odborné vedení, cenné připomínky a rady při zpracování této práce.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Stoupenec	Jméno Jan	
STUDIJNÍ OBOR	Strojírenská technologie – technologie obrábění		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Vyšata, Ph.D.	Jméno Jiří	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KTO		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Racionalizace výroby nádoby zhášecí tlumivky		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2017
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	103	TEXTOVÁ ČÁST	53	GRAFICKÁ ČÁST	15
---------------	-----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Cílem práce je racionalizace výroby nádoby zhášecí tlumivky. Součástí práce je odůvodnění výběru racionalizace nádoby zhášecí tlumivky, analýza technologického postupu výroby nádoby a analýza výrobního procesu. Na základě analýzy byla navržena racionalizační opatření. Ta byla posléze rovněž technicko-ekonomicky vyhodnocena. Závěrem je vyhodnocení celkové úspory racionalizace výroby nádoby.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Racionalizace, zhášecí tlumivka, nádoba, svařování

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Stoupenec	Name Jan
FIELD OF STUDY	Manufacturing processes – Technology of metal cutting	
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Vyšata, Ph.D.	Name Jiří
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO	
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Rationalization of production of Petersen coils container	

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KTO	SUBMITTED IN	2017
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	103	TEXT PART	53	GRAPHICAL PART	15
----------------	-----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The aim of the thesis is to rationalize the production of the welding container of the quench reactor. The thesis includes the rationale behind the choice of this rationalization, the analysis of the technological process of the container production and the analysis of the production process. Based on the analysis, rationalization measures have been developed and evaluated technically and economically. The conclusion brings an evaluation of the overall savings of the rationalization of the welding container production.
KEY WORDS	rationalization, Petersen coils, container, welding

1	ÚVOD	11
2	CHARAKTERISTIKA ŘEŠENÉHO PROBLÉMU	12
3	VÝROBNÍ SORTIMENT	14
3.1	Zhášecí tlumivka	19
3.1.1	Výrobní celky.....	19
3.2	Popis konstrukce nádoby zhášecí tlumivka	21
4	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	24
4.1	Analýza technologického postupu	24
4.1.1	Technologický postup výroby nádoby	26
4.1.2	Skladování a manipulace na pracovišti	35
4.2	Časový snímek výroby nádoby	36
4.3	Výsledky analýzy technologického postupu	38
4.4	Analýza výrobního systému	39
4.4.1	Skladování.....	39
4.4.2	Vstupní materiál	40
4.4.3	Manipulace	41
4.4.4	Technický stav vybavení.....	41
4.4.5	Rozdělení pracovišť	42
4.5	Výsledky analýzy	44
5	RACIONALIZACE VÝROBY NÁDOBY ZHÁŠECÍ TLUMIVKY	46
5.1	Racionalizace výrobního postupu	46
5.1.1	Racionalizace výroby pláště	46
5.1.2	Částečná automatizace svařování	48
5.1.3	Racionalizace vstupního materiálu na pracoviště 105	54
5.1.4	Racionalizace předpřípravy výroby a manipulace na pracovišti	55
5.2	Racionalizace výrobního systému	57
5.2.1	Skladování.....	57
5.2.2	Manipulace	58
5.2.3	Předpříprava výroby	58
5.2.4	Návrh výrobních pracovišť	59
5.3	Celkové vyhodnocení racionalizačních opatření	63
6	TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	67
6.1	Vyhodnocení racionalizace výroby pláště	67
6.2	Vyhodnocení investice do svařovacího automatu	68
6.3	Vyhodnocení ostatních racionalizačních kroků	68

6.4	Celkové vyhodnocení	69
7	ZÁVĚR	72
8	SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH PRAMENŮ	74
9	SEZNAM PŘÍLOH.....	76

Přehled použitých zkratk a symbolů

4t	Čtyř tunové
ASR	Zhášecí tlumivky (Arc Suppression Reactor)
ASR-P	Zhášecí tlumivka polštářová
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
C3 a C5	Označení povrchové ochrany
C _s	prodejní cena starých strojů [Kč]
ELA	Sekce Elektrotechnika
I	investiční náklady z investičních prostředků [Kč]
k _c	koeficient přírážky směnového času
k _{TD}	Koeficient osobních ztrát k _{TD}
k _{TE}	Koeficient technicko-organizačních ztrát
MAG	Svařování pod ochranným aktivním plynem
Nh	normohodiny
RAL	Stupnice barevných odstínů
SA	Svařovací automat
t _{A11}	jednotková práce pravidelná za klidu
t _{A12}	jednotková práce pravidelná za automatického chodu
t _{A13}	jednotková práce pravidelná strojně ruční
t _{A31}	čas jednotkový podmíněčně nutných přestávek za klidu
t _{B11}	čas dávkové práce
T _{D1}	zaviněné samotným svářečem
T _E	ztráty technicko-organizačních (T _E)
U _n	ukazatel návratnosti investice [roků]
U _m	relativní úspora nákladů [Kč/rok]

1 Úvod

Aby výrobce byl konkurenceschopný, musí svoji technologii inovovat a přizpůsobovat se trhu jak z technického hlediska, tak i s ohledem na poptávky vyráběného produktu. Základní možnosti, jak zvýšit svoji konkurenceschopnost, je snížení výrobních nákladů. Toho se dá docílit několika způsoby. Jedním z nich je investice do nových výrobních technologií nebo úprava stávajících procesů ve výrobě. Tyto změny se musí z ekonomického hlediska vyplatit a musí mít za výsledek navýšení produktivity výroby, zvýšení kapacity výroby nebo zvýšení kvality vyráběných komponentů. Ve velmi zvláštních případech, kdy by se investice do nového strojního vybavení z hlediska nákladu nevrátila nebo by návratnost investice byla pro podnik nepřijatelná, je možné ušetřit náklady na výrobu tím, že určitou část výrobků, případně technologických operací necháme vyrábět v kooperaci.

Kooperace musí být podmíněna tím, že výroba bude levnější, než aby se daný výrobek vyráběl nebo operace prováděla přímo ve výrobním závodě podniku. Za těchto zvláštních podmínek je dobré volit výrobu v kooperaci. Všechny tyto možnosti musí být ku prospěchu z hlediska výrobních nákladů, navýšení produktivity a tím i zvýšení zisku. Ke snížení nákladů, respektive ke zvýšení zisku nebo udržení konkurenceschopnosti, se musí udělat změny ve výrobní nebo ekonomicko-hospodářské oblasti. Tyto změny musí mít pozitivní vliv na hospodářský výsledek celého podniku.

V této práci se budu zabývat změnou technologických procesů, úpravou pracoviště a skladováním materiálu tak, aby úpravy těchto procesů měly za výsledek zvýšení produktivity výroby a snížení fyzické námahy pracovníků.

Navýšení výrobní kapacity dosáhneme tím, že racionalizujeme současné výrobní postupy a prostředí, nebo že dojde k úpravě výrobních prostorů tak, že se výroba přesune do jiných prostorů. Tato možnost racionalizace výroby má výhodu v tom, že je možné navrhnout zcela nové pracoviště bez ohledu na prostorové možnosti současného pracoviště.

Současná svařovací hala se bude stěhovat do nových prostorů, neboť je zastaralá a její stísněné rozměry neumožňují správné skladování materiálů a rozpracované výroby. Dále hala neumožňuje navýšení nebo zvětšení výrobních pracovišť a pořízení nové technologie, tak aby se nemusely rušit nebo zmenšovat výrobní prostory, které již nyní jsou na hranici své propustnosti.

Cílem této práce je navrhnout taková racionalizační opatření, která zvýší produktivitu výroby nádob zhašecí tlumivky, zpřehlední skladování potřebného materiálu na výrobu nádob a sníží fyzickou zátěž pracovníků v nově uspořádaných výrobních prostorech.

2 Charakteristika řešeného problému

Práce se bude zabývat racionalizací výroby nádoby zhašecí tlumivky. Nádoba je svařenec válcovitého tvaru z konstrukční oceli a vyrábí se ve svařovací hale. V podniku se mají do budoucna racionalizovat všechny vyráběné součásti. Nádoba zhašecí tlumivky byla vybrána jako první součást, která se bude racionalizovat. Důvodem tohoto výběru je, že výroba nádoby má největší podíl na výrobní kapacitě celé svařovací haly a zároveň je její největší vyráběnou součástí. Z důvodu velké časové náročnosti výroby nádoby se částečně vyrábí celé nádoby v kooperaci. Kooperace nádob dosáhla 40% z celkového množství vyrobených nádob za poslední dva roky. Racionalizace nádoby má v podniku dokázat, že je dobré racionalizovat všechny vyráběné součásti, protože se racionalizací ušetří výrobní náklady a na základě výstupů z racionalizace technologického postupu vzniknou podněty k úpravě výrobního procesu souvisejícího s výrobou nádoby.

Problémem ve výrobě a výrobním procesu je otázka činností s nepřidanou hodnotou, provádění méně kvalifikované práce kvalifikovanými dělníky a ztrátových časů technicko-organizační a osobní ztráty. Na tyto činnosti bude při racionalizaci zaměřena pozornost. Racionalizace se bude zabývat technologickým postupem výroby a poté výrobním systémem, který se přímo týká výroby nádoby zhašecí tlumivky. V následujících letech bude celá výroba svařovací haly převedena do jiné haly a racionalizace má za úkol, aby se do nové haly nepřenesly stejné chyby, které jsou v současné hale. V budoucnu, až budou racionalizovány všechny výrobky svařovací haly, se navrhne nový výrobní systém. Tato práce se bude zabývat výrobním systémem pouze pro racionalizovanou výrobu nádoby zhašecí tlumivky.

Nádoba se vyrábí ve svařovací hale, která je umístěna na kraji výrobního závodu a má rozlohu 900 m². Hala je jedním z nejstarších objektů v areálu. Její velikost neodpovídá kapacitním potřebám výroby a nedovoluje inovaci technologie.

Společnost EGE, spol. s r.o. sídlí v Českých Budějovicích, zabývá se výrobou speciálních zařízení pro energetický průmysl a dělí se na tři sekce. Jednou ze sekcí je sekce Elektroniky (ELA), pro kterou je psána tato práce. ELA se zabývá výrobou strojů sloužících ke kompenzaci proudů při zemním spojení, vyhledáváním míst zemního spojení a strojů, které vytváří umělé uzly v elektrické distribuční síti.

Sekce ELA se skládá z několika výrobních hal, kde se zpracovává hutní materiál, provádí se samostatné montáže a zkouší hotové výrobky ve zkušebně. V některých halách sekce ELA se vyrábí komponenty pro ostatní sekce. Zde se využívá mezipodnikové kooperace. Výrobní haly jsou v prostorách společnosti umístěny jako samostatně stojící budovy.

V současné době se celá společnost restrukturalizuje. Restrukturalizace se týká zejména výrobních prostorů. V roce 2016 se jedna sekce odstěhovala do nově vybudovaného výrobního areálu, který není v objektu podniku. Po této sekci zbyla v objektu výrobního závodu jedna velká hala, která je ve špatném technickém stavu. Tato výrobní hala bude zbourána a na jejím místě postavena nová hala, do níž se nastěhuje jedna ze dvou zbývajících sekcí. Tímto vznikne další nový výrobní prostor, který využije sekce ELA. Sekce ELA jako jediná zůstává v původních výrobních prostorách podniku.

Stěhováním se uvolní dvě výrobní haly. Tyto prostory se využijí k rozšíření výroby v sekci ELA. V jedné z hal vznikne nová navijárna cívek a do druhé haly se nastěhuje svařovna, dělení transformátorových plechů, lakovna, sušárna a předmontáž zhašecích tlumivek.

Nádoby i kompletně zhašecí tlumivky mají charakteristiku kusové výroby. Nádoby se vyrábí k jednotlivým zakázkám zhašecích tlumivek. Jeden kus zhašecí tlumivky se rovná jedné nádobě. Vyrábí se malé množství kusů podobných variant. Zakázky jsou většinou jedno, dvou až tři kusé. Zhašecí tlumivky se vyrábí přímo na míru zákazníkům. Je celkem 14 typů zhašecích tlumivek, existuje tedy 14 velikostních typů nádob. Téměř každý typ zhašecí tlumivky se ještě dělí na dva podtypy. Velikost zhašecí tlumivky záleží na požadavku zákazníka, který se řídí velikostí své distribuční sítě.

V sekci ELA je 5 druhů výrobků a celkové množství vyrobených strojů je kolem 1 300 kusů za rok. Vyrábí se pouze na zakázku. Organizačně-ekonomická struktura sekce a celé výroby je charakteristická pro kusovou výrobu. Výroba totožných výrobků se neopakuje nebo se opakuje jen velmi zřídka. Ve výrobě jsou především univerzální stroje, na kterých pracují vysoce kvalifikovaní výrobní dělníci [2], [3].

Racionalizace má za cíl maximalizovat činnosti s přidanou hodnotou a umožnit pracovníkům dělat jen ty činnosti, které přinášejí zisk. K tomu, aby se dosáhlo zvýšení činností, které přinášejí přidanou hodnotu, je potřeba nejprve analyzovat ty činnosti, které tuto hodnotu nepřinášejí [4].

Postup je takový, že nejdříve se definuje, co se bude racionalizovat a proč. Analýza se musí zaměřit na výrobní postupy a na současný výrobní systém. Výsledkem analýzy budou úzká místa ve výrobě. Těmito úzkými místy je potřeba se v racionalizaci zabývat. Dále se definují činnosti s přidanou a nepřidanou hodnotou. Je třeba zaměřit se na činnosti jak s přidanou, tak i nepřidanou hodnotu ve výrobě. Činnosti s nepřidanou hodnotou je nutné co nejvíce snížit, činnosti s přidanou hodnotou se snažit co nejvíce zefektivnit. Dále je nezbytné navrhnout racionalizační kroky a zavést je do výroby. Jako poslední se vyhodnotí jednotlivé racionalizační kroky [6], [5].

Racionalizace se bude zabývat zejména technologickými procesy a poté i výrobním systémem. Proto je nutné seznámení se strukturou výroby, systémem manipulace s materiálem na pracovišti, s předpřípravou výroby a skladováním. Některé racionalizační kroky se již ve výrobě používají, jiné čekají na změnu výrobních prostorů, protože v současné hale se nadají uskutečnit.

3 Výrobní sortiment

V této kapitole odůvodňuji, proč se bude racionalizovat nádoba zhášecí tlumivky, určím, jaký typy nádoby se bude racionalizovat a proč. Následně bude popsána konstrukce konkrétně racionalizované nádoby. Dále je zde stručně popsán výrobní program sekce ELA, aby bylo pochopeno, k čemu slouží nádoby zhášecích tlumivek a jaké jsou jejich typy.

Vyráběné stroje jsou si velmi podobné svojí konstrukcí. Většina vyráběných strojů je umístěna v nádobách, do kterých se vkládá jedna nebo více cívek. Cívka je usazena na ocelové konstrukci, která je uchycena k víku. Víko uzavírá nádobu. Nádoba je naplněna olejem, který složí jako chladicí médium. Tyto stroje jsou vyráběny z konstrukční oceli, měděných pásů a izolačního materiálu. Avšak výjimka je v konstrukci odporníků, které jsou vyráběny z nerezových plechů a jsou chlazeny vzduchem. Těmito stroji se práce zabývat nebude.

Sekce ELA vyrábí elektrické netočivé stroje pro kompenzaci zemního spojení VN a VVN. Jejím hlavním výrobním artiklem jsou zhášecí tlumivky, které jsou označeny zkratkou ASR, což je z anglického výrazu Arc Suppression Reactor. Tento výraz se dá přeložit jako reaktor pro potlačení elektrického oblouku. V Tab. 3.1 jsou uvedeny vyráběné stroje a jejich základní funkce. Tabulka obsahuje procentuální podíl všech vyráběných strojů. Největší podíl ve výrobě mají zhášecí tlumivky ASR a ASR-P, dohromady mají 51% podíl v prodeji všech výrobků. ASR a ASR-P jsou téměř totožné výrobky. Jediný rozdíl je v tom, že ASR-P nemá expanzní nádrž. Největší podíl ve výrobě mají zhášecí tlumivky, proto budou racionalizovány právě ony. Odporníky mají 36% podíl v prodeji strojů. Jejich součástky se ve velké míře vyrábějí v kooperaci, proto se jimi práce nebude zabývat.

Tab. 3.1 Přehled vyráběných strojů.

Označení	Název	Funkce	Procentuální podíl [%]
ASR	Zhášecí tlumivka	kompenzace kapacitních proudů při zemním spojení	32
ASR-P	Zhášecí tlumivka polštářová	kompenzace kapacitních proudů při zemním spojení	19
ASRC	Zhášecí tlumivka kombinovaná	kompenzace kapacitních proudů při zemním spojení a vytváření umělého uzlu v elektrických distribučních sítích (jde o kombinaci ASR a ETR)	4
TKFC	3-Fázová kompenzační tlumivka	kompenzace jalových výkonů	1
ETR	Zemní transformátor	vytváření umělého uzlu v elektrických distribučních sítích	8
NER	Odporník	slouží ke krátkodobému zvýšení činné složky poruchového proudu v obvodu zhášecí tlumivky pro vyhledávání místa zemního spojení	36

Velký podíl tlumivek ve výrobě je dán tím, že celá koncepce výroby je vytvořena pro výrobu zhášecích tlumivek, které jsou hlavním výrobním a prodejním artiklem. Zhášecí tlumivky se v EGE vyrábějí již přes 50 let.

Kromě odporníků jsou všechny vyráběné stroje usazeny v nádobě. Jsou celkem 3 typy nádob: Válcové – Obr. 3.1, Hranaté – Obr. 3.2 a Hranaté s vlnami – Obr. 3.3. Válcové a hranaté nádoby se vyrábějí v provedení s radiátory přímo v EGE.



Obr. 3.1 Válcová nádoba

Hranaté nádoby jsou svařené z rovných plechů, Obr. 3.2. Tyto nádoby jsou také vyrobitelné ve svařovací hale. Hranatých nádob, které je možné vyrobit ve svařovací hale, je pouze malé množství a většinou se vyrábějí v kooperaci. Slouží pro speciální stroje, které se vyrábí v omezeném počtu. Podíl hranatých nádob je natolik malý, že se jejich výrobou tato práce nebude zabývat.



Obr. 3.2 Hranatá nádoba

Druhým typem jsou hranaté nádoby s vlnami, Obr. 3.3, které slouží k dilataci rozpínavosti oleje při změně teploty. Hranaté nádoby s vlnami se vyrábí v kooperaci s výrobcí nádob, které se na tento specifický produkt zaměřují (Německo a Turecko).



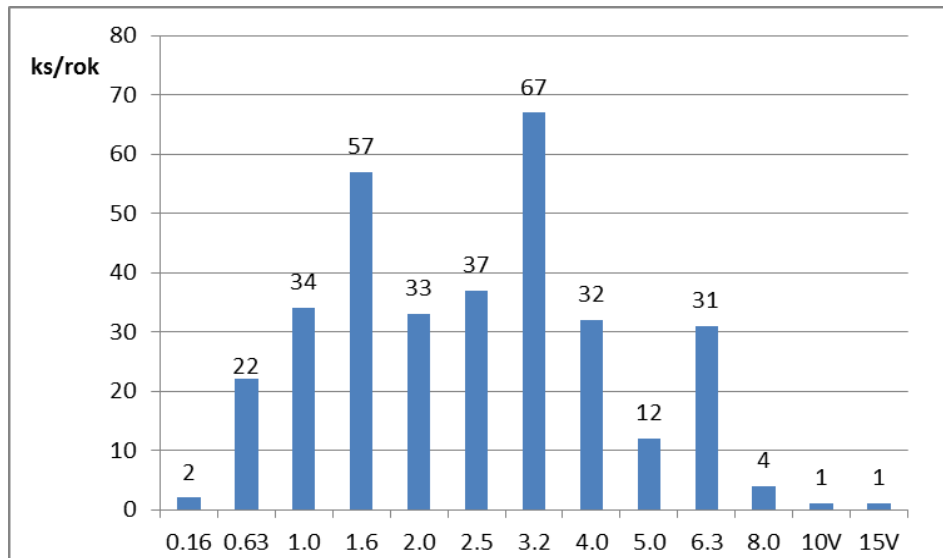
Obr. 3.3 Hranatá nádoba s vlnami

Dále je pozornost věnována pouze výrobě válcových nádob pro zhášecí tlumivky označené jako ASR. V Tab. 3.2 jsou rozměry jednotlivých typů nádob. Číslo za ASR udává velikost nádoby; čím větší číslo za ASR, tím větší nádoba. Číslo za označením ASR je velikost sítě, pro kterou je zhášecí tlumivka určena. Číslo za ASR je označení zhášecí tlumivky, udává její velikost. Čím je číslo vyšší tím je zhášecí tlumivka rozměrově větší. Číslo za označení zhášecí tlumivky ASR je maximální výkon zhášecí tlumivky v MVA.

Tab. 3.2 Rozměry nádob dle typu

typ ASR	průměr nádoby [mm]	délka nádoby [mm]
ASR 0.16	570	900
ASR 0.63	820	1400
ASR 1.0	870	1340
ASR 1.6	960	1440
ASR 2.0	1040	1620
ASR 2.5	1040	1620
ASR 3.2	1140	1830
ASR 4.0	1140	1910
ASR 5.0	1270	2340
ASR 6.3	1370	2460
ASR 6.3V	1480	2490
ASR 8.0	1420	2850
ASR 10V	1530	3030
ASR 12	1570	3160
ASR 15V	1730	3360

V práci se budou racionalizovat nádoby válcového tvaru, kterých se za jeden rok vyrobí 333 kusů. Největší podíl vyrobených nádob je typu ASR 3.2 jak lze vidět na Grafu 3.1. Racionalizovat se bude typ nádoby ASR 4.0. Odůvodnění výběru tohoto typu je v kapitole 3.2. Zhášecích tlumivek typu ASR 4.0 se vyrábí o 48% méně než zhášecích tlumivek typu ASR 3.2, ale jsou si konstrukčně velmi podobné. Nádoba ASR 4.0 je o 80 mm vyšší než nádoba ASR 3.2, viz Tab. 3.2.



Graf 3.1 Roční produkce nádob rozdělená podle vyráběných typů

Z 333 kusů nádob se za rok vyrábí 40% v kooperaci, a to z důvodu nedostatečné kapacity svařovací haly. Ročně to dělá 133 kusů nádob vyrobených v kooperaci. Jeden z úkolů racionalizace je toto množství snížit na minimum.

3.1 Zhášecí tlumivka

Zhášecí tlumivka slouží ke kompenzaci kapacitních proudů při zemním spojení. Umožňuje kompenzovat kapacitní proud zemního spojení tak, aby místem poruchy procházel pouze zbytkový proud [8].

Hlavní součástí celé zhášecí tlumivky je cívka s magnetickým obvodem (jádra a články). Zbytek součástí slouží k tomu, aby se hlavní součásti mohly chladit, seřadit a propojit s rozvodnou. Nádoba zhášecí tlumivky je popsána v samostatné podkapitole 3.2.

Zhášecí tlumivka je se všemi svými komponenty umístěná v nádobě, proto je nádoba popsána v samostatné kapitole 3.2. Nádoba slouží jako uzavřená schránka pro cívku zhášecí tlumivky, která je chlazená transformátorovým olejem, tudíž jednou z vlastností nádoby musí být olejetěsnost.

3.1.1 Výrobní celky

Tlumivka má tři montážní sestavy. První montážní sestavou je garnitura, která se vkládá do druhé montážní sestavy vnitřní montáže a skládá se postupně z kostry, cívky článků, jader a víka. Hlavní montážní sestava je finální montáž (hotová tlumivka). Ta se vytváří tak, že vnitřní montáž se usadí do nádoby a na víko se umístí převodovka a expanzní nádrž.

Cívka: je hlavní součástí zhášecí tlumivky. Ve zhášecí tlumivce je uložena Petersenova cívka.

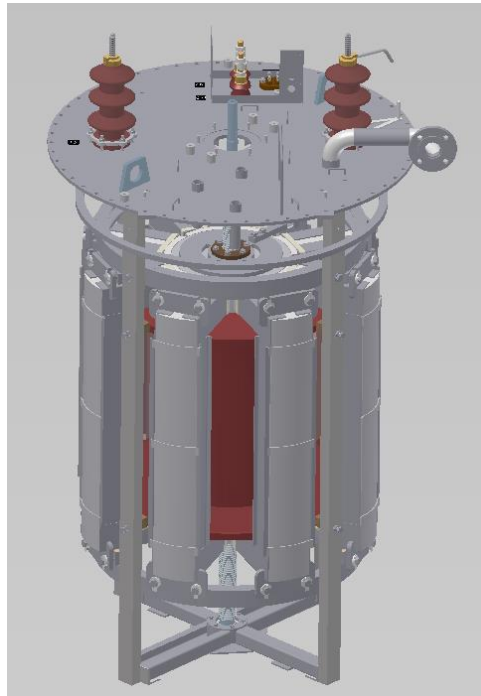
Magnetický obvod: je součástí vnitřní montáže a je složen dle typu zhášecí tlumivky ze dvou jader a šesti nebo osmi článků.

Garnitura: je montážní podsestava skládající se z textitového válce, ve kterém jsou nalisovány bronzové vložky k uchycení pohybových šroubů, dále obsahuje dva pohybové šrouby a bronzové matice. Tato podsestava slouží jako pohybový aparát pro jádra, která jsou s garniturou spojena pomocí bronzových matic.

Kostra: je součástí vnitřní montáže a umísťuje se do nádoby. Je mechanicky spojena s víkem. V kostře jsou umístěny jádra, cívka, garnitura. Obvod kostry je osazen články magnetického obvodu. Kostra má funkci nosné konstrukce komponentů vnitřní montáže.

Víko: uzavírá nádobu na zhášecí tlumivce pomocí spojovacího materiálu. Na spodní straně víka jsou přivařeny svorníky, na které se přišroubuje osazená kostra. Na víku podle typu ASR může být umístěna expanzní nádrž, dále je na víko montována převodovka, průchodky a další přístroje.

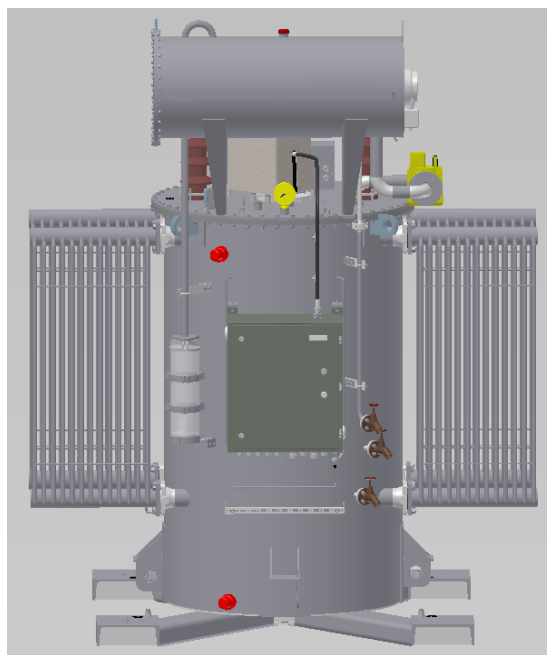
Vnitřní montáž: je hlavní podsestava, Obr. 3.4, která vznikne tím, že se do kostry vloží cívka a na obvod kostry se namontují články o 6 nebo 8 ks dle velikosti tlumivky. Na garnituru se zavěsí dvě jádra a celá garnitura se vloží do osy kostry. Jako poslední komponent se na kostru montuje víko, které se osadí průchodkami, ty se pak propojí s cívkou. Poslední operací je zabíhání vnitřní montáže, kde se k pohybovému šroubu připojí zabíhací zařízení a celá vnitřní montáž se nechá zabíhat. Současně se sleduje, zda nedochází k nežádoucímu pnutí mezi dynamickou a statickou částí vnitřní montáže nebo k nepřiměřené hlučnosti celé sestavy.



Obr. 3.4 Model vnitřní montáže

Expanzní nádrž: je umístěna na víku. Jde o nejvýše položenou komponentu zhášecí tlumivky. Expanzní nádrž nebývá u všech strojů z důvodu vlastností vyráběných strojů. Záleží na množství oleje, který musí chladit cívku v nádobě.

Finální montáž zhášecí tlumivky: Obr. 3.5 – vnitřní montáž se ponoří do nádoby, na víko se namontuje pohon a expanzní nádrž. Avšak pro zhášecí tlumivku polštářového typu se expanzní nádrž nemontuje. Poté se tlumivka vloží do vakuové pece, kde se vysuší, následně je v ní vytvořen podtlak a je naplněna transformátorovým olejem. Pak se zapojí rozvodná skříň na tlumivce a provedou se potřebné zkoušky.

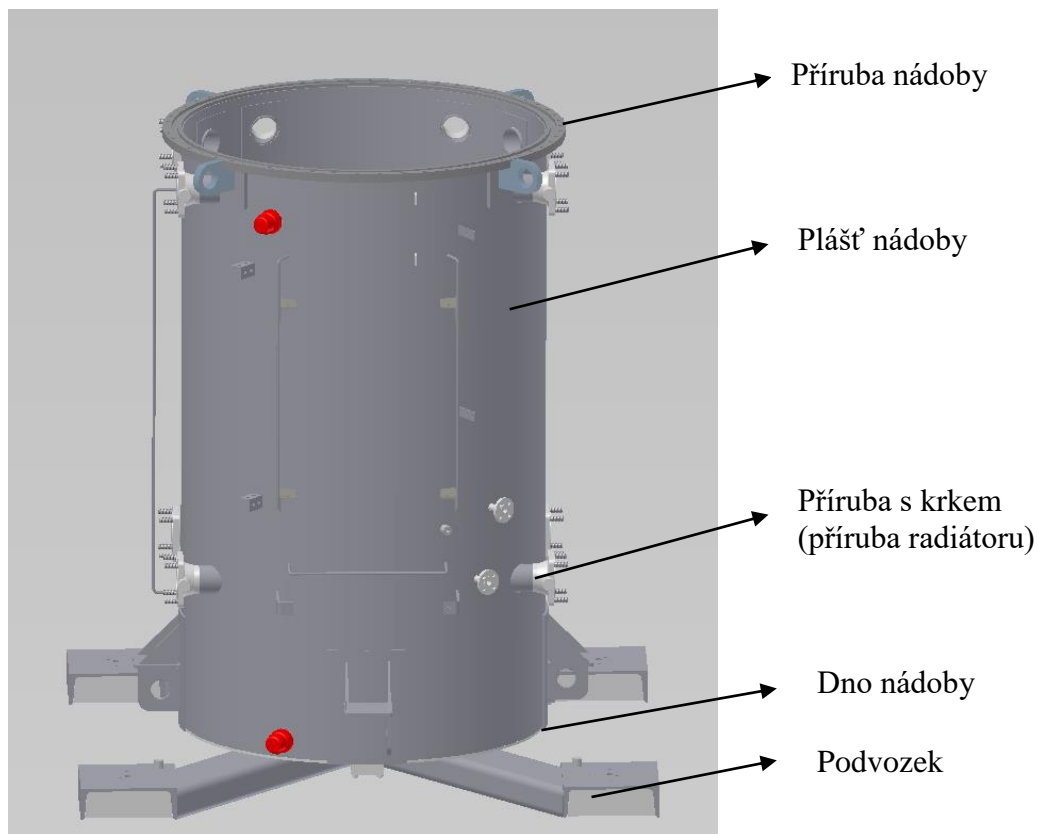


Obr. 3.5 Model zhášecí tlumivky

3.2 Popis konstrukce nádoby zhášecí tlumivka

Nádoby se vyrábějí ve čtrnácti velikostních provedeních, viz Tab. 3.2. Analýza a následná racionalizace výroby nádoby zhášecí tlumivky bude prováděna na typu ASR 4.0, který je velmi podobný typu ASR 3.2. ASR 3.2 je nejčastěji vyráběnou zhášecí tlumivkou. Jde o zhášecí tlumivku středního typu a v posledních letech nejčastěji vyráběný typ. Předpokládá se, že i v budoucnosti bude nadále patřit k nejčastěji vyráběnému typu zhášecích tlumivek. V Příloze č. 1 jsou výkresy zhášecí tlumivky, na níž se bude provádět racionalizace výroby. Model nádoby je na Obr. 3.6.

Největší procentuální podíl vyráběných nádob je typ ASR 3.2, ale pro racionalizaci byla vybrána o třídu větší nádoba ASR 4.0. Rozdíl mezi těmito nádobami je pouze ve výšce, průměr nádoby je shodný. Důvodem výběru racionalizace tohoto typu nádoby je to, že zmiňovaný typ nádoby se již kreslí ve 3D modelovacím programu. Výstupy tohoto programu dovolují využívání modernější technologie, čímž se ulehčí i samotná racionalizace výroby.



Obr. 3.6 Model nádoby

Zhášecí tlumivka je vyrobena z konstrukční oceli S235 nebo S355. Konkrétní nádoba, která se bude racionalizovat, je vyrobena z oceli S235 (ČSN 11 373). Ocel je tavně svařitelná a může být namáhána staticky i mírně dynamicky. To jsou vlastnosti, které má mít nádoba zhášecí tlumivky. Nádoba slouží k udržení olejového sloupce uvnitř nádoby a při provozu zhášecí tlumivky se mohou objevovat menší vibrace celého stroje [7].

Obecně jsou si nádoby velmi podobné, liší se pouze rozměry, viz Tab. 3.2. Racionalizační opatření, která budou aplikována na nádobu ASR 4.0, budou aplikována i na ostatní nádoby.

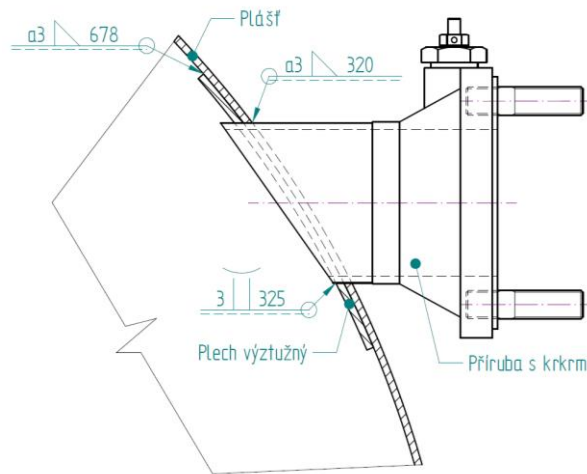
Nádoba je tvořena pláštěm, který má sílu 4 mm. Plášť má válcovitý tvar a je z jedné strany uzavřen dnem, ve kterém je vypouštěcí ventil. Na druhém konci pláště je příruba s drážkou pro těsnění a otvory pro šrouby; celkem 56 otvorů. Příruba je nasazená na plášti a přivařena jak z vnější, tak z vnitřní strany, viz Obr. 3.7.

Obr. 3.7 Přivaření příruby a dna s pláštěm

Na dně nádoby je přivařený podvozek, ten slouží k upevnění drážních kol na tlumivku. Podvozek je vyroben z uzavřeného profilu 200 x 100 x 10 mm a má tvar X. Na konci profilů jsou přivařeny patky drážního kola. V těchto patkách jsou otvory pro usazení drážního kola a aretační otvory pro zaaretování kola. Drážní kola slouží k pojezdu tlumivky na rozvodně. Ve většině případů jsou tlumivky usazeny na kolejnicích.

Pod přírubou jsou přivařena závěsná ucha, ta slouží jako úchytné body pro manipulaci s nádobou a posléze i s celou tlumivkou. Na nádobě je přivařeno 12 přírub s krkem, jimiž jsou uchyceny radiátory, kterých je 6. Radiátory slouží k chlazení transformátorového oleje. Svařované místo pro radiátory je opatřeno výtuhným plechem, který slouží jako podpora příruby radiátoru, viz Obr. 3.8.

22



Obr. 3.8 Přivaření pláště, příruby radiátorů a výztužného plechu

Uvnitř nádoby je soustava trubek, která je vyvedena skrze plášť na vnější stranu nádoby a zakončena přírubou. Na tyto příruby se přišroubují ventily pro odběr vzorků. Soustava trubek je vyrobena tak, aby z jednoho ventilu bylo možné odebrat vzorek oleje ze dna nádoby a z druhého ventilu z vrchu nádoby.

U dna nádoby na plášti jsou přivařeny čtyři patky, ty slouží k manipulaci se zhášecí tlumivkou na kolejkách po rozvodně a také jako patky pro zvedák. Dále jsou na plášti přivařeny patky, které slouží k uchycení rozvodové skříně. Na plášti jsou ještě přivařené různé držáky, ventily, úchyty pro vodiče a zemnicí špalky.

Všechny svary musí být olejotěsné. Nádoba je z vnitřní strany opatřena olejům odolnou barvou. Vnější strana nádoby je metalizována zinkem a opatřena nátěrem v rozsahu C3 až C5 dle umístění zhášecí tlumivky (venkovní prostředí, budovy, plošiny na moři atd.) a dle požadavku zákazníka [9].

4 Analýza současného stavu

Pro efektivní provedení racionalizace je třeba znát dobře stávající stav. Ten je možno poznat prostřednictvím analýzy současného stavu, zároveň poslouží k seznámení čtenáře s detailní situací v provozu souvisejícím s výrobou nádoby zhášecí tlumivky. Analýzu je pak možno rozdělit do několika kroků. Vhodné je začít analýzou výrobních postupů a pak z jejich znalostí dále analyzovat i stávající výrobní systém.

4.1 Analýza technologického postupu

Zde bude popsán postup výroby nádoby tak, jak se ve skutečnosti vyrábí. Každá operace bude vyhodnocena a zvláště budou vypsána úzká místa ve výrobě, aby bylo zřetelné, na které problémy se při racionalizaci zaměřit.

V podniku je zavedeno vnitropodnikové číslování pracovišť a v jeho rámci pracoviště, které je předmětem technologického postupu, má číslo 105, na tomto pracovišti pracuje svářeč, který svařuje nádoby. Ve svařovací hale jsou ještě další dvě pracoviště, a to pracoviště 106 – výroba plechových částí, kde se pro výrobu nádoby vyrábí menší komponenty, a pracoviště 107 – kovárna, kde se pro výrobu nádob ohýbají na hydraulickém lisu různé držáky, které se musí přivařit na nádobu. Tato pracoviště budou dále popsána v kapitole 4.4.5. V analýze bude zmíněno pracoviště 408, kde jsou pouze hydraulické tabulové nůžky na dělení plechů. Tyto nůžky mají možnost stříhu do šířky 3 m a do tloušťky 10 mm ocelového plechu. Na pracoviště 408 jsou pro analyzovaný postup stříhány plechy na plášť nádoby o tloušťce 4 mm. Každé pracoviště má jednoho nebo více výrobních dělníků. Na každém pracovišti pracuje dělník, který je pro to konkrétní pracoviště určen. Pracovník, který je určen na dané pracoviště, nemůže pracovat na pracovišti jiném.

Analýzovat se bude technologický postup pracoviště 105. Toto pracoviště je tvořeno třemi identickými svařovacími boxy na výrobu nádob a dvěma svařovacími boxy na výrobu vík, dále je na pracovišti jedna zakružovačka plechů na plechy o délce až 3 000 mm a horizontální vrtačka. Z pracoviště 105 se bude analyzovat pouze práce na výrobě nádob, která se provádí ve třech svařovacích boxech, a na zakružovačce plechů. Pracovištěm 105 bude již dále v práci myšleno jen jako pracoviště výroby nádob. Pokud bude tedy zmiňováno pracoviště 105, bude se vždy vztahovat pouze k výrobě nádoby zhášecí tlumivky.

K výrobě nádoby na pracovišti 105 je zapotřebí tří výkresů. Na prvním výkresu je uveden rozměr pláště, jeho zakroužení na požadovaný průměr a svaření pláště. K plášti se přivaří dno, podvozek, příruba nádoby a závěsná ucha. Druhý výkres uvádí průměry vypálených otvorů pro příruby a ventily do pláště nádoby. Třetí výkres je sestava svařence, kde jsou uvedeny všechny potřebné komponenty k přivaření na nádobu. Každý z výkresů má svůj vlastní technologický postup. Všechny výkresy a technologické postupy jsou uvedeny v Příloze č. 1. Před samotným svařováním nádoby se musí udělat několik činností, které umožní samotné svaření nádoby. Jsou to činnosti potřebné k výrobě nádoby, ale nemusel by je provádět svářeč. Daly by se nahradit výrobní technologií nebo prací méně kvalifikovaného dělníka. Tyto činnosti mají velký podíl na normohodinách výroby nádoby. Čím bude tato část normohodin menší, tím bude vyšší produktivita výroby. Časově náročné je samotné sestavení (nastehování) nádoby, kde je použito několik sestavovacích přípravků. Jde hlavně o správné a přesné nastehování komponent dle výkresu. Tuto činnost také provádí svářeč a musí být provedena velmi přesně. Proto ji dělá ten dělník, který svařuje

nádobu. Svařovací dělník po skončení svařování musí provést kapilární zkoušku všech olejotěsných svarů.

Před tím, než se začne podrobně analyzovat technologický postup, se stručně popíše výroba nádob, a to kvůli představě o tom, co se bude racionalizovat před samotnou analýzou. Po stručném popisu výroby bude následovat analýza technologického postupu.

Výroba nádoby začíná na pracovišti 408, které není ve svařovací hale. Na pracovišti 408 jsou velké tabulové nůžky, které nastříhají plech na plášť nádoby. Příruba nádoby se vyrábí v kooperaci. Dno nádoby, které je kruhového tvaru z plechu o tloušťce 8 mm, se řeže na plazmovém řezacím stroji, který také není ve svařovací hale. Tabulové nůžky a plazmový řezací stroj nejsou ve vlastnictví sekce ELA, ale ostatních dvou sekcí. Zde dochází ke vnitropodnikovým kooperacím.

V Tab. 4.1 je uveden veškerý materiál potřebný pro výrobu nádoby. Tento materiál se připravuje mimo svařovací halu a v tabulce je uvedeno, kde a jak se tento materiál připravuje. Před samotnou výrobou nádoby musí být všechn zmiňovaný materiál připraven ve svařovací hale.

Tab. 4.1 Potřebný materiál k výrobě nádoby

Operace	Komponenta	Počet kusů
Dělení materiálu pilou	patky skříně	4
	trubky vypouštěcího ventilu	2
	držáky vysoušeče	2
Frézování na frézce	držáky odporníků	2
Soustružení na soustruhu	zemníci špalky	7
Řezací a vrtací centrum	podvozek	1
Řezání a vrtání na řezacím a vrtacím centru	dno	1
	plechy na patky	4
	závěsné oko	4
	podpěry přírub radiátorů	8
Kooperace	příruba nádoby	1
Nakupované díly	příruba na radiátory	8
	ventil	1
	příruba ventilu pro odběr vzorku	1
Stříhání na tabulových nůžkách	plechy na patky	4
	plechy na plášť nádoby	4
	výztuha ucha	4

Před samotnou výrobou nádoby musí svářeč na pracovišti 105 připravit některé komponenty. Všechny tyto komponenty se svařují. Operace, které se provádějí na pracovišti 105 před začátkem výroby samotné nádoby, jsou v Tab. 4.2. Časově nejnáročnější je výroba podvozku, kde ale není potřeba olejotěsného svaru. Příruby s krkem se vyrábí pomocí sestavovacího přípravku, avšak tyto příruby mají olejotěsný svar.

Tab. 4.2 Operace, které se provádějí před výrobou nádoby na pracovišti 105

Operace na pracovišti 105	Komponenta	Počet kusů
Svařování	ventil vypouštěcí	1
	podvozek	1
	příruba s krkem	12

Je-li všechen vstupní materiál připraven na pracovišti, může svářeč začít vyrábět samotnou nádobu. Mezitím, co se připravují potřebné komponenty pro svaření nádoby, na pracovišti 408 se nastříhají plechy na plášť. To samé platí o dně, které se řeže na plazmovém řezacím centru. Příruba je vydána z kooperačního skladu, poté již může svářeč podle předem připraveného plánu na pracovišti 105 nádobu začít vyrábět. Nejprve se svaří nastříhané plechy. Svařuje se v místě před zakružovačkou, kde je na to prostor. Ze svařených plechů vznikne plášť. Pak se plášť zakruží na zakružovačce plechů a nastehuje se. Dále se plášť sestaví a nastehuje s přírubou. Potom se k plášti nastehuje dno. Tyto dvě operace se už provádí přímo na pracovišti, kde se svařují nádoby. Po nastehování se svaří příruba jak vnitřním, tak vnějším svarem k plášti, zavaří se plášť nádoby jak vnitřním, tak vnějším svarem a nakonec se zavaří vnějším svarem dno. Vnitřní svar pláště a dna se provádí jako jedna z posledních svářecích operací. Důvodem je předejít deformaci pláště nádoby. Dále se na nádobě pomocí kyslíko-acetylenového hořáku vypálí všechny otvory (pro ventily, příruby a příruby radiátorů). Potom se přivaří všechny potřebné komponenty, které na nádobu patří. Poslední operací je kapilární zkouška těsnosti svarů.

Další operace se provádí v kooperaci. Nádobu se metalizuje zinkem a opatří se nátěrem požadovanou barvou o určité tloušťce. Po těchto operacích je nádoba připravena k dalším operacím ve výrobě. Tyto operace jsou především montážní.

4.1.1 Technologický postup výroby nádoby

Budou analyzovány tři technologické postupy ke třem výkresům (Příloha č. 1). Každý technologický postup má několik operací. Celkem je to 19 operací. Některé se neprovádějí na pracovišti 105, těm se práce věnuje jen okrajově nebo vůbec.

Práce se zabývá pouze analýzou technologického postupu výroby nádoby. Komponenty jako podvozek a příruby s krkem nebudou součástí analýzy, a to z důvodů jejich dobré úrovně technologického zpracování, protože při racionalizaci se počítá s tím, že se již nebudou vyrábět na pracovišti 105. Tyto komponenty jsou hotové díly, které vstupují do svařence nádoby.

Výroba podvozku a přírub s krkem je součástí časového snímku, který je zmiňován v další kapitole 3.3.

Ostatní výkresy vstupující do nádoby jsou buď vyráběny na jiných pracovištích, nebo se vyrábí přímo při výrobě nádoby. Jedná se hlavně o patky 4t (patky, které mají nosnost 4 tuny) a trubky ventilů.

Výroba se opírá o technickou dokumentaci, která je tvořena výkresy, viz Příloze č. 1. Výkresy jsou různých úrovní. To znamená, že na prvním výkresu je nakresleno, jak velký plášť se zakružuje a na jaký průměr se musí zakroužit. Dále je uvedeno, jakým svarem se má svařit plášť a k plášti příruba a dno. Pak jsou uvedeny další komponenty, které se musejí přivařit, viz výkres 2-220398. Další výkres 2-220339 je pokračováním prvního výkresu (v soupisce je uvedeno jeho číslo výkresu, viz Příloha č. 1) Zde jsou uvedeny průměry otvorů, které se musejí vyřezat do pláště

nebo dna nádoby. Poslední výkres 1-220396 je také pokračováním předchozího výkresu (předchozí výkres je uveden v rozpisce na pozici číslo 1). Tento výkres znázorňuje sestavu svařence nádoby.

Samotná výroba nádoby je nakreslena na třech výkresech. Nádoba, která se bude racionalizovat, je na výkresech 2-220398, 2-220399 a 1-220396. K těmto výkresům náleží i tři technologické postupy označené pod kódy 20220398, 20220399 a 2022039. Výkresy a technologické postupy jsou v Příloze č. 1.

Každý technologický postup bude analyzován po jednotlivých operacích. Pokud při analýze operace bude zjištěno úzké místo ve výrobě, uvede se za analýzou v bodu nebo bodech. Tyto body (úzká místa) budou sloužit jako souhrn problémů vyskytujících se ve výrobě. Racionalizačními opatřeními budou tato místa napravena.

Technologický postup: 20220398

V technologickém postupu 20220398 výkresu 1-220398 existuje nekonpabilita, to znamená, že v technologickém postupu 20220398 není uvedena operace přivaření podvozku k nádobě. Důvodem toho je, že podvozek se k nádobě přivařuje jako poslední komponenta, tudíž by neměl být nakreslen v prvním výkresu, ale ve výkresu 1-220396. Důvodem umístění podvozku je historická struktura výkresů a dá se předpokládat, že příčinou bylo zpřehlednění výkresů. Technologickou strukturou ustupuje podvozek až do posledního výkresu nádoby (sestavy svařence). V současnosti vzniká nová struktura výkresů, kde je to již napravené. Nová struktura výkresů souvisí i s racionalizací výroby.

Operace číslo 10

Tato operace se provádí na pracovišti 408, které není součástí sekce ELA, ale je umístěno v jiné hale. Plechy na plášť nádoby se nastříhají na tabulových nůžkách. Čtyři kusy plechů $4 \times 1000 \times 2000$ mm se nastříhají na rozměry $4 \times 891 \times 1887$ mm. Poté se nastříhají čtyři kusy ploché tyče o rozměrech 110×10 mm na délku 130 mm.

Operace číslo 20

Tato operace se již provádí na pracovišti 105, které se bude racionalizovat. Nejdříve musí svářeč vzít nastříhané plech na plášť nádoby, které se skladují u vrat haly, kde na toto uskladnění není vhodný prostor. Prostor u vrat je velmi frekventovaný a je i hlavním vchodem do haly. Kromě nastříhaných plechů se zde vyskytují hotové výrobky, které jsou připravené na odvoz z haly a skladuje se zde i přivezený materiál z kooperace. Obecně se dá říci, že tento prostor je manipulačně hodně přetížen. Bohužel v hale není mnoho skladovacího prostoru na větší komponenty, proto je to řešeno tím, že se tyto komponenty uskladňují u vrat. Až si svářeč vyzvedne plechy tak si je rozloží na zem tak, aby mu daly rozměr 3564×1887 mm. Poté ho nastehuje. Po nastehování pláště musí jednu z delších stran nadzdvihnout jeřábem a mezi zem a plášť vložit kolejnice, které jsou z jedné strany podloženy dřevěnými špalky. Plášť se na kolejnice položí tak, že přechody mezi jednotlivými plechy musí ležet na kolejnici. Potom se plášť svaří z jedné strany obalovou elektrodou a očistí se svary. Po očištění se plášť otočí a stejným způsobem se uloží na kolejnice. Opět se plášť svaří z druhé strany elektrodou a očistí se svary. Tato operace je časově velmi náročná a vytváří ze čtyř menších plechů jeden velký plech. Celkem jde o šest svarů, každý o délce 1887 mm. Současnou technologií se musí plášť svařovat z obou stran, a to není efektivní způsob výroby. To se do určité velikosti pláště dá nahradit nakupováním větších formátů plechů.

Avšak firma je limitována nůžkami o šíři stříhu 3 m. V současnosti se velké formáty nenakupovaly kvůli jejich vysoké ceně. Kdyby se plášť vyráběl z jednoho kusu plechu, nemusel by se plášť před zakružováním svařovat.

Úzká místa ve výrobě:

- umístění plechů před vstupní vrata (toto není vhodný skladovací prostor),
- svařování pláště z obou stran,
- svařování čtyř menších plechů v jeden velký plech.

Operace číslo 30

V této operaci se svařený plášť zakrouží. Pracovník zvedne plášť jeřábem a zavede ho do zakružovačky plechů. Nejdřív se zakrouží před ohyb na požadovaný rádius 565 mm, aby začátek plechu měl stejný rádius jako celý zakroužený plášť. Poté se celý plášť zakrouží na vnitřní průměr 1130 mm. Zakroužený plášť se nastehuje a znovu zakrouží. Při zakružování dochází k problému při přejíždění svarů pláště mezi válci. Na zakružovačce se musí zvětšovat nastavená tloušťka plechu, aby mohl svar pláště projít mezi válci. Tomuto by se dalo předejít, pokud by se používaly větší formáty plechů.

Při zakružování pláště dochází k zablokování uličky a části jednoho pracoviště výroby nádob, jak lze vidět na Obr. 4.1. Tento problém způsobuje umístění zakružovačky, která sousedí se svařovacími boxy vík, nádob a s uličkou. Bohužel v hale není dostatek místa pro přestěhování zakružovačky na jiné vhodné místo.



Obr. 4.1 Zablokování pracoviště a uličky při zakružování

Úzká místa ve výrobě:

- přenastavování zakružovačky plechů v místech svarů,
- při zakružování dochází k zablokování uličky a jednoho pracoviště.

Operace číslo 40

Na výkresu je pozice číslo 2, která slouží jako výstužný plech pod závěsná ucha v počtu celkem 4 ks. Plech je z jedné strany sražen $6 \times 45^\circ$, sražení se dělá v jiné sekci. Proto musí svářeč přejít do druhé haly a srazit hrany na úkosovačce. Více času než

výroba sražení mu zabere samotná cesta do jiné haly. To je z hlediska produktivity práce velmi nešťastné řešení. Bylo by dobré koupit úkosovačku přímo do svařovací haly.

Úzká místa ve výrobě:

- kvůli srážení hran se pracovník i s materiálem musí přesunout na jinou halu,
- srážení hran prováděné svářečem.

Operace číslo 50

Pracovník na pracovišti 107 musí ohnout na hydraulickém lisu plochou tyč. Na výkresu je uvedeno, že výztužný plech má mít rádius 569 mm, ale je efektivnější tento plech jen ohnout. Ve výrobě to funguje tak, že si dělník naohýbá výztužné plechy na několik zakázek dopředu. Celkově se používají tři druhy výztužných plechů, a to o rozměrech $10 \times 110 \times 130$ mm, $10 \times 90 \times 130$ mm a $10 \times 90 \times 100$ mm. Nejlepší variantou by bylo používat u všech nádob zhášecích tlumivek pouze jednu variantu o rozměrech $10 \times 90 \times 130$ mm a tuto variantu pak vést jako polotovár. Tím by se zlevnila výroba této komponenty.

Úzké místo ve výrobě:

- zbytečný počet různých rozměrů výztužných plechů.

Operace číslo 60

Operace číslo 60 se zabývá výrobou dna. Dno se pálí na plazmovém řezacím stroji v jiné sekci. Tudíž se využívá vnitropodnikové kooperace. Na tuto operaci neexistuje přímo řezací program. Na plazmovém stroji se zadá potřebný průměr, který je třeba vyříznout. Velmi často se stává, že řezané víko přišlo na svařovací halu s okujemi po řezání. Je to zapříčiněno technologickou nekázní obsluhy plazmového stroje. Technologická nekázeň může být odstraněna tím, že obsluha stroje nebude moci měnit parametry řezání na plazmovém řezacím stroji. Pokud ale budou nadále zůstat okuje na dně, musí obsluha tyto okuje odstranit, jinak bude dno reklamováno. Následně po řezání se dno tryská v operaci číslo 70.

Operace číslo 80

Po tryskání se musí dno zabrousit od ostrých hran. Sestavení pláště a dna se provádí tak, že zakroužený plášť se položí přímo na zem. Dno se postaví na jeden konec pláště a nastehuje se minimálně na dvou místech. Pak se celý plášť i se dnem postupně přetáčí na zemi a nastehovává se. Problém může nastat, pokud je plášť svařen z více plechů. Při zakružování svařovaných plechů se stává, že zakroužený plášť nemá přesný tvar válce a v místech svarů nemá požadovaný rádius. V tom případě si svářeč musí pomoci speciální svěrkou a klínem, aby docílil požadovaného rádiusu. Tento problém by mělo odstranit používání velkoformátových plechů, tím se sníží počet svarů na plášti.

Po nastehování dna se sestaví a nestehuje příruba. To už je plášť umístěn na kladkách, aby se mohly otáčet. Předtím je ale potřeba narýsovat na plášť osy nádoby a rozkreslit přírubu, aby byla správně usazena na nádobě, k čemuž slouží osy nádoby. Problém s nepřesným zakružováním nastává u sestavování pláště s přírubou, stejně jako i u pláště se dnem. Opět by mělo pomoci používání velkoformátových plechů. Vznikl by tím přesnější zakroužený tvar pláště. V současnosti kvůli svařování není tvar pláště ideální a musí se upravovat při sestavování se dnem a přírubou.

Nastehované tělo nádoby se poté orýsuje tak, aby bylo patrné, kam přijdou jednotlivé komponenty přivařit nebo kde se mají vyřezat otvory, viz Obr. 4.2. Orýsování začíná tak, že se orýsují osy nádoby a podle nich se řídí rozmístění značek pro přivařované komponenty. Tato operace je časově velmi náročná a přidanou hodnotu má v tom, kam umístit přivařované komponenty.



Obr. 4.2 Orýsovaná nádoba

Úzká místa ve výrobě:

- plášť svařený z více plechů netvoří v místech svarů dokonalý válec,
- plášť svařený ze 4 plechů není v místech svaru dokonale zakroužen na válec; to způsobuje prodloužení výroby i problém při sestavování pláště, dna a příruby,
- časově náročné orýsování pláště nádoby.

Operace číslo 90

V této operaci se svaří tělo nádoby. Na plášti je nastehováno dno a příruba. Nejdříve se svaří plášť nádoby svarem typu I z vnitřní a vnější strany obalovou elektrodou a očistí se svary. Při svařování vnitřního svaru pláště musí svářeč vlézt dovnitř nádoby a svařit plášť. Svářeč sice má k dispozici přívod vzduch přímo do svařovací helmy, ale svařování v nádobě není ideální jak z ergonomického, tak ani z bezpečnostního hlediska. Po plášti se přivaří dno rovněž svarem typu I tak, že nádoba je umístěná na kladkovém polohovadle, svářeč si nádobu postupně ručně otáčí a svařuje. Otáčení na polohovadle je při svařování velmi časté a je i fyzicky náročné.

Nastehovaná příruba se přivaří z vnější strany koutovým svarem tak, že se nádoba položí přírubou na stůl. Důvodem této polohy je, aby svar dobře pronikl mezi plášť a přírubu (při svařování je směr kořene svaru kolmo k zemi), poté se očistí svary. Po svaření příruby z jedné strany se nádoba znovu umístí na kladkové polohovadlo a svářeč se připraví na svařování příruby z vnitřní strany. V tuto chvíli musí nastat technologická přestávka, aby nádoba zchladla. Část technologické přestávky vyplní svářeč očištěním svaru z předchozí operace, ale i tak musí svářeč chvíli čekat, než nádoba zchladne. Technologická přestávka by se dala vyplnit očištěním již vyrobených svarů (svar pláště, svar mezi pláštěm a dnem). To by znamenalo, že svářeč by předešlé svary nečistil. Očistil by je až po provedení svaru z vnější strany příruby, po kterém musí nastat technologická přestávka. Po vychladnutí nádoby

se přivaří vnitřní svar příruby a očistí se. Při této operaci se velmi často manipuluje s jeřábem. Nádoba se musí z kladek umístit na stůl a po svařování přemístit na kladkové polohovadlo.

Tento operační úsek se provádí na každé nádobě. Nádoby se liší pouze svojí velikostí. V tomto úseku, by se dala použít automatizace.

Poslední činností operace je nastehování výztuhy pod ucho a na výztuhu ucho. Celkem jsou v počtu čtyř kusů. Po nastehování se ucha přivaří koutovým svarem a svary se očistí.

Úzká místa ve výrobě:

- svařování vnitřního svaru pláště uvnitř nádoby,
- častá manipulace s nádobou pomocí jeřábu,
- čekání na vychladnutí nádoby po svařování.

Možnost racionalizace:

- svařování pláště, příruby a nádoby se opakuje u každé nádoby, uvážit tedy využití částečné automatizace těchto operací.

Technologický postup 20220399

Druhý výkres číslo 2-220399 má technologický postup číslo 20220399. Na výkrese jsou uvedeny průměry otvorů, které je potřeba vyřezat. Výkres ukazuje i přivařený podvozek; ten se ale přivaří až v následujícím technologickém postupu.

Operace číslo 10

V této operaci se kyslíko-acetylenovým hořákem řezají všechny potřebné otvory, které jsou na výkrese 2-220399. Tato technologie je zastaralá a bylo by vhodné nahradit ji modernější. Její nevýhodou je malá přesnost řezání a velké množství okují po řezání. To má za následek časové a fyzicky náročné očišťování. Při svařování vzniká vlivem nepřesného řezání velká svarová spára. Na to je potřeba použít více svařovacího materiálu, což vede k prodloužení doby svařování.

Úzká místa ve výrobě:

- nepřesně vypálené otvory,
- otřeby po řezání, které se musí očistit.

Technologický postup 20220396

Sestava svařence je popsána technologickým postupem 20220396. Zde se na nádobu přivaří veškeré komponenty i podvozek, který je předepsaný o dvě výkresové úrovně níže (číslo výkresu 2-220389). V technologickém postupu je uvedena i aplikace nátěrového systému.

Operace číslo 10 a 20

Pro stručnost těchto operací je možno je napsat tato dohromady. První operací je řezání materiálu potřebného na výrobu nádoby. To se neděje na pracovišti 105, ale na pracovišti 308, které slouží pro centrální dělení tyčového materiálu.

Další operací je vrtání otvorů do plochých tyčí. Tato operace nesouvisí se svařováním, ale provádí se na pracovišti 105. Operace by měla být převedena na jiné pracoviště s méně kvalifikovanými pracovníky.

Operace číslo 30

V této operaci se nastehují a přivaří takřka všechny komponenty. Nejdříve se přivaří plech pod 4t (patky o nosnosti 4 tuny) patky. Celá patka je ve výkresu uvedena jako svařenec. Ve skutečnosti jednotlivé části patky vstupující do svařence samostatně. Plech pod patkami se zakružuje na rádius 569 mm. Zakružování provádí svářeč na pracovišti 105. Ideálně by měl tuto operaci provádět jiný pracovník.

Dále se do nádoby přivaří soustava trubek. Ta se musí svařit a poté přivařit dovnitř nádoby. Po svaření se na trubku přivaří příruby s krkem.

Po přivaření trubek se na plášť přivaří 12 ks přírub radiátorů (příruba s krkem). Než se začnou přivařovat příruby, musí se výztužné plechy zakroužit pod příruby radiátorů. Tyto plechy by se také měly připravovat na jiném pracovišti. Plechů je početně stejně jako přírub. Výztužné plechy se přivaří z vnitřní strany nádoby. Svářeč se musí dostat dovnitř nádoby a tam plechy nastehovat a přivařit. U přírub je potřebné dodržet přesnou rozteč mezi jednotlivými přírubami, v tomto případě jde o rozměr 1250 × 600 mm. Příruby se po 4 ks upínají do sestavovacího přípravku, který má zajistit požadovanou rozteč mezi přírubami. Svářeč usadí do elipsovitéch otvorů přípravku osazený přírubami. Přípravek musí vůči nádobě srovnat vodováhou. Po usazení nastehuje svářeč příruby na plášť a přivaří je prvním svarem; ten má za úkol vymezit volný prostor mezi pláštěm a přírubou, který vznikl řezáním kyslíko-acetylenovým plamenem. Tato vůle se musí vyvařit, viz Obr. 4.3. Na první části obrázku je nastehovaná příruba čtyřmi stehy (vůle mezi pláštěm a přírubou je kolem 10 mm). Na druhé části obrázku je příruba k plášti přivařená velkým svarem, to je zapříčiněno velkou vůlí mezi oběma svařovanými komponentami.



Obr. 4.3 Sestavení pláště a příruby

Velký svar uvolní do okolí četné množství tepla, tím vznikne nežádoucí deformace, viz Obr. 4.4. I když je příruba usazená na přípravku, po jeho sejmutí se příruby propadnou. Po sejmutí přípravku se příruba přivaří ještě jedním koutovým

svarem. Příruby jsou přivařené z vnější strany nádoby, pak se musí přivařit ještě z vnitřní strany nádoby koutovým svarem.



Oblast deformace
vlivem tepelného
ovlivnění materiálu
při svařování

Obr. 4.4 Deformace po svařování

Problém deformace materiálu vlivem tepelné deformace se týká především oblasti svaření přírub pro radiátory, viz Obr. 4.4. Příruby radiátorů se umísťují do otvorů vyřezaných kyslíko-acetylenovým hořákem. Po vložení příruby do otvoru je mezi přírubou a plechem pláště až 10 mm vůle, která se musí vyvařit. V této oblasti se vlivem tepla k propadá příruba u strany blíže k plášti. Největší deformace vzniká v případě, kdy jsou vedle sebe dvě příruby a mezi nimi je svar pláště. Zde vzniká propad přírub směrem k sobě, a to až o 5 mm. Když nastane tato deformace, musejí se příruby rovnat. Tato operace je časově náročná a musí na tom pracovat dva dělníci. Kdyby vůle mezi přírubou a pláštěm byla 2 až 4 mm, deformace by se možná úplně odstranila, nebo by byla výrazněji menší.

Po přivaření přírub se na nádobu přivaří zemní špalky nerezovou obloukovou elektrodou. Na dno přivaří koutovým svarem výpusť oleje. Dále přivaří zbylé komponenty. Nejdříve dokončí svařování patky 4t, která má plech již přivařený pod patky; umístění plechů je narýsováno na plechu pod patkami. Zbylé komponenty patky se přivaří na nádobu koutovým svarem pomocí MAG svařovacího zdroje. Na nádobu se přivaří ventily OR31, upevňovací vzpěry, tyč plochá, uchycení pro vodiče, držáky trubky ventilů, držák kabelů pod skříní. Tyto komponenty se přivařují tak, že se usadí do vypálených otvorů nebo se umístí na nakreslenou značku a pro kontrolu se změří jejich správné umístění.

Komponenty, jako je držák konzoly a patky skříně, se na nádobu nastehují pomocí sestavovacích přípravků. Důvodem tohoto řešení je, že na zmiňované komponenty se na montáži umísťuje rozvodná skřín a vodící lišta. Na těchto komponentech musí být zaručena roztečná vzdálenost os, otvorů nebo drážek.

Způsob umísťování komponentů na plášť je nastaven tak, že komponenty, které musí mít určitou rozteč nebo rozměr, se na nádobu umísťují pomocí sestavovacích přípravků. Ostatní komponenty se umístí na nádobu podle rozkreslení a jsou kontrolovány přeměřením. Tento způsob sestavování komponentů je dobře nastaven a je efektivní.

Úzká místa ve výrobě:

- zakružování vstupujících materiálů do nádoby by neměl provádět svářeč na pracovišti 105, ale méně kvalifikovaná pracovní síla,
- svařování uvnitř nádoby,
- vznik velkého svaru mezi přírubou s krkem a pláštěm, kvůli kterému vzniká nežádoucí deformace vlivem tepla.

Operace číslo 40

Nádoba se položí přírubou na zem. Podvozek je umístěn na dno nádoby, podle nakresleného kříže. Pomocí přitahovacích řemenů se podvozek přitáhne ke dnu a nastehuje se. Po nastehování se podvozek přivaří. Svaření podvozku je ve výkresové dokumentaci o dvě úrovně výkresů níže, viz Příloha č. 1, kde je detail přivaření podvozku.

Poslední svařovací operací je svaření vnitřního koutového svaru dna a pláště. Tato operace se provádí obalovou elektrodou z důvodu špatné dostupnosti MAG svařovací hubice. Příčinou špatné dostupnosti svařovaného místa je, že se nachází na dně nádoby. Svářeč se musí dostat do nádoby a přivařit dno k plášti. I když má z hlediska bezpečnosti práce přívod vzduchu do svářecí helmy, není jeho umístění ideální. Po svaření svářeč svar očišťuje.

Takto je nádoba – svařenec hotová. Po svaření se musí zkontrolovat, jestli se vlivem svařování nezměnily rozměry roztečí přírub radiátorů. Problém nastává ve většině případů, kdy jsou na nádobě příruby s krkem. Deformace svařovaného materiálu vzniká vlivem tepla, viz Obr. 4.4, u kterého je popsáno, jaký má tato deformace vliv na svařovaný materiál. Svařený materiál má tendenci propadat se dovnitř nádoby. Tento problém by měl být částečně odstraněn použitím velkoformátových plechů a změnou technologie výroby otvorů v plášti. Tím by měl nastat úbytek svarů nebo redukce velikosti svarů, což by mělo za následek menší tepelné ovlivnění míst svarů přírub radiátorů. V případě, že vznikne nežádoucí deformace, musí nastat rovnání přírub pomocí hydraulického zvedáku.

Svářeč musí ještě zkontrolovat, je-li nádoba dostatečně očištěna od následků svařování, případně musí poškozená místa očistit.

Úzká místa ve výrobě:

- svařování uvnitř nádoby z hlediska bezpečnosti práce není vhodné,
- rovnání přírub radiátorů kvůli teplem vzniklé deformaci.

Operace číslo 50

Nedestruktivní zkoušení svarů provádí svářeč pomocí penetračních barev, červené vývojky a bílé křídové barvy. Na svary uvnitř nádoby se použije vývojka, na svary na vnější straně nádoby se nastříká bílá barva. Po předem určené době se zkontrolují svary, jestli do bílé barvy neprosákla vývojka. Pokud ano, musí se svar opravit. Takto se kontrolují svary, které jsou provařené přímo pláštěm nádoby. Ostatní olejotěsné svary se kontrolují kapilární metodou zkoušky svarů. Správný postup aplikace penetračních barev viz Příloha č. 2. Zkoušky svarů by neměl mít na starosti svařovací dělník, ale pracovník technické kontroly. Po skončení zkoušení se musí nádoby očistit a vysušit. Tyto operace již dělá manipulační dělník.

Úzká místa ve výrobě:

- nedestruktivní zkoušky provádí přímo svářeč, měl by to mít na starosti pracovník technické kontroly.

Operace číslo 60

Jako poslední operaci před odvozem nádoby do kooperace musí manipulační dělník všechny dosedací plochy zakrýt ocelovými zaslepovacími krytkami a z vnitřní strany nádoby ucpat všechny vývody. Důvodem tohoto opatření je, že se nádoba bude metalicky zinkovat a bude opatřena nátěrem podle požadavků zákazníka. Tyto krytky mají za úkol chránit dosedací plochy před nátěrovým systémem a zabránit znečištění mechanismů ve ventilech a přírubách.

Úzká místa ve výrobě:

- tuto operaci provádí režijní pracovník, ale jsou na ni předepsané normohodiny v technologickém postupu.

Operace číslo 70 a 80

Metalizace zinkem a nátěr stříkáním barvy se provádí v kooperaci. Postup je takový, že se nádoba ze všech stran opískuje, poté se vnější strana metalizuje zinkem o požadované tloušťce a následně je nastříkaná barva o požadované tloušťce a odstínu RAL.

Operace číslo 90

Provádí se na pracovišti 201, kde se uskutečňuje montáž zhášecí tlumivky. Zde se nádoba připraví na další montáž.

4.1.2 Skladování a manipulace na pracovišti

Skladování a manipulaci na pracovišti provádí svařovací dělník. Skladové prostory na pracovišti neexistují, materiál na výrobu zakázky, na níž se pracuje, je uložen na několika místech. Menší materiál si svářeč postupně během výroby nosí na pracovní stůl, kde si ho připraví na svařování. Větší komponenty potřebné pro výrobu jsou uskladněny ve svařovací hale nebo venku za halou. Materiál, který je venku, podléhá vlivu venkovního prostředí a koroduje. Tuto korozi musí pak svařovací dělník odbrousit v místech, kde bude svar.

Až budou větší komponenty potřebné k výrobě, svařovací dělník si je na hale najde a sám dopraví na pracoviště. Manipulací materiálu na pracoviště ztrácí dělníci čas.

Skladování, manipulace a příprava výroby spolu souvisejí a je třeba řešit je jako jeden celek. V současnosti manipulační dělník pouze zaváží materiál na halu, čistí nádobu od penetračních barev a zakrývá dosedací plochy krytkami, které je chrání před metalizací zinkem. Manipulaci materiálu na pracoviště a přípravu výroby má na starosti svářeč konkrétního svařovacího boxu.

Přímo na pracovišti se skladuje většina přípravků potřebných ke svařování nádoby, viz Obr. 4.5. Bývají opřeny svařovacími zábranami, které dělí jednotlivé svařovací boxy. Na pracovišti jsou i regály s polotovary, pro které si chodí všichni svářeči, kteří nádoby vyrábějí.



Obr. 4.5 Skladování rozpracované výrob, přípravků a polotovárů na pracovišti

Na obrázku jde vidět i skladování vázacích prostředků, které má každý svařovací box vlastní.

Celkový podíl manipulace a přípravy samotným svářečem je 20,4% výrobního času jedné nádoby. Tento čas se musí co nejvíce snížit.

Úzká místa ve výrobě:

- neexistující skladovací prostory na pracovišti,
- čištění špatně uskladněných vstupních komponentů na pracoviště,
- svářečem prováděná manipulace materiálu na pracovišti,
- skladování rozpracované výroby, pomůcek, vázacích přípravků a polotovárů přímo na pracovišti

4.2 Časový snímek výroby nádoby

Důvodem pořízení časového snímku výroby nádoby je možnost posoudit, jaký podíl mají různé činnosti při výrobě nádoby a na jaké činnosti se při racionalizaci výroby následně zaměřit. Po dokončení racionalizace vznikne nový teoretický časový snímek, v němž budou promítnuty racionalizační změny. Některé racionalizační změny budou již ověřené v praxi.

Časový snímek výroby nádoby, který je v Příloze č. 3, byl pořízen celkově na čtyřech podobných nádobách. Devatenáct operací bylo rozděleno přibližně na sto pod-operací. Jim byl přidělen status určité činnosti, viz Tab. 4.3. Analýza byla zpracována tak, aby bylo vidět, kolik procent jednotlivé činnosti zaberou v celém časovém horizontu výroby nádob. Výsledek analýzy je v Tab. 4.3. Z této tabulky lze vyčíst, že 47,6% času svařovacího dělníka se svařuje, stahuje a sestavuje nádoba. Pracoviště 105 má ve svařovací hale nejkvalifikovanější svářeče, proto by měla být jejich hlavní pracovní náplní svařování. Tuto činnost ale provádí něco málo přes polovinu své pracovní doby.

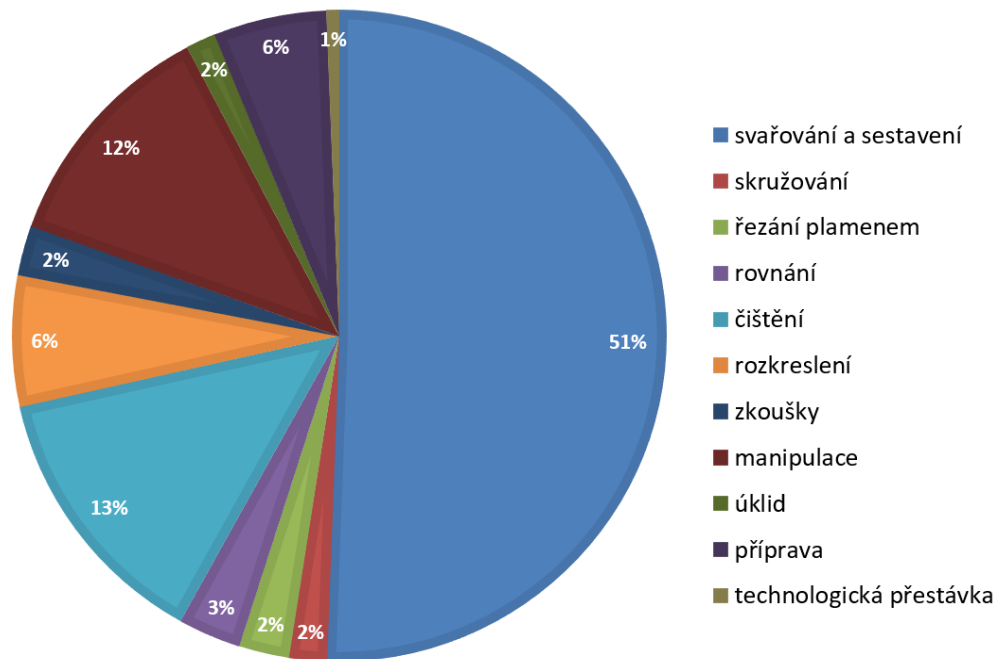
Tab. 4.3 Procentuální podíl jednotlivých operací činností

Činnost	Podíl [%]	Hodnota	Podíl hodnot [%]
Svařování a sestavení	47,6	přidaná	77,6
Skružování	1,9		
Řezání plamenem	2,5		
Rovnění	3,1		
Čištění	13,5		
Rozkreslení	6,5		
Zkoušky	2,5		
Manipulace	14,8	nepřidaná	22,4
Úklid	1,5		
Příprava	5,6		
Technologická přestávka	0,6		

Z celkového časového objemu výroby nádoby zabírají 77,6% času, které mají přidanou hodnotu. Bude snahou časy bez přidané hodnoty co nejvíce eliminovat a dále analyzovat a racionalizovat. Racionalizovány budou i časy s přidanou hodnotou.

4.3 Výsledky analýzy technologického postupu

Z analýzy časového snímku výroby vyplývá, že 51% času výroby nádoby se svářeč dělník na pracovišti 105 věnuje svařování a/nebo se věnuje sestavování komponentů, které budou přivařeny, viz Graf 4.1. Ostatních 49% činností se v racionalizaci musí snížit. V Grafu 4.1 jsou uvedeny procentuální podíly jednotlivých činností.



Graf. 4.1 Znázornění podílu jednotlivých činností

Z analýzy technologického postupu a časového snímkování operací je patrné, že než svářeč začne svařovat nádobu, musí před svařováním nádoby udělat několik činností, které umožní samotné svaření nádoby. Tyto činnosti se provádějí také během výroby. Kromě toho, že se musí připravit pracoviště a materiál dopravit na pracoviště, je třeba během výroby orýsovat plášť, zakružovat, ohýbat a vrtat. Tyto pracovní činnosti nemusí dělat přímo svářeč. Kdyby je dělal jiný pracovník na jiném pracovišti, svářeč by zvýšil produktivitu práce na pracovišti 105 a vyrobil by ročně více nádob. Převážením výroby komponentů na jiná pracoviště, se zvýší vytížení těchto pracovišť. Následkem může být, že na tato pracoviště bude muset být přijat další pracovník. Činnosti jako je manipulace, zkouška svarů a další se musí převést na režijní pracovníky.

4.4 Analýza výrobního systému

V současnosti se svařovna rozkládá ve starší hale na kraji výrobního závodu o rozměrech 60×15 m a ploše 900 m^2 . Hala je průchozí na délku a na každém konci jsou velká rolovací vrata. Svařovna má špatně řešené odsávání zplodin z pracovišť a je celkově opotřebovaná po mnohaletém používání.

Hala svými rozměry nedovoluje inovace ve výrobě, pracoviště jsou velmi hustě umístěna vedle sebe, když je potřeba pracovat na jednom pracovišti, může nastat to, že se musí zastavit práce na jiném pracovišti. Některé větší komponenty a rozpracovaná výroba se skladují venku, neboť prostory na skladování v hale jsou minimální.

4.4.1 Skladování

Vzhledem k malému rozměru haly a snaze maximálně využít prostory pro výrobu je málo místa pro uskladnění výrobního materiálu a rozpracované výroby. V hale jsou pouze čtyři regálové stojany. Jeden slouží k uskladnění plechů pro nůžky. Druhý regál se využívá ke skladování materiálu menších komponentů, které přijdou z dělení materiálu a obrobny. Třetí regál slouží na skladování polotovarových komponentů. Poslední čtvrtý regál slouží pro skladování nakupovaného materiálu. Tyto regály používají všechna pracoviště s výjimkou regálu pro plechy, který slouží jen pro skladování plechů pro pracoviště nůžek.

Značně problémové je skladování větších komponentů a rozpracované výroby. Ve stísněné hale není mnoho prostoru. Větší potřebné komponenty se skladují na dřevěných paletách, menší komponenty v menších kovových paletách. Palety jsou často před samotným pracovištěm, někdy na paletách bývá i více materiálu na různé zakázky. Výrobní dělník pak musí v paletách a regálech hledat materiál potřebný pro výrobu a tím ztrácí čas.

Větší součástky rozpracované výroby se skladují u vstupních vrat. Zde ale vadí při vyvážení hotových dílů z haly. Také se tam skladují hotové nádoby po penetračních zkouškách, které se posléze musí omýt. Tento prostor je velice frekventovaný jak z hlediska skladování a manipulace, tak jako vstupní a výstupní prostor zaměstnanců. V některých případech porušuje normu bezpečného průchodu zaměstnanců. Některá rozpracovaná výroba, kterou z nedostatku místa není možno uskladnit v hale, je uskladněna venku na boku haly a vystavena povětrnostním podmínkám venkovního prostředí. Jedná se zejména o rozpracovaná těla nádob. Ty pak většinou účinkům venkovního prostředí podléhají.

Přímo na pracovišti se skladuje materiál potřebný na zakázku, na níž se zrovna pracuje. Materiál se většinou skladuje na zemi vedle svařovacích zábran. Menší komponenty se skladují na stole. Z těchto míst si je přímo bere výrobní dělník při výrobě součástí.

Celkově je systém skladování velmi chaotický a zdržuje výrobní dělníky při práci, protože oni sami si připravují a vyhledávají materiál připravený na zakázku. V hale existuje pozice manipulačního dělníka, který se stará zvláště o navedení výrobního materiálu a odvozu hotových výrobků mimo halu. Ve zbytku času dělá přípravu hotových svařenců na povrchovou ochranu. V některých případech pomáhá s přípravou materiálu přímo na pracovišti. Naskladnění materiálu na pracoviště obvykle provádí výrobní dělník, který přesně ví, co je pro výrobu potřeba. Manipulační dělník nemá

přehled o tom, jaký výrobní materiál je na jednotlivá pracoviště zapotřebí. Tento systém v provozu ELA neexistuje.

Úzká místa ve výrobě:

- málo prostoru na hale,
- nevhodné skladování rozpracované výroby,
- u skladovaného materiálu není patrné, na jaké pracoviště patří,
- časté skladování materiálu přímo na zemi.

4.4.2 Vstupní materiál

Jde o materiál, který je potřeba pro výrobu nádoby. Vstupní materiál na pracoviště 105 jde ze tří směrů. První je nakupovaný materiál, který se vydává ze skladu. Druhý je materiál přicházející z kooperace. Třetí jsou komponenty, které přicházejí z ostatních pracovišť.

Nakupovaný materiál se vydává na základě výdejek ze skladů. Mistr tento materiál dá přímo do určeného regálu ve svařovací hale. Z regálu si je pak vyzvedávají výrobní dělníci. Nakupovaným materiálem bývají různé druhy přírub, navařovacích svorníků a ventilů. Každý druh nakupovaného materiálu má svoje inventární číslo a to je napsáno i na krabičce v regálu, kam je materiál umístěn. Nakupovaný materiál se neustále opakuje. Pokud se stane, že se při výrobě použije nějaký atypický materiál pro výrobu, mistr tento materiál předá přímo na pracoviště.

Materiál dodaný z kooperace se ukládá na palety rozdělené podle pracovišť a zakázek. Tyto palety leží různě po svařovací hale. Zásobování a skladování materiálu, který přijde z kooperace, má na starosti režijní pracovník výroby.

Materiál přicházející z ostatních pracovišť celého výrobního podniku EGE má na starosti manipulační dělník, který převáží materiál z jednotlivých pracovišť do svařovací haly. Materiál přichází z dělení tyčového materiálu, stříhání plechů, řezání plazmovým řezacím strojem a z obrobny. Tento materiál se skladuje v regálu nebo na paletách, záleží na velikosti dodaného komponentu.

Způsob skladování na paletách není sice vhodný, ale jeho výhodou je možnost rychlého přemístění materiálu na jiné místo. Protože na pracovištích neexistují žádné regály, není jiný způsob skladování materiálu na zakázku. Celý systém skladování není přehledný. Velmi často se stává, že výrobní dělník musí potřebný materiál dlouho hledat ve výrobní hale, čímž ztrácí čas na svou hlavní pracovní náplň. Velké komponenty a rozpracovaná výroba se často skladují venku vedle haly a výrobní dělník si musí zajistit, aby se tyto komponenty dostaly k němu na pracoviště.

Úzká místa ve výrobě:

- skladování materiálu mimo svařovací halu (venku za halou),
- ukládání materiálu z kooperace na palety různě po hale,
- hledání volného místa pro uskladnění.

4.4.3 Manipulace

Hlavním manipulačním zařízením je mostový jeřáb. Na hale jsou dva jeřáby. Jeřáby manipulují hlavně s velkými a těžkými břemeny. Dále se používají motorové vysokozdvizné vozíky, které zavážejí a vyvážejí materiál do svařovací haly, taktéž se manipuluje pomocí ručních paletových vozíků. Nejběžnější manipulace je za použití fyzické síly dělníka.

Manipulaci zajišťuje jeden manipulační dělník. Jeho hlavním úkolem je uskladnění přivezeného materiálu z kooperace, z pracoviště dělení materiálu pilkou, z vnitropodnikových kooperací, materiálu zpracovaného na jiných pracovištích v rámci sekce a přivážení přídavného materiálu pro svařování z centrálního skladu. Dále čistí svařence po penetračních zkouškách a umísťuje krytky na svařence, které jsou do kooperace k metalizaci zinkem. Manipulační dělník má za úkol připravit hotové svařence k odvozu ze svařovacích hal.

Manipulační dělník zajišťuje uskladnění materiálu na hale. Hlavní místa skladování jsou u dvou velkých rolovacích vrat a u jednoho bočního vchodu. Zde má manipulát většinou místo na uskladnění materiálu, který je na paletách. Větší materiál je uskladněn venku za halou v regálech, které mají střechu. Střecha ale nezabrání tomu, aby materiál z uhlíkové konstrukční oceli nezkorodoval.

Menší materiál, který se vydává ze skladu nakupovaných dílů na halu, nosí mistr svařovací haly. Odtud je tento materiál vydáván na základě výdejek. Ve výrobě existuje režijní pracovník, který se stará o zásobování pracovišť nakupovaným materiálem. Ten však slouží pouze pro montážní haly.

Úzká místa ve výrobě:

- velký podíl manipulace fyzickou silou pracovníka,
- skladování materiálu venku,
- manipulace prováděná mistrem.

4.4.4 Technický stav vybavení

Strojní vybavení je rozděleno podle pracovišť. Na každém pracovišti je minimálně jeden MAG svařovací zdroj. Metodou MAG se svařuje většina svarů. Na některá hůře přístupná místa a na některé olejotěsné svary se používá ruční oblouková elektroda. Důvodem použití obloukové elektrody je špatná kvalita materiálu zapříčiněná nevhodným skladováním materiálu.

Do svařovací haly se za poslední roky výrazněji neinvestovalo. Výjimkou jsou tabulové nůžky a obnova svařovacích zdrojů. V Příloze č. 4 je seznam strojního vybavení ve svařovací hale, jeho rok výroby, technický stav a doporučení, jak se ke strojnímu vybavení chovat do budoucna. Z Přílohy č. 4 je patrné, že nejstarší stroj je z roku 1959 a nejmladší z roku 2013. Důvodem malého množství investic za posledních několik let je případné přesunutí svařovací haly do jiných prostor. S tím by se modernizovala také technologie. V současné době se již pracuje na několika investicích do svařovací haly. Některé stroje jsou několik desítek let staré a byly pořízeny pro jiné účely, proto je jejich vytížení malé. S jejich stářím se zhoršuje i jejich technický stav.

Vzhledem k velké rozmanitosti výroby dochází velmi často k tomu, že pracovník na jednom pracovišti používá strojní vybavení z jiného pracoviště. Příčinou je to,

že některé operace se na určitém pracovišti provádějí velmi zřídka a pracovník musí využít strojní vybavení jiného pracoviště.

Na pracovištích se používá velký počet sestavovacích přípravků pro lepší umístění komponentů, které se budou k sobě přivařovat. Dále jsou zde svařovací stoly a různé svařovací podpěry upravené pro potřeby polohování svařenců. Pracoviště je vybaveno pracovními pomůckami a pomůckami BOZP.

Žádné strojní vybavení není přes směnu stoprocentně vytíženo. To je dáno výrobním sortimentem a zámečnickým charakterem práce ve svařovací hale.

Úzká místa ve výrobě:

- zastaralé strojní vybavení,
- skladování materiálu venku,
- malé vytížení některých strojů.

4.4.5 Rozdělení pracovišť

Svařovna se skládá ze tří pracovišť, viz Tab. 4.4. Na těchto pracovištích se svařují celé nádoby i jejich komponenty, víka nádob, kostry vnitřních montáží, expanzní nádrže a další komponenty, které se vyrábí i pro jiné sekce.

Tab. 4.4 Rozdělení pracovišť ve svařovně

Název pracoviště	Číslo pracoviště
Výroba nádob	105
Plechové části	106
Kovárna	107

Pracoviště 105

Na tomto pracovišti se vyrábí nádoby a víka. Pracoviště je uspořádáno tak, že nádoby se vyrábí na třech podobných pracovních místech a víka se vyrábí na dvou shodných pracovních místech. Zde dochází pouze ke svařování, řezání a drobné zámečnické práci.

Nejvíce vytíženou částí pracoviště je samotná výroba nádob, proto u nich dochází k velkému množství kooperace. Výroba nádob je časově nejnáročnějším prvkem ve svařovací hale.

Výroba vík v současnosti vyhovuje kapacitně tak, aby nemusela být vyráběna v kooperaci.

Problémem pracoviště je skladování rozpracované výroby a komponentů, které jsou potřebné k výrobě zakázky. Potřebné komponenty pro výrobu se skladují na paletách, které jsou na jednu zakázku jak pro výrobu nádob, tak i vík.

Do tohoto pracoviště patří ještě velká zakružovačka, která zakružuje pláště vík, pláště expanzních nádrží a dalších menších součástí, jež je nutné zakružít. Jedna ramenová vrtačka se používá na vrtání menších děr do vík. Není tolik vytížená, protože i menší otvory se řezou na plazmovém řezacím stroji.

Problém těchto pracovišť (svařovacích boxů) je v jejich uspořádání. Všechna pracoviště jsou průchozí do ostatních pracovišť. Na pět pracovišť jsou pouze tři vstupy. Dvě pracoviště jsou z jedné strany úplně otevřená. Na pracovišti 105 je zakružovačka plechů, a pokud se na ní pracuje, musí přestat práce v jednom svařovacím boxu a je omezena také průchodnost uličky v hale.

Úzká místa ve výrobě:

- jedno pracoviště vyrábí nádoby a víka,
- směřování materiálu pro dva výrobky na jedno pracoviště,
- součástí pracoviště je zakružovačka plechů, na které se zakružují i jiné výrobky svařovací haly,
- nedostatečný prostor pro skladování vstupního materiálu na zakázku,
- malý prostor na pracovišti pro výrobu největších nádob.

Pracoviště 106

Pracoviště 106 tvoří tři svařovací boxy, z toho dva jsou určeny pro svařování drobnějších komponentů a v jednom boxu se svařují expanzní nádrže. Na pracovišti 106 se vyrábějí drobné plechové díly, které jsou určeny pro potřebu pracoviště 105 a 107 nebo jdou dále ke zpracování (povrchová úprava) a poté se použijí při montáži strojů. Vyrábí se zde celé expanzní nádrže od stříhání plechu a přípravy drobných komponentů, které tvoří expanzní nádrž, po samotné sváření a penetrační zkoušky. Na tomto pracovišti se svařuje, vrtá, stříhá, vystřihuje, ohýbá a dělá drobná zámečnická práce. Toto pracoviště vyrábí i komponenty pro ostatní sekce.

Kromě tří svařovacích boxů jsou na pracovišti 106 dva vystřihovací lisy, jedna radiální vrtačka, tabulové nůžky, ruční děrovačka, ohýbačka trubek a plechů. Přímou ve svařovacích boxech se skladuje materiál pro výrobu komponentů pracoviště 106. Sladování materiálu je zde stejným problémem jako u pracoviště 105.

Pracoviště 107

Toto pracoviště je rozděleno na jeden velký svařovací box, který je předělen přepážkou. Přípravují a svařují se zde kostry vnitřních montáží, dále jsou na pracovišti dvě zakružovačky profilů, vrtačka a hydraulický lis.

Na tomto pracovišti se vyrábí kostry vnitřních montáží, klece odporníků a mnoho dalších komponentů. Velký podíl práce je zde na komponentách pro ostatní sekce. Zde probíhá těžká zámečnická práce a svařování.

Toto pracoviště vyžaduje více svařovacích boxů, část komponentů se svařuje volně na hale bez větších zábran proti následkům svařování a broušení. Probíhá zde fyzicky velmi namáhavá práce – manipulace a rovnání velkých součástí, které se používají na výrobu koster.

4.5 Výsledky analýzy

Analýza vychází z celého pracoviště od navezení materiálu na pracoviště, skladování, manipulaci, až k samotné výrobě nádoby. Byla použita metoda snímkování pracoviště. Při analýze snímku se pracoviště zaměřilo zvláště na časy, které nemají přidanou hodnotu, jako jsou manipulační časy, časy přípravy výroby a samozřejmě i na samotný technologický postup výroby nádoby.

Výsledky analýzy budou implementovány v nové hale, do které se bude současná svařovací hala stěhovat. Návrh se musí vyvarovat chyb, které jsou v současné svařovací hale.

Činnosti bez přidané hodnoty, které by se daly odstranit, byly vyzorovány u předpřípravy výroby a manipulace. Příprava vstupního materiálu na pracovišti zahrnuje i jeho manipulaci. Tuto činnost by svářeč nemel dělat, jelikož tato činnost nevyžaduje žádnou kvalifikovanou pracovní činnost. Manipulaci se vstupním materiálem bude mít na starosti manipulační dělník, který bude zařazen mezi režijní pracovníky.

Analýzou výrobního systému byly zjištěny následující problémy. Skladování vstupního materiálu má velmi chaotický charakter. Příčinou je málo prostoru ve svařovací hale a téměř žádný řízený systém skladování materiálu v hale. Část vstupního materiálu má svá předem daná místa (polotovarové komponenty a nakupované díly). Menší komponenty, které byly dodány z obrobny z dělení materiálu, jsou uskladněny v regálu. Ostatní komponenty jsou skladovány různě po hale, ale i venku v okolí haly. Snaha je dát tento vstupní materiál co nejbliže potřebnému pracovišti, ale vždy tomu tak nemusí být. Záleží na voleném prostoru v hale. Velký problém je, když má začít svářeč pracovat. Nejdříve si na pracoviště připraví nakoupený materiál a polotovarové díly. O nich pracovník ví, kde se nacházejí. Pak si vezme komponenty z regálu malých dílů. Poté začíná hledat paletu s většími komponenty. Na paletě musí zkontrolovat, jestli má všechny potřebné součástky. Pokud nějaké chybí, musí je najít. To je zapříčiněno tím, že jeden pracovník umístí materiál na halu a jiný pracovník, který ho bude potřebovat, ho musí najít. Dá se to odstranit tak, že onu činnost bude provádět jeden pracovník, kterým by měl být režijní manipulační dělník, jenž bude mít naprostý přehled nad materiálem, co kam patří a kdy to bude potřeba. Tak by se odstranilo hledání materiálu svářečem na pracovišti 105 a také by byl úbytek manipulačního času samotného svářeče.

Technologie výroby je postavená hlavně na samotném svářeči, který si všechno připraví, pak svaří a provede aplikaci penetračních barev. Poté vizuálně zkontroluje výsledky zkoušky. Svářeč používá svařovací zdroj MAG, svařovací zdroj pro ruční obloukovou elektrodu a kyslíko-acetylenový hořák, pracuje s nástroji, hlavně s ruční elektrickou bruskou a ojediněle užívá hydraulický lis, vrtačku a zakružovačku plechů pro přípravu přivařovaných komponentů.

Z technologického hlediska by se dala část výroby nádoby zhasací tlumivky automatizovat. Dále by se mohla využívat moderní technologie, která by částečně eliminovala potřebu normohodin.

Nádoba je vždy tvořena ze dna, příruby a pláště. Dno, příruba a plášť tvoří tělo válcovitého tvaru. Tento tvar je shodný u všech nádob. Liší se 12 typy velikostí. Pomocí automatizace by se tato část výroby dala zefektivnit.

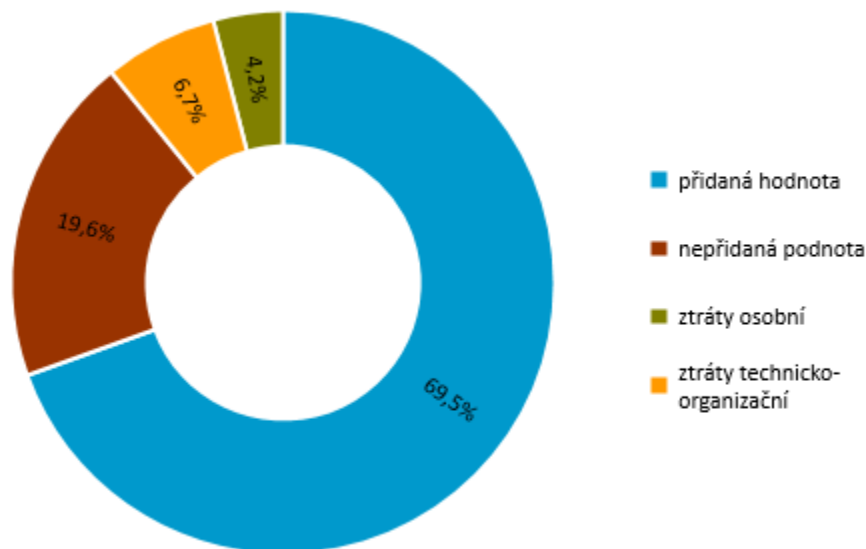
Vyhodnocení analýzy vycházejí ze snímkování pracoviště, pozorování výrobního procesu a sledování systému práce celé svařovací haly. Tím se došlo k několika bodům,

kterým je potřeba věnovat se při racionalizaci výrobního procesu a návrhu nového pracoviště.

Body týkající se racionalizace, které vznikly při analýze výroby nádoby zhášečí tlumivky:

- snížení časové náročnosti svařování,
 - racionalizace výroby pláště
 - částečná automatizace svařovacích operací
- úprava způsobu předpřípravy výroby,
- manipulace na pracovišti,
- určení míst skladování materiálu,
- nové uspořádání pracovišť.

Vyhodnocení analýzy je v Grafu 4.2. Ten ukazuje, že 69% činnosti svářeče má přidanou hodnotu. Tato hodnota není špatná, ale je v ní započítaná i práce, kterou by svářeč při své kvalifikaci dělat neměl (skružování, rozkreslování nádoby, některé svařovací operace atd.). V činnostech, které neodpovídají kvalifikaci svářeče, má hlavní podíl manipulace. Osobní ztráty jsou hlavně zaviněné samotným svářečem (T_{D1}) jedná se o prodlužování začátku směny a přestávky, svévolné přerušování práce během směny, komunikace s ostatními pracovníky a opravy vlastních chyb při práci. U ztrát technicko-organizačních (T_E) se jedná hlavně o čekání na materiál (T_{E2}), kde největší problémy jsou s dodáním materiálu z kooperace a z vnitropodnikové kooperace. Další T_E jsou způsobené více prací na čištění materiálu od koroze (T_{E1}). Na základě ztrát vzniknou dva koeficienty: koeficient osobních ztrát $k_{TD} = 1,04$ a koeficient technicko-organizačních ztrát $k_{TE} = 1,07$ [2].



Graf. 4.2 Vyhodnocení času

V racionalizaci bude zaměřena pozornost na činnosti, které nepřidávají hodnotu, a na ztrátové činnosti. Dále bude s vedením výroby prodiskutován nový koeficient ztrát. Pozornost se zaměří také na největší podíl z hodnot, to je na přidané hodnoty. Zde bude snaha najít nejlepší cestu k zvážení efektivity výroby.

5 Racionalizace výroby nádoby zhášecí tlumivky

Před samotnou racionalizací výroby nádoby, musí dojít k úpravě samotné svařovací haly. Současná svařovací hala se bude kvůli špatnému technickému stavu demolovat. Demolice haly vychází z nové koncepce sekce ELA. Na místě současné svařovací haly by měla vzniknout expedice hotových výrobků.

Současná svařovací hala se přestěhuje do největší výrobní haly z areálu EGE. V této hale v současnosti sídlí jiná sekce. Současný výrobní program této haly se bude stěhovat do nově vybudované haly. Tím vznikne volná hala o rozloze 2 740 m². Ta se kompletně zrekonstruuje a rozdělí na dvě části. Menší část bude sloužit jako lakovací box a předmontáž zhášecích tlumivek. Větší část o rozloze 2 020 m² bude sloužit jako svařovna a dělení transformátorových plechů na tabulových nůžkách.

Do nové haly se budou stěhovat dvě pracoviště, která již existují, ale nejsou součástí současné svařovací haly. Na pracovišti 102 jsou troje nůžky, na kterých se stříhají transformátorové plechy. Umístění tohoto pracoviště do svařovací haly je materiálový tok nastříhaných plechů. Tyto plechy směřují na pracoviště 103, což je výroba magnetického obvodu (článků a jader). Pracoviště bude umístěno ve svařovací hale kvůli charakteristice jeho výroby. Na pracovišti 103 se svařují články a jádra. Jde o technologické přemístění původních pracovišť do nové svařovací haly. Veškeré svařování má být umístěno v jedné hale.

Do nové haly se ze staré haly bude stěhovat velká část výrobní technologie. Některé výrobní technologie ze staré haly nebudou v nové hale z důvodu jejich špatného technického stavu nebo nevyužití v nové hale. Strojní vybavení, které již svým stářím nebo technickým stavem nesplňuje podmínky využití v nové hale, musí být nahrazeno novými stroji.

Pracoviště, která jsou v současné hale, budou také v nové hale, ale budou modifikována tak, aby odpovídala potřebám plánování výroby. Touto modifikací vzniknou nová pracoviště. Nová pracoviště vzniknou taktéž na základě nově pořízené technologie.

5.1 Racionalizace výrobního postupu

Tato část racionalizace je zaměřena na úzká místa výroby nádoby. Úkolem bude zvýšit produktivitu práce tak, aby se již nemuselo takové množství nádob vyrábět v kooperaci.

Před racionalizací se určí nový koeficient osobních ztrát $k_{TD} = 1,02$. Ve výrobě bylo dohodnuto, že se začne striktně dodržovat začátek a konec směny. Také se nebude prodlužovat pauza na oběd. Tím se docílí snížení ztrát o 2%. Dále již pracovník nebude muset zásobovat vlastní pracoviště materiálem a materiál bude mít na starosti manipulační dělník, který bude hlídat termíny dodání materiálu, čímž se dosáhne úspory 2 % a vznikne nový koeficient technicko-organizačních ztrát $k_{TE} = 1,05$.

5.1.1 Racionalizace výroby pláště

Výrobou pláště se myslí svaření plechů, zakroužení pláště, vyřezání otvorů do pláště na rozkreslení pláště. Problémy, které nastávaly při výrobě pláště, byly takové, že při výrobě vznikalo příliš mnoho svarů a tím docházelo k deformaci vlivem ohřátí materiálu v oblasti svaru. Tento problém se týká především oblastí svaření přírub pro radiátory. Příruby radiátorů se umisťují do otvorů vyřezaných kyslíko-acetylenovým

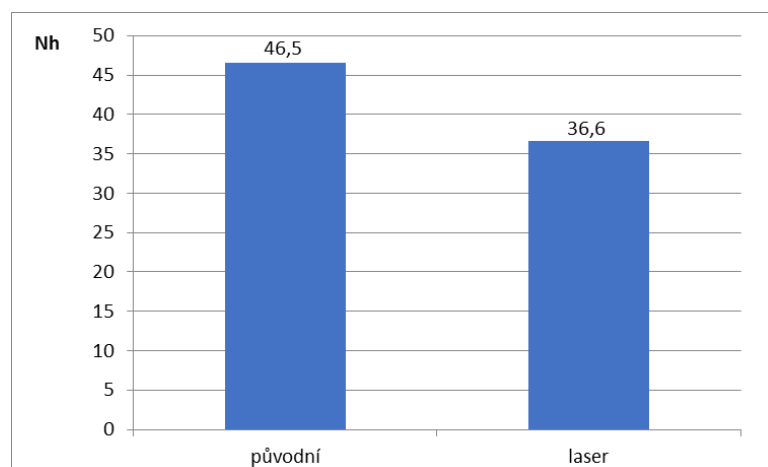
hořákem. Po vložení příruby do otvoru mají mezi přírubou a plechem pláště vůli až 10 mm. Tato vůle se musí vyvařit. V této oblasti se vlivem tepla propadá příruba u strany, kde je blíže k plášti. K největší deformaci dochází v případě, kdy jsou vedle sebe dvě příruby a mezi nimi je svar pláště. Zde dochází k propadu přírub směrem k sobě, a to až o 5 mm. Tento problém je popsán v kapitole 3.1.1 a na Obr. 4.3 a Obr. 4.4 na straně 31 a 32. Když vznikne tato deformace, musí se příruby rovnat. Tato operace je časově náročná a musí na ní pracovat dva dělníci.

Cílem racionalizace je zmírnit nežádoucí deformace a zefektivnit výrobu tak, že se zredukuje svařování pláště pouze na jeden svar místo dosavadních osmi. Využije se moderní technologie řezání otvorů a orýsování pláště.

Některá úzká místa ve výrobě se budou řešit řezáním a gravírováním pláště na laserovém řezacím stroji. Vytížení tohoto stroje by ve výrobě bylo minimální, proto musí být tato operace kooperována v jiné firmě. Podmínky výběru kooperace byly takové, aby laserový stroj uměl nejen řezat, ale i gravírovat a minimálně mohl zpracovávat plechy o rozměrech 4 000 × 2 000 mm. Byl vytipován stroj od firmy Trumpf s označením TruLaser 3040, který může řezat maximální formát materiálu 4 000 × 2 000 mm. Rozměrově patří mezi největší laserové řezací stroje v okolí Českých Budějovic.

Pro vyřezání pláště o rozměrech 3 564 × 1 887 mm je tento stroj dostačující, jako polotovar bude použit plech o rozměrech 4000 × 2000 mm. Vyřeže se rozměr pláště a otvory do pláště. Rozměr otvorů musí být tvarově přizpůsoben rádiu pláště. Tvar otvoru se promítne na zakroužený plášť pomocí 3D kreslicího programu. Požadovaný tvar otvoru na plášti vznikne průnikem trubky příruby do pláště. Konstruktor jen otvory zvětší o 3 mm. Takto vznikají všechny otvory do pláště. Dále se pomocí 3D kreslicího softwaru promítnou všechny přivařované komponenty na plášť a tím vznikne maska pro gravírování. Gravírovat se budou pouze okraje promítnutých komponent. Výstupem bude výkres rozvinutého pláště se všemi otvory v plášti a gravírovanými pozicemi na povrchu pláště. Tento výkres se ve formátu dwg pošle do kooperační firmy.

Celková časová úspora při výrobě pláště v kooperaci je 21 % normohodin výroby jedné nádoby na pracovišti 105. Úspora zahrnuje usnadnění zakružování celistvého plechu a méně pracné sestavování pláště s přírubou a dnem. V grafu Graf. 5.1 jsou znázorněny současné (původní) normohodiny a normohodiny potřebné k výrobě nádoby za použití laserového řezacího centra v kooperaci.



Graf 5.1 Porovnání normohodin při použití laseru v kooperaci

Důvodem takto vysoké úspory je to, že velká část svařování, řezání a manipulace byla odstraněna tím, že se z kooperace nakoupil již hotový plášť připravený na zakružování a svařování. Tato úspora vychází z toho, že díky výrobě pláště v kooperaci došlo k odstranění svařování pláště (výroby velkého plechu o rozměrech $3\,564 \times 1\,887$ mm), celkem bylo ušetřeno 11 322 mm svarů. Při zakružování nedocházelo k přenastavování zakružovačky plechů vlivem svarů na plášti. Tím vzniká přesnější tvar zakrouženého pláště (válec). Při sestavování pláště, příruby a dna se již nemusí složitě sestavovat plášť s přírubou, a to díky tomu, že plášť má pro sestavování ideální tvar válce. Vlivem přesně vypálených děr v plášti se některé komponenty nemusí již tolik přivařovat tak velkým svarem. Tím se zmenší deformace vzniklé teplem. Deformace se sníží i díky tomu, že se již plášť nesvařuje ze 4 plechů. Všechny tyto uspořené činnosti jsou promítnuté v Grafu 5.1.

5.1.2 Částečná automatizace svařování

Každá nádoba zhášecí tlumivky, která se vyrábí ve svařovací hale, má válcovitý tvar. Vždy se svaří zakroužený plášť, k plášti se přivaří dno a příruba. Tyto svařovací operace se dělají stále, liší se pouze velikost nádoby, a to od $\varnothing 820$ mm do $\varnothing 1\,730$ mm a výšky od 1 340 mm do 3 360 mm.

Částečná automatizace svařovacích operací se bude provádět na dvou svařovacích automatech, v práci se dále bude svařovací automat označovat v tabulkách a grafech zkratkou SA. Oba svařovací automaty budou svařovat svařovací metodou MAG.

Vzniknou celkem dvě varianty použití svařovacích automatů. Obě varianty zahrnují lineární svařovací automat a druhá varianta navíc zahrnuje k lineárnímu svařovacímu automatu ještě stacionární svařovací automat typu sloup-výložník (Column and Boom).

Varianta A

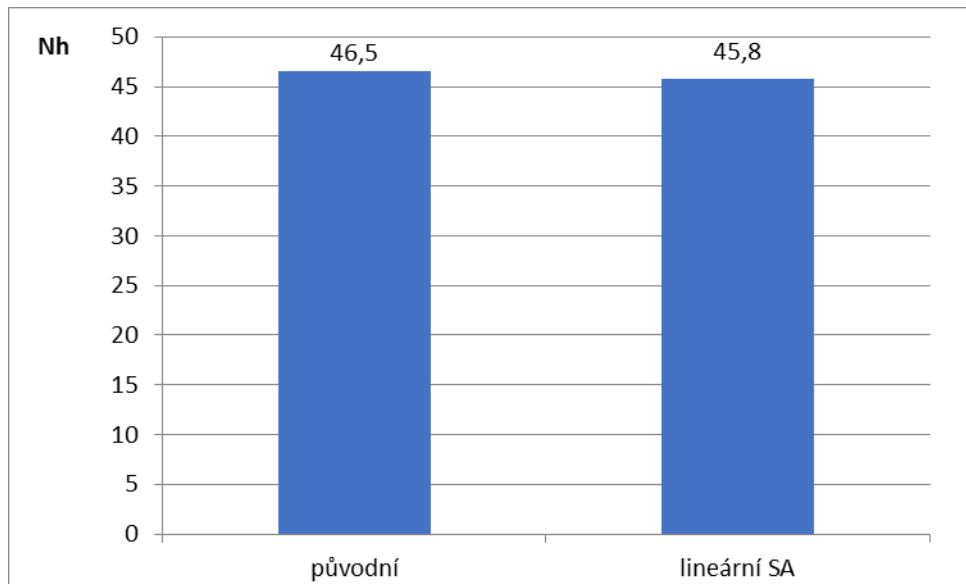
Varianta A je varianta s jedním svařovacím automatem na podélné svary. Důvodem zvolení této varianty je, že použitím tohoto stroje se ušetří jeden podélný svar.

Po zakroužení pláště na vnitřní $\varnothing 1\,130$ mm se musí plášť válcovitého tvaru uzavřít svarem typu I. V současnosti se plášť svařuje z vnitřní i vnější strany. Za použití lineárního svařovacího automatu by došlo ke svaření pláště jen z vnější strany, viz Obr. 5.1., by se svařoval plášť jen z vnější strany.



Obr. 5.1 Lineární svařovací automat firmy BOKI [12]

Lineární svařovací automat dokáže plášť o síle 4 mm svařit jedním vnějším svarem tak, že svarová spára pláště je podložena měděným plechem. Ten je umístěn na přítlačném válci, viz Obr.5.1 (modrý válec). Díky podložení svarové spáry se provaří celý plech pláště. Tím se docílí svařování pláště z jedné, a to vnější strany. Při použití svařovacího automatu se docílí toho, že se již nebude svařovat plášť z vnitřní strany. Svařování z vnitřní strany nádoby je pro svářeče nepohodlné, fyzicky náročnější a jeho vypuštění představuje nejen časové úspory, ale ji benefit ve smyslu ergonomie a bezpečnosti práce.



Graf 5.2 Porovnání normohodin svařování bez SA a použitím lineárního SA

Při použití lineárního svařovacího automatu se celkově ušetří 1,5% z celkového času výroby nádoby, viz Graf 5.2. Výhodou tohoto automatu je, že se ušetří jeden svar o délce 1 887 mm.

Přímé porovnání současné operace a racionalizované operace pomocí svařovacího automatu znázorňuje Tab. 5.1.

Tab. 5.1 Úspora Nh při použití podélného SA

	Současnost	Podélný SA
Potřebné Nh [hod]	0,93	0,33
Rozdíl Nh [hod]	0,6	
Úspora Nh [%]	65	

Použitím lineárního svařovacího automatu se snížení časová náročnost operace svaření pláště o 65%. Hlavní podíl snížení má úsporu jednoho svaru. V celkovém podílu výroby nádoby jde o ušetření 1,5% normohodin.

Varianta B

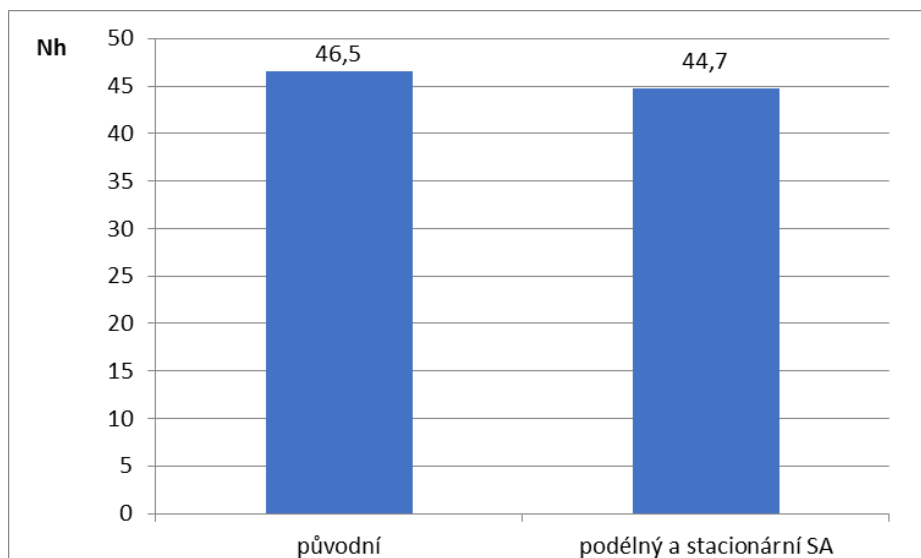
Základem varianty B je varianta A. Varianta B je pouze doplněna o stacionární svařovací automat, viz Obr. 5.2. Tento automat svařuje obvodové svary. V našem případě jde o svary typu I na přivaření dna nádoby a o koutové svary potřebné k přivaření příruby k plášti jak vnitřním, tak i vnějším svarem.



Obr. 5.2 Stacionární svařovací automat typu sloup-výložník (Column and Boom) od firmy BOKI [12]

Nádoba bude umístěna na poháněném kladkovém polohovadle, které otáčí nádobou. Na sloupu a výložníku je umístěn svařovací zdroj. Výška výložníku se nastavuje pomocí sloupu. Na konci výložníku je umístěna svařovací hubice.

V Grafu 5.3 je porovnání celkových normohodin při současné výrobě a normohodin při použití dvou svařovacích automatů.



Graf 5.3 Porovnání normohodin při použití lineárního svařovacího automatu a stacionárního svařovacího automatu

Celková časová úspora při použití obou svařovacích automatů je 3%. Časová úspora se zvedla o 1,5%. Důvodem tak malého nárůstu snížení normohodin při použití stacionárního svařovacího automatu je způsobeno častým přenastavováním svařovacího automatu kvůli různým druhům svarů.

Tab. 5.2 Úspora Nh při použití lineárního a stacionárního SA.

	Současnost	Lineární SA	Stacionární SA	Oba SA
Potřebné Nh [hod]	2,78	0,33	1,17	1,5
Rozdíl Nh [hod]				1,28
Úspora Nh [%]				54 %

Použitím lineárního a stacionárního svařovacího automatu se sníží časová náročnost operace svaření pláště o 54%, jak lze vidět v Tab. 5.2. Důvodem menšího nárůstu snížení normohodin je použití stacionárního svařovacího automatu. Ten sám o sobě ušetří na operaci 37% času, zato podélný svařovací automat ušetří 65% výrobního času. V celkovém podílu výroby nádoby jde o ušetření 3% normohodin.

Svařovací automaty ušetří v celkovém množství normohodin pouze 3%. Jejich pořizovací cena není malá a úspora času jejím použitím není velká. Proto byly svařovací automaty rozděleny na dvě varianty, které se po ekonomické stránce budou vyhodnocovat v dalších kapitolách.

Porovnání návratnosti investice do svařovacích automatů

Než budu popisovat další racionalizační kroky, je třeba vypočítat návratnost investice do svařovacích automatů. Důvodem propočtu je, že pro další racionalizaci je důležité vědět, jaký automat nebo automaty se budou pořizovat. Toto zjištění se promítne do dalších racionalizačních kroků.

Každý svařovací automat se bude hodnotit jako samostatná investice. Pro výpočet investice se 14 typů velikostí nádob kategorizuje pouze na 4 typy, viz Tab. 5.3. Toto rozdělení se v podniku používá pro plánování výroby. Nádoby se podle velikostí rozdělí na skupiny S do průměru nádoby 1 000 mm a délky 1 500 mm, M do průměru nádoby 1 100 mm a délky 1 800 mm a L do průměru nádoby 1 300 mm a délky 2 400 mm. Skupina XL jsou ostatní velké nádoby nad rozměry skupiny L. Dále sem patří i expanzní nádrže, které se také budou vyrábět ve svařovacích automatech.

Tab. 5.3 Kategorizační tabulka nádob expanzních nádrží

Označení	Typ	Počet kusů za rok
S	do ASR 1.0	58
M	do ASR 2.5	127
L	do ASR 5.0	111
XL	do ASR 15V	37
Exp. N.	Expanzní nádrž	170

Nejdříve se vypočítá návratnost u varianty A (lineární svařovací automat). V Tab. 5.4 je roční součet normohodin jednotlivých typů nádoby, které by se odpracovaly na lineárním svařovacím automatu.

Tab. 5.4 Vytížení lineárního SA

Označení	hod/rok
S	19,5
M	47,4
L	56
XL	22,1
Exp. N.	57,1
Celkem	202,1

Celkem bude lineární svařovací automat vytížen na 202,1 hodin za rok. Při jednosměnném provozu je tento svařovací automat vytížen na 10,5%. V Tab. 5.5 jsou uvedeny úspory při svaření pláště nádoby a pláště expanzní nádrže. Porovnávají se normohodiny současné výrobní technologie a normohodiny, které jsou potřebné pro výrobu pláště na svařovacím automatu.

Tab. 5.5 Dosažená úspora lineárním SA

Současnost [Nh/rok]	471
Lineární SA [Nh/rok]	202
Úspora [Nh/rok]	269
Úspora [Kč/rok]	177 976

Ukazatel návratnosti investice vyjadřující návratnost v letech u vložených investičních prostředků je určen vzorcem: [1]

$$U_n = \frac{I - C_s}{U_m}$$

kde: U_n – ukazatel návratnosti investice [roků]

I – investiční náklady z investičních prostředků [Kč]

U_m – relativní úspora nákladů [Kč/rok]

C_s – prodejní cena starých strojů [Kč]

Návratnost investice je při pořizovací ceně lineárního svařovacího automatu $I = 675\,000$ Kč a s roční úsporou $U_m = 177\,976$ Kč, návratnost investice má hodnotu $U_n = 3,8$ roků. Firma požaduje návratnost investice do 6 let. Podmínku investice v tomto případě splňuje.

U veškerých investic v této práci se neprodává žádná stará technologie, tudíž C_s je vždy rovna 0 Kč.

Jako další se vypočítá návratnost u varianty B (stacionární svařovací automat). V Tab. 5.6 je roční součet normohodin jednotlivých typů nádoby. Na stacionárním

svařovacím automatu se svařují celkem tři obvodové svary, svar dno a plášť, vnitřní a vnější svar, příruby a pláště.

Tab. 5.6 Vytížení stacionárního SA:

Označení	hod/rok
S	59
M	151
L	145
XL	62
Exp. N.	95
Celkem	512

Celkem bude stacionární svařovací automat vytížen na 512 hodin za rok. Při jednosměnném provozu je tento svařovací automat vytížen na 27%. V Tab. 5.7 jsou uvedeny úspory při svaření pláště nádoby a pláště expanzní nádrže. Porovnávají se normohodiny současné výrobní technologie a normohodiny, které jsou potřebné pro výrobu pláště na svařovacím automatu.

Tab. 5.7 Dosažená úspora stacionárním SA

Současnost	794
SSA lineární	513
Úspora hodinová	281
Úspora v Kč	165 620

Ukazatel návratnosti investice vyjadřující návratnost v letech u vložených investičních prostředků je určen vzorcem: [1]

$$U_n = \frac{I - C_s}{U_m}$$

Investice při pořízení stacionárního svařovacího automatu v ceně $I = 2\,000\,000$ Kč a s roční úsporou $U_m = 165\,620$ Kč, návratnost investice má hodnotu $U_n = 12$ roků. Firma požaduje návratnost investice do 6 let. Zde tato podmínka splněna není.

Po vyhodnocení investice do svařovacího automatu je zřejmé, že podmínky 5 leté návratnosti splnil jen jeden svařovací automat. Stacionární automat má návratnost 12 let, čímž nejsou splněny podmínky podniku potřebné k nákupu investice. Lineární automat tuto podmínku splňuje zejména kvůli tomu, že jeho použitím se ušetří svařování jednoho svaru o délce celé nádoby. Další výhodou je ta, že svářeč již nebude muset svařovat plášť nádoby z vnitřní strany pláště. Při této operaci se svářeč musel dostat dovnitř do nádoby a tam provést svar. To není z hlediska bezpečnosti práce dobrá poloha svařování.

5.1.3 Racionalizace vstupního materiálu na pracoviště 105

Svářeč na pracovišti výroby nádob by měl svařovat pouze svary, které jsou olejotěsné, ale v realu to není příliš uskutečnitelné. V hale by takto musela vzniknout nová pracoviště. Výroba by začala být nepřehledná a přibyla by manipulace s nádobou. Olejotěsné svary jsou nejdůležitějšími svary na nádobě, proto musí být provedeny zkušený svářečem, který je zodpovědný za jejich těsnost.

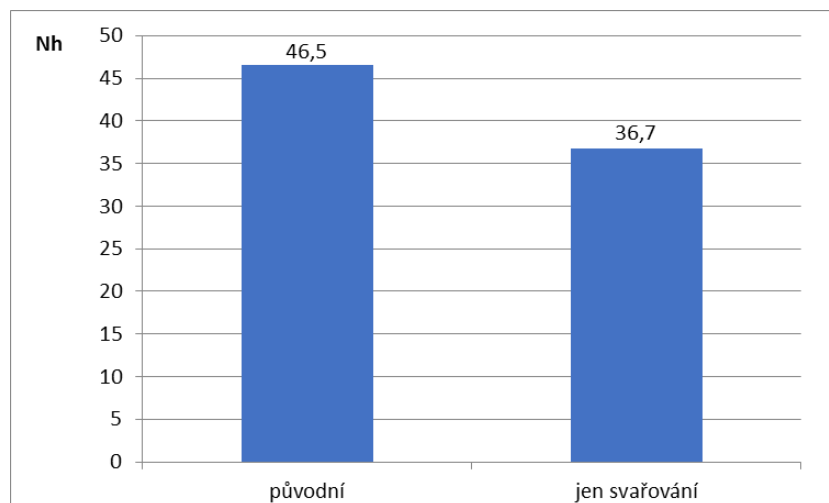
Proto je třeba stanovit metodu, podle níž se bude určovat, které komponenty bude svařovat svářeč, který svařuje nádoby a které komponenty se přeřadí na jiné pracoviště. Touto metodou se pak bude řídit technická příprava výroby.

První podmínka je celkem jasná. Na pracovišti výroby nádob se bude pouze sestavovat, stehovat, svařovat a budou se čistit svary potřebné k výrobě svařence nádoby. Ostatní operace se budou provádět na jiných pracovištích. Na pracovišti se budou svařovat pouze olejotěsné svary a svary, které se budou přivařovat na plášť a na dno komponenty patřící na nádobu. Komponenty, které se svařují, ale nemají olejotěsné svary, se budou svařovat na jiných pracovištích. Důvodem tohoto způsobu výroby je, že svářeč, který svařuje olejotěsné svary, je nejkvalifikovanějším svářecím dělníkem ve výrobě, a proto musí svařovat hlavně olejotěsné svary.

Podmínky pro svařování na pracovišti 105:

- Svary přímo prováděné na nádobě: sestavovat, nastehovávat, svařovat a čistit svary
- Komponenty s olejotěsnými svary patřící na nádobu: sestavovat, nastehovávat, svařovat a čistit svary

Nejdříve se z technologického postupu odstraní operace a výroba komponentů, které se nesvařují. Jedná se hlavně o zakružování a zkoušení svarů. Jedinou výjimkou bude zakružování pláště nádoby, neboť plášť nádoby se nastehovává a umístění zakružovačky plechu je hned vedle svařovacího boxu. V nové hale bude mít jeden pracovník na starosti zakružování plechu pláště a svařování na automatu. Dále se na jiném pracovišti nechají vyrobit svařované komponenty, které nemusí mít olejotěsný svar. Jde o svařenec podvozku. Tyto operace se přeřadí na jiná pracoviště, takže uvolní část kapacity pracoviště svařování nádob. V Grafu 5.4 je znázorněno, kolik normohodin se ušetří při přeřazení některých komponentů a operací na jiné pracoviště.



Graf 5.4 Porovnání normohodin při přeřazení komponentů a činností na jiná pracoviště

Přeřazením komponentů a operací na jiné pracoviště se ušetří 20% časové náročnosti výroby na pracovišti 105 (výroba nádob). Komponenty budou přesunuty hlavně na pracoviště 106 a 107, tímto vzroste vytížení pracovišť, která mají nižší hodinovou sazbu dělníka a tím se ušetří na výrobě nádob. Přeřazením těchto komponentů se sníží vytížení pracoviště 105 a to bude schopné vyrobít více nádob za rok.

5.1.4 Racionalizace předpřípravy výroby a manipulace na pracovišti

Předpříprava, manipulace a skladování jsou vzájemně propojeny. Z časového snímku bylo zjištěno, že předpřípravou a manipulací se svářeč zabývá celkem 18% svého pracovního času. Tento čas se musel co nejvíce snížit.

Racionalizace se týká již upraveného časového snímku, který zahrnuje předešlé racionalizace výroby. Při dosavadní racionalizaci se snížila manipulace a předpříprava výroby pouze o 1%. Teď dosahuje 17% z celkového časového objemu výroby jedné nádoby. To bylo zjištěno přepočítáním tabulky činností svářeče. Předpříprava výroby klesla z původních 5,6% na 4,8%. Poklesu bylo docíleno tak, že svářeč již nemusí srážet hrany komponentů, které patří přivařit na nádobu. Dále je to zapříčiněno přesunem některých komponentů a operací na jiné pracoviště.

V současnosti veškerou manipulaci materiálu na pracoviště dělá svářeč. Tuto pracovní náplň částečně přebere manipulační dělník. Ten bude mít na starosti v potřebný čas zavést potřebný materiál na pracoviště a uskladnit ho na předem určené místo. Racionalizací se dosáhne úspory 1,13 Nh na jednu nádobu pro svařovacího dělníka. Manipulační čas se převede na režijního (manipulačního) dělníka.

Svařovacímu dělníkovi zůstane pouze manipulace ze skladovacích prostorů na pracovišti a manipulace s celou nádobou na pracovišti. To mu usnadní polohovadlo, které se pořídí na pracoviště.

Manipulace na pracovišti bude usnadněna polohovadlem – Obr. 5.3, na které se bude upínat nádoba. Vytipované je polohovadlo od finské firmy NEW-FIRO se zátěží 2 500 kg. Jedno polohovadlo stojí 530 000 Kč.

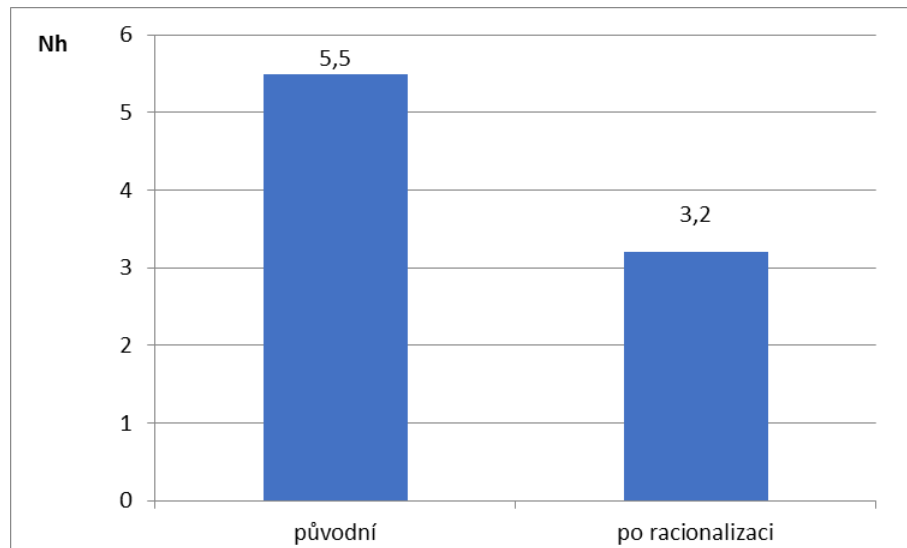
Při použití polohovadla bude největší časovou manipulační náročností to, že se na polohovadlo bude muset upnout nádoba. Tuto činnost bude provádět svářeč. Další manipulační časovou zátěží bude usazení podvozku na dno nádoby.



Obr.5.3 Svařovací polohovadlo od firmy NEW-FIRO [11]

Nádoba se bude na talíř polohovadla upínat za přírubu a dno nádoby. Talíř polohovadla bude vyroben na míru tak, aby se nádoba dala lehce upnout za přírubu a dno. Nádoba bude upnuta nejprve za dno, pak se upne za přírubu. Mezi každým upnutím bude docházet ke svařování. Manipulace spojená s upínáním a snímáním nádoby by měla být přibližně 0,5 Nh při výrobě jedné nádoby.

Důvodem investice do svařovacího polohovadla je snížení fyzické zátěže dělníka, příznivější poloha svařování, ušetření manipulačních časů a snížení vytížení mostového jeřábu.



Graf 5.5 Porovnání náročnosti manipulace před a po racionalizaci

Z Grafu 5.5 je patrné, že po racionalizaci se uspoří 2,3 Nh na jedné nádobě. Tento čas bude použit k výpočtu návratnosti investice do svařovacího polohovadla. Celkově se budou pořizovat dvě polohovadla do dvou svařovacích boxů ze tří. Třetí box zůstane bez polohovadla, kvůli tomu že v tomto boxu se budou vyrábět velké a speciální nádoby.

5.2 Racionalizace výrobního systému

Je potřeba si uvědomit, že toto není racionalizace celého výrobního systému, ale pouze jeho části, která se týká pracovišť výroby nádoby. Až se zracionalizují všechny typy nádob a ostatní vyráběné součásti v nové hale, vznikne nový výrobní systém, který se bude opírat o racionalizační opatření všech racionalizovaných výrobků svařovací haly. Po racionalizaci celé výroby, může dojít ke změně racionalizačních opatření, která zde budou uvedena.

Součástí racionalizace je i návrh opatření, které se týká skladování, manipulace a materiálového toku. Racionalizace výrobního systému bude použita při návrhu dispozičního řešení nové haly.

5.2.1 Skladování

Skladování v současné hale bylo velkým problémem a materiál i rozpracovaná výroba se často skladovaly venku. Nová hala bude mít dostatečně velké množství skladů. Celková podlahová plocha skladů bude 241 m², což představuje 12% z celkové kapacity výrobní haly. Většina skladového prostoru bude formou regálů. Na jedné čelní straně je velký regálový sklad o celkové uskladňovací kapacitě 200 m², který bude nová svařovací hala využívat v této podobě jaký je nyní, viz Obr. 5.4. Tento sklad je již v hale umístěn a používá ho jiná sekce. Ostatní sklady budou nově vybudované.



Obr. 5.4 Regálový sklad v nové hale

V Příloze č. 5 je schéma dispozičního řešení nové svařovací haly. V příloze je i seznam pracovišť, skladů a ostatních prostorů. Toto dispoziční řešení nebylo tvořeno přímo pro tuto práci, ale bylo vytvořeno před samotnou racionalizací. Po racionalizaci celé výroby se může změnit počet pracovišť, ale ne struktura pracovišť. Přepokládá se, že pro výrobu nádob bude zachováno umístění pracovišť, tak jak jsou teď nakreslena, jediné, co se může lišit, je množství svařovacích boxů. Na hale je velký regálový sklad A7, viz Obr. 5.4. Tam se budou skladovat plášť, dno a příruba nádoby. Toto jsou všechny velké komponenty vstupující do svařence nádoby. V blízkosti pracovišť B4, B5, B6 a B7 (svařovací boxy pracoviště 105) vznikne jeden meziklad B8. Ten bude sloužit k uskladnění nakupovaných dílů, komponentů vyrobených na jiném

pracovišti. Mezisklad B41 slouží jako uložení rozpracované výroby nádoby (zakroužený a na automatu svařený plášť). Umístění nakupovaných dílu do meziskladu B8 si bude řídit mistr. Do meziskladu bude materiál vstupovat ze skladu materiálu dovezeného z kooperace, z centrálního skladu nakupovaných dílů a ostatních pracovišť.

Na nové hale budou pro výrobu nádoby sloužit celkem čtyři sklady. Sklad A7 na velké komponenty, sklad B6 na drobné součástky, sklad B41 na rozpracovanou výrobu (pláště nádob) a sklad B32 je sklad hotových výrobků. Ze skladu B32 odchází nádoby do kooperace.

Výhody tohoto uspořádání oproti stávajícím jsou: všechny materiál bude uskladněn přímo v hale, budou přesně daná místa uložení konkrétního materiálu, přehled o uskladnění materiálu bude mít konkrétní manipulační dělník, který bude mít na starosti zásobovat předem určená pracoviště.

5.2.2 Manipulace

V současné hale se o manipulaci na hale stará manipulační dělník a svářeč. To se v nové hale změní. Veškerou manipulaci bude mít na starosti manipulační dělník, který je zařazen do skupiny režijních pracovníků.

V Příloze č. 6 je schéma toku materiálu. Manipulační dělníky bude mít za úkol na pozici P1 a P7 převzít od zásobovacího dělníka materiál ze skladu nebo z jiných hal. Manipulační dělník převezme materiál u vstupních vrat do haly P1 a P7. Tento materiál si na základě seznamu přivezeného materiálu rozřídí do meziskladů a připraví si ho tak, aby bylo zřejmé, k jaké zakázce daný materiál patří. Pro výrobu nádoby z místa P1 převezme plášť (zelená barva), dno a přírubu (tmavě červená barva) do meziskladu S2. Až bude materiál potřeba, převezme plášť na pozici V3, kde se bude zakružovat. Když dělník zakrouží a svaří plášť na automatu, umístí zakroužený plášť do meziskladu S4. Z tohoto meziskladu si ho vyzvedne manipulační dělník a umístí ho na místo V5, což jsou svařovací boxy nádob. Ze skladu S2 manipulační dělník vyzvedne dno a přírubu a umístí je na V5. Z prostoru P7 si manipulační dělník vyzvedne materiál a převezme ho na pozici meziskladu S6. Až tento materiál bude potřeba na pracovišti, převezme ho z S6 na V5. Když svářeč ukončí svoji práci, manipulační dělník převezme hotový svařenec nádoby na pozici H8, kde bude připraven na další operaci (kooperace).

Manipulační dělník bude mít k dispozici plán potřebného materiálu na zakázku. Podle tohoto plánu se bude řídit. V plánu bude uvedeno číslo zakázky, pracoviště, číslo boxu a datum, kdy má být na dané pracoviště naskladněn materiál. Materiál se na pracoviště nebude naskladňovat najednou, ale postupně podle toho, jak jej bude svařovací dělník potřebovat. V první fázi se naskladní na pracoviště zakroužený plášť, dno a příruba. V druhé fázi ostatní potřebné komponenty pro svaření nádoby a v poslední fázi podvozek. Po svaření nádoby bude muset manipulační dělník nádobu odvézt do prostoru, kde bude probíhat nedestruktivní zkouška svarů (pozice H8).

5.2.3 Předpříprava výroby

Předpřípravu výroby na pracovišti zajišťoval svářeč. To se po racionalizaci změní tak, že by již neměl komponenty, které se budou přivařovat na nádobu, již upravovat. Proto zde budou zavedena pravidla, v jakém stavu by měl materiál přijít na pracoviště nebo v jaké podobě na pracoviště přijít nesmí. Podle těchto pravidel se musí řídit všechna pracoviště a sklady, které směřují materiál na svařovací halu.

Pravidla přijímaného materiálu:

- materiál musí přijít na pracoviště bez otřepů a okují,
- materiál musí být čistý, bez koroze a mastnoty,
- materiál musí mít potřebnou jakost,
- materiál musí dodržovat geometrickou a rozměrovou toleranci dle normy nebo předešlé technické dokumentace,
- materiál musí být na hale včas pro uskladnění,
- materiál musí být na konkrétním pracovišti včas.

Za příjem materiálů na halu odpovídá manipulační dělník. Ten musí zkontrolovat kvalitu materiálu. Pokud neodpovídá požadavkům, nahlásí to technické kontrole a ta musí zařídit nápravu. Manipulační dělník zodpovídá i za to, aby byl materiál na pracovišti včas a v potřebné kvalitě, jestli se tak nestane, musí o tom informovat dispečera výroby.

5.2.4 Návrh výrobních pracovišť

Součástí návrhu nových pracovišť jsou pracoviště, na kterých se přímo vyrábí nádoby nebo pro pracoviště 105 (výroba nádob) vyrábějí komponenty. Některé pracoviště nesouvisí s výrobou nádob vyrábějí se na nich ostatní výrobky svařovací haly. Tyto pracoviště jsou součástí výrobního systému nové svařovací haly. V Příloze č. 5 je schéma dispozičního řešení nové haly. V kapitole budou popsána i pracoviště, která nesouvisí s výrobou nádob.

V současnosti jsou ve svařovací hale tři pracoviště, která přejdou do nové haly. Jejich struktura se ale změní tak, že se rozdělí na více pracovišť z důvodu lepšího plánování výroby, většího přehledu ve výrobě a přehlednější tvorby technologických postupů. Na těchto podkladech vznikne nová struktura pracovišť a bude se řídit podle toho, které komponenty se na jednotlivých pracovištích vyrábějí. Výjimkou budou pouze nová pracoviště plechových částí, kovářny a nové pracoviště, kde budou svařovací automaty.

Do nové haly se přemístí také výroba pracovišť 102 a 103. Struktura těchto pracovišť zůstane zachována, jen se přemístí do nových prostor.

Pracoviště 102: Dělení transformátorových plechů

Na tomto pracovišti se stříhají transformátorové plechy o tloušťce 0,5 mm. Dělení se řídí nástřihovými plány na různé typy zhášecích tlumivek. Na pracovišti jsou celkem troje tabulové nůžky.

Pracoviště 103J: Jádra

Toto pracoviště vzniklo rozdělením pracoviště 103 – Magnetické obvody na dvě pracoviště. Je tvořeno skladovacími boxy, kde se budou skládat a svařovat jádra magnetických obvodů. Každý pracovník na směně bude ve vlastním svařovacím boxu.

Než se začnou svařovat jádra, musí se sestavit nastříhané trafoplechy tak, že se na sebe složí tři plechy o stejné délce, ale různé šířky. Posléze jsou tyto plechy k sobě svařeny bodovým svarem. Tím se vytvoří klínový tvar svařených plechů, které se pak skládají užší stranou k sobě. Tím vytvoří válec. Poté se na válec strany přivaří příruba. Celé jádro se nakonec lakuje.

Pracoviště 103C: Články

Toto pracoviště vzniklo rozdělením pracoviště 103 Magnetické obvody na dvě pracoviště. Bude tvořeno svařovacími boxy, kde se budou skládat a svařovat články magnetických obvodů. Každý pracovník na směně bude ve vlastním svařovacím boxu.

Základem článků jsou stejně jako u jader trafoplechy. Nastříhané trafoplechy jsou vkládány do ocelové konstrukce, která je umístěna na sestavovacím přípravku. Podle technologického postupu se pak poskládají trafoplechy do tvaru C. Článek se uzavře ocelovou konstrukcí v přípravku a pak se svaří. Stejně jako u jader se nakonec článek lakuje.

Pracoviště 105: Nádoby

Na tomto pracovišti se budou svařovat pouze nádoby. Zde se bude pouze stehovat svařenec a poté se svaří. Komponenty na toto pracoviště budou dopraveny tak, aby se na nich již neprováděla žádná operace.

Důvodem toho je, že pracoviště je vytížené a výroba je časově a technicky náročná. Těmito úpravami se dosáhne navýšení kapacity pracoviště.

Na pracoviště přijde již svařený a zakroužený plášť s veškerými otvory pro ventily, příruby a radiátory. Svařování pláště se bude provádět na svařovacím automatu. Dále na pracoviště přijdou všechny ostatní komponenty, aby se daly přímo navařit na nádobu. Pokud tyto komponenty budou vyžadovat operaci svařování, bude tato operace prováděna na jiném pracovišti, respektive na pracovišti 106 nebo 107. Výjimkou jsou pouze komponenty, které musí mít olejotěsný svar. Ty se budou vyrábět na tomto pracovišti (kromě olejotěsného svaru pláště, ten se bude vyrábět na lineárním svařovacím automatu pracoviště 105SA). Podvozek nádoby se bude svařovat na jiném pracovišti. Podvozek přijde v takové podobě, aby se dal ihned přivařit ke dnu nádoby. Tím končí veškerá práce na nádobě svářeče pracovišti 105.

Až bude nádoba na svařovací hale vyrobena, musí ji manipulační dělník přepravit do skladu hotových výrobků. Ve skladu musí technická kontrola provést zkoušku svarů a manipulační dělník je pak povinen omýt a osušit nádobu od penetračních přípravků. Po úspěšné penetrační zkoušce jsou nádoby převezeny do kooperace, kde se metalizují zinkem, případně se žárově zinkují. Poté jsou opatřeny nátěrovým systémem.

Pracoviště 106: Plechové části

Na pracovišti se vyrábějí menší komponenty pro ostatní pracoviště, nebo se budou komponenty vyrobené na tomto pracovišti používat přímo k montáži. Na tomto pracovišti se budou vyrábět pro pracoviště 105 menší komponenty, které se budou svařovat (neolejotěsné svary), vrtat, odjehlovat a budou se na nich provádět ostatní zámečnické práce. Pracoviště je obohaceno o výrobu menších komponentů vstupujících do vík, nádob a expanzních nádrží. Ty se ve staré hale vyráběly přímo na jejich pracovištích. Budou to převážně různě ohnuté trubky s přírubami. Na pracovišti 106 se vyráběly i expanzní nádrže, v nové hale se však budou vyrábět na vlastním pracovišti.

Pracoviště 107: Kovárna

Na tomto pracovišti se budou vyrábět komponenty pro ostatní sekce. Jde hlavně o větší komponenty pro ostatní pracoviště. Pro pracoviště 105 se bude svařovat podvozek. Déle se zde budou pro ostatní pracoviště vyrábět stojany pro kostry vnitřních montáží apod. Zde se budou provádět těžké zámečnické práce. Podobně jako u pracoviště 106 se od tohoto pracoviště oddělí specifická výroba koster, která bude mít vlastní pracoviště.

Pracoviště 107HL

Toto pracoviště má k dispozici jeden hydraulický lis o síle 1000 N. Slouží hlavně k lisování tvarových ploch pro sekci ELA a další sekce. Velký podíl práce zastane rovnání a kalibrování po zakružování profilů. Lis slouží k rovnání zohýbaných svařovaných komponentů, hlavně vík. Pro výrobu nádob se zde budou ohýbat plechy pod ucha držáků různých přístrojů.

Pracoviště 107ZP

Zakružovačka profilů složí zejména ostatním sekcím. Historicky je umístěna ve svařovací hale sekce ELA. Hlavním důvodem, proč zůstává v této hale, je její souběžnost s hydraulickým lisem.

Pro pracoviště 105 se zde budou zakružovat výstužné obruče z U profilů na nádoby (tato racionalizovaná nádoba je nemá). Na zakružovačce profilů se zakružují rámy pro pracoviště koster. Jde hlavně o profily U 65 až U 80 a dále ploché tyče, které se také používají při výrobě koster zhašecích tlumivek. Pro ostatní sekce se zakružuje přes 50 % hliníkové slitiny.

Pracoviště 107OL

Ohraňovací lis je nová technologie, která se bude do haly pořizovat. Důvodem je narůstající množství ohýbaných komponentů, které se vyrábí v kooperaci. Na toto pracoviště bude přeřazena část výroby z lisu a kooperace. Pro výrobu nádob se budou ohýbat slabší plechy na držáky. V současnosti se tyto držáky vyráběly v kooperaci

Pracoviště 105V: Víka

Toto pracoviště vzniklo rozdělením starého pracoviště 105, kde se vyráběly nádoby a víka. Důvodem rozdělení pracoviště je zlepšení směřování materiálu a lepší plánování výroby.

Podobně jako u pracoviště 105 se bude na tomto pracovišti svařovat pouze víko z komponentů, které se přímo přivaří na víko. Jestli nějaká komponenta bude před přivařením k nádobě potřeba svařit, toto svaření se provede na jiném pracovišti.

Po svaření víka následují zkoušky těsnosti svarů kapilární metodou. Pak následuje operace metalizace zinkem v kooperaci a dále je víko opatřeno nátěrovým systémem.

Pracoviště 106EXP: Expanzní nádrže

Toto pracoviště je nové a vzniklo oddělením výroby konzervátorů od pracoviště 106. Důvodem oddělení je přehlednější plánování výroby.

Na tomto pracoviště stejně jako na pracovišti 105 přijde již svařený plášť konzervátoru ze svařovacího automatu. Po přípravě pláště se tělo nádrže svaří a pak osadí soustavou trubek s přírubami a dalšími komponenty. Pomocí sestavovacích přípravků bude konzervátor svařen do konečné podoby. Stejně jako u vík a nádob se provede kapilární zkouška těsnosti svarů a poté následuje expedice do kooperace, kde se povrch konzervátoru metalizuje zinkem.

Pracoviště 107K: Kostry

Pracoviště 107K vzniklo oddělením výroby koster od pracoviště 107. Veškeré vstupující komponenty na výrobu koster se vyrobí na pracovištích 107ZP, 107OL a 107HL. Na pracovišti 107K se pomocí přípravků sestaví kostry a poté se svaří. Po svaření jdou kostry do stříkacích boxů a jsou opatřeny nátěrovým systémem.

Pracoviště 105SA: Svařovací automaty

Toto pracoviště bude zcela nové jak z hlediska pořízené technologie, tak i zažitého výrobního postupu v současné svařovací hale. Důvodem jeho vzniku je zefektivnění výroby jednotlivých komponentů, konkrétně expanzních nádob.

Na pracovišti budou použity dva svařovací automaty. Jako první bude menší svařovací automat na podélné svary pro sváření více plechů v jeden velkoformátový plech. Tento automat se bude používat na pláště nádob od velikosti ASR 5.0. Tyto pláště se již musí svařovat z více plechů. Důvodem je absence tak velkého laserového řezacího centra v okolí Českých Budějovic (je zapotřebí minimální rozměr stolu 2500 × 4000 mm). Velkoformátové plechy o šířce 3 000 mm a délce větší než 4 000 mm jsou při malém odběru finančně velmi nákladné. Výroba nádob od velikosti ASR 5.0 a výš má 15% podíl z celkového množství nádob. Musí se ještě počítat s tím, že velikost pláště se s navyšujícími typy nádob zvětšuje, proto je potřeba i větší velikosti laserového řezacího centra.

Dalším strojem je lineární svařovací automat, který bude svařovat zakroužený plášť nádoby a expanzní nádrže. Technologické postupy svařování pláště nádob a pláště expanzních nádrží jsou velmi podobné. Oba začínají zakrouženým pláštěm nádoby nebo nádrže s vyřezanými otvory do pláště. Povrch pláště je gravírovaná maska s umístěním komponentů, které se budou přivařovat na nádobu nebo nádrž. Plášť expanzní nádrže se vyrábí z menších formátů plechu a u většiny nádrží na to vystačí jeden formát plechu. Všechny pláště se pak zakružují na požadovaný průměr. Po zakroužení se plášť vloží do lineárního svařovacího automatu a ten jej svaří na jeden podélný svar. Výhodou této technologie je, že na svaření pláště stačí jen jeden svar.

Pracoviště 105Z

Zakružovačka plechů je stroj, který již ve výrobním sortimentu strojů ve svařovací hale je. Tento stroj není moc vytížený, ale je velmi důležitý při výrobě plášťů nádob a expanzních nádrží. Dále slouží k zakružování menších vstupních komponentů do svařence nádoby.

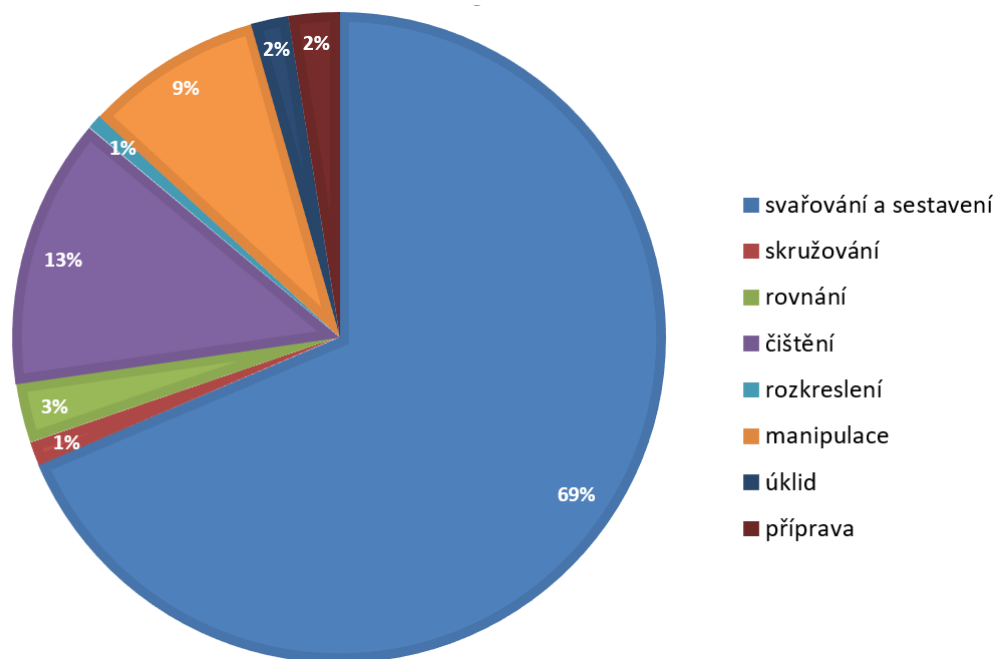
Pro výrobu nádob jsou hlavními pracovišti 105, 106, 105SA a 105Z. Zde se vyrábějí nádoby zhašecí tlumivky. Pracoviště 105 je určeno jen pro výrobu nádob, pracoviště 105SA je určeno pro výrobu plášťů nádob a expanzních nádrží.

Technicko-ekonomické vyhodnocení bude zaměřeno hlavně na pracoviště 105 a 105SA, kde doškol k racionalizačním opatřením. Výpočet ušetřených nákladů na výrobě nádoby se bude týkat pracovišť 105, 105SA a 105Z. Na pracovišti 105 bude mít každý svářeč vlastní box. Pracoviště 105SA a 105Z bude obsluhovat jeden dělník, a to z důvodu menšího vytížení obou pracovišť.

5.3 Celkové vyhodnocení racionalizačních opatření

Po racionalizačních opatřeních se vyhodnotí celková úspora času při výrobě nádoby. Bude zde uveden výšečový graf s novými hodnotami činností svářeče. Dále zde budou sloupcové grafy s vyhodnocenými úsporami času, které způsobila racionalizační opatření. V grafech se budou porovnávat normohodiny před a po racionalizaci. Výjimkou je první graf, jsou popisovány činnosti místo normohodin.

Graf 5.6 je obdobou grafu po analýze technologického postupu. Zde je také vyhodnocen technologický postup, ale po racionalizaci. Jsou uvedeny činnosti, které provádí svářeč na pracovišti 105 a dělník na pracovišti 105SA a 105Z. Aby mohl vzniknout tento graf musel být vytvořen fiktivní časový snímek, viz Příloha č. 7. Ten se částečně opírá o reálná data předchozího snímkování pracoviště se změřenými dílčími racionalizačními opatřeními, která již byla ve výrobě provedena. Fiktivní snímek musel vzniknout, kvůli vyhodnocení racionalizačních opatření, protože některé racionalizační kroky ještě nemohly být ověřené v praxi. Oproti předchozímu grafu s činnostmi zmizely činnosti, které dříve dělal svářeč na pracovišti, nebo racionalizace způsobila jejich procentuální úbytek. Operace, které již svářeč neprovádí, jsou tyto: řezání plamenem (nahrazeno řezáním pláště na laserovém centru), zkoušky svarů – ty již bude provádět technická kontrola a technologická přestávka (změna způsobu práce). Dále jsou v Grafu 5.5 uvedeny činnosti, které se procentuálně snížily. Rozkreslení nádoby kleslo o 6%, což způsobilo gravírování pláště. Manipulace klesla jen o 3%, ale v porovnání s původními normohodinami to je 42%, před racionalizací dosahovala 4,75 Nh a po racionalizaci 2 Nh. Příprava na pracovišti 105 vlivem změny předpřípravy a manipulace klesla o 4%.



Graf. 5.6 Znáznornění podílu jednotlivých činností po racionalizaci

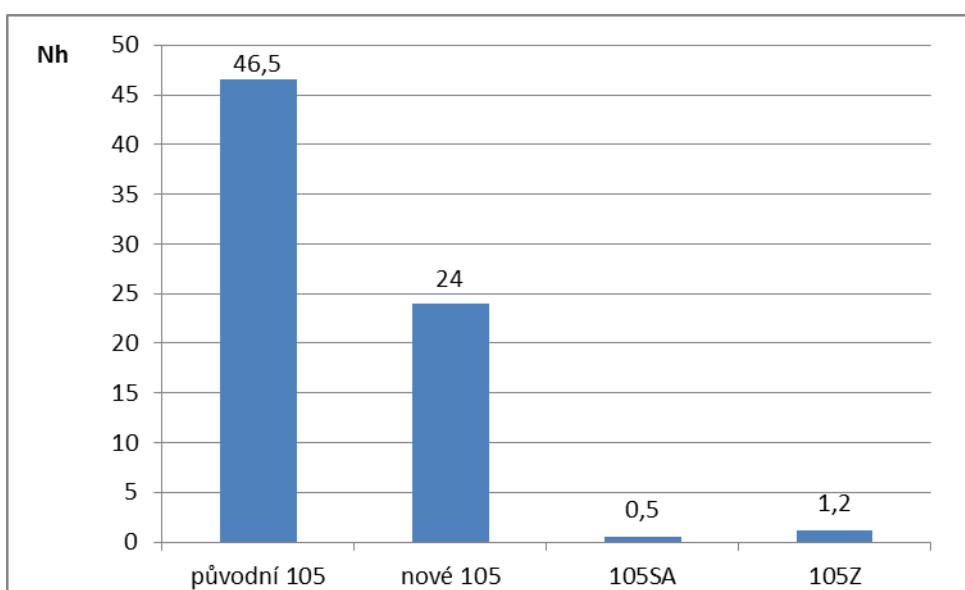
Jediná činnost, která se navýšila, je svařování a sestavování. Tato činnost původně činila 51%, teď 69%, což je vzestup o 18%. Při srovnání se skutečnými normohodinami zjistíme, že před racionalizací činnost svařování dosahovala 20,3 Nh, po racionalizaci pracoviště tato činnost dosáhla na 15,6 Nh. To je úspora 23% normohodin.

Dále se bude porovnávat změna přidané hodnoty a nepřidané hodnoty u činností na pracovišti 105, viz Tab. 5.8. Podíl přidaná hodnota po analýze technologického postupu byl 77,6%, po racionalizaci podíl dosáhl 86,8%, to je nárůst o 10,6%. Podíl nepřidané hodnoty klesl na 13,2%.

Tab. 5.8 Porovnání přidaných a nepřidaných hodnot u činností svářeče

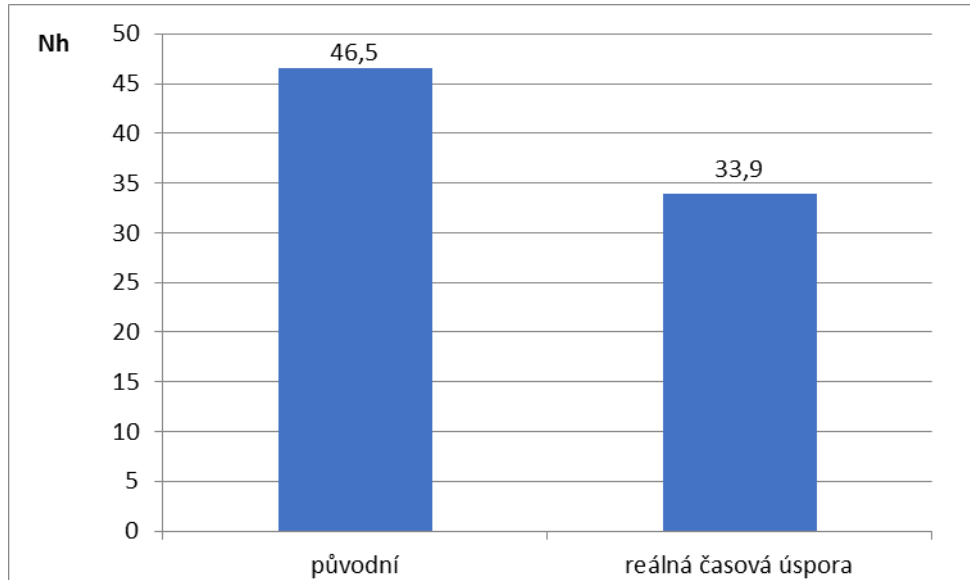
Činnost	Podíl [%]	Hodnota	Podíl hodnot [%]
Svařování a sestavení	68,6	přidaná	86,8
Skružování	1,2		
Rovnění	2,9		
Čištění	13,4		
Rozkreslení	0,7		
Manipulace	8,8	nepřidaná	13,2
Úklid	1,8		
Příprava	2,5		

V Grafu 5.7 jsou porovnány původní normohodiny na pracovišti 105 a nové normohodiny na pracovištích 105, 105SA a 105Z při výrobě jedné a té samé nádoby. Zde je pokles normohodin o 44,7%. Důvodem tak velkého poklesu je, že část výroby některých komponentů byla přeřazena na jiná pracoviště. Reálná časová úspora je znázorněna na Grafu 5.8.



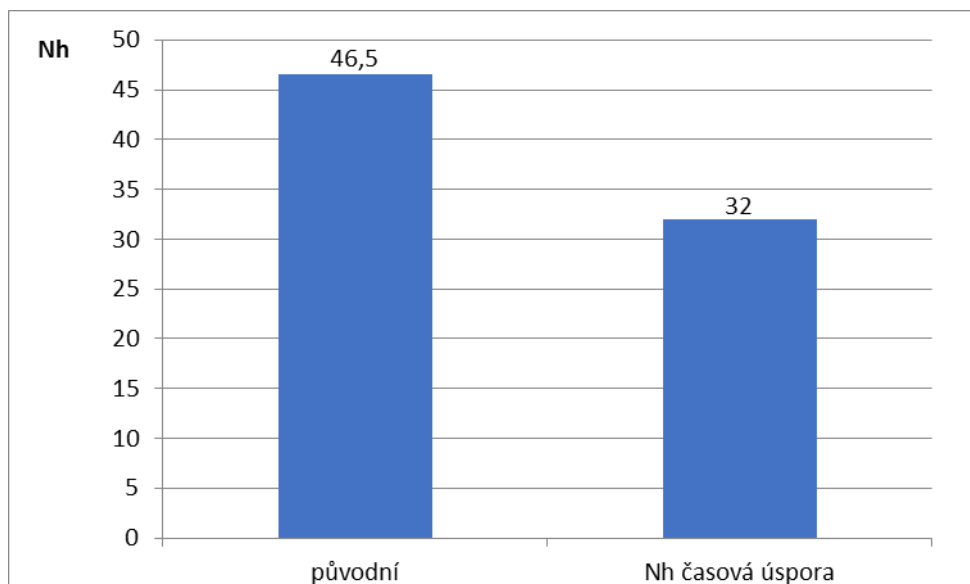
Graf. 5.7 Porovnání původního stavu na pracovišti 105 před a po racionalizaci

Graf. 5.8 znázorňuje reálnou úsporu racionalizace. Tato úspora zahrnuje veškerý čas, který byl u původní výroby nádoby. Racionalizací se docílí reálné úspory 27%. Do této úspory je započítána práce, kterou převzali režijní pracovníci (manipulační dělník a technická kontrola). Smyslem tohoto znázornění je ukázat reálnou úsporu hodin pracovníků.



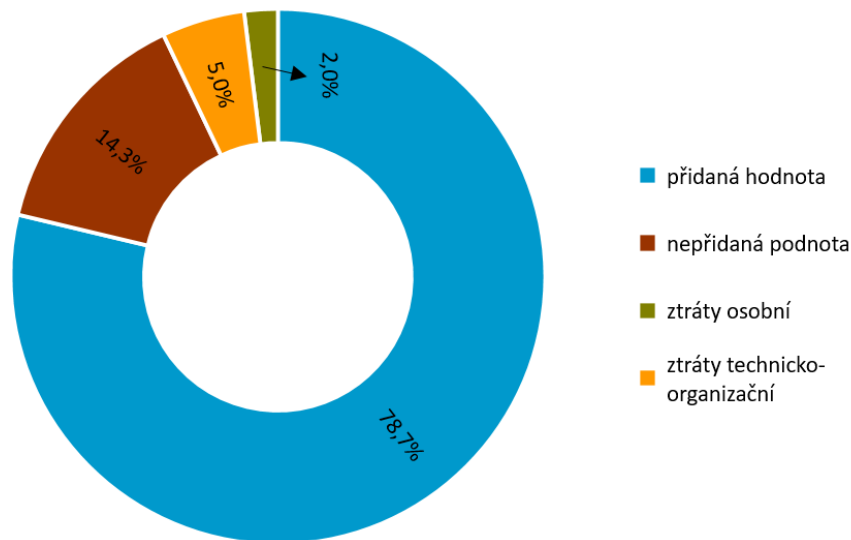
Graf. 5.8 Reálná úspora času pracovníků

Poslední sloupcový Graf 5.9 znázorňuje úsporu normohodin práce ve svařovací hale na jednu nádobu typu ASR 4.0. Celkový pokles je o 31% s touto hodnotou poklesem se bude počítat i v následující kapitole, kde se bude vyhodnocovat technickoekonomická stránka racionalizace. Do uvedeného času není započítán žádný čas režijních pracovníků.



Graf. 5.9 Úspora normohodin ve svařovací hale

Graf. 5.10 znázorňuje poměr činností s přidanou a nepřidanou hodnotou a s ztrátami. Když se tento graf srovná s grafem vyhodnocení činností před racionalizací, zjistíme, že cíl racionalizace byl splněn, protože procento přidané hodnoty stoupl, zatímco ostatní hodnoty klesly. Podíl přidané hodnoty vzrostl o 9,5%. Důvodem navýšení podílu přidané hodnoty je, že se pracoviště zaměřilo hlavně na svařování. Navýšení přidané hodnoty se může zdát nepatrné, ale počítá se s tím, že celkově klesl podíl potřebných normohodin na výrobu nádob. To se promítlo i do nízkého nárůstu činností s přidanou hodnotou. Podíl nepřidané hodnoty klesl o 5,3%. Koeficient osobních ztrát k_{TD} je 1,02. Osobní ztráty zaviněné samotným svářečem (T_{DI}) se snížily o 2%. To vzniklo tak, že zodpovědní pracovníci budou dbát na dodržování pracovní doby. Koeficient technicko-organizačních ztrát k_{TE} je 1,05. Ztráty technicko-organizační (T_E) poklesly o 2%. Tato úspora vznikla tím, že se změnil způsob předpřípravy výroby, kterou bude mít na starosti manipulační dělník.



Graf 5.10 Vyhodnocení činností po racionalizaci

Činnosti s přidanou hodnotou se dostaly nad 75% celkového času výroby nádoby. To je dobrý výsledek. Celkový pokles spotřeby normohodin je 31%. V další kapitole bude popsáno technicko-ekonomické vyhodnocení dosažených výsledků.

6 Technicko-ekonomické zhodnocení

Po racionalizaci musí nastat technicko-ekonomické zhodnocení racionalizačních kroků, které jsou uvedeny a zhodnoceny v předchozích kapitolách. Na závěr bude uvedeno celkové vyhodnocení racionalizace na základě nákladového kalkulačního schématu. Tím se zjistí, zda racionalizační kroky vedly k ušetření výrobních nákladů. Úkolem této práce je snížit náklady na výrobu a zvýšit kapacitu výroby nádob. V této kapitole se dozvíme, jak úspěšná byla racionalizace výroby nádoby zhášecí tlumivky. V podkapitolách se postupně budou vyhodnocovat jednotlivé racionalizační kroky.

6.1 Vyhodnocení racionalizace výroby pláště

Prvním racionalizačním krokem se docílila největší reálná časová úspora ze všech racionalizačních opatření. Úspora dosáhla 9,9 Nh na jedné nádobě. Úspory se docílilo tím, že se plášť nádoby přestal svařovat ze 4 plechů a nádoba se již nemusí orýsovat pro určení přivaření jednotlivých komponentů. Plášť i s gravírováním a vyřezanými otvory vyrobí v kooperaci na laserovém řezacím centru.

Do přímého materiálu je započítána cena plechů. Přímé mzdy jsou spočítány z pracovišť 408 - dělení materiálu na nůžkách a z pracoviště 105 - výroba nádob. Ostatní přímé náklady jsou za dopravu plechu z kooperace. Výrobní a správní režie poskytl informační systém podniku.

Tab. 6.1 Porovnání nákladů na výrobu pláště [10]

	Kalkulační schéma	Současnost [Kč]	Kooperace [Kč]
+	Přímý materiál	3 507	X
+	Kooperace	X	6719
+	Přímé mzdy	1 688	X
+	Ostatní přímé náklady	X	181
+	Výrobní režie	2 990	X
+	Správní režie	1 108	X
=	Vlastní náklady výkonu	9 293	6900
	Rozdíl v nákladech [Kč]	2 393	

Rozdíl mezi kooperací a výrobou pláště přímo ve svařovací hale je 2 393 Kč na jeden plášť, viz Tab. 6.1. Dále se na výrobě pláště ušetří 9,9 Nh.

V tomto případě se vyplácí vyrábět plášť u kooperační firmy. Úspora se dosáhla využitím moderní technologie na zpracování plechů.

6.2 Vyhodnocení investice do svařovacího automatu

Jeden z racionalizačních kroků je pořízení nové technologie, která umožní částečnou automatizaci výrobního procesu. Byly vytipovány dva svařovací automaty, jeden lineární a druhý stacionární. Po výpočtu návratnosti investice v podkapitole 5.1.2 byly zjištěny následující návratnosti investice, viz Tab. 6.2.

Tab. 6.2 Návratnost investic do SA

Svařovací automat	Návratnost investice [roky]
Lineární	3,8
Stacionární	12

V podniku je nastavená návratnost investice do 6 let. Z Tab. 6.2 je patrné, že lineární svařovací automat tuto podmínku splnil. Stacionární svařovací automat ji nesplnil. Proto bude pořízen jen lineární svařovací automat. Lineární svařovací automat má velkou výhodu, neboť ušetří svařování jednoho svaru o délce 1887 mm. Zde bude úspora normohodin.

6.3 Vyhodnocení ostatních racionalizačních kroků

Budou vyhodnoceny výsledky racionalizace vstupních součástí do svařence nádoby a manipulace na pracovišti. Tyto dva racionalizační kroky jsou zaměřeny na efektivnější využití časového fondu svářeče nádob, který má z dělnických pozic ve svařovací hale nejvyšší kvalifikaci.

Racionalizace vstupních součástí do svařence nádoby byly analyzovány a rozděleny do dvou skupin. První skupinu tvoří součásti, které musejí mít oleji odolný svar. Tyto součásti se vyrábějí na pracovišti 105 stejným svářečem jako celá nádoba. Druhá skupina součástí má takovou charakteristiku, že svary nemusí být oleji odolné nebo operace nepožadují svařování (například zakružování a tak dále).

Tab. 6.3 Porovnání nákladů na mzdy

	Pracoviště 105	Ostatní pracoviště
Přímá mzda [Kč]	1 970	1 445
Rozdíl [Kč]	525	

V Tab. 6.3 lze vidět, že svářeč na pracovišti 105 má jinou hodinovou sazbu než ostatní dělníci na svařovací hale. Přesunutím výroby na jiné pracoviště se na pracovišti 105 ušetří 21% jeho kapacity.

Manipulace měla v předracionalizační podobě 12% podíl na celkových normohodinách práce na pracovišti 105. Po racionalizaci klesl tento podíl na 9%. Je to zapříčiněno jiným systémem manipulace jak na hale, tak na pracovišti. Určité manipulační činnosti bude mít na starosti manipulační dělník. Produktivitu manipulace

zvedne i svařovací polohovadlo. Jeho použitím se sníží využívání mostového jeřábu a tím se omezí čekání na jeřáb.

Celkem se budou pořizovat dvě polohovadla do dvou svařovacích boxů. Jeden svařovací box zůstane bez polohovadla, ten bude sloužit hlavně pro svařování velkých nebo speciálních nádob.

Tab. 6.4 Úspora na náklady na investice do polohovadel

Úspora manipulace [Kč/rok]	311 466	U_m
Investice do polohovadel [Kč]	1 060 000	I

Ukazatel návratnosti investice vyjadřující návratnost v letech u vložených investičních prostředků určuje vzorec: [1]

$$U_n = \frac{I - C_s}{U_m}$$

Investice byla počítána na 222 kusů nádob z důvodů umístění jen dvou polohovadel do dvou boxů ze tří. V Tab. 6.4 je uvedena úspora změnou systému manipulace a náklady na pořízení dvou svařovacích automatů. Z této tabulky vyplývá, že návratnost dvou polohovadel je $U_n = 3,4$ roků. Investice splňuje podmínku návratnosti investice do 6 let. Obě polohovadla se budou pořizovat.

Polohovadlo přináší výhodu nejen ve snížení zatížení mostového jeřábu, ale ulehčí i fyzickou práci svářeči.

6.4 Celkové vyhodnocení

V poslední podkapitole budou porovnána dvě nákladová kalkulační schémata. Nejprve budou propočítány vlastní náklady na výkon před racionalizací, pak po racionalizaci.

Přímý materiál je dán kusovníkem výkresu nádoby. Tento přímý materiál byl zjištěn pomocí propočtové sestavy v informačním systému podniku a má hodnotu 27 736,- Kč. Kooperační náklady byly vyčísleny informačním systémem na 16 688,- Kč. Velký nákladový podíl na kooperacích nese aplikace nátěrového systému (metalizace zinkem a nátěr barvou). Dále se v kooperaci vyrábí příruba nádoby a komponenty řezané na laserovém řezacím centru. Z přímého materiálu po racionalizaci byla odečtena cena plechů potřebných pro svaření pláště. Plášť se nakupuje v kooperaci. Tato kooperační cena se přičetla do kooperačních položek v kalkulační tabulce Tab. 6.6.

Přímé mzdy se skládají ze několika položek - práce na pracovišti 105, 105SA, 105Z a z práce na ostatních pracovištích. Současné pracoviště 105 má 201,- Kč/hod, ostatní pracoviště mají 147,- Kč/hod. Porovnání přímých mezd je uvedeno v Tab. 6.5.

Tab. 6.5 Porovnání přímých mezd před a po racionalizaci

Pracoviště	Současnost	Po racionalizaci
105 [Kč]	9 346	4 824
105SA [Kč]	X	100
105Z [Kč]	X	241
Ostatní [Kč]	1 011	1 893
Celkové mzdy [Kč]	10 357	7 058

V ostatních přímých nákladech je započítána doprava kooperovaných komponentů. Po racionalizaci je tato položka navýšena o dopravu pláště z kooperace.

Výrobní režie je stanovena z hodin odpracovaných na výrobním středisku. Jsou zde zohledněny i odpisy nových strojů. Správní režie byla vypočítána pomocí informačního systému podniku. Správní režie je stejně jako výrobní režie určena pomocí informačního systému podniku. Její hodnota se navýšila o 0,4 režijního dělníka. Tato hodnota vyplynula z porovnání Grafů 5.8 a 5.9 a bylo zjištěno, že u režijních dělníků na celkovém ročním objemu výroby nádob se bude muset přijmout jeden nový režijní dělník. Jeho náplň bude ze 40% na pracovišti 105 a zbylých 60% bude na jiných pracovištích. Režijním dělníkům pro racionalizaci celé výroby přibude práce.

V Tab. 6.6 je porovnána cena dvou nákladových výkonů. První je označen jako současnost a uvádí náklady na výrobu nádoby před racionalizací. Druhý výkon uvádí náklady po racionalizaci.

Tab. 6.6 Porovnání cen [10]

	Kalkulační schéma	Současnost	Po racionalizaci
+	Přímý materiál	27 736	24 229
+	Kooperace	16 668	23 387
+	Přímé mzdy	10 357	7 058
+	Ostatní přímé náklady	452	633
=	Přímé náklady	55 213	55 307
+	Výrobní režie	19 377	13 335
=	Vlastní náklady výroby	74 590	68 642
+	Správní režie	6 717	4 622
=	Vlastní náklady výkonu	81 307	73 264
	Úspora [Kč]	8 043	

Rozdíl mezi současným způsobem výroby a způsobem po racionalizaci je v nákladech na výrobu. Po racionalizaci se na výrobě jedné nádoby ušetří 8 043,- Kč.

V současnosti se v kooperaci vyrábí 40 % nádob. Racionalizace výroby má za jeden z cílů snížení podílu vyráběných nádob v kooperaci. Toto snížení je odborný odhad na základě racionalizace jednoho typu nádoby. Podle předem daného počtu vyráběných nádob (i v kooperaci) se vytvořil typový model vyráběných nádob, viz Příloha č. 8. Z tohoto modelu vznikla Tab. 6.7.

Tab. 6.7 Normohodiny na výrobu všech nádob

	Počet tlumivek	Nh za 1 rok
S	58	487
M	127	1867
L	111	2348
XL	37	2091
Celkem	333	6792

Časový fond tří svářečů za rok je 5 040 hodin (tento fond určuje podniková statistická tabulka). Ve třech svářečích se z ročního objemu po racionalizaci výroby nádob vyrobí ve svařovací hale 77,5 % celkového objemu. V tomto případě by se muselo v kooperaci vyrobít 22,5 % nádob. Oproti výchozí situaci pokleslo množství vyráběných nádob v kooperaci o 17,5%.

Kdyby se nádoby vyráběly ve čtyřech svářečích (roční fond 6720 hodin) na pracovišti 105, tak by celkové množství nádob zvládli kapacitně vyrobit na 100 %. A ještě by nový svářeč zvládl navýšení množství nádob o 3%. Fond pracovní doby čtyř svářečů je 103% výroby všech nádob. Toto procento je závislé na složení typů vyráběných tlumivek. Procentuální podíl se může každým rokem měnit.

Tento výsledek je pouze odborným odhadem. Vzorek (model) nádob byl vybrán z let 2015 a 2016. V Příloze č. 8 je uveden vzorek vyráběných nádob a jejich kapacitní propočet. Hodnoty u variant S, M a XL jsou pouze odborným odhadem toho, jaký vliv by mohla mít racionalizace na jejich výrobu. Přesné hodnoty procentuální úspory normohodin výroby nádob mohou být až v případě racionalizace všech ostatních nádob. Dále je v Příloze č. 8 vytížení pracovišť 105SA a 105Z, které je 39% výrobní kapacity jednoho dělníka, zbylou kapacitu musí odpracovat na jiném pracovišti. Určit toto pracoviště musí racionalizace celé výroby svařovací haly.

Tato racionalizace je vzorem pro racionalizaci ostatních nádob a posléze i ostatních výrobků svařovací haly.

7 Závěr

Cílem této práce bylo racionalizovat výrobu nádoby zhášecí tlumivky, která slouží jako uložení pro cívku a chladicí médium, v tomto případě pro transformátorový olej.

Hlavní důvody racionalizace výroby nádoby jsou takové, že 40 % nádob se vyrábí v kooperaci a výroba nádoby ve svařovací hale je časově nejnáročnější z vyráběných součástí. Dalším důvodem racionalizace je budoucí stěhování svařovací haly do nových prostorů. Zde má racionalizace za cíl vyvarovat se chyb, které byly v předchozí svařovací hale.

Před racionalizací byla provedena analýza technologického postupu a výrobního procesu. Analýza technologického postupu odhalila úzká místa ve výrobě. Hlavními problémy při výrobě byly deformace nádoby v místech, kde bylo velké množství svarů, časová náročnost orýsování nádoby, zakružování pláště svařeného z několika plechů, předpříprava výroby a manipulace svářečem. Analýza výrobního systému ukázala také problém se skladováním ve svařovací hale, některé komponenty mají předem určené místo uskladnění, ale velké množství ostatních komponentů se skladuje venku u haly nebo na hale a je umístěno tam, kde je zrovna místo. Jedním z úzkých míst je, že svářeč si před tím, než začne svařovat nádobu, musí dohledat potřebný materiál ke svařování nádoby ve výrobní hale. Dále je problém také s čistotou materiálu, který má být přivařen. Zejména tato úzká místa byla v racionalizaci rozebírána.

Prvním krokem byla racionalizace technologického postupu. Velký přínos pro výrobu má řezání a gravírování pomocí laserového řezacího centra v kooperaci. Na tomto centru se z velkoformátového plechu přesně vyřeže plášť nádoby i s otvory a rovněž se na povrch pláště nagraví maska s pozicemi přivařovaných komponentů. Tato změna přinese velkou časovou úsporu ve výrobě, tím se odstraní svařování pláště z několika plechů a také problémy při zakružování pláště. Kromě toho se sníží počet svarů a vlivem přesně vyřezaných otvorů se zmenší i svarová spára (mezera) a tím se zmenší svary k přivaření různých komponentů. Také se z velké části omezí deformace svařovaných míst, která vznikla velkým únikem tepla do okolí svaru. Menší spára dovoluje vytvořit menší svar a do okolí unikne méně tepla. Dále se v racionalizaci uvažovalo nad tím, jak zefektivnit proces svařování. Bylo zjištěno, že se na určité svary dá použít svařovací automat. Byly vytipovány dva svařovací automaty, ale po propočtu návratnosti investice, byla zvolena varianta pořízení lineárního svařovacího automatu. Tento automat má výhodu v tom, že ušetří určité množství svaru a tím se i vyplatí do tohoto automatu investovat. Z pracoviště výroby nádob se část komponentů přesunula na jiné pracoviště, neboť nebyla potřeba tak vysoká kvalifikace práce pro jejich výrobu. Posledním krokem v racionalizaci výrobního postupu bylo navržení úprav manipulace a předpřípravy výroby přímo na pracovišti.

Druhým krokem byla racionalizace výrobního procesu. Pozornost se věnovala skladování a manipulaci na svařovací hale pro potřeby výroby nádoby zhášecí tlumivky. S využitím dispozičního řešení nové svařovací haly i s návrhem skladovacích prostorů přímo na hale. Do tohoto dispozičního řešení byl vložen materiálový tok komponentů potřebných pro výrobu nádoby. Kompletní manipulaci bude mít na starosti jeden manipulační dělník, který zabezpečí příjem materiálu na halu a jeho uskladnění do meziskladu. Zároveň zajistí výdej materiálu v potřebné době přímo na požadované pracoviště. Tím odpadne hledání a manipulace materiálu svářečem. Manipulační dělník odpovídá za kvalitu vydaného materiálu na pracoviště a musí se řídit nastavenými pravidly. Posledním krokem racionalizace byl popis nových pracovišť v hale.

Výsledkem racionalizace je nový přehled činností svařovacího dělníka na pracovišti 105. Zde se navýšila činnost svařování o 18% a k poklesu manipulace.

Z racionalizačních kroků vznikla celková úspora 31% normohodin při výrobě jedné nádoby. V porovnání přidaných a nepřidaných činností před a po racionalizaci se navýšily přidané hodnoty o 9,5%. O 5,3% se snížily činnosti, které nepřidávají hodnotu, a ztrátové časy klesly o 4%.

Závěrem bylo technicko-ekonomické vyhodnocení racionalizačních opatření, kde bylo spočítáno, že racionalizačními opatřeními se získá úspora vlastního nákladového výkonu 8 043,- Kč na jedné nádobě typu ASR 4.0.

V současnosti se 40% nádob vyrábí v kooperaci. Aby bylo možné zjistit, o kolik přibližně klesl podíl vyráběných nádob v kooperaci, musel být proveden kapacitní výpočet. Ten obsahuje různé typy nádob, které se vyrobí průměrně za rok. Na základě výpočtu byly propočítány nové potřebné normohodiny na roční produkci nádob. Pokud zůstane počet svářečů stejný, podíl kooperací klesne na 22,5%. Kdyby se zaměstnal jeden svářeč navíc, tedy kdyby byli celkem čtyři svářeči na pracovišti výroby nádob, tak by kooperace nádob nemusela nastat. Avšak tento kapacitní výpočet je pouze orientační, protože úspory na jednotlivé typy nádob jsou pouze odborným odhadem. Tento kalkulační vzorec by byl reálný až po racionalizaci všech typů nádob.

Nová hala má prostory k tomu, aby mohla zaměstnat čtyři svářeče na pracovišti výroby nádob. Tím že se navýší počet svářečů se docílí minimalizace výroby nádob v kooperaci. Snížením výrobních nákladů se docílí zvýšení konkurenceschopnosti v prodeji zhašecích tlumivek.

8 SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH PRAMENŮ

- [1] VIGNER, M. et al. *Metodika projektování výrobních procesů*. Praha: SNTL, 1984. 588 s.
- [2] NĚMEJC, J., CIBULKA, V. *Projektování a výstavba strojírenských podniků*. Plzeň: Ediční středisko VŠSE, 1986. 181 s.
- [3] NOVÁK, J. et al. *Organizace a řízení*, [cit. 2.4.2017] Ostrava: Technická univerzita, 2007. *Dostupné z: <http://projekty.fs.vsb.cz/414/organizace-a-rizeni.pdf>*
- [4] BUREŠ M. *Přednášky z předmětu: Řízení a organizace práce*, Plzeň: ZČU 2015.
- [5] NOVÁK, J., ŠLAMPOVÁ, P. *Racionalizace výroby*. [cit. 26.4.2017] Ostrava: Technická univerzita, 2007. *Dostupné z: <http://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf>*
- [6] HLAVENKA, B. *Racionalizace technologických procesů*. 3. vydání. Brno: PC-DIR, 1995. 66 s. ISBN 80-214-0705-0.
- [7] FEROMAT, s.r.o. *Jakosti oceli*. [cit. 4.5.2017] *Dostupné z: http://www.feromat.cz/jakosti_oceli*
- [8] EGE, spol. s r.o. *Zhášecí tlumivky*. [cit. 20.4.2017] *Dostupné z: [http://www.ege.cz/cz/produkty-a-sluzby/elektrotechnika---kompenzace-zemniho-spojeni/zhaseci-tlumivky](http://www.ege.cz/cz/produkty-a-sluzby/elektrotechnika---kompenzace-zemniho-spojzeni/zhaseci-tlumivky)*
- [9] ČSN EN ISO 12944-2. *Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy – Část 2: Klasifikace vnějšího prostředí*. Praha: Český normalizační institut, 1998. 16 s. Třídící znak 03 8241.
- [10] KLEINOVÁ, J. *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. 88 s. ISBN 80-7043-364-7.
- [11] Hadyna – International, spol. s r. o. [cit. 10.5.2017] *Dostupné z: <http://www.hadyna.cz/sluzby-a-technologie/robotizace-a-automatizace/svarovaci-polohovadla/>*
- [12] BOKI Robotizované systémy [cit. 8.5.2017] *Dostupné z: <http://www.boki.cz/produkty/>*
- [13] ZELENKA, A., KRÁL, M. *Projektování výrobních systémů*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1995. 365 s. ISBN 80-01-01302-2.
- [14] DUCHEK V. *Přednášky z předmětu: Projektování výrobních systémů*, Plzeň: ZČU 2011.

[15] ATG s.r.o. [cit. 8.5.2017] *Dostupné z:*
http://atg.cz/cz/pdf/katalogy/PT/overchek_penetracni_prostredky.pdf

[16] ZELENKA, A., PRECLÍK, V., HANINGER, M. *Projektování výrobních systémů: návody pro cvičení.* Praha: ČVUT, 1993. 131 s. ISBN 80-01-01026-0.

9 SEZNAM PŘÍLOH

Volně vložené:

Příloha č. 1 Výkresy a technologické postupy

Vázané:

Příloha č. 2 Postup aplikace nedestruktivních zkoušek kapilární metodou

Příloha č. 3 Časový snímek výroby nádoby za současného stavu

Příloha č. 4 Přehled strojního vybavení a jeho technického stavu

Příloha č. 5 Schéma dispoziční řešení haly se seznamem pracovišť a ostatních prostor

Příloha č. 6 Schéma materiálového toku

Příloha č. 7 Fiktivní časový snímek výroby nádoby po racionalizaci

Příloha č. 8 Model ročního objemu výroby

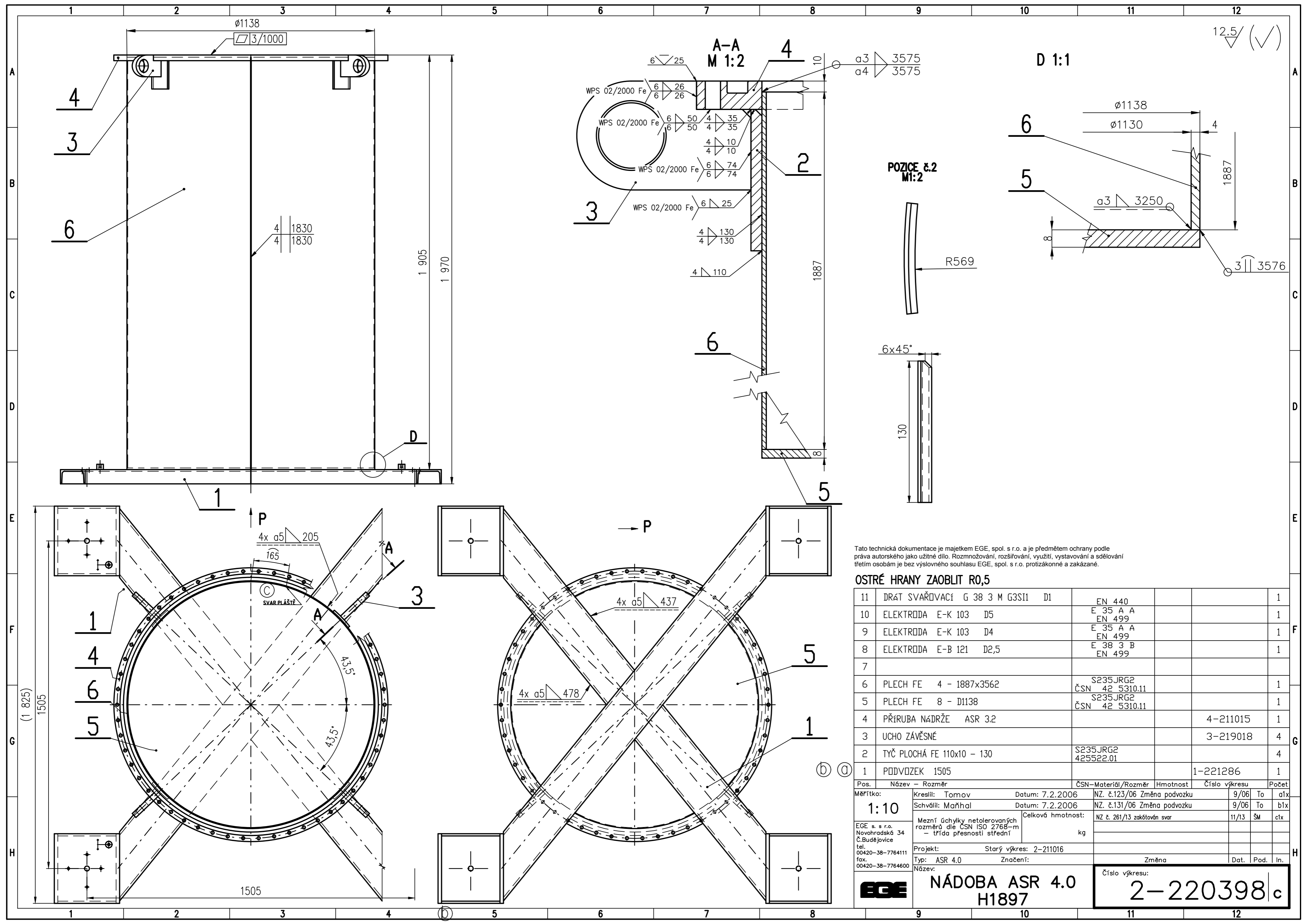
PŘÍLOHA č. 1 volně vložená

Výkresy a technologické postupy:

Výkres: 2-220398, technologický postup: 20220398

Výkres: 2-220399, technologický postup: 20220399

Výkres: 2-220396, technologický postup: 20220396



Tato technická dokumentace je majetkem EGE, spol. s r.o. a je předmětem ochrany podle práva autorského jako užité dílo. Rozmnožování, rozšiřování, využití, vystavování a sdělování třetím osobám je bez výslovného souhlasu EGE, spol. s r.o. protizákonné a zakázané.

OSTRÉ HRANY ZAOBLIT R0,5

Pos.	Název - Rozměr	ČSN-Materiál/Rozměr	Hmotnost	Číslo výkresu	Počet
11	DRÁT SVAŘOVACÍ G 38 3 M G3SII D1	EN 440			1
10	ELEKTRODA E-K 103 D5	E 35 A A EN 499			1
9	ELEKTRODA E-K 103 D4	E 35 A A EN 499			1
8	ELEKTRODA E-B 121 D2,5	E 38 3 B EN 499			1
7					
6	PLECH FE 4 - 1887x3562	S235JRG2 ČSN 42 5310.11			1
5	PLECH FE 8 - D1138	S235JRG2 ČSN 42 5310.11			1
4	PŘÍRUBA NÁDRŽE ASR 3.2			4-211015	1
3	UCHO ZÁVĚSNÉ			3-219018	4
2	TYČ PLOCHÁ FE 110x10 - 130	S235JRG2 425522.01			4
1	PODVÓZEK 1505			1-221286	1

Měřítko:	Kreslil:	Datum:	NZ:	Číslo výkresu:	Počet:
1:10	Tomov	7.2.2006	č.123/06 Změna podvozku	9/06 To	a1x
	Schválil: Maňhal	7.2.2006	NZ. č.131/06 Změna podvozku	9/06 To	b1x
			Mezní úchytky netolerovaných rozměrů dle ČSN ISO 2768-m - třída přesnosti střední	11/13 ŠM	clx
			CELKOVÁ HMOTNOST: kg		
			Projekt: Starý výkres: 2-211016		
			Typ: ASR 4.0 Značení:		
			Název:		

EGE NÁDOBA ASR 4.0 H1897

Číslo výkresu: **2-220398** c

20220398

NADOBA ASR

4.0 H1897
2-220398

Strana 1 z 1

Index změny : c

Verze : 1

Alternativa : *

Výroba

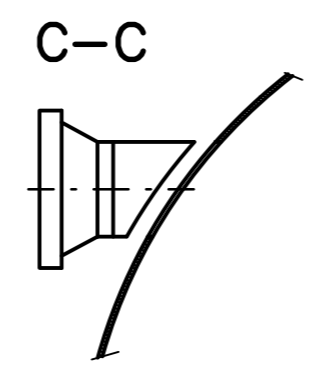
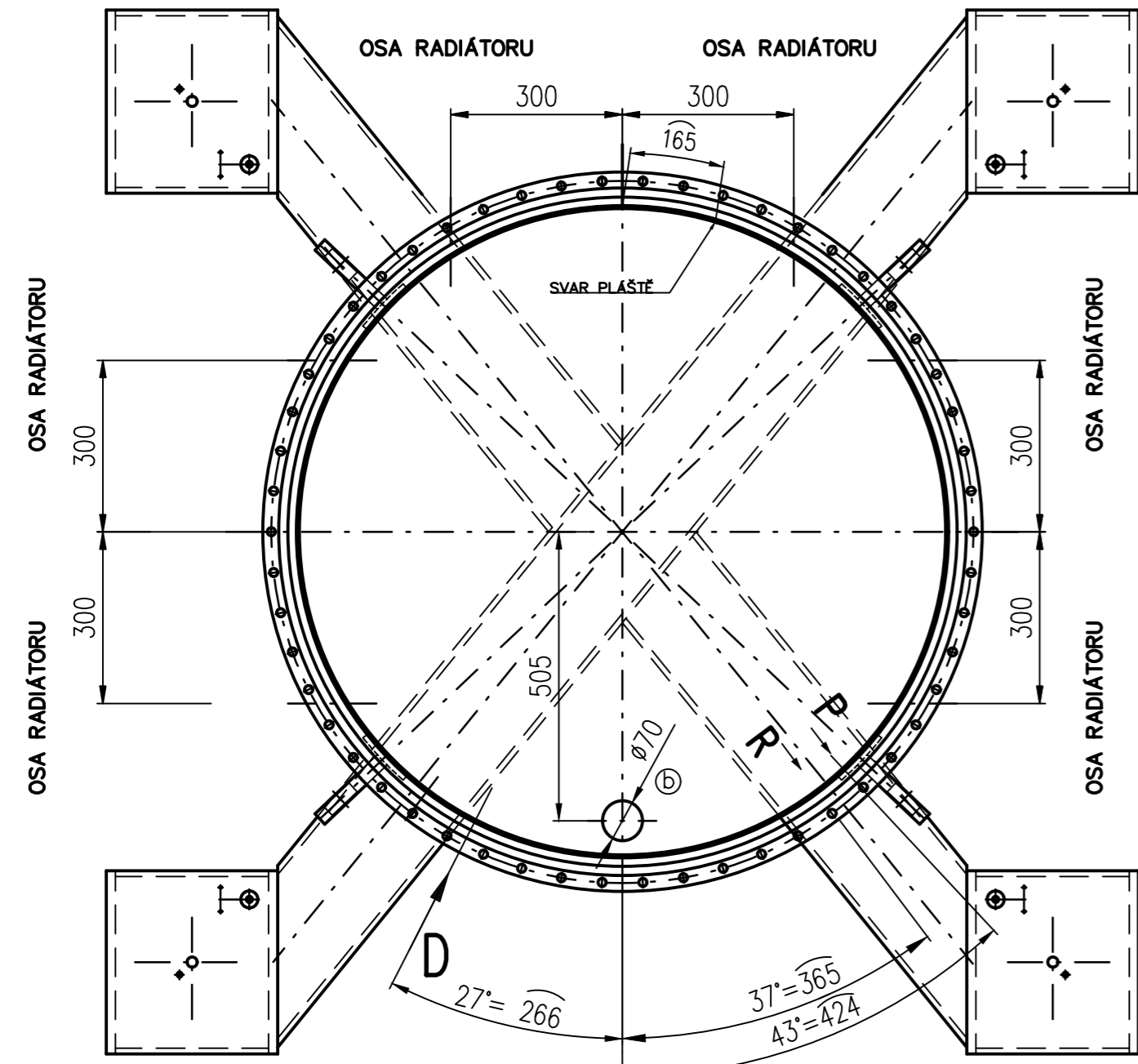
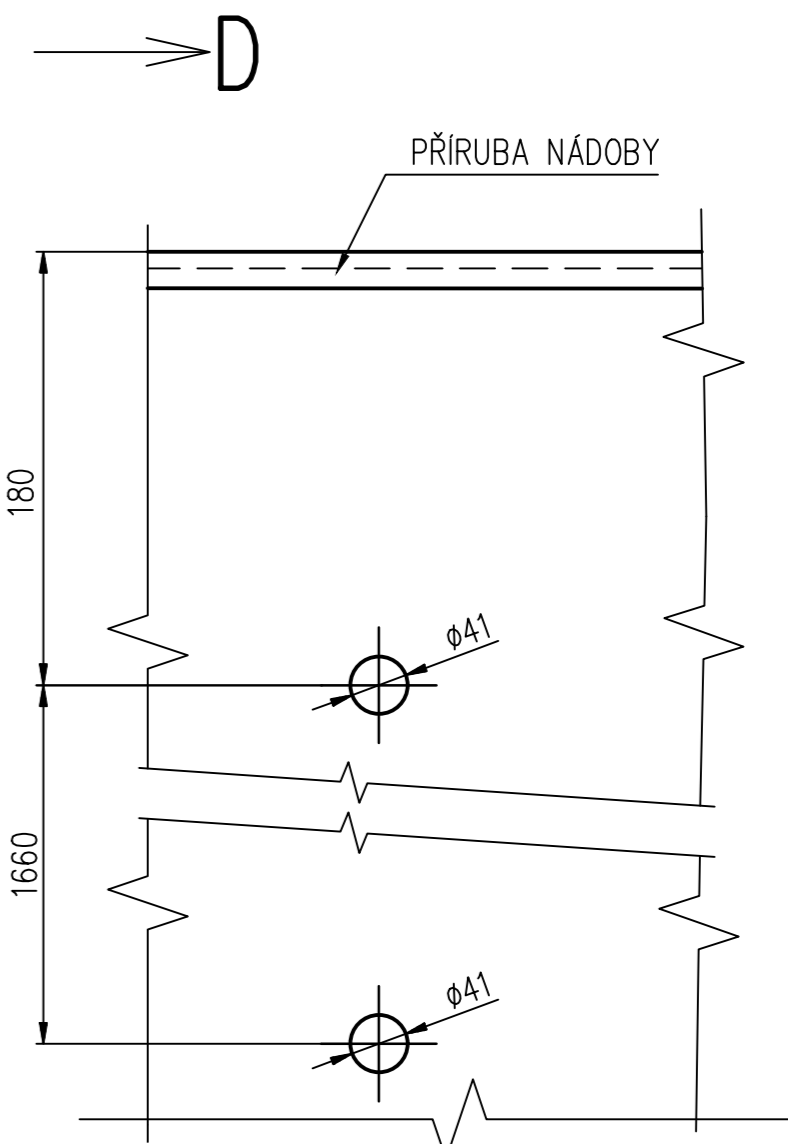
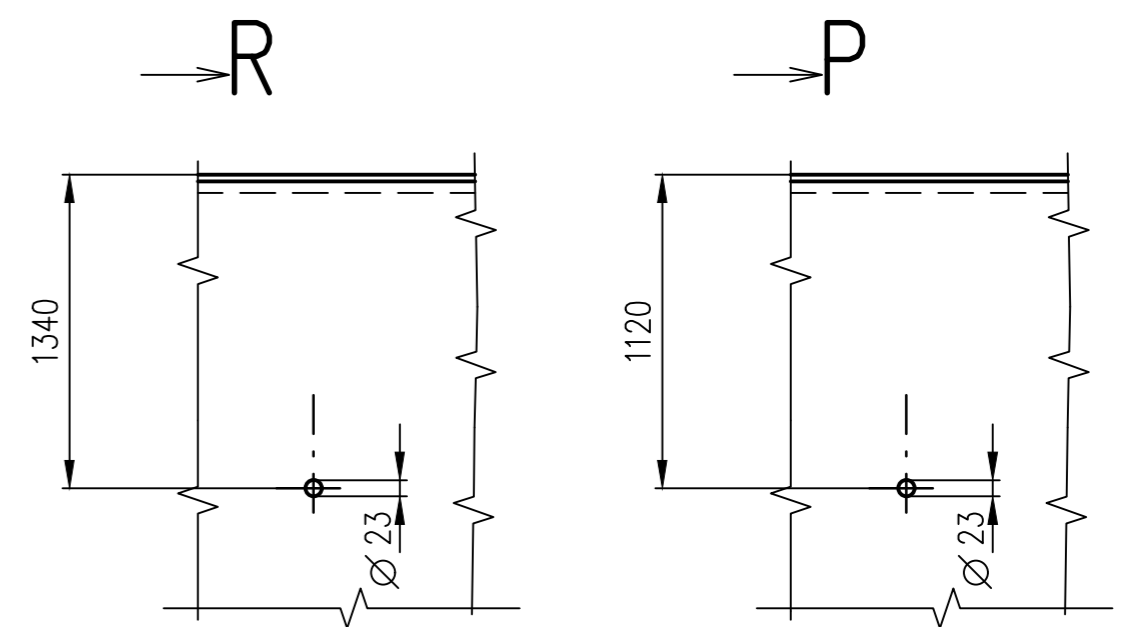
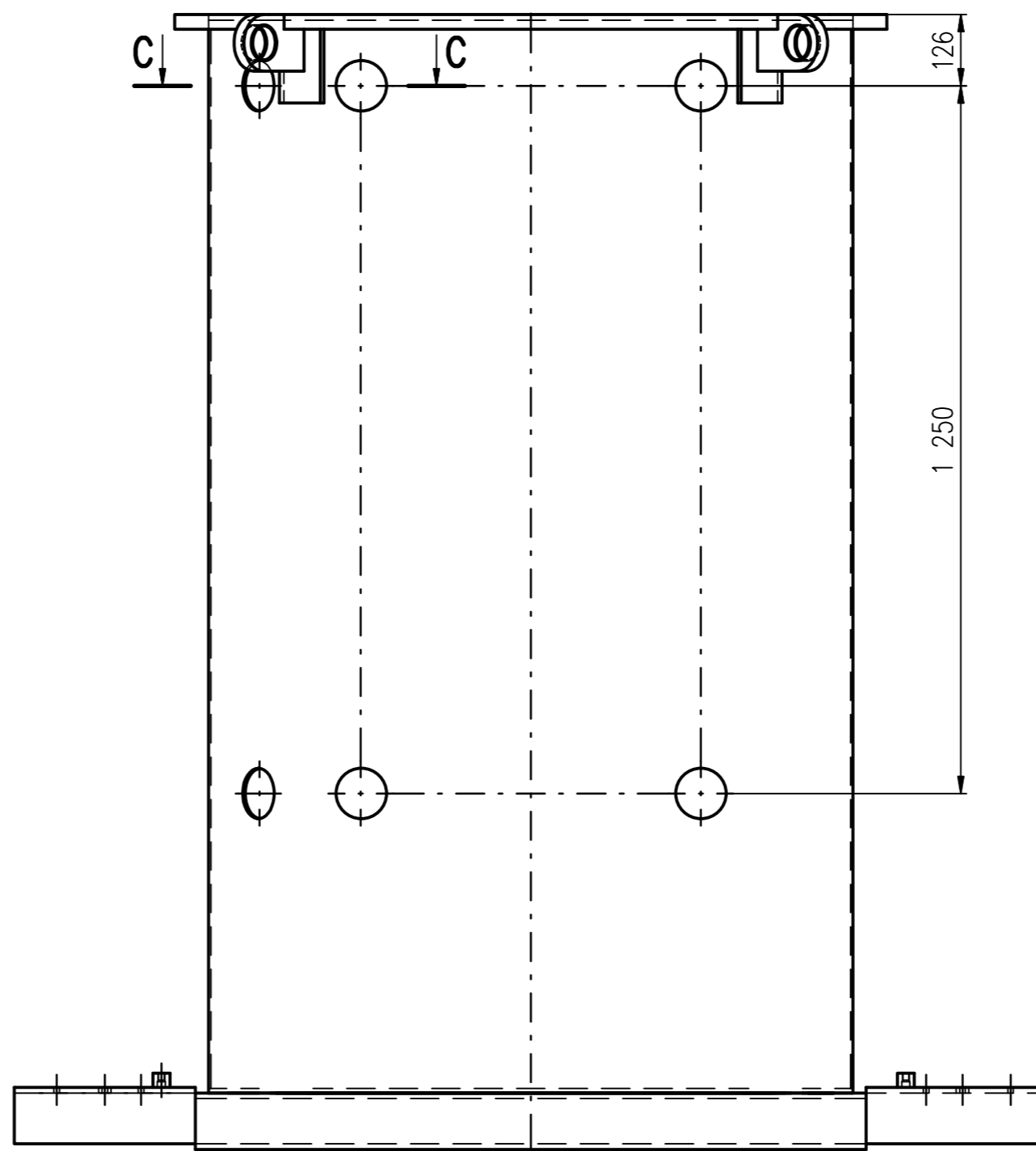
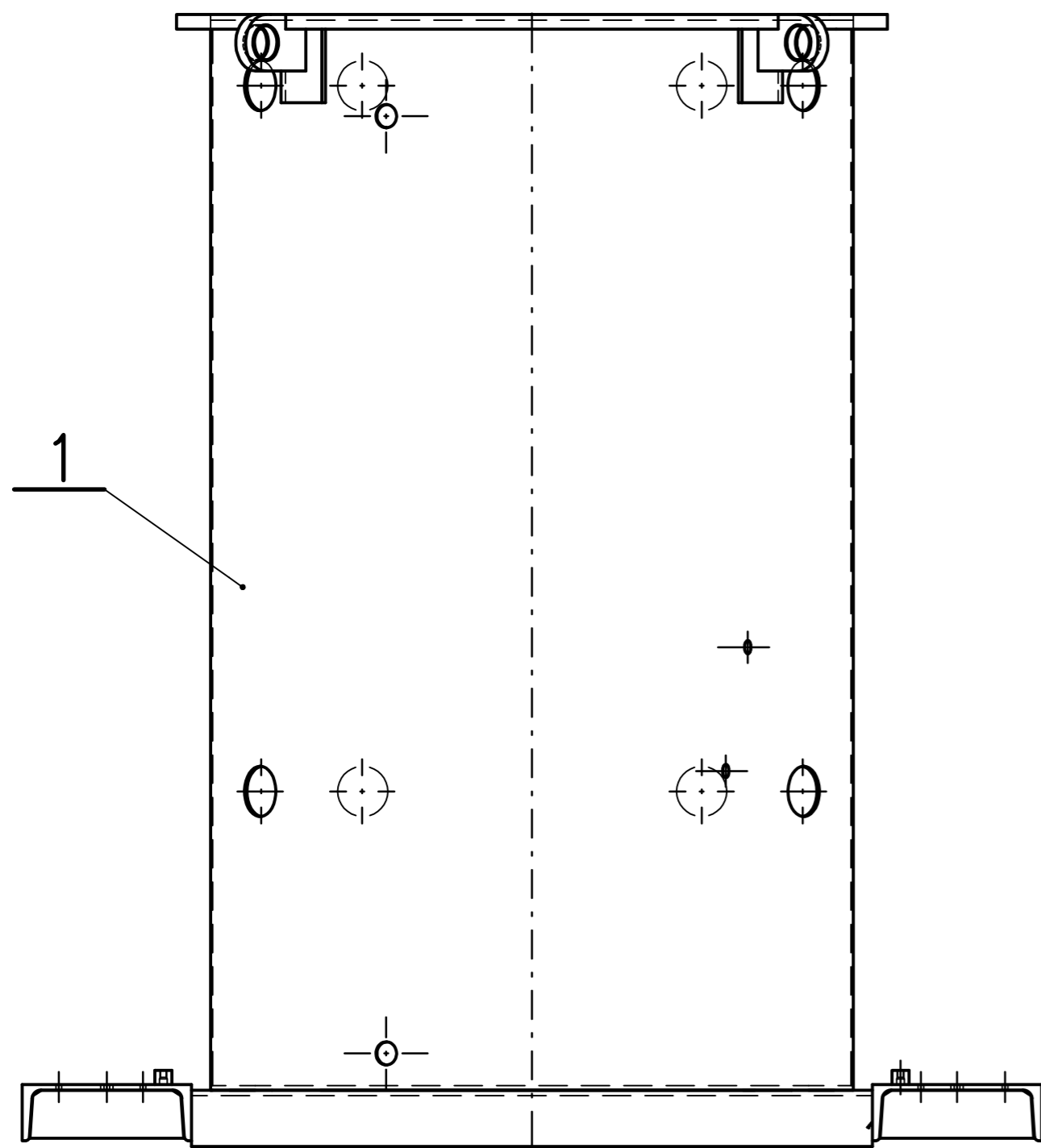
EGE

10	Stříhání	408	TABULOVE NUZKY
	Množství	1	Naměřit a nastříhat plech t=4mm 4x1000x2000 na rozměry:1887x891mm - 4ks, tyč pl.Fe 110x10 na délku 130mm-4ks.
20	Svařování E	105	VYROBA NADOB
	Návod	NA4/2000	Sestavit a nastehovat plášť nádoby na celkový rozměr 3564x1887. Po svaření plášť přerovnat a očistit svary.
30	Skružování	105	VYROBA NADOB
	Množství	1	Zhotovit předohyb pro skružení pláště. Skružit plášť nádoby na vnitřní průměr 1130mm. Nastehovat plášť.
40	Zámečnické práce	105	VYROBA NADOB
			Odjehlit nařezaný materiál. Na poz.2 srazit hranu 6x45° - 4ks.
50	Ohýbání	107	KOVARNA
			Prohnout na lise tyč pl. poz.2 podle výkresu - 4ks.
60	Řezání G	410	CORTA
	Množství	1	Řezat dno z plechu t=8mm D1138mm. Očistit výpalek od okují a návarků!!!
70	Očišťování	513	TRYSKACI STROJ
	Množství	1	Otryskat dno. Předat na pracoviště 105.
80	Zámečnické práce	105	VYROBA NADOB
	Množství	1	1) Zabrousit dno po řezu. 2) Nastehovat na skružený plášť dno poz.5 a přírubu nádoby poz.4. (Kontrolovat rovnoběžnost příruby a dna). 3) Rozkreslit nádobu i s osama.
90	Svařování CO2	105	VYROBA NADOB
	Množství	1	
	Návod	NA4/2000, WPS02/2000 Fe	1) Přivařit dno nádoby zvenku. 2) Svařit plášť nádoby (zvenitř a zvenku). 3) Přivařit přírubu nádoby zvenku. 4) Přivařit přírubu nádoby zevnitř. 5) Nastehovat a přivařit závěsná ucha poz.3 a výztuhy poz.2. 5) Očistit svary.

KONEC POSTUPU

20220398

Index změny : c



OTVORY PRO
PŘÍRUBU S KRKEM
Js80 PODLE PŘÍPRAVKU

Tato technická dokumentace je majetkem EGE, spol. s r.o. a je předmětem ochrany podle práva autorského jako užité dílo. Rozmnožování, rozšiřování, využití, vystavování a sdělování třetím osobám je bez výslovného souhlasu EGE, spol. s r.o. protizákonné a zakázané.

1	NÁDOBA ASR 4.0 H1897			2-220398	1
Pos.	Název - Rozměr	ČSN-Materiál/Rozměr	Hmotnost	Číslo výkresu	Počet
Měřítko:	Kreslil: Tomov Datum: 8.02.2006	NZ č. 137/06 změna podvozku		10/06	To a
	Schválil: Maňhal Datum: 8.02.2006	NZ č. 178/09 zvětšení otvoru		11/09	Če b1x
EGE s. s. r.o. Novohradská 34 Č.Budějovice tel. 00420-38-7764111 fax. 00420-38-7764600	Mezní úchytky netolerovaných rozměrů dle ČSN ISO 2768-1,2 - třída přesnosti hrubá	Celková hmotnost: kg	NZ č. 261/13 zakřivená svar	11/13	ŠM c1x
	Projekt: Starý výkres: 2-220263				
	Typ: ASR Název:	Značení:	Změna	Dat.	Pod. In.
EGE	NÁDOBA ASR 4.0 H1897 VRTÁNÍ MD3	Číslo výkresu:	2-220399		

20220399

NADOBA ASR

4.0 H1897 VRTANI MD3
2-220399

Strana 1 z 1

Index změny : **c**

Verze : 1

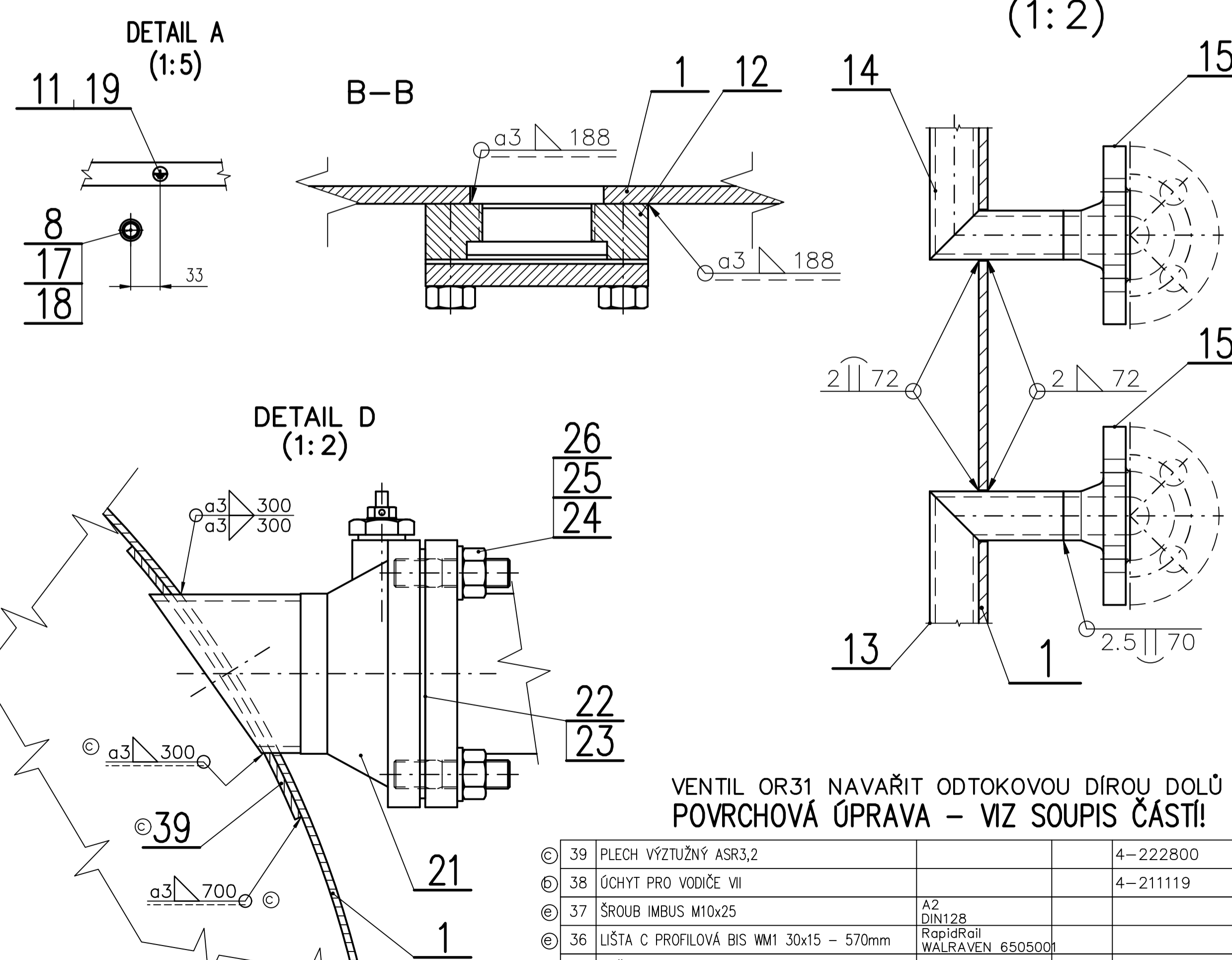
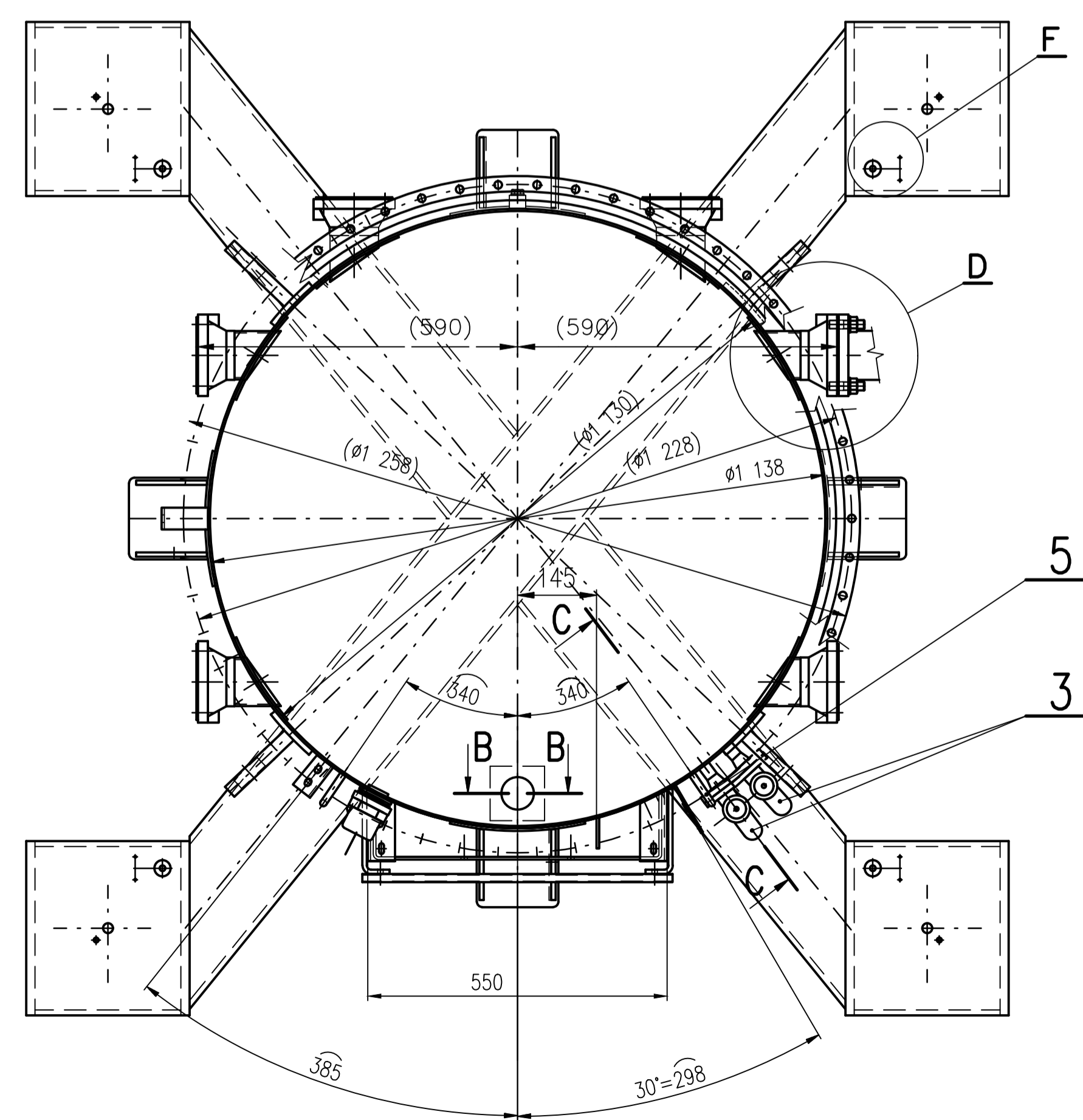
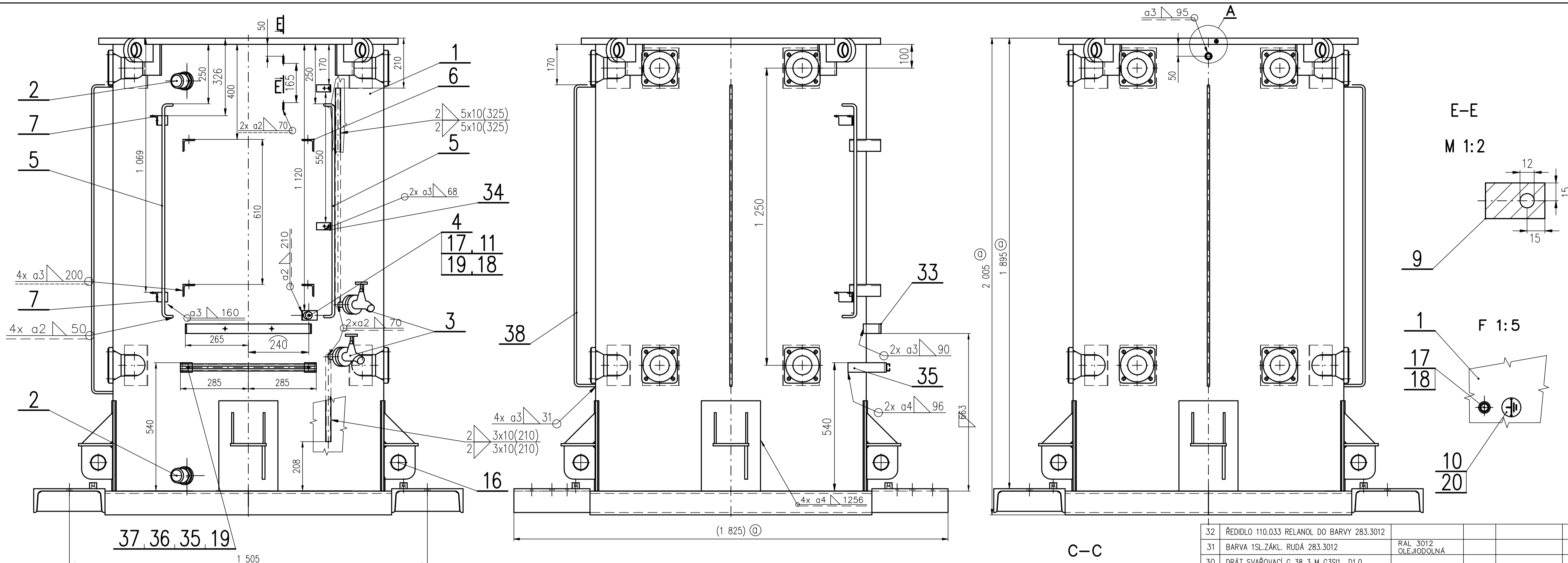
Alternativa : *

Výroba

EGE

10	Řezání G	105	VYROBA NADOB
	Množství	1	
	Návod	NA4/2000	
		Rozměřit, prorýsovat a vyříznout do nádoby autogenem otvor D23mm 2x,D70mm-1x,D41mm-2x a 12x otvor pro přírubu s krkem. Svar pláště umístit dle výkresu. Očistit po řezu.	

KONEC POSTUPU



32	ŘEDIDLO 110.033 RELANOL DO BARVY 283.3012				1
31	BARVA 1SL.ZÁKL. RUDÁ 283.3012	RAL 3012 OLEJIODOLNÁ			1
30	DRÁT SVAŘOVACÍ G 38 3 M G3SI1 D1,0	EN 440			1
29	ELEKTRODA OK 68,82 D3,2	E 29 9 R23 DIN 8556			1
28	ELEKTRODA E-B 121 D4	E 38 3 B EN 499			1
27	ELEKTRODA E-B 121 D2,5	E 38 3 B EN 499			1
26	MATICE PŘESNÁ M16	A2 DIN 934			48
25	PODLOŽKA PŘESNÁ 17	A2 DIN 125			48
24	ŠROUB ZVR M16x45	A2 DIN 939			48
23	RADIÁTOR BEZ POV. ÚPR. FG 1250 x ? x 60			V	6
22	PŘÍRUBA S KRKEM Js80 L150			4-20837-4	12
21	TĚSNĚNÍ MENK			4-20533-0	12

20	PODLOŽKA PŘESNÁ 10,5	A2 DIN125			2
18	PODLOŽKA PŘESNÁ 13	A2 DIN 125			6
17	ŠROUB PŘESNÝ Z K HL M12x25	A2 DIN 933			6
16	PATKA 4t KOMBINOVANÁ			3-216009	4
15	PŘÍRUBA S KRKEM Js15 Jt6	ČSN 131229			2
14	TRUBKA VENTILU DN15 - 922			4-220405	1
13	TRUBKA VENTILU DN15 - 368			4-220404	1
12	VÝPUST OLEJE	MAIER DIN 42 548			1
11	ŠTÍTEK UZEMNĚNÍ D16 (31A/E)			42-5576	2
10	ŠTÍTEK UZEMNĚNÍ D50 (31A/E)			42-5574	4
9	TYČ PLOCHÁ FE 30x5 - 52	S23JRG2 425522.01			2
8	ŠPALEK UZEMŇOVACÍ D30/M12			42-7321	1
7	UPEVNĚNÍ VZPĚRY			4-210948	2
6	PATKA MD3-ASR3.2			4-220266	2
5	ÚCHYT PRO VODIČE X			4-211414	2
4	ŠPALEK UZEM.SESTAVA			4-213773	1
3	VENTIL PRO ODBĚR VZORKU OLEJE II.			4-212571	2
2	VENTIL OR31	DIN 42 551		4-20668-6	2
1	NÁDOBA ASR 4.0 H1897 VRTÁNÍ MD3			2-220399	1

VENTIL OR31 NAVAŘIT ODTOKOVOU DÍROU DOLŮ
POVRCHOVÁ ÚPRAVA - VIZ SOUPIS ČÁSTÍ!

39	PLECH VÝZTUŽNÝ ASR3,2			4-222800	12
38	ÚCHYT PRO VODIČE VII			4-211119	2
37	ŠROUB IMBUS M10x25	A2 DIN128			2
36	LIŠTA C PROFILOVÁ BIS WM1 30x15 - 570mm	RapidRail WALRAVEN 6505001			1
35	DRŽÁK KONZOLE			4-219097	2
34	DRŽÁK TRUBKY VENTILU DN15			4-219707	2
33	DRŽÁK KABELŮ POD SKŘÍŇ			4-220400	1

Měřítka: 1:8
 Kreslil: Tornov Datum: 8.2.2006
 Schválil: Mařhal Datum: 8.2.2006
 EGE a. s. r. o. Novohradská 34 6. budova
 tel: 00420-38-7764111 fax: 00420-38-7764600
 Projekt: Starý výkres: 1-220264
 Typ: ASR Značení: Změna
 Číslo výkresu: 1-220396
 Počet: 1

Tato technická dokumentace je majetkem EGE, spol. s r.o. a je předmětem ochrany podle práva autorského jako užité dílo. Rozmnožování, rozšiřování, využití, vystavování a sdělování třetím osobám je bez výslovného souhlasu EGE, spol. s r.o. protizákonné a zakázané.

20220396

NADOBA ASR

4.0 H1897 SESTAVA MD3
1-220396

Strana 1 z 2

Index změny : e

Verze : 1

Alternativa : *

Výroba

EGE

10	Řezání	308	PRIPRAVNA	
				Naměřit, nařezat tyč pl.FE 30x5 na délku 52mm - 2ks.
20	Vrtání	105	VYROBA NADOB	
				Tyč pl.Fe 30x5 ojehlit po řezu. Vývrtat otvor 1xD12mm. Ohrotovat.
30	Svařování CO2 1 823726	105	VYROBA NADOB PRIPRAVEK SESTAVOV.	1
	Návod		NA4/2000	
			Sestavit,nastehovat a přivařit:	
			1) patky 4t	poz. 16 - 4x
			5) trubky + příruby s krkem	poz.13-15 - 2x + 2x
			4) výpusť oleje	poz.12 - 1x
			9) plechy výztužné	poz. 39 - 12x
			6) příruby s krkem v přípravku (rám)	poz.22 - 12x
			7) ventil OR31	poz.2 - 2x
			8) upevňovací zpery	poz.7. - 2ks
			9) tyš plochá	poz.9. - 2ks
			13) patky skříňe	poz.6 - 2x
			14) úchyty pro vodiče	poz.5 a 38 - 4x
			15) držák konzole	poz.35 - 2x
			15) držák trubky ventilu	poz.34 - 2x
			15) držák kabelů pod skříň	poz.33 - 1x
			16) očistit svary	
40	Svařování CO2	105	VYROBA NADOB	
				1)Nastehovat a přivařit podvozek. 2)Zavařit dno nádoby zevnitř. 3)Očistit svary.
50	Zkoušení svaru	105	VYROBA NADOB	
				V průběhu výroby nádoby tlumivky vyzkoušet všechny olejotěsné svary na těsnost pomocí penetračních barev. Při aplikaci postupovat dle plánu jakosti PL 3/96.
				1)Na průsak penetračního barviva kontrolovat pouze svary provařené pláštěm ZTC.
				2)Pro kontrolu ostatních olejotěsných svarů, používat výhradně zkoušku kapilární dle návody NA062012.
				3)Konečný oplach a sušení po ukončení zkoušek: - zbytky zkušebních prostředků oplachovat proudem vody nebo tlakovou vodou. - vysušit stlačeným vzduchem a hadrem bez vlasu.
60	Zámečnické práce	105	VYROBA NADOB	

20220396

Index změny : e

20220396

NADOBA ASR

4.0 H1897 SESTAVA MD3
1-220396

Strana 2 z 2

Index změny : e

Verze : 1

Alternativa : *

Výroba

EGE

			<p>Před šopováním zinkem:</p> <ol style="list-style-type: none"> Po oplachu a vysušení, zaslepit (uvnitř nádoby) trubky přírub radiátorů. Použít plastové krytky (součást dodávky radiátorů). Zaslepit (uvnitř nádoby) trubky ventilů OR31- použít plastové krytky konické. Do přivařeného těla ventilu OR31 namontovat mosazné šroubení a našroubovat vrchní kryt včetně těsnění (vše součást dodávky ventilu). Do přírub pro radiátory namontovat šrouby závrtné M16x45 (zajistit pomocí přípravku Loxeal 55-03 nebo Loctite 243 Vnější závity šroubů závrtných maskovat krytkami dle návody NA2/95 ELA. Na příruby radiátorů namontovat krytky těsnících ploch. Zakrýt přírubu ventilu pro odběr vzorku. Maskovat zemnicí špalky. <p>POZNÁMKA: Počet přírub pro radiátory MENK se mění podle typu ASR - 0 na hladké nádobě, 2,4,6 nebo 8ks na nádobě s radiátory.</p>
70	Kooperace	K110	SOPOVANI
			<p>Kooperace: Pískovat + zinkovat šopováním nádobu s podvozkem.</p>
80	Kooperace	K112	NATER STRIKANIM
			<p>Kooperace: nastříkat nádobu dle návody NA 2/95 ELA.</p>
90	Zámečnické práce	201	MONTAZ TLUMIVEK ZAM.
			<p>Příprava nádoby:</p> <ol style="list-style-type: none"> Odstranit vnější krytky přírub radiátorů. Odstranit krytky uvnitř nádoby. Očistit příruby radiátorů zevnitř. Očistit zvenku dosedací plochy přírub (uzavíracích + ND15) a opatřit nátěrem (olejiodolný základ). Vyčistit drážku příruby nádoby - úprava nátěru drážky (olejiodolný základ). U přírub uzavíracích namontovat ovládání klapky včetně těsnění. Demontovat ventily OR31, vyčistit a namontovat včetně těsnění ("O" kroužek zajistit TEROSTATEM a fíbrové těsnění vyměnit za nové). Závit krytu (horního) ventilu OR31 zajistit těsněním LOCTITE 542 (dolní ventil se těsní až po naplnění olejem). Vyčistit (vysát) vnitřek nádoby. Přilepit štítky. Namontovat šrouby do zemnicích špalků Namotova na nádobu závrté šrouby do přírub radiátorů. Namontovat na držáky ličtu C. Namontovat ventily pro odběr vzorku oleje.

KONEC POSTUPU

20220396

Index změny : e

PŘÍLOHA č. 2

Postup aplikace nedestruktivních zkoušek kapilární metodou

OVERCHEK

PENETRANT TESTING

Overchek - Remover
 Overchek - Red
 Overchek - White

Nedestruktivní zkoušení kapilární metodou

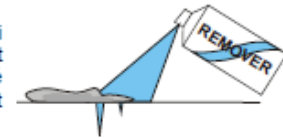
Výhody

- rychlá kontrola produktů ve výrobě, v servisu i v terénu
- vhodná technika ke zkoušení ocelí, svarů, barevných kovů, kompozitů
- duální barevný a fluorescenční biodegradabilní penetrant
- ekologický produkt, dózy 500 ml



1. Čištění

Před aplikací penetrantu *OVERCHEK RED* se musí očistit kontrolované části výrobku pomocí přípravku *OVERCHEK REMOVER*. Na povrch výrobku nastříkat tenkou vrstvu čističe a vlhký film otřít hadrem. Na povrchu nesmí zůstat žádné zbytky mastnoty, oleje a nečistot. Před použitím penetrantu musí být kontrolované díly suché.



2. Penetrace

Nanést penetrant *OVERCHEK RED* nástřikem na zkoušený povrch, aby byla pokryta celá zkoušená plocha. Nechat působit *OVERCHEK RED* po dobu 10 - 30 minut a pak odstranit. Po dobu penetrace kapalina vzlíná i do nejmenějších trhlinek



3. Odstranění penetrantu

Odstranit přebytečný penetrant z povrchu pomocí čisté látky, navlhčené čističem *OVERCHEK REMOVER*. Jako alternativu lze použít sprchování nebo oplach vodou a následně osušení povrchu. Penetrant z povrchu výrobku neodstraňovat přímo pomocí nástřiku čističem *OVERCHEK REMOVER*, aby se nesnížila citlivost zkoušky. Opakovat postup až úplného odstranění přebytku penetrantu ze zkoušeného povrchu.



4. Vývojka

Pečlivě protřepat vývojku *OVERCHEK WHITE* těsně před použitím. Nastříkat tenký rovnoměrný film *OVERCHEK WHITE* na celou kontrolovanou plochu. Nechat působit 10 - 30 minut, poté vyhodnotit indikace. Pro fluorescenční inspekci je nutné osvětlení UV (A - 365 nm) lampou.



Výhradní distributor pro ČR a SR:

ATG s. r. o.

Beranových 65, 199 02 Praha 9 - Letňany

☎ 234 312 201 - 204 ☎ 234 312 205

www.atg.cz

atg@atg.cz

Je nutné respektovat specifikace a pravidla nedestruktivního zkoušení materiálu. Prosim věnujte pozornost bezpečnostním listům.



Chemetal GmbH Aerospace Technologies - P.O.Box 90 01 70 D-60441 - Frankfurt am Main

PŘÍLOHA č. 3

Časový snímek výroby nádoby za současného stavu

NORMOHODINY				list: 1
				listů: 3
název:	NÁDOBA ASR	typ:	4.0	
císlo výkresu:	1-220396			
pracoviště:	105	datum:		
pracovník:				
č.o	operace	čas [min]	poznámka	index čas
5	přivezení plechů	5	manip.	tB11
10	poskládat plechy na zem	29	manip.	tA11
15	nastehování pláště	5	CO	tA13
20	příprava špalků na podložení plechů	2	manip.	tA11
25	přizvednout plášť: umístit účka a špalky	6	manip.	tA11
30	příprava před svařením	4	příprava	tA11
35	svaření pláště 1. strana	28	E	tA13
40	očištění po svařování	21	čištění	tA11
45	otočení pláště	7	manip.	tA11
50	příprava před svařováním	4	příprava	tA11
55	svaření pláště 2. strana	41	E	tA13
60	očištění po svařování	20	čištění	tA11
65	otočení plechu a uklid úček a špalků	8	manip.	tA11
70	příprava zakružovačky	5	příprava	tB11
75	manipulace s pláštěm před zakružovačky	3	manip.	tA11
80	zavedení pláště do zakružovačky	2	manip.	tA13
85	zhotovit před ohyb	5	skružování	tA13
90	skružování	10	skružování	tA13
95	nastehování pláště	13	CO	tA13
100	finální zakroužení	5	skružování	tA13
105	vyjmutí pláště ze zakruž. a odvezení pláš. k vratům nebo přímo na prac. úklid zakr.	8	manip.	tA11
110	úklid pracoviště	15	úklid	tA11
115	příprava svařovacího materiálu (předpříprava)	40	manip.	tB11
120	příprava pracoviště	10	příprava	tB11
125	manipulace dno + příruba	8	manip.	tA11
130	umístění pláště na zem	5	manip.	tA11
135	manipulace z dnem	1	manip.	tA11
140	sestavení dna s pláštěm	13	sestavení	tA13
145	usadit plášť na kladky	4	manip.	tA11
150	rozkreslení příruby	6	rozkreslení	tA11
155	zbroušení svarů na kraji pláště	3	zámečnická práce	tA11
160	rozměření pláště pro přírubu	4	rozkreslení	tA11
165	manipulace příruba	1	manip.	tA11
170	sestavení příruby s pláštěm	18	sestavení	tA13
175	nastehování pláště s přírubou	5	CO	tA13
180	rozkreslení nádoby	140	rozkreslení	tA11
185	obrousit nastehování dna + plášť	7	zámečnická práce	tA11
190	přivařit dno - vnější svar	15	CO	tA13
195	očistit svary	9	čištění	tA11
200	odstranění přední klady	3	manip.	tA11
205	příprava a čištění před svařováním pláště	3	zámečnická práce	tA11
210	svařit plášť - vnitřní svar	15	E	tA13
215	očistit svary	12	čištění	tA11
220	otočit nádoby svarem nahoru	2	manip.	tA11
225	svařit plášť - vnější svar	13	E	tA13

NORMOHODINY				list: 2
				listů: 3
název:	NÁDOBA ASR		typ:	4.0
číslo výkresu:	1-220396			
pracoviště:	105		datum:	
pracovník:				
č. o	operace	čas [min]	poznámka	index čas
230	svařit plášť - vnější svar	13	E	tA13
235	očistit svary	8	čištění	tA11
240	příprava koz na přivaření příruby	4	manip.	tA11
245	otočení nádoby na přírubu	8	manip.	tA11
250	přivařit přírubu - vnější svar	20	CO	tA13
255	očistění svarů	9	čištění	tA11
260	sundat nádobu z koz	7	manip.	tA11
265	příprava kladek	1	příprava	tA11
270	nádobu usadit na kladky	4	manip.	tA11
275	chladnutí příruby	10	technolog. přestávka	tA31
280	přivařit přírubu - vnitřní	18	CO	tA13
285	očistit svary	6	čištění	tA11
290	příprava patek pod uši: nastehovat + orýsovat	11	příprava	tA13
295	přivařit patky pod uši	13	CO C5	tA13
300	očistit svary	4	čištění	tA11
305	orýsování patek 4ks	6	rozkreslení	tA11
310	zakroužení patek 4ks	15	skružování	tA13
315	přípravit plechy pod patky (o dna): nastehovat, ro	15	příprava	tA13
320	přivařit plechy pod patky	23	CO	tA13
325	očistit svary	10	čištění	tA11
330	příprava autogenu	10	příprava	tA11
335	vypálit díry autogenem	25	autogen	tA13
340	očistit po pálení	15	čištění	tA11
345	vypálit otvory pro radiátory	35	autogen	tA11
350	očistit po pálení	25	čištění	tA11
355	zakružování výstužných plechů rad.	10	skružování	tA13
360	nastehování výstužných plechů rad.	15	zámečnická práce	tA13
365	přivařit výstužné plechy rad. + čištění	90	CO	tA13
370	umístit příruby rad. do přípravku	36	sestav. / 12 na 4 přír	tA11
375	sestavit přípravek s nádobou + nastehování	36	sestav. / 12 na 4 přír	tA13
380	přivařit příruby rad. - vnější svar	66	CO/ 22 na 4 přír.	tA13
385	sundat přípravek	24	manip. 8 na 4 přír	tA11
390	očistit svary	30	čištění/ 10 na 4přír.	tA11
395	přivařit příruby rad. - vnitřní svar	100	CO	tA13
400	očistit svary	15	čištění	tA11
405	natehovat a přivařit viz. TAB	803	CO, E	tA11 = 225 tA13 = 567 tB11 = 11
415	manipulace nádobu otočit na přírubu	5	manip.	tA11
420	přivést podvozek	5	manip.	tA11
425	usadit a rozměřit podvozek	10	zámečnická práce	tA11
430	přitažení a nasthování podvozku k nádobě	18	zámečnická práce	tA13
435	položít nádobu na bok + další man. při svař.	11	manip.	tA11
440	přivařit podvozek	30	CO	tA13
445	očistit svary	6	čištění	tA11
450	podstavit na podvozek	6	manip.	tA11

NORMOHODINY				list: 2
				listů: 3
název:	NÁDOBA ASR	typ:	4.0	
císlo výkresu:	1-220396			
pracoviště:	105	datum:		
pracovník:				
č.o	operace	čas [min]	poznámka	index čas
455	příprava na vaření dna	15	příprava	tB11
460	zavařit dno	27	E	tA13
465	rovnání přírub rad.	75	rovnání / 20min ve dvou	tA11
470	položít na bok nádobu	5	manip.	tA11
475	vyčistit nádobu	5	čištění	tA11
480	nechat vychladnout nádobu	5	technolog. přestávka	tA13
485	penetrační zkouška	30	zkouška	tA11
490	nasazení krytek	25	příprava	tA11
495	manipulace k vratům	10	manip.	tA11
500	uklid pracoviště	10	úklid	tA11
540	SUMA	2251		
	Osobní ztráty zaviněné samotným svářečem (TD1): koeficient osobních ztrát kTD = 0,04	95	min	
	Ztráty technicko-organizačních (TE): koeficient T- O ztrát kTE = 0,07	158	min	
	(tA + tB) × kc	2355	kc = 1,046	
	Celkový čas výroby:	2607	min	
		tA11 =	805	33,4%
		tA13 =	1507	62,6%
		tA31 =	10	0,4%
		tB11 =	86	3,6%

Tabulka přivařeních komponentů						
č.	komponenta	popis	čas [min]	poznámka	ks	index čas.
10	ucho 4.0	sestavít a nastehovat	15		4	tA13
		přivařit	20			tA13
		očistit svary	8	čistění		tA11
20	OR31	sestavít a nastehovat	2	samostatně	2	tA13
		přivařit	6			tA13
		očistit svary	4	čistění		tA11
30	uchy pro vodiče	sestavít a nastehovat	6		4	tA13
		přivařit	16			tA13
		očistit svary	6	čistění		tA11
40	upevnění vzpěry	sestavít a nastehovat	5		2	tA13
		přivařit	6			tA13
		očistit svary	4	čistění		tA11
50	tyč pl. poz.9	sestavít a nastehovat	4		2	tA13
		přivařit	3			tA13
		očistit svary	2	čistění		tA11
60	výpusť oleje	sestavít a nastehovat	5		1	tA13
		přivařit	6			tA13
		očistit svary	4	čistění		tA11
70	trubka ventilu	sestavít a nastehovat	3		2	tA13
		přivařit	4			tA13
		očistit svary	3	čistění		tA11
80	příruba s krkem	sestavít a nastehovat	4		2	tA13
		přivařit	5			tA13
		očistit svary	4	čistění		tA11
90	patka 4t	sestavít a nastehovat	45	bez plechu na	4	tA13
		přivařit	55	nádobě		tA13
		očistit svary	10	čistění		tA11
100	soustava trubek pro ventil odběru vzorků	sestavít a nastehovat	15		2	tA13
		přivařit	14			tA13
		očistit svary	4	čistění		tA11
110	držák konzole	sestavít a nastehovat	5		2	tA13
		přivařit	4			tA13
		očistit svary	2	čistění		tA11
120	držák trubky ventilu	sestavít a nastehovat	5		2	tA13
		přivařit	4			tA13
		očistit svary	2	čistění		tA11
130	držák kabelů pod skřín	sestavít a nastehovat	4		1	tA13
		přivařit	4			tA13
		očistit svary	2	čistění		tA11
140	patky skříně	zastříhnout patky	10		1	tA13
		sestavít a nastehovat	15			tA13
		přivařit	10			tA13
		očistit svary	5	čistění		tA11
150	špalky	sestavít a nastehovat	3		1	tA13
		přivařit	4			tA13
		očistit svary	2	čistění		tA11
140	podvozek	manipulace	52		1	tA11
		příprava	20			tA11
		svaření	198			tA13
		očistění	55	čistění		tA11
		úklid	11			B11
150	příruba rad.	manipulace	10		12	tA11
		příprava	4			tA11
		svaření	42	čistění		tA13
		očistění	12			tA11
		zkoušky	30			tA11
Celkem			803			
tA11 = 225						
tA13 = 567						
tB11 = 11						

PŘÍLOHA č. 4

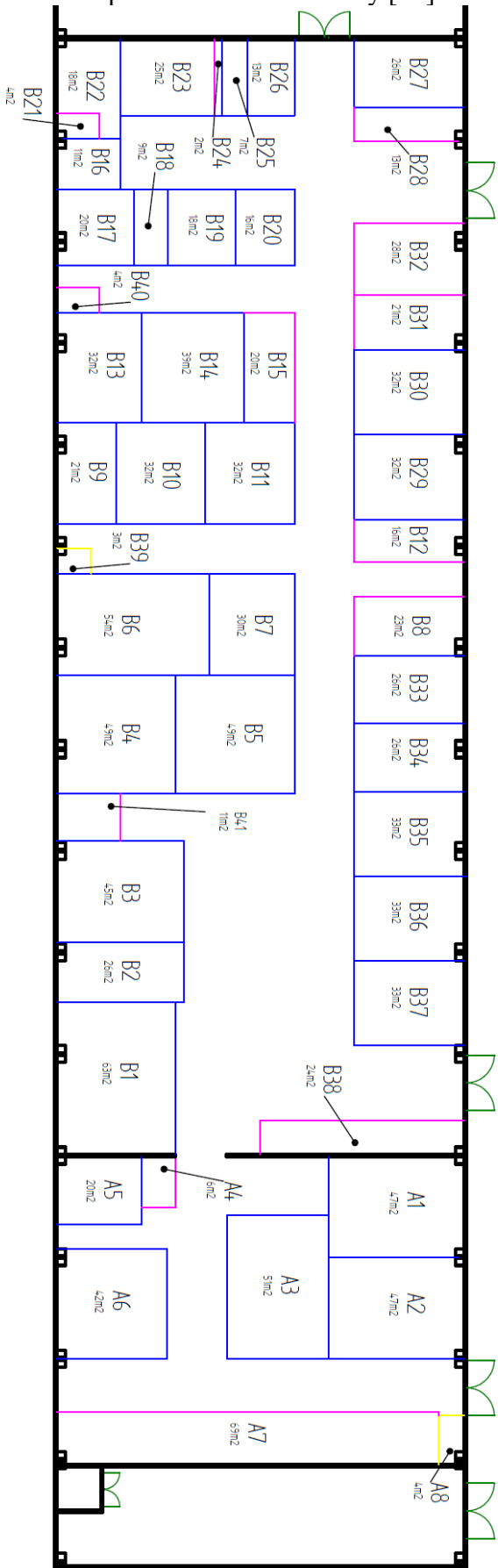
Přehled strojního vybavení a jeho technického stavu

název stroje	rok výr.	č. p.	technický stav
polohovadlo stolové 17 SSP301	1984	105	Dobrá. Malé vytížení ve výrobě.
vrtačka otočná VO 50/1250	1991	105	Vůle v aretaci ramene. Nechat opravit specializovanou firmou.
stroj zakružovací FACCIN 4-3128	2000	105	Dobrá.
plasmový zdroj pro ruční řezání RTC 100	2002	105	Prodat a nahradit novým plazmovým zdrojem.
nůžky na profily NPM 25	1966	106	Likvidace a operace předepsat na pracoviště řezání.
vrtačka radiální VR 4	1974	106	Prodat a nahradit novou vrtačkou. Netěsní hydraulický systém a je nefunkční aretace radiálního ramene.
lis výstředníkový AR-100	1980	106	Dobrá. Kvůli stáří stroje pečlivě dbát na jeho technický stav.
lis výstředníkový LENA 25 C	1990	106	Prodat a jeho operace přeradit na lis AR-100. S tím souvisí předělání vystřihovacích matic na lis AR-100.
zakružovačka ruční XZ	1993	106	Dobrá.
děrovačka ruční NDJ 45/2	1992	106	Dobrá.
ohýbačka plechu XOM 2000/4	1995	106	Ucházející technický stav. Prodat a nahradit ohraňovacím lisem.
ohýbačka trubek XOTL 60	2008	106	Dobrá.
nůžky tabulové SBL 3006	2013	106	Dobrá. Rozšíří stříh do tloušťky materiálu 6 mm.
bruska stolní B-175	1980	106	Dobrá.
bruska stojanová B-4-D	1969	106	Dobrá.
vrtačka stolní VS-20 II	2004	106	Dobrá.
bruska PASOVEC 105	2013	106	Dobrá.
vrtačka sloupová V-40	1959	107	Likvidace a nahradit novou vrtačkou.
zakružovačka profilů XZP 50/7	1969	107	Prodat a nahradit novou CNC zakružovačkou.
lis hydraulický PYE-100 S/1	1974	107	Prodat a nahradit novým lisem. Netěsní hydraulický systém a nedostupné náhradní díly.
vrtačka sloupová VS-32B	1995	107	Dobrá.
zakružovačka profilů CM-802	1995	107	Prodat a nahradit novou CNC zakružovačkou.
bruska stojanová B-4	1960	107	Dobrá.
rozbrušovačka přenosná KDR 300 PR	2005	107	Dobrá.

PŘÍLOHA č. 5

**Schéma dispoziční řešení haly
se seznamem pracovišť a ostatních prostor**

Dispoziční řešení nové haly [14]



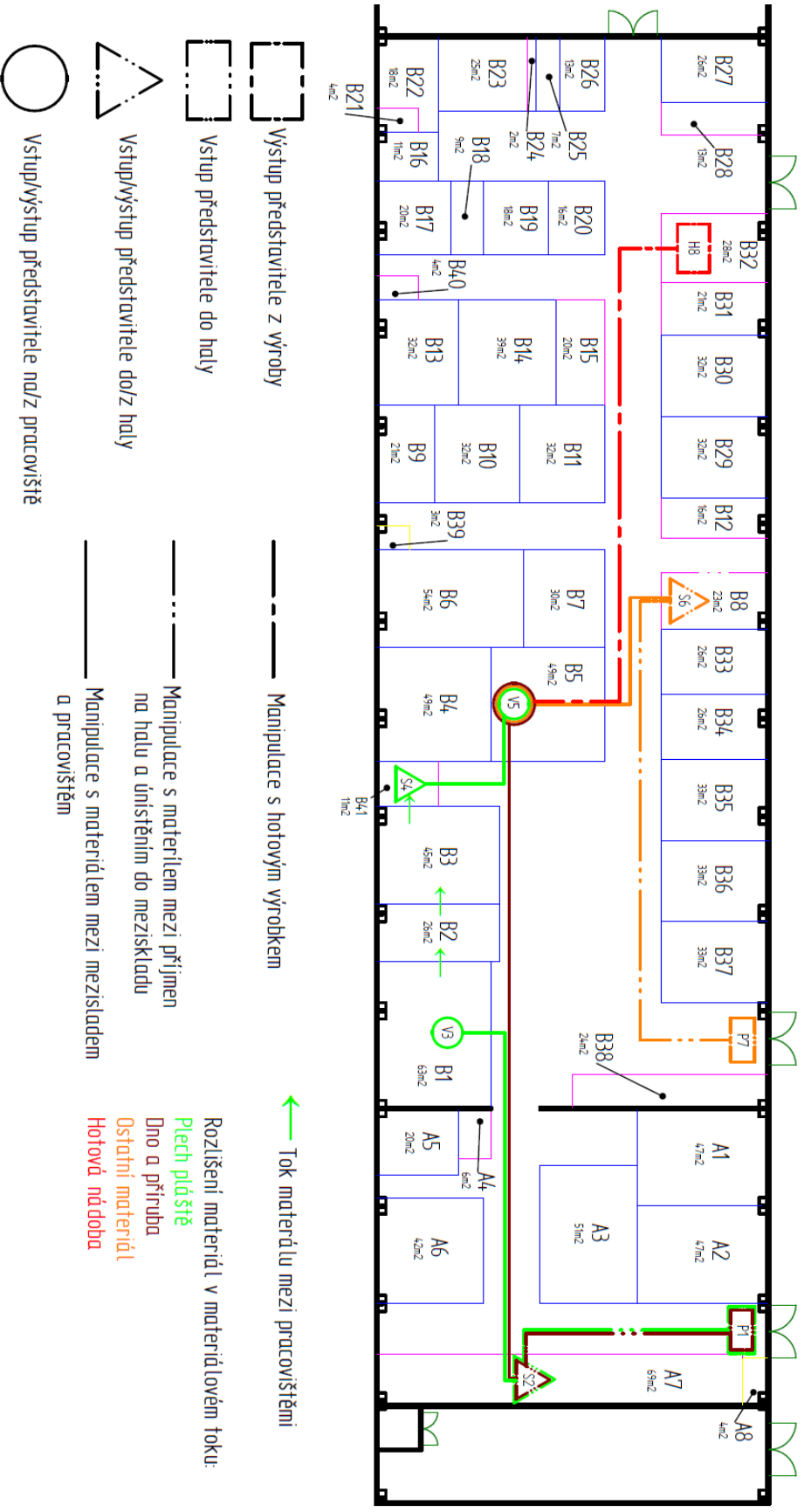
Seznamem pracovišť a ostatních prostor dispozičního řešení

Oz.	Název sekce	Pol.	Název	Č. prac.
A	Mag. obvody - nůžky	1	nůžky Gasparini	102
		2	nůžky Cidan	102
		3	nůžky Safan	102
		4	regál k ohraňovacímu lisu 107OL	
		5	ohraňovací lis	107OL
		6	nůžky Durma	106
		7	regál	
B	Mag. obvody - svařovna	1	podélný svař. automat	105SA
		2	zakružovačka FACCIN	105Z
		3	lineární svař. automat	105SA
		4	svařovací box - nádoby	105
		5	svařovací box - nádoby	105
		6	svařovací box - nádoby	105
		7	svařovací box - nádoby	105
		8	sklad - nádoby 105	
		9	vrtačka - víka	105V
		10	svařovací box - víka	105V
		11	svařovací box - víka	105V
		12	regál do skladu - víka 105V	
		13	svař. box – expanzní nádrže	106EXP
		14	svařovací box	106
		15	regál pro sklad 106	
		16	brusky	107-106
		17	lis výstředníkový	106
		18	děrovačka ruční	106
		19	vrtačka	106
		20	ohýbačka trubek	106
		21	sklad - podvozky 107	
		22	svař. box - podvozky	107
		23	zakružovačka profilů NC	107ZP
		24	sklad - zakružovačka 107ZP	
		25	rozbrušovačka	107
		26	vrtačka	107
		27	lis hydraulický 100t	107HL
		28	regál pro sklad - lis hydr. 107HL	
		29	svař. box - kostry	107K
		30	svař. box - příprava koster	107K
		31	regál pro sklad - kostry 107K	
		32	sklad hotových svařenců	
		33	svař. box - jádra	103J
		34	svař. box - jádra	103J
		35	svař. box - články	103C
		36	svař. box - články	103C
		37	svař. box - články	103C
		38	sklad 103	
		40	sklad 107EXP	
		41	sklad 105SA	

PŘÍLOHA č. 6

Schéma materiálového toku

Schéma materiálového toku [15] [16]



PŘÍLOHA č. 7

Fiktivní časový snímek výroby nádoby po racionalizaci

NORMOHODINY				list: 1	
				listů: 2	
název:	NÁDOBA ASR	typ:	4.0		
číslo výkresu:	1-220396				
pracoviště:	105, 105SA, 105Z	datum:			
pracovník:					
č.č	činnost	čas [min]	poznámka	č.p.	index čas
5	příprava zakružovačky	5	příprava	105Z	tB11
10	manipulace s pláštěm před zakružovačky	3	manip.	105Z	tA11
15	zavedení pláště do zakružovačky	2	manip.	105Z	tA13
20	zhotovit před ohyb	5	skružování	105Z	tA13
25	skružování	7	skružování	105Z	tA13
30	nastehování pláště	13	CO	105Z	tA13
35	finální zakroužení	4	skružování	105Z	tA13
40	vyjmutí pláště ze zakruž. a odvezení pláš. k vratům nebo přímo na prac. úklid zakr.	8	manip.	105Z	tA11
45	úklid pracoviště	15	úklid	105Z	tA11
50	seřídít SA	5	příprava	105SA	tB11
55	umíetění plaře TR	6	manip	105SA	tA11
60	svařování v TRAKTORU	4	CO	105SA	tA12
65	sundání z TR	4	manip	105SA	tA11
70	očistit svary	5	čištění	105SA	tA11
75	příprava pracoviště	10	příprava	105	tB11
80	umístění pláště na zem	5	manip.	105	tA11
85	manipulace z dnem	1	manip.	105	tA11
90	sestavení dna s pláštěm	13	sestavení	105	tA13
95	usadit plášť na kladky	4	manip.	105	tA11
100	rozkreslení přírubu	6	rozkreslení	105	tA11
105	zbroušení svarů na kraji pláště	3	zám. práce	105	tA11
110	rozměření pláště pro přírubu	4	rozkreslení	105	tA11
115	manipulace příruba	1	manip.	105	tA11
120	sestavení příruby s pláštěm	18	sestavení	105	tA11
125	nastehování pláště s přírubou	5	sestavení	105	tA13
130	usazení nádoby na polohovadlo dnem	9	manip.	105	tA11
135	přivařit přírubu - vnitřní svar	18	CO	105	tA13
140	očistit svary	6	čištění	105	tA11
145	nastehování výstužných plechů rad.	15	zám. práce	105	tA13
150	přivařit výstužné plechy rad. + čištění	90	CO	105	tA13
155	otočit nádobu na poloh. uchytit za přírubu	15	manip.	105	tA11
160	obrousit nastehování dna + plášť	7	zám. práce	105	tA11
165	přivařit dno vnější svar	15	CO	105	tA11
170	očistit svary	9	čištění	105	tA11
175	otočení nádobu přírubou vodorovně k zemi	1	manip.	105	tA11
180	přivařit přírubu - vnější svar	20	CO	105	tA13
185	očistění svarů	9	čištění	105	tA11
190	příprava patek pod uši: nastehovat + orýsovat	11	sestavení	105	tA13
195	přivařit patky pod uši	13	CO C5	105	tA13
200	očistit svary	4	čištění	105	tA11
205	připravít plechy pod patky (o dna): nastehovat, ro	15	sestavení	105	tA13
210	přivařit plechy pod patky	23	CO	105	tA13
215	očistit svary	10	čištění	105	tA11
220	umístit příruby rad. do přípravku	36	manip.	105	tA11
225	sestavít přípravek s nádobou + nastehování	36	sestavní	105	tA13

NORMOHODINY					list: 2
					listů: 2
název:	NÁDOBA ASR			typ:	4.0
číslo výkresu:	1-220396				
pracoviště:	105, 105SA, 105Z		datum:		
pracovník:					
č.č	činnost	čas [min]	poznámka	č.p.	index čas
230	přivařit příruby rad. - vnější svar	66	CO	105	tA13
235	sundat přípravek	24	manip.	105	tA11
240	očistit svary	30	čištění	105	tA11
245	natehovat a přivařit viz. TAB	417	CO, E	105	tA11 = 225 tA13 = 567
250	sundat nádobu z polohovadla	10	manip.	105	tA11
255	umístit přírubu na kladky	5	manip.	105	tA11
260	přivařit příruby rad. - vnitřní svar	100	CO	105	tA13
265	očistit svary	15	čištění	105	tA11
270	manipulace nádobu otočit na přírubu	5	manip.	105	tA11
275	usadit a rozměřit podvozek	10	zám. práce	105	tA11
280	přitažení a nasthování podvozku k nádobě	18	zám. práce	105	tA13
285	položít nádobu na bok + další man. při svař.	11	manip.	105	tA11
290	přivařit podvozek	30	CO	105	tA13
295	očistit svary	6	čištění	105	tA11
300	podstavit na podvozek	6	manip.	105	tA11
305	příprava na vaření dna	15	příprava	105	tB11
310	zavařit dno	27	E	105	tA13
315	rovnání přírub rad.	40	rovnání	105	tA11
320	položít na bok nádobu	5	manip.	105	tA11
325	vyčistit nádobu	5	čištění	105	tA11
330	úklid pracoviště	10	úklid	105	tA11
335	SUMA	1225			
Osobní ztráty zaviněné samotným svářečem (TD1): koeficient osobních ztrát kTD = 0,02		31	min		
Ztráty technicko-organizačních (TE): koeficient T- O ztrát kTE = 0,05		65	min		
(tA + tB) × kc		1281	kc =	1,046	
Celkový čas výroby:		1377	min		
tA11 =	464	33,79%			
tA13 =	870	63,36%			
tA12 =	4	0,29%			
tB11 =	35	2,55%			

Tabulka přivařeních komponentů						
č.	komponenta	popis	čas [min]	poznámka	ks	index čas
10	ucho 4.0	sestavit a nastehovat	15		4	tA13
		přivařit	20			tA13
		očistit svary	8	čištění		tA11
20	OR31	sestavit a nastehovat	2	samostatně	2	tA13
		přivařit	6			tA13
		očistit svary	4	čištění		tA11
30	uchy pro vodiče	sestavit a nastehovat	6		4	tA13
		přivařit	16			tA13
		očistit svary	6	čištění		tA11
40	upevnění vzpěry	sestavit a nastehovat	5		2	tA13
		přivařit	6			tA13
		očistit svary	4	čištění		tA11
50	tyč pl. poz.9	sestavit a nastehovat	4		2	tA13
		přivařit	3			tA13
		očistit svary	2	čištění		tA11
60	výpusť oleje	sestavit a nastehovat	5		1	tA13
		přivařit	6			tA13
		očistit svary	4	čištění		tA11
70	trubka ventilu	sestavit a nastehovat	3		2	tA13
		přivařit	4			tA13
		očistit svary	3	čištění		tA11
80	příruba s krkem	sestavit a nastehovat	4		2	tA13
		přivařit	5			tA13
		očistit svary	4	čištění		tA11
90	patka 4t	sestavit a nastehovat	45	bez plechu na nádobě	4	tA13
		přivařit	55			tA13
		očistit svary	10	čištění		tA11
100	soustava trubek pro ventil odběru vzorků	sestavit a nastehovat	15		2	tA13
		přivařit	14			tA13
		očistit svary	4	čištění		tA11
110	držák konzole	sestavit a nastehovat	5		2	tA13
		přivařit	4			tA13
		očistit svary	2	čištění		tA11
120	držák trubky ventilu	sestavit a nastehovat	5		2	tA13
		přivařit	4			tA13
		očistit svary	2	čištění		tA11
130	držák kabelů pod skříň	sestavit a nastehovat	4		1	tA13
		přivařit	4			tA13
		očistit svary	2	čištění		tA11
140	patky skříně	zastříhnout patky			1	tA13
		sestavit a nastehovat	15			tA13
		přivařit	10			tA13
		očistit svary	5	čištění		tA11
150	špalky	sestavit a nastehovat	3		1	tA13
		přivařit	4			tA13
		očistit svary	2	čištění		tA11
150	příruba rad.	příprava	4		12	tA11
		svaření	42	čištění		tA11
		očistění	12			tA13
SUMA						417
tA11 = 225						
tA13 = 567						

PŘÍLOHA č. 8

Model ročního objemu výroby nádob

Roční vzorek nádob

vzorek	hlad	P	PV	rad	ks
S	0,5	0,35	0,15	0	58
M	0,35	0,5	0,15	0,1	127
L	0,5	0,2	0	0,3	111
XL	0,7	0	0	0,3	37

Potřebné Nh pro roční objem výroby nádob: 105

vzorek	hlad	P	PV	rad	hod/rok
S	29	20	9		526
M	44	64	19	13	1692
L	56	22		33	2275
XL	26			11	2014
Celkem [Nh]					6507

	NH/rok	vytížení
1 dělník	1680	25,82%
3 dělníci	5040	77,46%
4 dělníci	6720	103,27%

105SA

vzorek	hod/rok
S	19,5
M	47,5
L	56,0
XL	21,1
Exp. N.	57,1
Celkem	201,2

105Z

vzorek	hod/rok
S	46,4
M	127,0
L	133,2
XL	55,5
Exp. N.	85,0
Celkem	447,1

roční Nh 105SA a 105Z [Nh/rok]
648,3

105SA a 105Z	
1 dělník	1680
vytížení	38,6%

poz.

P bez konzervátoru
 PV bez konzervátoru a vlnitá nádoba
 rad radiátory
 Prad bez konzervátoru s radiátory
 hlad hladká nádoba