

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství

Studijní zaměření: 2303T004 Strojírenská technologie – technologie obrábění

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Technologická příprava výroby vedení pro výrobní linku

Autor:

Bc. Michal Mráz

Vedoucí práce:

Ing. Jiří Vyšata, Ph. D.

Akademický rok 2014/2015

Z

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ:

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně za použití uvedené literatury a podle pokynů vedoucího práce.

V Plzni dne 20. května 2015 podpis.....

PODĚKOVÁNÍ:

Děkuji MBM Westra s.r.o. Sousedovice za možnost vykonávat diplomovou práci v této firmě, za ochotu a trpělivost při řešení nejrůznějších problémů. Rád bych také poděkoval vedoucímu diplomové práce, Ing. Jiřímu Vyšatovi Ph. D., za spolupráci a odbornou pomoc.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Mráz	Jméno Michal		
STUDIJNÍ OBOR	2303T004 Strojírenská technologie – technologie obrábění			
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Vyšata, Ph. D.	Jméno Jiří		
PRACOVIŠTĚ	ZČU – FST – KTO			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Technologická příprava výroby vedení pro výrobní linku			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2015
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	61	TEXTOVÁ ČÁST	50	GRAFICKÁ ČÁST	11
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Jedná se o návrh technologického postupu výroby výrobní linky a jejího obrobění dle požadavků zákazníka. Úkolem je navrhnout technologický postup včetně návrhu výrobních strojů, které mají CNC řízení. Pro ty je navíc úkolem vytvořit NC programy na obrábění. Práce je řešena ve firmě MBM WESTRA s. r. o.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>CNC program, svařování, tryskání, výpalky, rovnání, obráběcí nástroje</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Mráz	Name Michal	
FIELD OF STUDY	2303T004 Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Vyšata, Ph. D.	Name Jiří	
INSTITUTION	ZČU – FST – KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Technological process planning of line for factory system		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KTO	SUBMITTED IN	2015
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	61	TEXT PART	50	GRAPHICAL PART	11
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This is a proposal of a technological process of the production line and its machining according to customer requirements. The task is to design a technological process, including the proposal of production machines, which have a CNC control. Next, the task includes creating NC programs for these machines. This work is done in the company MBM WESTRA s. r. o.
KEY WORDS	CNC program, welding, blasting, burnouts, straightening, cutting tools

SEZNAM POUŽITÝCH PŘÍKAZŮ

TOOL DEF – definice nástroje (délka, poloměr)

CYCL DEF – definice cyklů

BLK FORM – grafické zadání kusu

TOOL CALL- vyvolání nástroje

CYCL CALL- vyvolání cyklu

CALL LBL- vyvolání podprogramu

RO – dopočet poloměru frézy k výkresovým hodnotám

RR – pravé otáčky bez dopočtu poloměru frézy (korekce nástroje)

DL – korekce délky nástroje

DR – korekce poloměru nástroje

Q – pomocná hodnota pro programování (hloubka)

IY – přírůstkově v ose Y

IX – přírůstkově v ose X

L – nástroj jede po přímce

Z – nástroj jede vertikálně

S- otáčky

F- posuv

STOP M0- přerušení programu stroje

LBL- podprogram

M3 – puštění vřetene

M5 – zastavení vřetene

M7 – puštění vnitřního chlazení

M13 – puštění vřetene s chlazením

M99 – opakování cyklu

OBSAH

1Úvod.....	9
2Analýza výchozího stavu.....	9
2.1Popis výrobku.....	10
2.2Analýza výrobního systému.....	15
2.2.1Technické možnosti strojů.....	16
3Postup řešení.....	25
3.1Tvorba modelu.....	26
3.2Návrh technologie.....	28
3.2.1Postupná montáž Kettenschiene.....	30
3.3Návrh programu.....	43
3.3.1Nástroje pro obrábění.....	44
3.3.2Postup tvorby programu.....	46
4Technicko - ekonomické hodnocení.....	54
5Závěr.....	56
6Použitá literatura.....	59
7Přílohy.....	60

1 ÚVOD

Pro zajištění prosperity podniku je zapotřebí splnění řady podmínek, mezi nimiž na významném místě je také technická příprava výroby, která ovlivňuje realizaci a má tak přímý dopad na zmíněnou prosperitu podniku.

Podnik MBM Westra Sousedovice, který se nachází kousek od Strakonice, se zabývá výrobou prostředků manipulační techniky pro výrobní systémy některých firem, často zahraničních. Jedním z výrobků je také Kettenschiene – řetězové vedení, jehož výroba je předmětem této práce. Vedení je součástí výrobní linky na výrobu tenkých fólií. Řetězové vedení slouží k usnadnění výroby tenkých fólií. Je tedy zapotřebí navrhnout způsob zhotovení výrobní linky tak, aby byl co nejefektivnější. Zároveň musí být zcela naplněny požadavky zákazníka, aby i do budoucna byla zajištěná prosperita a dobrá pověst podniku. To představuje udržení spolupráce se stávajícími zákazníky a získávání zákazníků nových.

V přípravě výroby řetězového vedení bude zapotřebí vyřešit způsob obrábění, volbu nástrojů, volbu řezných podmínek, způsoby upnutí. Bude též potřeba zvolit vhodný polotovar pro výchozí materiál, vhodnou metodu svařování a zkontrolovat výrobek na těsnost, která se bude kontrolovat na přední a zadní části. Řetězové vedení je totiž ve tvaru koryta s několika podélnými přepážkami vytvářejícími tak systém podélných komor. V některých komorách se pohybuje řetěz, který je lehce ponořen v oleji, v jiných proudí chladicí kapalina, která působí jako chladicí médium pro chlazení řetězu. Ten celou linku pohání. Kontrola těsnosti má tedy zabránit případným budoucím únikům oleje a chladicí kapaliny.

K řešení úkolu jsou poskytnuty podklady ve formě výkresu sestavy a výrobních výkresů jednotlivých dílů. Na základě této výkresové dokumentace má být zhotoven NC program v řídicím systému HEIDENHAIN 426 a HEIDENHAIN iTNC 530. Pro lepší představu vyráběné součásti byl zhotoven 3D model. Tento model byl vytvářen pomocí programu Autodesk Inventor 2015.

Kromě toho existuje dokumentace zakázky, ve které je specifikováno množství požadovaných výrobků. Pro práci bude také zapotřebí průběžně získávat informace o výrobních prostředcích, které jsou v uvedeném podniku k dispozici.

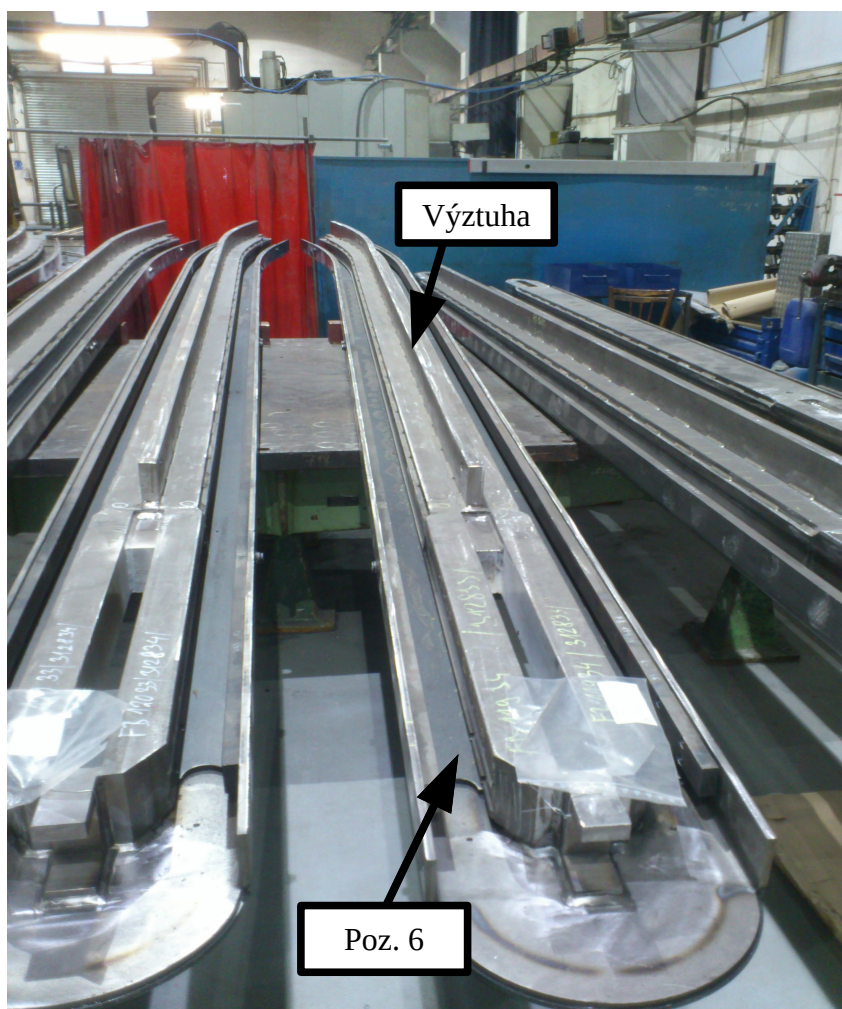
2 ANALÝZA VÝCHOZÍHO STAVU

Aby bylo možno porozumět předmětu této práce a stanovit vhodnou metodu jeho naplnění, je potřeba se důkladně seznámit s výrobkem jako součástí definovanou pomocí konstrukční dokumentace. Pro úplné porozumění je třeba zahrnout i všechny vedlejší dostupné informace o tomto výrobku. To samé ovšem platí také o výrobním systému, kde se má výroba realizovat. Jeho důkladné poznání umožní správnou volbu výrobních prostředků, na kterých se daná součást má vyrábět. K realizaci výroby této součásti v podniku může dojít na základě vítězství v konkurzu, který na Kettenschiene byl vypsán Německou firmou Brückner. Ten vyhrála mateřská firma MBM Maschinenbau Mühlendorf, která sídlí v Německu. Ta předala tuto zakázku do své dceřiné společnosti

Westra Sousedovice. Kromě výroby dílu zákazník požadoval mimořádně také tvorbu modelu součásti.

2.1 POPIS VÝROBKU

Kettenschiene je výrobek, pro který má být navržen způsob výroby v rámci této práce. Kettenschiene slouží jako součást výrobní linky pro tenké fólie a je pro německou firmu Brücker. Ukázky těch významnějších jsou na obrázcích 2.1 až 2.4. Träger Rail je pro německou firmu Dürr a slouží jako vedení pro roboty do autolakoven. Násypky jsou pro německou firmu Martin, které jsou určeny jako nádoby pro odpad z ekologických spaloven. Oba tyto díly jsou svařované. Další výrobky, které firma vyrábí, jsou pro německé firmy Dürr, Fremd, Wurth a z části i pro české firmy, například Otavské strojírny, Biso, Hipo s.r.o. a Strojírenská rozvojová.



Obrázek 2.2: Kettenschiene



Obrázek 2.1: Portal rahmen (rám)



Obrázek 2.3: Násypka



Obrázek 2.4: Träger Rail

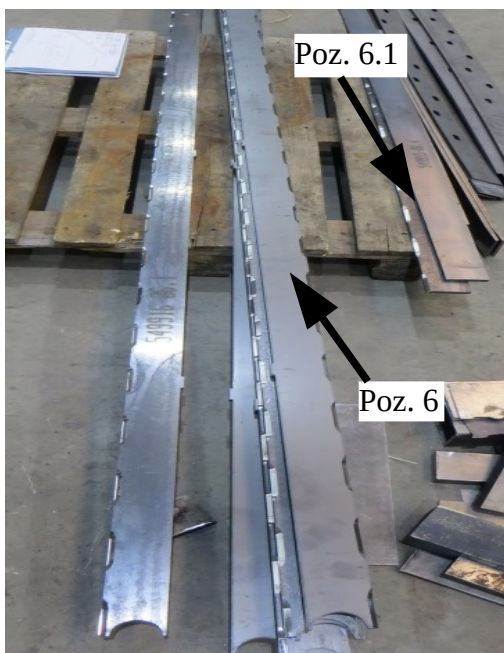
Zákazníky firmy MBM Westra jsou ovšem jinak téměř výhradně zahraniční partneři. Je tomu tak především z kapacitních důvodů. Přesto pro české firmy SIEMENS a Martin Westra vyrábí ještě stojany pro jednoúčelové stroje na osazování tištěných spojů. Obvyklí subdodavatelé jsou Wailer Holoubkov a Biso Keibel, od nich firma nakupuje především svařované polotovary.

Výrobek Kettenschiene se vyrábí v osmi tvarových a velikostních variantách. Tabulka s odlišnými parametry jednotlivých variant je na str. 11. Největší z nich má rozměry $6204 \times 354 \times 152$ mm a hmotnost je 964 kg. Je to tedy podlouhlé těleso podobající se vzdáleně svým tvarem, ale i svou funkcí, dlouhému korytu. Český překlad jeho názvu prozrazuje, že se jedná o vedení. Jeho funkcí je vést řetěz, který je přichycen k přípravku, do něž je upevněn konec fólie. Ta má při výrobě pomocí zmíněného zařízení (trať tvořenou vedením a řetězem) být při válcování tažena a navíjena. Na obrázku 2.2 je možno vidět pozici 6 (na výkrese je označena jako Laserzuschnitt), která je na dně profilu „U“ a slouží jako přídavný materiál. Dále je vidět, že jedna strana vany je zakončená konvexním (vypuklým) přesahem ve tvaru rádiusu (terminologií používanou na pracovišti označovaným jako „kšilt“). Druhá strana je zakončena s vybráním ve tvaru konkávního (vydutého) rádiusu, do kterého dosedá „kšilt“ následujícího dílu. Celá trať je totiž složena z více výrobků Kettenschiene. Na horní straně obrázku je vidět, že některé typy mají ohyb celého vedení v odchylce 12° na levou nebo pravou stranu. V tabulce 1 je druh provedení ohybu uveden ve sloupci označeném „tvar“. Vyrábět se mají také díly bez tohoto ohybu v závislosti na tom, o jakou variantu se jedná. U jednotlivých variant Kettenschiene se liší i délka součástí. Některé typy mají také výztuhu o rozměru 30×100 mm. Ta je opět označena na obrázku 2.2. Pod výztuhou je u takových součástí dutina, jejíž profil je obdélníkový. Terminologií používanou na pracovišti je označována jako „tunel“. Ze spodní strany vany jsou umístěny hranoly. V každém z nich mají být vyrobeny tři závity M6, které mají sloužit pro připevnění mazacího zařízení. Vzhledem k velké hmotnosti výrobku bude potřeba při jeho manipulaci použít mostový jeřáb a zvolit vhodný způsob mezioperační manipulace.

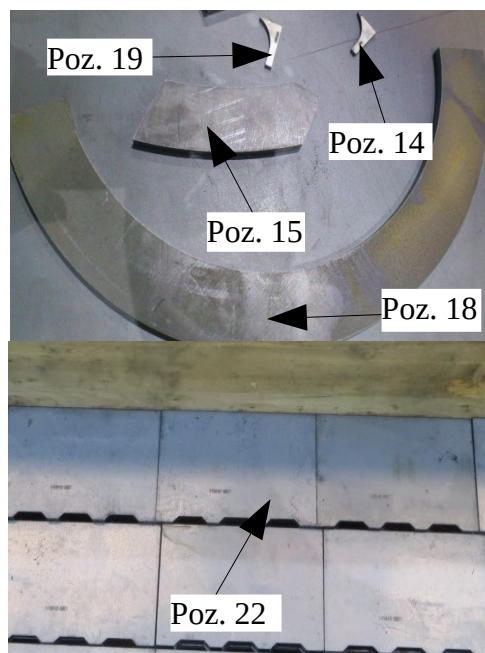
Tabulka 1: Varianty typové řady Kettenschiene

Varianta	Tvar	Výztuha	Délka [mm]	Hmotnost [kg]
A	Přímý	Ne	4697	694
B	Přímý	Ano	6204	964
C	Přímý	Ano	5850	921
D	Přímý	Ne	3347	541
E	Zahnutý doleva	Ano	4680	749
F	Zahnutý doprava	Ano	4680	749
G	Přímý	Ano	6000	930
H	Přímý	Ne	4500	673

Z předchozího popisu je zřejmé, že výrobek je svařencem z několika dílů různých druhů z hlediska materiálu a z hlediska tvaru. Jednotlivé díly jsou jak z hutního materiálu, tak i z výpalků. O výpalky se jedná v případě pozice 1 (U-Wanne) a pozic 6, 6.1, 14, 15, 18, 19 a 22 (na výkresech označovaných vždy jako Laserzuschnitt). Tyto díly je možno vidět na výkrese svařence, který je součástí přílohy a také na obrázcích 2.5, 2.6 a 2.7. Zbytek součástí je z hutního materiálu, který je dodáván v šestimetrových tyčích obdélníkového průřezu. Jsou to průřezy PLO 160 × 20, PLO 100 × 20, PLO 12 × 3, PLO 40 × 8, PLO 15 × 8, PLO 40 × 10 a PLO 50 × 20.



Obrázek 2.5: Pozice 6 a 6.1



Obrázek 2.6: Pozice 14, 15, 18, 19 a 22

Některé z těchto dílů je nutné obrábět ještě před svařením. Je to dáno velikostmi pracovního prostoru použitelných strojů, jak ještě vyplývá z dalšího textu. Přitom je možno využít výhodu snazší manipulace vedle již zmíněných menších nároků na pracovní prostor stroje. Tyto díly je vhodné obrábět před svařením z důvodu lepší dostupnosti nástroje k obráběným plochám. Rozměry a hmotnosti těchto obráběných komponentů jsou uvedeny v tabulce 2. Tyto informace mají význam pro určení vhodného obráběcího pracoviště. Z tabulky 2 je vidět, že pouze pozice číslo 12 má délkový rozměr menší než jeden metr, a je tedy možné tento díl opracovat na stroji s víceméně běžnými rozměry pracovního prostoru. Je ovšem také vidět, že tato součást má hmotnost téměř padesát kilogramů, což vede ke zvýšeným nárokům na manipulační prostředky.

Tabulka 2: Rozměrové a hmotnostní specifikace obráběných dílů pro variantu A

Díl pozice	Hmotnost [kg]	Délka [mm]
2	32,84	4280
3	38,76	3095
4	76,19	3095
12	48,87	870

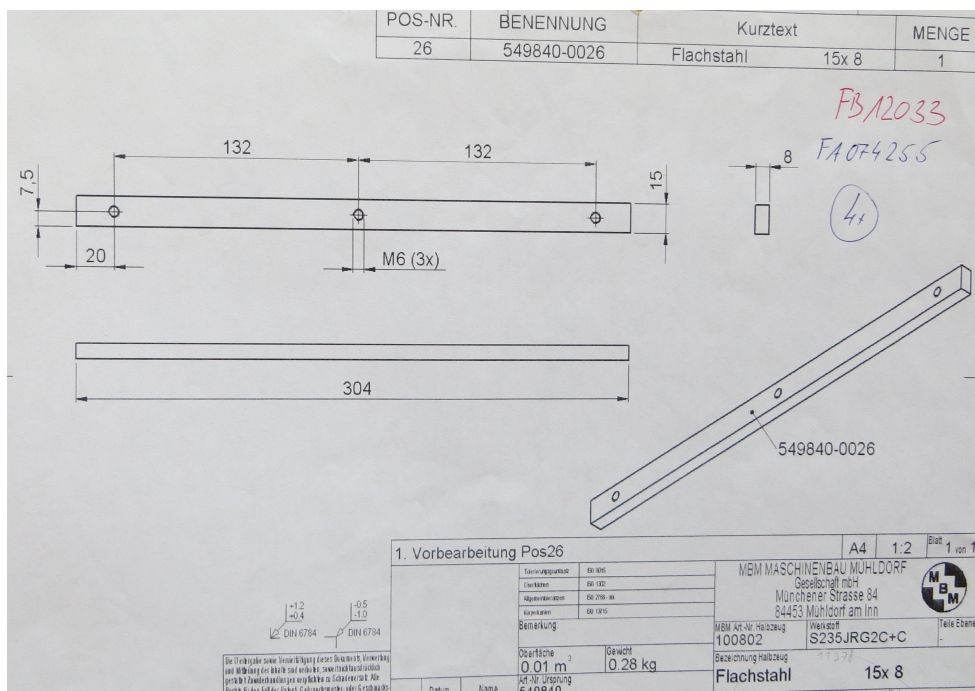
Výpalek pozice 1 na výkrese označován jako U-Wanne, je ocelový plech s vyšší mezí kluzu pro tváření za studena a je dodáván od zákazníka již naohýbaný. Ten je zobrazen na obrázku 2.7. Na vrcholu stohu jednotlivých polotovarů proložených dřevěnými proklady je vidět téměř celý



Obrázek 2.7: U-Wanne

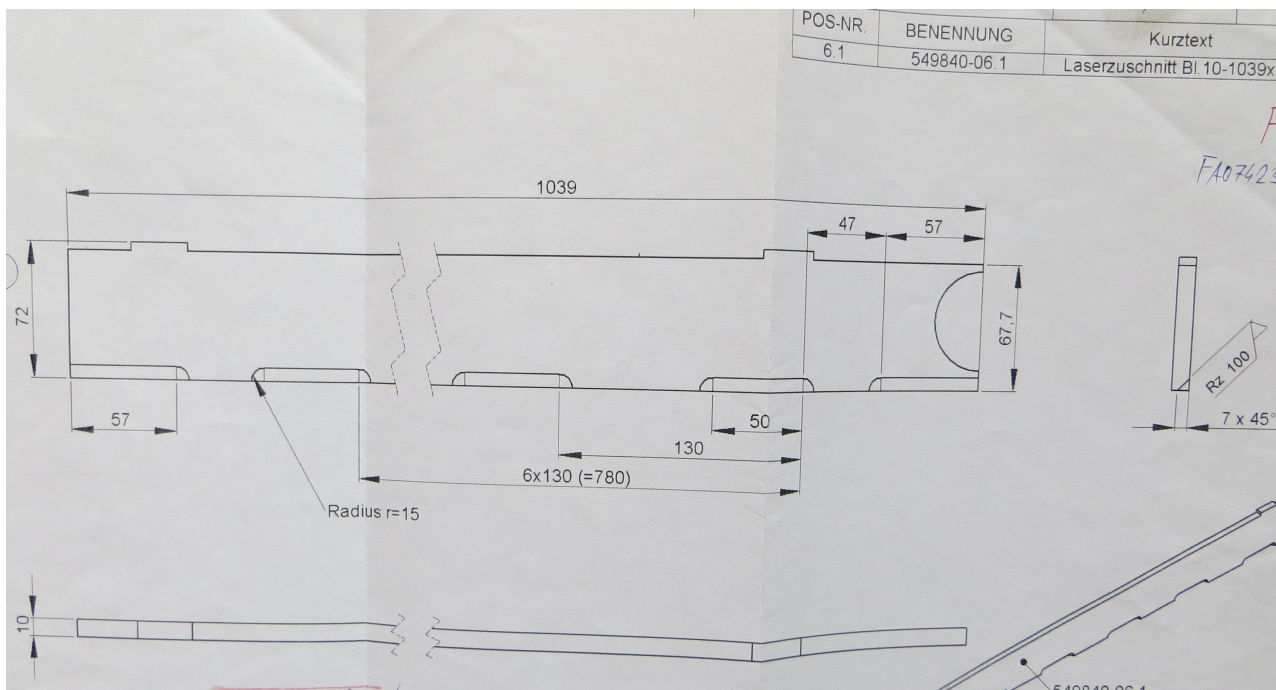
polotovaru vyrobený ohnutím bočnic u laserem vypáleného rozvinu. Laserem jsou vypálené i otvory a to jak podélné ve spodní části polotovaru, tak také kruhové v bočnicích, které slouží pro pozdější provaření s dalšími díly.

Pozice 26, která je na obrázku 2.8 je na výkrese označena jako flachstahl („plocháč“). Tento „plocháč“ slouží jako nosič přimazávacího zařízení. Je zde pouze k tomu, aby se do této pozice vyřízly tři závity M6. Tento díl je vyroben z materiálu S235JRG2C+C, který podle normy ČSN odpovídá konstrukční oceli 11 378. Na obrázku 2.8 můžeme vidět tři závity M6, které slouží k již zmíněnému přišroubování přimazávacího zařízení, které si namontuje až sám zákazník.



Obrázek 2.8 Pozice 26

Materiál 11 378 je nelegovaná konstrukční jemnozrnná jakostní ocel vhodná ke svařování. Používá se na svařované mostní a jeřábové konstrukce, strojní součásti, součásti tepelných energetických zařízení a tlakových nádob s omezeným přetlakem a do teploty 300 °C. U pozice 26 a u pozice 16, která slouží pro upevnění těsnící gumy, je totiž kladen důraz na teplotní odolnost z toho důvodu, že v provozu výrobku dochází k tření pohybem řetězu a následnému možnému nárůstu teploty. Svařitelnost materiálu je zaručená. To je potřeba při vaření pozic k vaně. Z hlediska obrobitelnosti zde nebyl kladen žádný zvláštní požadavek, protože dané díly nemají být frézovány.



Obrázek 2.9: Pozice 6.1

Pozice 6 a 6.1 jsou na obrázku 2.9. (pozice 6 je dlouhá 2900 mm). Tyto díly slouží ke zvýšení tuhosti dna vany a také jako přídatný materiál, aby se při následném frézování, které se provádí kvůli dodržení rovinnosti, nezafrézovalo do vany a nedošlo tak k jejímu zeslabení. Na dolní části obrázku 2.9 je možné vidět vybrání, které slouží pro lepší provaření součásti se dnem U vany. Pozice 6 a 6.1 jsou zrcadlově otočené a na výkrese označeny jako Laserzuschnitt. Součásti jsou vyrobeny z materiálu QstE 690 (1.8974, S700MC) a jedná se o výpaly, které jsou za tepla válcované s vyšší mezí kluzu pro tvářením za studena.

Zbylé pozice jsou z materiálu S235JRG2, který podle normy ČSN odpovídá konstrukční oceli 11 375. Jejich funkce spočívá ve vedení řetězu v konkrétních drážkách. Materiál 11 375 je běžná konstrukční neúspěštilá ocel obvyklé jakosti vhodná ke svařování. Tato ocel se obecně používá na součásti konstrukcí a strojů středních tlouštěk tavně svařované, které jsou namáhané staticky i dynamicky. Součásti vyráběné z plechů, podélně svařovaných dutých profilů a součásti kované pro tepelná energetická zařízení a tlakové nádoby pracující s omezeným přetlakem a teplotou do 300 °C. I zde je důraz na teplotní odolnost odůvodněn předpokládaným třením řetězu ve vedení při provozu.

2.2 ANALÝZA VÝROBNÍHO SYSTÉMU



Obrázek 2.10: Firma MBM Westra s.r.o.

Výroba zadané součásti se má uskutečňovat v rámci výrobního programu výrobního subjektu MBM WESTRA s.r.o. Ten vznikl jako dceřiná firma bavorského podniku MBM Maschinenbau Mühldorf GmbH v roce 1995. Tehdy zcela nově vybudovaný podnik leží cca 3 km západně od Strakonice. Firma má dvě výrobní haly na jihozápadním okraji obce, jak je vidět na obrázku (Obrázek 2.10). Jedna (na obrázku umístěná vpravo) je určena na obrábění a zámečnické práce. V druhé se provádí svařování komponentů a jejich kompletace. Součástí první haly je také lakovna, ve které dochází ke konečné povrchové úpravě před expedicí dle požadavků zákazníka.

Zhruba 95 % produkce firmy tvoří zakázky pro zahraničí (Německo, Čína, Velká Británie, Korejská republika). Hlavním výrobním programem je kusová a malosériová výroba zvláštních svařovaných ocelových konstrukcí do hmotnosti 16 tun a jejich montovaných komponentů dle dokumentace zákazníka. V oblasti třískového obrábění jsou použity 4 CNC frézky s možností opracovávat i rozměrné nebo těžké díly.

MBM WESTRA s.r.o. je od roku 2000 řádným členem Jihočeské hospodářské komory. Počet zaměstnanců se v průběhu vývoje podniku stabilizoval na cca 70 pracovníků. Kvalitu práce garantuje certifikátem ISO 9001:2000 a je držitelem Malého průkazku způsobilosti – osvědčení svářečů. Poměr výrobních a nevýrobních pracovníků je 7:1, což je také důležitý ukazatel pro efektivnost a prosperitu firmy.

Před samotným návrhem výrobních prostředků a výrobní technologie je potřeba zjistit, jakými stroji firma disponuje a vybrat ty nejvhodnější pro výrobu dané součásti. V oblasti obrábění jsou použity 4 frézky (MCV 1270 POWER, MCV 1016 QUICK, ZAYER 20 KF 4000, FGS 50 CNC-B, z nich nejnovější je MCV 1016, který vyrábí Kovosvit Mas Sezimovo Ústí. Jejich technické specifikace, které jsou důležité pro volbu stroje při tvorbě technologie, jsou uvedeny v následujících tabulkách doprovázených fotografiemi strojů. Pracoviště jsou vybavena poměrně značným množstvím základního nářadí a výdejna má široký sortiment komunálního nářadí a nezanedbatelný počet speciálních nástrojů. Jejich charakteristika by byla neúměrně rozsáhlá vzhledem ke značně úzkému zaměření práce vyplývajícího z analýzy zakázky. Parametry jednotlivých nástrojů, které pro určité operace připadají v úvahu, proto budou uvedeny až v rámci tvorby NC programu, kde budou vyobrazeny a detailněji popsány včetně řezných podmínek. Aktuální vytíženost každého stroje je 5160 normohodin ročně, jak vyplývá z rovnic (3) a (4). Jejich provoz je aktuálně trojsměnný, ale pro podnik je přípustné užívat stroj v nepřetržitém provozu. Z rovnic (1) a (2) pro nepřetržitý provoz plyne, že kapacitně dovoluje dotížit na 8760 normohodin. Na každém z níže uvedených strojů je tedy kapacitní rezerva 3600 normohodin a to za předpokladu, že by firma přešla na nepřetržitý provoz.

1. Pro nepřetržitý provoz:

$$E = D \cdot T_{sm} \cdot SM \quad (1)$$

$$E = 365 \cdot 8 \cdot 3 = 8760 \text{ hod/ rok pro 3 směny} \quad (2)$$

E- časový fond

D – počet pracovních dnů/rok při nepřetržitém provozu (365 dnů)

Tsm – počet hodin ve směně (8 hod)

2. Pro přerušovaný provoz:

Z výše uvedeného fondu je nutno odečíst takzvanou „ztracenou“ kapacitu, to znamená soboty, neděle, placené svátky, dovolenou, nemoc a péči o dítě – tato neznámá neplánovaná absence je ve výpočtu abstrahována z toho důvodu, že stroje v reálných podmínkách provozu jsou skutečně po celý rok plně vytíženy.

$$D = 365 - 52 - 52 - 8 - 20 - 18 = 215 \quad (3)$$

$$E = 215 \cdot 8 \cdot 3 = 5160 \quad (4)$$

2.2.1 TECHNICKÉ MOŽNOSTI STROJŮ

Základní technické parametry jednotlivých strojů jsou uvedené vždy v příslušné tabulce u každého stroje. Mimo těch nejdůležitějších jako velikost pracovního prostoru, rozsahy otáček, výkony a krouticí momenty jsou ještě uvedeny další, které se v případě zamýšlené výroby teprve mohou ukázat jako případné významně omezující faktory.

Ovšem technické limity stroje, jako je především značně omezený prostor u některých strojů a případně jiná omezení jsou rozhodující pro volbu konkrétního výrobního zařízení. Pozice určené k

obrábění se dají obrábět na všech zmíněných frézkách. Pouze pozice 2 a 3 jsou pro některé stroje příliš dlouhé a vyžadují velkou upínací plochu.

Doprovodné obrázky jsou dokladem skutečnosti, že stroje nejsou zcela nové. Přesto je jejich technický stav pro všechny potřebné práce vyhovující a není dokonce ani nutné snižovat řezné výkony.

FRÉZKA MCV 1270 POWER

Na obrázku je možno vidět frézku MCV 1270 Power. Stroj má zásobník nástrojů s dvaceti čtyřmi pozicemi pro jednotlivé nástroje. Na pravé straně obrázku je vidět ovládací panel frézky, který je pohyblivý na otočném rameni. Pro další použití tohoto stroje je rozhodující jeho upínací plocha stolu a jeho vytíženost. Další důležité parametry stroje je možné vidět v tabulce pod obrázkem.



Obrázek 2.11: Frézka MCV 1270 Power

V tabulce je potřeba věnovat pozornost zejména upínací části stolu. Ta má rozměr 1500×670 mm. Obrobky mají značně velkou celkovou délku. Proto je potřeba, aby alespoň jedna osa odpovídala svým rozsahem jejich délce. To je možné jen u těch nejkratších dvou pozic určené k obrábění. Dalším důležitým parametrem je také maximální průměr upínacího nástroje. Je totiž zapotřebí užít čelní frézování a bylo by velmi vhodné, aby nástroj měl větší průměr, než je šířka obrobku (100 mm).

TECHNICKÉ PARAMETRY FRÉZKY MCV 1270 POWER

Upínací plocha stolu	1500 × 670 mm
Maximální zatížení stolu	1200 kg
Pracovní rozsah	
X-osa	1270 mm
Y-osa	610 mm
Z-osa	720 mm
Vřeteno	
Kuželová dutina vřetena	ISO 50
Max. otáčky	8000 min ⁻¹
Pracovní posuv X, Y, Z	1-40 000 mm.min ⁻¹
Zásobník nástrojů	
Počet míst v zásobníku	24
Max. délka nástroje	400 mm
Max. průměr nástroje	125 mm
Čas výměny sousedního nástroje	5 s
Motor	
Výkon motoru vřetena SIEMENS (S1/S6 – 40%)	28 / 43 kW
Jmenovitý krouticí moment (S1/S6 – 40%)	406 / 623 Nm
Max. celkový příkon stroje	55 kVa
Přesnost ČSN ISO 230-2	
Odměrování X, Y, Z	přímé
Přesnost nastavení polohy	0,01 mm
Opakovatelnost nastavení polohy	0,004 mm
Hmotnost stroje	11 800 kg
řídící systém HEIDENHAIN iTNC 530	

FRÉZKA ZAYER 20 KF 4000

Obrázek 2.12 ukazuje část pracovního prostoru frézky Zayer 20 KF 4000, která má velmi dlouhý stůl – konkrétně více než tři a půl metru. Na pravé straně obrázku je vidět ovládací panel frézky, který má řadu užitečných funkcí při ovládní stroje a je pohyblivý na otočném rameni. Stroj není vybaven zásobníkem nástrojů, a proto je zde nutná ruční výměna, která prodlužuje celkový čas obrábění. Stůl stroje má značnou nosnost, která činí až 10 tun. Pro možnost použití tohoto stroje je vedle vytíženosti stroje rozhodující hlavně mimořádně velká upínací plocha jeho stolu. Další důležité parametry stroje je možné vidět v tabulce pod obrázkem.



Obrázek 2.12: Frézka Zayer 20 KF 4000

Nejvýznamnějším parametrem je v případě tohoto stroje mimořádný pracovní rozsah stolu v ose X, který umožňuje obrábět komponenty i u těch nejdelších typových variant.

TECHNICKÉ PARAMETRY FRÉZKY ZAYER 20 KF 4000

Upínací plocha stolu	4000 × 1000 mm
Maximální zatížení stolu	10 t
Výkon motoru vřetena	37 kW
Pracovní rozsah	
X-osa	3708 mm
Y-osa	1512 mm
Z-osa	1513 mm
Pracovní posuv X, Y, Z	15 m/min
Max. otáčky	3000 min ⁻¹
řídící systém HEIDENHAIN 426	

FRÉZKA MCV 1016 QUICK

Frézka MCV 1016 Quick, kterou můžeme vidět na obrázku, vyniká nad ostatními stroji tím, že je nejnovější. Dodal ji Kovosvit Mas Sezimovo Ústí. Po technické stránce je však srovnatelná s frézku MCV 1270 Power s tím rozdílem, že má mírně menší pracovní prostor, jak vyplývá



Obrázek 2.13 Frézka MCV 1016 Quick

z tabulek technických parametrů a že má vyšší hodnotu maximálních otáček. Dále je rozdílná kuželová dutina vřetena. Stroj má zásobník s dvaceti-čtyřmi volnými pozicemi pro umístění používaných nástrojů. Na pravé straně obrázku je vidět ovládací panel frézky, který je pohyblivý na otočném rameni. Pro další použití tohoto stroje je rozhodující upínací plocha stolu a jeho vytíženost. Další důležité parametry stroje je možné vidět v tabulce pod obrázkem.

TECHNICKÉ PARAMETRY FRÉZKY MCV 1016 QUICK

Upínací plocha stolu	1300 × 600 mm
Maximální zatížení stolu	700 kg
Pracovní rozsah	
X-osa	1016 mm
Y-osa	610 mm
Z-osa	710 mm
Vřeteno	
Kuželová dutina vřetena	ISO 40
Max. otáčky	10 000 min ⁻¹
Pracovní posuv X, Y, Z	1-40 000 mm.min ⁻¹
Zásobník nástrojů	
Počet míst v zásobníku	24
Max. délka nástroje	400 mm
Max. průměr nástroje	125 mm
Čas výměny sousedního nástroje	5 s
Motor	
Výkon motoru vřetena SIEMENS (S1/S6 – 40%)	17 / 25 kW
Jmenovitý krouticí moment (S1/S6 – 40%)	406 / 623 Nm
Max. celkový příkon stroje	55 kVa
Přesnost ČSN ISO 230-2	
Odměrování X, Y, Z	přímé
Přesnost nastavení polohy	0,01 mm
Opakovatelnost nastavení polohy	0,004 mm
Hmotnost stroje	5 500 kg
řídící systém HEIDENHAIN iTNC 530	

FRÉZKA FGS 50 CNC-B

Obrázek 2.14 zobrazuje frézku FGS 50 CNC-B, která má pohyblivý pouze stůl. Vřeteno je ve fixované poloze. Na pravé straně obrázku je vidět ovládací panel frézky s ručním ovládáním. Ovládací panel je opět pohyblivý na otočném rameni. Pro další použití tohoto stroje je rozhodující hlavně upínací plocha jeho stolu, která je poměrně malá vzhledem k ostatním strojům, jak je patrné už z obrázku. Další nevýhodou tohoto stroje je absence zásobníku nástrojů, čímž se prodlouží výměnné časy nástrojů. Mohli bychom zahrnout i omezenou přesnost obrobeného kusu. Všechny důležité parametry stroje je možné vidět v tabulce pod obrázkem.



Obrázek 2.14: Frézka FGS 50 CNC-B

Technické parametry frézky FGS 50 CNC-B

Upínací plocha stolu	500 × 1200 mm
Maximální zatížení stolu	600 kg
Pracovní rozsah	
X-osa	1100 mm
Y-osa	500 mm
Z-osa	600 mm
Max. otáčky	4000 min ⁻¹
Max. průměr nástroje	85 mm
Rozměry d × š × v	3860 × 3900 × 2100 mm
Hmotnost stroje	5280 kg
řídící systém HEIDENHAIN 426	

Součástí strojního vybavení podniku jsou také dvě sloupové radiální vrtačky VO 75 a VR6. Další položkou v sekci obrábění jsou 3 pásové pily (řezná rychlost 20-85m/min; max. řezný ø 460 mm). Na těchto pilách dochází k dělení materiálu, který je dodáván od subdodavatelů.

Použití vrtaček na díly, které se musejí i frézovat, se však v samotném řešení technologie jeví jako ne zcela vhodné z důvodu velkých přípravných časů samotného pracoviště a času, který by byl ztrátový při manipulaci z obráběcího centra na vrtačku, protože tyto stroje jsou na opačném konci výrobní haly než frézky.

Technické parametry radiální vrtačky VO 75

Upínací plocha stolu	2300 × 1100 mm
Max. průměr vrtání do oceli 600 MPa	75 mm
Kužel ve vřetenu	Morse 6
Max. pojezd vřeteníku	1614 mm
Max zdvih vřetena	380 mm
Počet stupňů otáček vřetena	16
Otáčky vřetena	11,2-2000 min ⁻¹
Počet stupňů posuvů	16
Výkon hlav. motoru	7,5 kW
Rozměry stroje d × š × v	3700 × 1380 × 4050 mm
Max./Min. vyložení vřetena	2000/386 mm
Hmotnost stroje	6900 kg

Vrtačky by bylo vhodné na tyto díly použít pouze tehdy, pokud by kapacita obráběcích center byla zcela zaplněna a bylo by ohroženo dodržení termínů zakázek. Popřípadě tyto stroje mohou být použity pro zhotovení otvorů se závitem, kde není kladena velká přesnost a nedochází zde k dalšímu opracování frézováním, protože se jedná jen o převozní úpravu. Vzhledem k této skutečnosti není potřeba komentovat tabulky s technickými parametry vrtaček.

Technické parametry radiální vrtačky VR6

Upínací plocha stolu	1940 × 1080 mm
Max. průměr vrtání do oceli 600 MPa	60 mm
Kužel ve vřetenu	Morse 5
Max. pojezd vřeteníku	1614 mm
Max zdvih vřetena	380 mm
Počet stupňů otáček vřetena	14
Otáčky vřetena	16-1400 min-1
Počet stupňů posuvů	14
Výkon hlav. motoru	6 kW
Rozměry stroje d × š × v	3135 × 1100 × 3750 mm
Max./Min. vyložení vřetena	2000/386 mm
Hmotnost stroje	6900 kg
Hloubka vrtání	380 mm
Průměr pláště sloupu	475 mm
Svislý pohyb ramena po sloupu	860 mm
Vodorovný pohyb vřeteníku na ramenu	1570 mm

V oblasti manipulace s materiálem a přepravy součásti po podniku jsou použity čtyři mostové jeřáby (nosnost do 16 t), jeden sloupový jeřáb (nosnost do 2 500 kg) a dva vysokozdvizné vozíky. Menší z vozíků má nosnost do 3 tun a druhý má nosnost do 5 tun. Vzhledem k těmto faktům je možné přepravovat Kettenschiene i po několika kusech najednou. Vzhledem k bezpečnosti manipulace se součásti přepravují jednotlivě pomocí mostového jeřábu. Způsob přepravy a uchycení kettenschiene je pomocí řetězů s háky, jak je možné vidět v příloze na straně 7 - 10.

Firma mimo to disponuje ještě dalšími pracovišti. Jsou uvedena v následujícím seznamu a mnohá z nich bude potřeba využít v návrhu technologie výroby.

- 8 svářeček
- 2 lisy (pneumatický a hydraulický)
- 2 autogeny
- 3 stříkací boxy

- otryskávací zařízení, které je používáno k povrchové úpravě materiálu před jeho použitím
- odmašťovací box
- stavěcí stolice různých délek a šířek
- pomocné stoly a stojany na svařování a broušení



Obrázek 2.15: Otryskávací zařízení

3 POSTUP ŘEŠENÍ

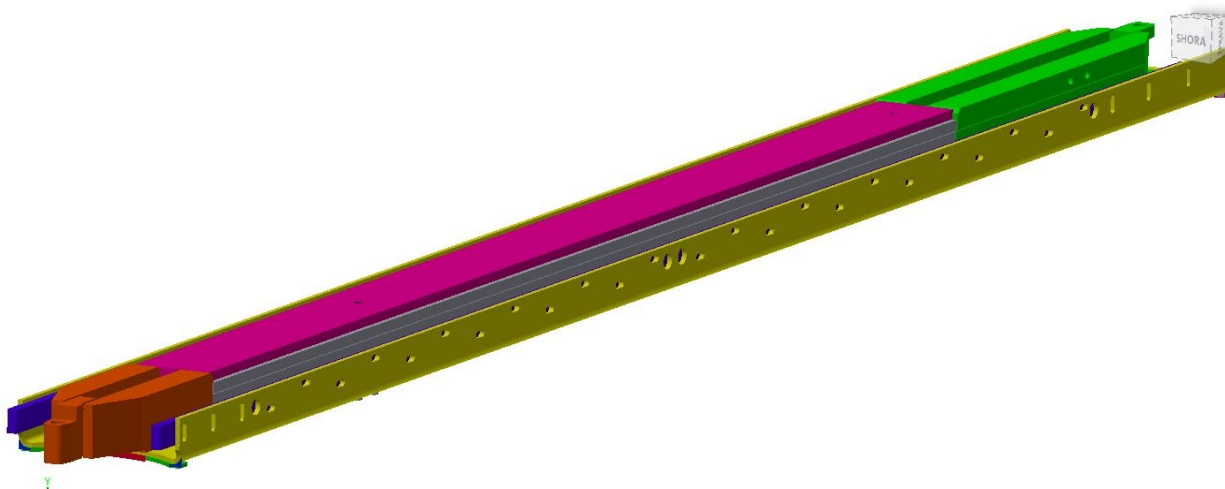
Pro řešení návrhu výroby Kattenschiene je možno několik různých variant. Ale z důvodů malé sériovosti této zakázky je ke tvorbě postupu vhodné využívat jen stávající zařízení firmy a technologie pro ně vyhovující. Nebudou zde proto zahrnuty moderní způsoby technologie obrábění a montážních postupů. I tak jsou různé možnosti pro navrhování výroby, které se postupně v návrhu budou objevovat. Je potřeba z nich vybírat tu nejvhodnější (často je to ta nejhospodárnější) buď průběžně, anebo po představení všech možností s pomocí nástrojů pro volbu nejlepší varianty postupu.

Technologii lze rozdělit do dvou hlavních částí, a to na část obráběcí, a část montážní. Vzhledem ke skutečnosti, že pro výrobu na obráběcích strojích je potřeba také zajistit program pro příslušný řídicí systém a že tyto práce bude potřeba popsat podrobněji, bude problematice obrábění věnována samostatná kapitola. V kapitole obrábění budou představeny nástroje, kterými je součást obráběna, stanovení jejich rezných podmínek, volba stroje a způsob upnutí tak, aby vyhovovalo podmínkám obrábění. V montáži bude nakonec představen sled operací, které budou detailněji popsány a vysvětleny.

3.1 TVORBA MODELU

Pro lepší ucelení představy, seznámení s Kettenschiene a jejími jednotlivými pozicemi je před výše zmiňovanými kapitolami zařazena tvorba modelu, kde je možné vidět rámcový postup a sestavování dílčích podsestav. Tvorba modelu je jen doplňkovou součástí práce, ale protože může posloužit k docílení lepší představy o výrobku, je umístěna před textem o hlavních cílech práce, a ne až za ním.

Na základě podkladů od zákazníka, byl v programu Autodesk Inventor 2015 vytvořen model



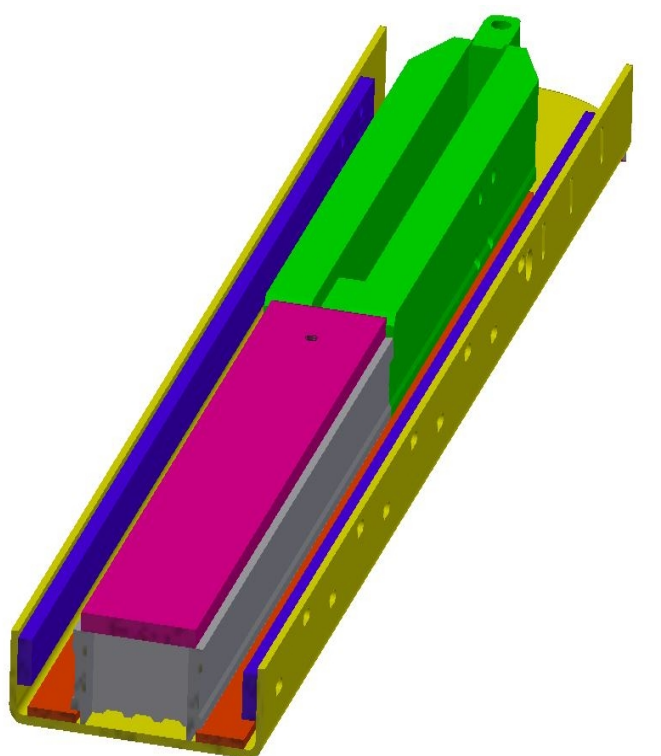
Obrázek 3.1: Finální model Kettenschiene

součásti. Podklady však zprvu nebyly zcela kompletní, a tak bylo zapotřebí chybějící výrobní výkresy postupně shromáždit. Model je vytvořen za účelem dosažení lepší vizuální představy, a jak se později ukázalo, předešlo se tím i komplikacím, které by nastaly při samotné montáži a tvorbě NC programů, přestože tyto programy nebyly vytvořeny s podporou CAM systému¹. Tvorba modelu byla vyžádána zákazníkem z důvodu vstoupení součásti do další soustavy. Součást je složena z poměrně jednoduchých tvarových výpalků a pásovin. Při modelování byly použity například funkce vysunutí, díra, zaoblení, zkosení a některé další.

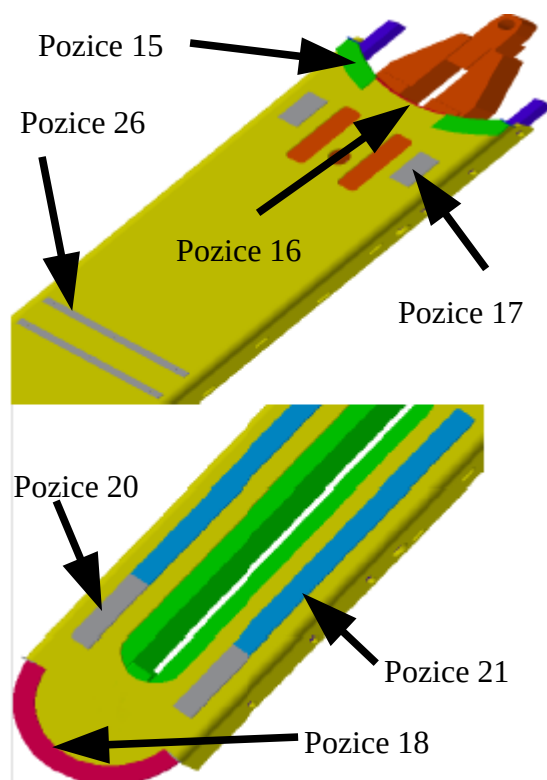
Při tvorbě modelu bylo potřeba nejprve vymodelovat jednotlivé pozice, ze kterých se Kettenschiene skládá. Po vymodelování všech součástí bylo vhodné napřed sestavit dílčí podsestavy. Jedna ze tří podsestav se nazývá „Gelenkanschlus kurz“ a je složena z pozic 8, 9 a 10. Tato podsestava je na obrázku 3.1 označena hnědou barvou v levém dolním rohu a podrobně budou její díly popsány v kapitole 3.2.1 Postupná montáž Kettenschiene. Další podsestavou je takzvaný „tunel“, který je ve střední části obrázku 3.1 a je označen šedivou a fialovou barvou. Tato podsestava je složena z dílu s pozicí na výkrese 3, 4 a 22. Pozice 22 (její funkce je žebro – výztuha), kterou je možné vidět na obrázku 3.3, je v podsestavě obsažena jedenáctkrát. Poslední podsestava, která je na obrázku 3.1 i na obrázku 3.3 označena zelenou barvou v pravém horním rohu, se nazývá „Gelenkanschlus lang“. Tato podsestava se skládá z pozic 11, 11.1, 12, 13 a 13.1 a také bude

¹Firma disponuje CAD systémem Inventor, ale nedisponuje žádným prostředkem CAM.

podrobně popsána v kapitole 3.2.1 Postupná montáž Kettenschiene. Pozice 13.1 je plech o tloušťce 1,5 mm a pozice 11.1 je plech o tloušťce 0,75 mm, který je vložen na obou vnitřních stranách pozice 12. Po zhotovení těchto dílčích podsestav bylo možno umístit zbylé díly k U – Wanne. Jeden z dílů jsou součástky s pozicí 6, které jsou znázorněné na obrázku 3.3 hnědou barvou na dně U – Wanne. Dalším dílem, který nebyl použit do podsestavy a je nutné ho začlenit do celkové sestavy, je pozice 2, která je na obrázku 3.3 označena modře a je na bočních stranách U – Wanne. Po umístění těchto jednotlivých pozic je vhodné umístit nejprve v libovolném pořadí podsestavu „Gelenkanschlus kurz“ a „Gelenkanschlus lang“ a poté podsestavu „tunel“. Po kompletaci horní části vany je nutné osadit zbylými pozicemi i spodní část. Na obrázku 3.2 v horní části je možné vidět pozice 15, 16, 17 a 26. Ve spodní části obrázku 3.2 je vidět pozice 18, 20 a 21. Při sestavování jednotlivých pozic jsou použité například vazby „proti sobě“ a „stejný směr“.



Obrázek 3.3: Poloviční řez Kettenschiene



Obrázek 3.2: Spodní část U Wanne

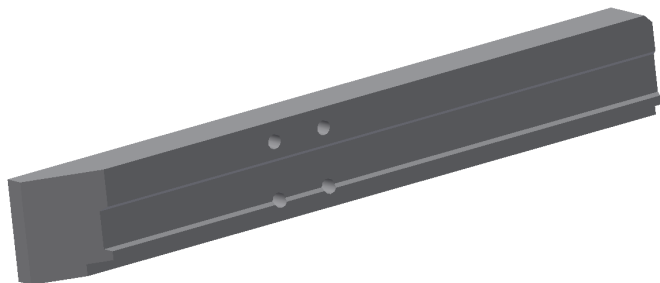
3.2 NÁVRH TECHNOLOGIE

Součást Kettenschiene je do jisté míry alespoň částečně podobná jiným výrobkům závodu. Podoba sice není přímo tvarová, ale vychází ze skutečnosti, že technologický charakter a výrobní program podniku implikují určitý druh výrobků, u kterých se pak v důsledku toho některé technologické postupy do jisté míry podobají. Jak vyplývá již z kapitoly popisující výrobní systém, je charakter výroby dán velkou mírou svařování a pouze dílčí mírou obrábění. Proto se mohou některé části postupu natolik podobat jiným dosud používaným postupům, že je možné a vhodné osvědčené sledy některých operací převzít z dřívějších postupů. Je třeba si uvědomit také skutečnost, že zakázka, již se tato práce týká, není zakázkou na hromadnou nebo sériovou výrobu, kde by mohlo mít smysl provádět rozsáhlejší racionalizace postupu. Na místech, kde bude docházet k takovému přebírání stávajících postupů, bude nicméně v této práci vždy výslovně tato skutečnost uvedena.

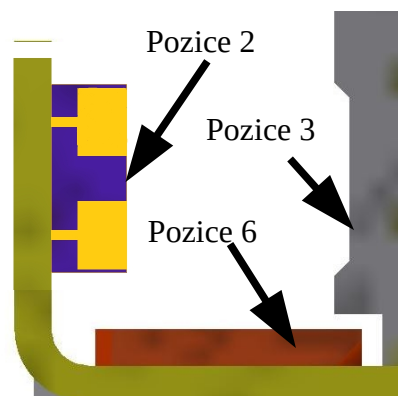
Materiál dodaný zákazníkem je na výkrese označen pozicí 1, 1.1, 14, 15, 18 a 19. Zbylý materiál nakupuje MBM Westra. Jedná se především o výpalky a hutní materiál, u kterých se provede kontrola rovinnosti. Povrch dodaných polotovarů obsahuje okuje a ořepy. Ty jsou v takové míře, že by při jakékoliv výrobní operaci znamenaly problémy s upínáním, ale také by představovaly nebezpečí poranění obsluhy při manipulaci. Proto je velmi vhodné nejdříve povrchově opracovat všechny díly pomocí otryskání v průběžném tryskacím zařízení a takto opracovaný materiál nařezat na CNC pile dle řezacího rozpisu. Po pile je potřeba zařadit operaci odbroušení z důvodu vzniku ořepů při řezání na pásové pile. Otryskání by také bylo možné zařadit až po dělení materiálu na pásové pile. Docílilo by se tím to, že by bylo možné odstranit operaci obroušení ořepů. Znamenalo by to ovšem, že do tryskacího zařízení se bude zakládat materiál nařezaný na krátké části a pracnost toho zakládání by se oproti zakládání celých tyčí zvýšila více než o čas ušetřený vypuštěnou operací broušení. Z finančního hlediska je zařazení operace odbroušení ořepů výhodnější, jak je možné vidět z kapitoly 4. Technicko - ekonomické hodnocení. Nenařezaný materiál je tedy vhodné rovnou při expedici, pomocí vysokozdvížného vozíku, navozit do otryskacího zařízení. Otryskaný, nadělený a zabroušený materiál se spolu s materiálem dodaným zákazníkem může dále předat do výroby dle jeho dalšího zpracování. Jelikož je součást složena z více dílů, je nutno zařazovat operaci svařování. Ta se postupně má týkat všech pozic, ze kterých se výrobek skládá. Některé díly je potřeba však před svařováním ještě obrobit. Nutnost obrábění před svařováním nebo mezi některými svařovacími operacemi je dána velikostmi pracovního prostoru použitelných strojů, jak již bylo řečeno v kapitole Technické možnosti strojů. Přitom je možno využít výhodu snazší manipulace vedle již zmíněných menších nároků na pracovní prostor stroje.

Tyto díly je tedy vhodné obrábět před svařením i z důvodu lepší dostupnosti nástroje k obráběným plochám. Týká se to pozic 2, 3, 4, 8, 9, 11 a 12. U pozice 3 je potřeba zhotovit drážku s boky pod úhlem 45°, která je na pravé straně obrázku 3.4 označena šipkou. Tato drážka slouží pro vedení řetězu. Dále je nutné zhotovit vybrání po celé délce dílu. To je možné vidět na obrázku 3.4, z kterého je patrné i to, že vybrání umožňuje ustavení pozice 6 a následné provaření. Dále je potřeba obrobit pozici 12, ve které je vyfrézovaná stejná drážka jako u pozice 3, protože tyto pozice na sebe

navazují. Navíc k této drážce je zapotřebí vyvrtat díry, zhotovit závit M8, zahloubení, na zadní části kusu sražení $10 \times 45^\circ$ a úkos na přední části kusu pod úhlem 66° , jak je možné vidět na obrázku 3.5.

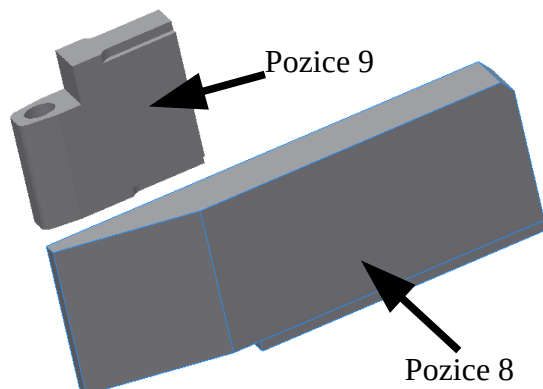


Obrázek 3.5: Pozice 12



Obrázek 3.4: Pozice 3

Dalšími obráběnými díly jsou pozice 2, 4, 8, 9 a 11. V pozici 2, která je na obrázku 3.4, je potřeba zhotovit čtyři závity M10 se zahloubením $\varnothing 18$ mm do hloubky 13 mm. V pozici 4, která slouží jako víko „tunelu“, jsou zhotoveny dva závity M20. Tyto závity slouží pro upevnění převozních úchytků. Na pozici 8 je potřeba vytvořit v přední části kusu úkos pod úhlem 22° a na



Obrázek 3.6: Pozice 8 a 9

zadní části sražení $10 \times 45^\circ$. Tuto pozici spolu s pozicí 9 a 11 bude vhodné z kapacitních a technických důvodů zařadit do položek ke kooperaci. Po svaření všech pozic je ještě potřeba doobrobit některé plochy. Tuto operaci si však zajišťuje zákazník sám až při konečné montáži. Díly pro svařování bude vhodné sestavit na zámečnických stolech pomocí přípravků, upínek a úhelníků.² Právě pro výrobu ploch zmíněných obráběných pozic jsou ve firmě určeny stroje, které byly představeny v kapitole analýza výrobního systému. Součásti některých jednotlivých pozic jsou poměrně

dlouhé, a tak bude zapotřebí vyřešit problém s upnutím, aby bylo upnutí dostatečně tuhé a nehrozily vibrace a uvolnění při obrábění. Frézované díly pozice č. 3 a 12 se připravují souběžně na jiných pracovištích. Po obrobení těchto součástí si zámečnický připraví takzvaný „tunel“ a podskupinu „Gelenkanschluß“. Dále bude nutno navrhnout přivaření jednotlivých dílů s důrazem na pořadí. Je to vhodné proto, aby se například nepřivařil nejdříve díl, který by překážel při svařování dalších součástí, i když by mohl být přivařen až v dalším kroku montáže. Po dokončení těchto přípravných operací je vhodné připojit podskupinu „Gelenkanschluß“ společně s „tunelem“ k tělu Kettenschiene. Podrobnější popis montáže bude uveden níže. Níže také bude popsán návrh a tvorba programu z důvodu rozsáhlejšího a podrobnějšího popisu těchto kapitol. Další operací je nutné zajistit prohnutí ve funkci předepnutí Kettenschiene. Toto předepnutí je nutné, aby řetěz svou

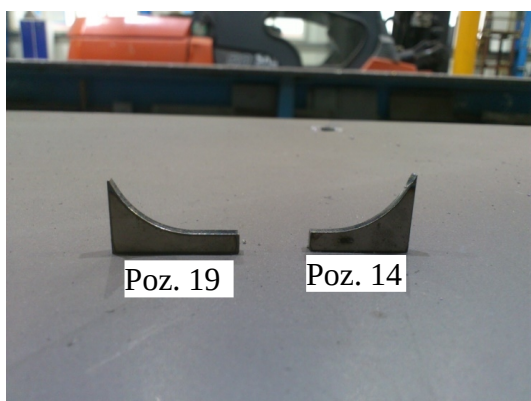
²Pro kusovou výrobu nemá smysl vyrábět speciální přípravek

hmotností nezpůsobil nepřijatelné prohnutí vedení. Je žádoucí docílit rovinnost vedení v době jeho funkce. Rovina vedení se docílí právě zmiňovaným předepnutím. Technologie použitá k této operaci byla převzata z mateřské firmy MBM Maschinenbau Mühldorf. Po zhotovení této operace je obrobek připraven ke kontrole a následné expedici.

Kromě převzetí operace zajišťující předpětí prohnutím se u některých zde navrhovaných operací přebíraly technologické podmínky. Konkrétně se jedná hlavně o svařování a lakování.

3.2.1 POSTUPNÁ MONTÁŽ KETTENSCHIENE

Nyní se můžeme podrobněji zaměřit na všechny montážní operace. Obráběčským operacím bude naopak vhodné věnovat samostatnou kapitolu, jejíž součástí bude i návrh a tvorba programu.



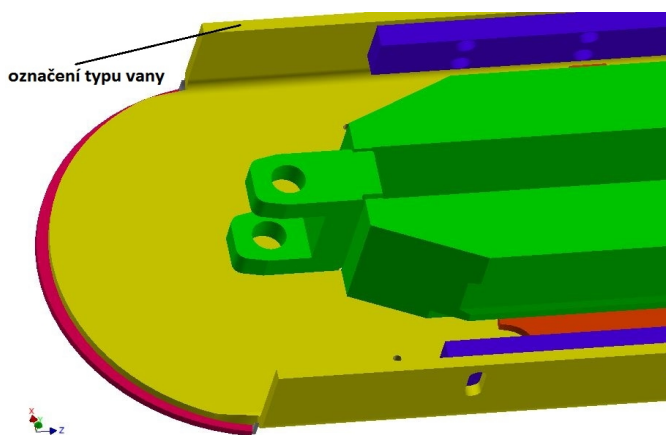
Obrázek 3.8: Pozice 14,19



Obrázek 3.7: Pozice 14,15,18 a 19

Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.1 Popis výrobku, Kettenschiene je složena jak z hutního materiálu, tak i z výpalků. Výpalky pozice 14, 15, 18, 19 jsou vyobrazeny na obrázcích nahoře. Výrobek je složen z několika součástí. Bude proto zapotřebí využít spojení materiálu pomocí svařování, které je předepsáno na výkresech od zákazníka.

Jako první operaci v technologickém postupu je výhodné provést označení vany podle typu Kettenschiene. Značení je vhodné vytvořit pomocí razníku, kterým se vyrazí číslo na horní část stěny vany. Toto označení má být na místě, které se již dále nebude nikterak opracovávat, a proto



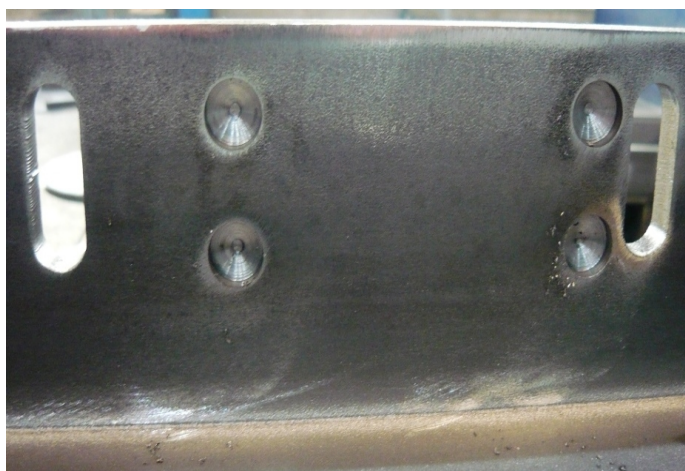
Obrázek 3.9: Označení U vane

může být vana označena hned při vstupní kontrole materiálu po dodání od zákazníka. Číslo zároveň výhodně poslouží pro identifikaci jednotlivých typových variant v průběhu dalších operací.

Na hranolech, které jsou na obrázku 3.9 označené modře, je možné vidět otvory. Tyto otvory slouží jako zahloubení pro hlavu šroubu, která se v nich při pozdější montáži zapustí. Z důvodu zapuštění šroubu je ovšem zapotřebí zapuštění vyrobít nejen do modře označených hranolů, ale je potřeba jej prohloubit až do stěny vany. Otvory je možné zhotovit vrtákem $\varnothing 12$ mm pomocí vrtacího přípravku, který můžeme vidět na obrázku 3.10. Přípravek je nutno připevnit upínkami ke stěně vany, aby při vrtání nedošlo k jeho pohybu. Na obrázku 3.11 je zahloubení, které je vrtáno jen do hloubky 7 mm, protože nesmí projít skrz stěnu vany, aby při provozu nedocházelo k úniku oleje. Při tvorbě zahloubení je zde i počítáno se špičkou vrtáku s vrcholovým úhlem 120° . Při vrtání je potřeba vrták chladit chladícím médiem z důvodu snížení řezné teploty a lepšího odvodu třísky. Zahloubení do stěny vany by bylo možné zhotovit i na některých zmiňovaných strojích, ale varianta pomocí přípravku se jevila jako efektivnější z hlediska manipulace a přípravných časů. Při navrhování přípravku je třeba dbát na to, že jde o kusovou výrobu. Proto je ekonomičtější přípravek navrhnout co nejjednodušší a nejlevnější.

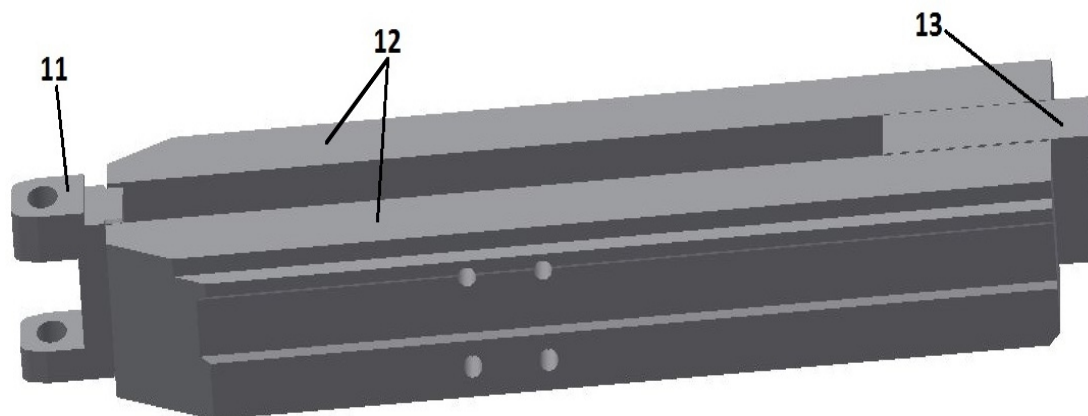


Obrázek 3.10: Přípravek pro vrtání



Obrázek 3.11: Vyhotovené zahloubení ve stěně vany

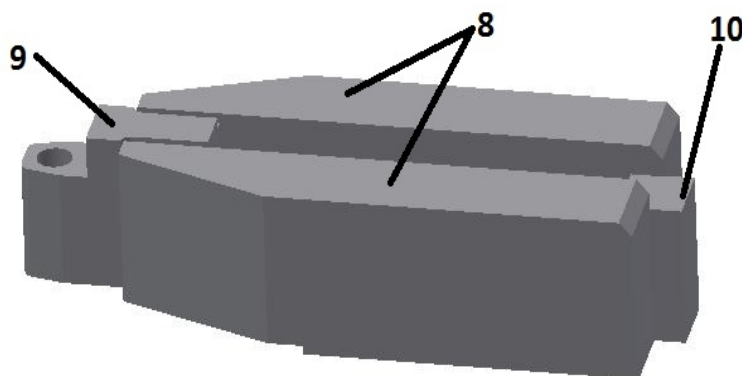
Podskupina „Gelenkanschluß lang“, která je na obrázku 3.12, je zhotovena z dílů, které mají pozice 11, 11.1, 12, 13, 13.1. Pozice 13.1 je plech o tloušťce 1,5 mm a pozice 11.1 je plech o tloušťce 0,75 mm, který je vložen na obou vnitřních stranách pozice 12. Plechy jsou vkládány kvůli dodržení rozměru, který je důležitý pro další montáž.



Obrázek 3.12: Podskupina „Gelenkanschluß lang“

Sestavení je lépe proveditelné na zámečnickém stole pomocí upínek. Po ustavení dle výkresové dokumentace je potřeba, aby zámečník nabodoval dané kusy k sobě. Nabodování zajistí, aby se při manipulaci kus nerozpadl. Takto připravený díl je zapotřebí pomocí manipulační techniky dopravit ke svářeči, který danou součást, dle vhodné svařovací technologie, zavaří. Ta je převzata z postupů pro podobné součásti. Další možností by bylo, aby součást sestavil a zavařil přímo svářeč, ale vzhledem k nedostatečnému přizpůsobení jeho pracoviště, ve smyslu vybavení pracoviště potřebnými upínkami a přípravky, by to znamenalo prodloužení svařovacího procesu ostatních zakázek. To je s ohledem na malý počet svářečů ve firmě nemožné. Po zavaření je potřeba, aby zámečník provedl ruční úpravu (odstranění kuliček, přebroušení svarů) a magnetickou zkoušku. To ovšem znamená, že se bude součást muset vrátit zpět na zámečnické pracoviště, kde se s touto podsestavou bude ještě dále pracovat. Takto častá manipulace způsobuje časové ztráty a sama o sobě do výroby přináší další pracnost. Je však nutná ve stávajícím výrobním systému z toho důvodu, aby vyšší míra specializace pracovníků přinášela možnost efektivnějšího provedení každé dílčí operace, což v konečném důsledku přinese celkové úspory, jak se ukázalo na dosud uskutečněných zakázkách podobného charakteru. Řešením na odstranění nadměrné manipulace by mohla být změna výrobního systému a celkového uspořádání výroby. To by ale znamenalo nutnost značně vysokých investičních nákladů a rozsáhlé reorganizace. Není vyloučeno, že někdy v budoucnu se tato cesta ukáže jako nutná a nebo alespoň jako výhodná a realizovatelná. V případě zhotovení Kettenschiene s ohledem na kusový charakter její výroby je reorganizace jen pro tento účel bezpředmětná. Tímto má být hotova podskupina „Gelenkanschluß lang“. Nutno je dodržet kolmost kamenů (poz. 12) a rozměr drážky kvůli následnému průchodu čepu.

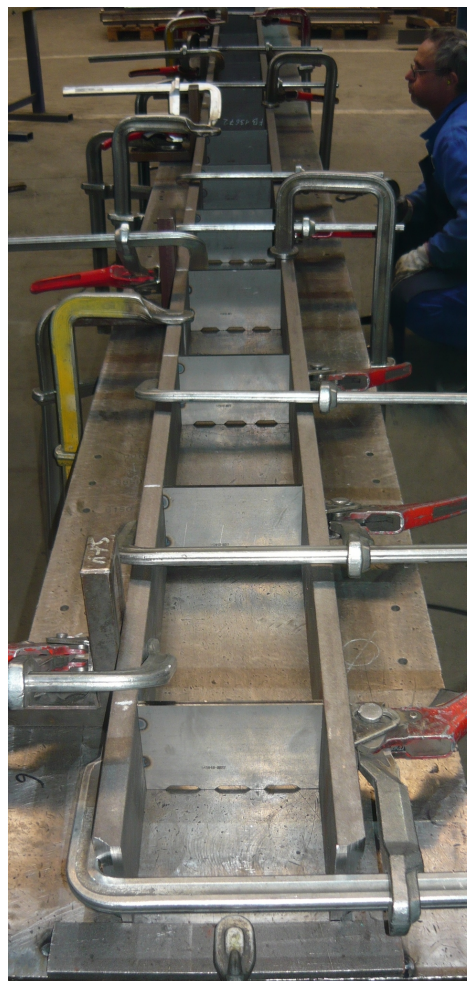
Podskupina „Gelenkanschluß kurz“, která je na obrázku 3.13, je zhotovena z dílů, které mají pozice 8, 9, 10.



Obrázek 3.13: Podskupina „Gelenkanschluß kurz“

Sestavení bude snáze proveditelné na zámečnickém stole pomocí upínek a podkladu o výšce 10 mm. Tento podklad je zde kvůli podložení pozice 8, ve které je vybrání o odpovídající velikosti – tedy také 10 mm na užší straně. Na obrázku 3.13 je vybrání možno vidět na bližším díle pozice 8 v její spodní levé části v blízkosti hrany úkosu. Podklad má funkci spíše pro pojištění, že se součást nepřeklopí. Po ustavení dle výkresové dokumentace by měl zámečník nabodovat dané kusy k sobě. Nabodování zajistí, aby se při manipulaci kus nerozpadl. Takto připravený díl je potřeba pomocí manipulační techniky dopravit ke svářeči, který danou součást, dle vhodné svařovací technologie, zavaří. Jako u výše popisované podsestavy i zde by bylo možné, aby součást sestavil a zavařil přímo svářeč. Důvody, proč tomu tak nebylo, jsou stejné jako u „Gelenkanschluß lang“. Po zavaření je též potřeba, aby zámečník provedl ruční úpravu (odstranění kuliček, přebroušení svarů) a magnetickou zkoušku. Tímto má být hotova podskupina „Gelenkanschluß kurz“.

Tělo (alternativní názvy v provozu jsou „tunel“ nebo „žebřík“) Kettenschiene, které je na obrázku 3.14, je dle výkresové dokumentace složeno z pozice 3 a 22. Obrázek 3.14 je pořízen v době, kdy byl návrh technologie již realizován. Pozice 3 je již obrobena a vyrovnána. Hranol 100 × 20 mm (poz. 3) musí být vyrovnán, aby seděl dobře na zámečnickém stole. Tuto dílčí podsestavu bude nutné sestavit na zámečnickém stole pomocí upínek a úhelníkového přípravku. Dle výkresové dokumentace se vloží díly pozice 22. U těchto pozic je nutné dodržet rozměry distančních plechů dle výkresové dokumentace (130 mm od kraje a 285 mm mezi sebou). Je to proto, že na horní stranu této sestavy v orientaci stejné jako je na obrázku 3.14 se musí přivařit pozice 4 – víko, což je plech o průřezu 160 × 20 mm a v tomto plechu mají být závity M20 pro převozní oka. Závity převozních ok ale přesahují přes tloušťku plechu, a tak je nutné, umístit je bezpečně mimo distanční žebra. Rozměry definující umístění distančních plechů je možné zajistit rozměření pomocí ocelového pravítka, protože zde nejsou kladeny vysoké požadavky na přesnost. Po rozměření je možné žebra přibodovat. Při bodování žeber je vhodné použít pomocnou kostku, která zajistí alespoň částečnou kolmost žebra k hranolu - obrázek 3.15. Po přibodování žebra je potřeba zkontrolovat kolmost k hranolu 100 × 20 mm. Kontrolu je nutné provést pomocí úhelníku. Popřípadě, že žebro není kolmé, je zapotřebí ho dorovnat kladivem, jak je zobrazeno na obrázku 3.16. Poté je možné přiložit zrcadlově symetrický díl pozice 3, která tvoří druhou boční stranu „tunelu“. Při sestavování je nutné kontrolovat šířku tělesa, která má být 181,5 mm. Dále je nutné dodržení kolmosti začátku obou boků „tunelu“, která je zajištěna doražením k přípravku.



Obrázek 3.14: „Tunel“



Obrázek 3.15: Bodování žebra s pomocnou kostkou



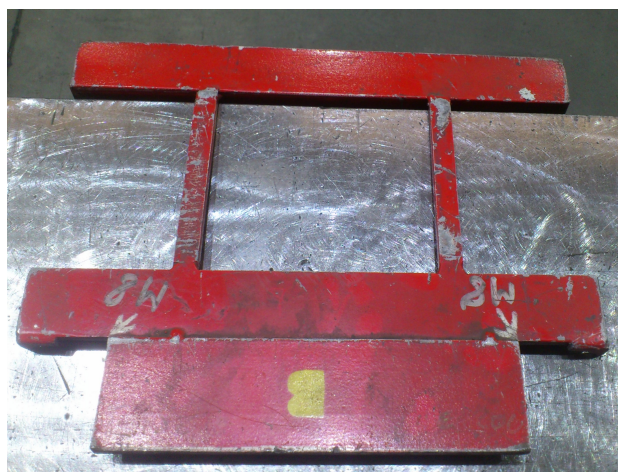
Obrázek 3.16: Kontrola kolmosti k hranolu 50 × 20 mm

Po přípravě těchto výše popisovaných dílčích podsestav je vhodné usadit do U – Wanne jednotlivé pozice. U vany je možné položit jejím dnem na železné kozy a osadit výpalkem pozice 6 a 6.1, které jsou nabodovány dle výkresové dokumentace 549890. Pro usnadnění usazení výpalku je vhodné použít dva až tři rozpěrné plechy jako přípravek, který má zajistit rozchod svařovaných dílů (pozice 6) na rozměr 167 mm. Tímto přípravkem se určí velikost pomocných kompenzačních destiček, které jsou přiloženy na stěny vany, aby byl dodržen rozměr 302 + 1 mm v celé délce U vany.

Pomocí těchto destiček je zajištěna souosost výpalků pozice 6 a stěny vany. Míru 176 mm od středu rádiusu je možné zajistit pomocí přípravku. Po přibodování pozice 6 je zapotřebí vanu otočit a osadit destičkami 40 × 10 mm (pozice 20) a 40 × 8 mm (pozice 17) na spodní části U vany. Tyto destičky je nutné zavařit na olejotěsnost. Bodování provádí zámečník. Svařování se obecně provádí na jiném pracovišti z důvodu manipulace. Protože se jedná o zavaření dvou pozic, kde svařování nebude rozsáhlé, je možné, aby zavaření provedl zámečník. Když je vana otočena dnem vzhůru je výhodné orýsovat otvory pro závit M8 a určit pozici plátů. Jako snazší a přesnější řešení pro orýsování děr je použito šablon, které jsou na obrázcích 3.17 a 3.18, místo použití běžného metru. Na obrázcích jsou vidět šablony již z doby realizace technologie. Jsou vyrobeny ze zbytkového materiálu podle specifikace v rámci této práce. Jsou koncipované tak, aby usnadnily vrtání závitu M8. Ten slouží jako pomocný závit pro tlakovou zkoušku svarů. Šablony také poslouží pro usazení pozice 20 a 17. Po orýsování se vyvrtá díra vrtákem $\varnothing 6,8$ mm a zhotoví se závit M8. Na přední a zadní část vany je nutné použít dvě různé šablony z důvodu odlišných zakončení U vany. Bylo zde uvažováno i o použití šablony, která by v sobě měla otvor a zároveň by určovala pozici otvoru pro M8. Pro tuto šablonu by se však musel upravovat tvar dulčíku pro zavedení do šablony a musela by být použita jiná šablona pro určení pozice plátů. Z tohoto důvodu je výhodnější použít šablony na obrázku. Princip použití šablony je na obrázku 3.17, kde je přiložena na dno vany a pozice pro otvor je označen šipkou a M8.



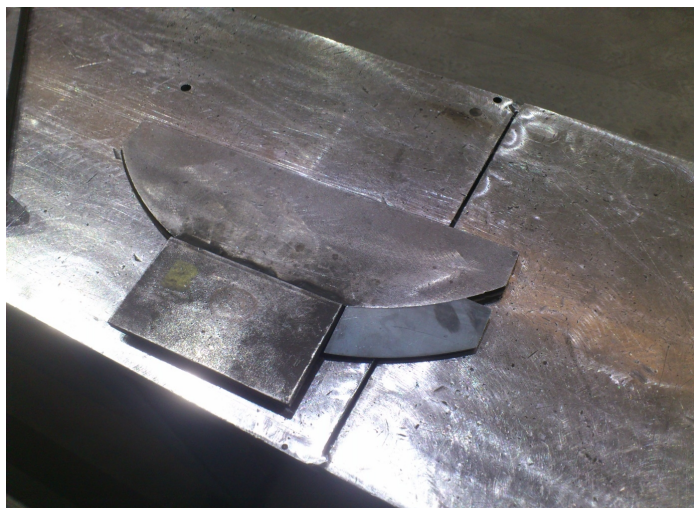
Obrázek 3.17: Šablona pro orýsování – předek



Obrázek 3.18: Šablona pro orýsování – zadek

Po olejotěsném zavaření je nutné provést tlakovou zkoušku svarů na pozicích 17 a 20 pomocí mýdlové vody ve spreji a tlaku vzduchu. Po úspěšném provedení zkoušky je destičku zapotřebí

označit razníkem MBM a číslem zámečnicka, který zkoušku prováděl, aby se vědělo, kdo kontrolu provedl a že vůbec kontrola byla u dané vany provedena. Když je vana otočena dnem vzhůru, je výhodné v této poloze ještě připevnit pozice 14, 15, 16, 18 a 19. Na osazení pozice 15 je zapotřebí použít přípravek, který je na obrázku 3.19. Obdélníková část přípravku slouží k uchycení na dno vany pomocí upínek a na rádius přípravku je přiložena pozice 15. Tyto pozice slouží jako doraz pro těsnicí gumu, která se má umístit mezi spojované Kettenschiene.

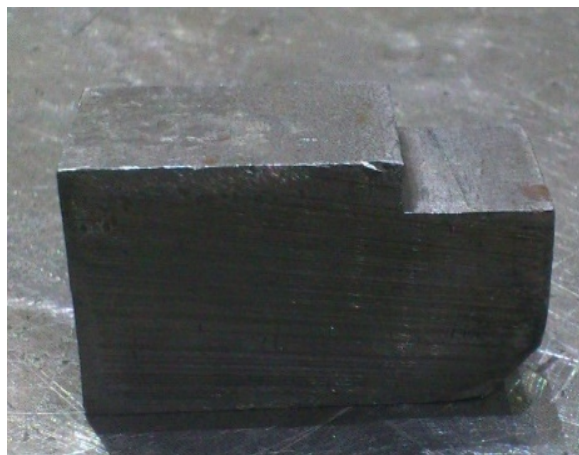


Obrázek 3.19: Přípravek pro usazení pozice 15

Po uchycení pozice 15 by měl být kus pomocí jeřábu dopraven ke svářečům, aby nabodované pozice zavařili dle výkresové dokumentace a to 50 mm svar a 50 mm mezera. Po zavaření je nutné zařadit operaci broušení hlavně kvůli pozici 6, kterou je potřeba zabrousit do rovna z důvodu následné manipulaci s „tunelem“. Po obroušení je potřeba Kettenschiene vrátit zpět k zámečnickovi, který přiboduje hranol 50 × 20 mm. Tento hranol je potřeba ustavit dle přípravku, který je na obrázku 3.21. Jedná se o zbroušenou kostičku, která má výšku 22 mm a na spodní části je v rohu zaoblená kvůli dosednutí na stěnu vany. Tuto destičku je nutné přiložit na již připevněnou pozici 6. Dále je zapotřebí použít kostičku o výšce 32 mm a to sice na začátku a na konci vany, kde již nebyl výpal pozice 6. Zajištění rozměru 110 mm od středu rádiusu bude vhodné realizovat pomocí



Obrázek 3.20: Podložení hranolu 50 × 20 mm
zbroušenými kostičkami



Obrázek 3.21: Zbroušená kostička

přípravku. Kostičky je nutné rozdělit přibližně po půl metru, aby byl hranol 50×20 mm dostatečně podložen. Hranol je potřeba dotáhnout pomocí svěrek ke stěnám U vany, jak je možné vidět na obrázku 3.20. Před bodováním je ještě nutné provést kontrolu souběžnosti otvorů, které jsou v hranolu, a zahloubení, které je ve stěně U vany. Poté zámečnický může přibodovat hranol a zkontrolovat rozměr 22 mm od pozice 6 a 32 mm od dna vany. Takto připravená vana se může odvést ke svářeči, který provede zavaření v předem připravených otvorů na vaně. Svařování je nutné provést střídavě z důvodu deformací materiálu při chladnutí svaru. Střídavým svařováním je myšleno zavaření dvou svarů na jednu stranu a dvou svarů na druhou stranu od středu Kettenschiene. Po zavaření je nutné obrousit svary z venkovní strany vany.

Vzhledem ke skutečnosti, že po vytvoření svaru má součást tendenci se křivit, je vhodné po obroušení svarů zařadit operaci rovnání. Rovnání se týká délky v poloze vany na boku. Při rovnání je potřeba docílit rovnoběžnosti podélné osy, a tedy i boku s podložkou. Pak je potřeba provést rovnání stran do pravého úhlu $\pm 0,75^\circ$. Pro dodržení tohoto rozměru je zapotřebí využít pomocný přípravek určený k rovnání stěn vany. Je možno využít již existující koncepci přípravku, na kterém je však zapotřebí provést rozměrové úpravy. Hotový přípravek je možné vidět na obrázku 3.22. Vyrovnání stran je důležité z hlediska další montáže. Kolečka přípravku jezdí uvnitř vany a pravá část přípravku je uchycena z venku vany za spodní část. Podrobnější použití bude popsáno při finálním rovnání.



Obrázek 3.22: Rovnáč

Po vyrovnání U vany lze osadit spodek vany pozicí 21 pomocí přípravku, který lze vidět na obrázku 3.23. Jedná se o plech obdélníkového průřezu, který má rozměr 190×170 mm. Po nabodování zámečnický zavaří pozici dle výkresové dokumentace a to sice 30 mm svar a 30 mm mezera.



Obrázek 3.23: Ustavení pozice 21

Po zavaření pozice 21 je vhodné otočit vanu na dno a usadit „hlavy“, které jsou na výkresu označeny „Gelenkanschluß kurz“ a „Gelenkanschluß lang“. Usazení je nutné provést pomocí posuvného měřítka, úhelníku a metru. Po ustavení „hlavy“ dle výkresové dokumentace je výhodné, aby zámečník provedl přibodování na třech místech - vpředu, na šikmých plochách a vzadu, jak je vidět na obrázku 3.24. Vzdálenost „hlavy“ od „kšiltu“ je zapotřebí zajistit pomocí ocelového pravítka. Druhá „hlava“ je naměřena pomocí metru na celkovou délku z výkresu. Při ustavování „hlav“ se musí použít jeřáb s magnetem z důvodu velké hmotnosti součásti.



Obrázek 3.24: Nabodování "hlavy"

Po ustavení „hlav“ je zapotřebí přitáhnout vanu na rovinu ke stolu, aby se mohl usadit „tunel“. K jeho usazení je nutné použít kladivo a hloubkoměr, kterým se zajistí, aby „tunel“ byl usazen uprostřed vany. Rozměření je vhodné provést na místě, kde jsou umístěna žebra. Před rozměřením je „tunel“ potřeba přetáhnout na několika místech ocelovým pásem, který zajistí dosednutí „tunelu“ ke dnu vany. Tento pás je přitážen dvěma upínkami s červenými rukojetmi. Zbylé upínky přitahují vanu ke stolu. To je možné vidět na obrázku 3.25. Po každém rozměření určité části dojde k přibodování „tunelu“ ke dnu vany, aby se „tunel“ nemohl vrátet do původní pozice. Tímto

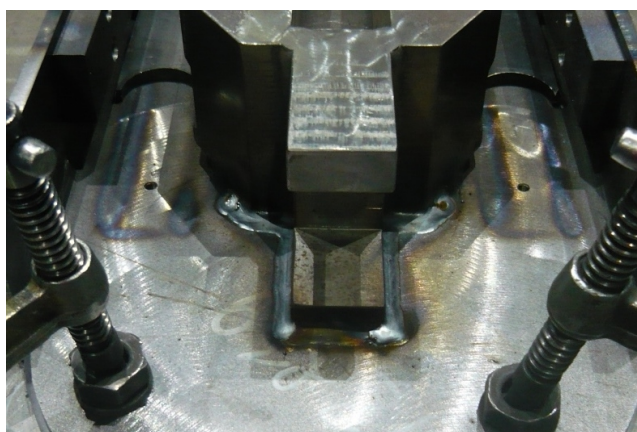


Obrázek 3.25: Přitážená vana ke stolu
a přitážený „tunel“

postupem je dodržena i kolmost. Dále je nutné dodržet výkresový rozměr 181,5 mm. Pokud by tento rozměr nebyl dodržen, musí se tento kus roztáhnout svěrkami. Po dodržení těchto důležitých rozměrů je možné zavaření koutových svarů takzvanou stoupačkou uvnitř vany, kde dojde k propojení „tunelu“ a „hlavy“. Tento svar je vidět na obrázku 3.26. Dále je vhodné zavařit zadní „hlavu“, kde svar je na vnější straně (obrázek 3.27) a přední hlavu, kde svar je uvnitř (obrázek 3.28).



Obrázek 3.26: Svar mezi "tunelem" a "hlavou"



Obrázek 3.27: Zavaření zadní "hlavy"



Obrázek 3.28: Svar uvnitř "hlavy"



Obrázek 3.29: Zavaření na boku "tunelu"

Po vychladnutí je vana povolena a položena na montážní kozy, kde je otočena na bok. V této pozici je nutné vanu upevnit svěrkami a zavařit protilehlé svary z vnější strany „tunelu“, jak je možné vidět na obrázku 3.29. Poté je vana opět položena na stůl, na kterém jsou připraveny speciální odstupňované podložky, které lze vidět na obrázku 3.30. Jejich úkolem je zajistit zákazníkem požadované prohnutí ve funkci předepnutí vany z důvodu následného zatížení řetězem. K těmto podložkám patří kolíky, které se mají vložit do otvorů ve stole, a tak se zajistí potřebné umístění podložky na stole. Velikost a počet podložek se mění podle typu Kettenschiene. Uprostřed Kettenschiene je podložka s nejvyšším rozměrem a směrem k oběma koncům součásti se výška podložek zmenšuje. Jejich pozice je pro každý typ Kettenschiene rozdílná. Aby pozice nemohla být zaměněna, otvory pro kolíky mají jiný průměr a na stole je vyražena délka Kettenschiene. Tato délka je vyražena i na destičkách. Technologie je převzata z mateřské společnosti MBM Maschinenbau Mühldorf.



Obr \acute{a} zek 3.30: Speci \acute{a} ln \acute{i} podlo \acute{z} ka

Vanu je nutn \acute{e} , z d \acute{u} vodu zajištění pr \acute{u} hybu, upnout pomocí šroubovac \acute{i} ch up \acute{i} nek na st \acute{u} l tak, aby seděla na v \acute{s} ech podlo \acute{z} k \acute{a} ch. To je mo \acute{z} no vidět na obr \acute{a} zku 3.31. V tomto pr \acute{u} hybu se m \acute{u} že zavařit „tunel“ zevnitř. Zp \acute{u} sob vaření je ur \acute{c} en v \acute{y} kresovou dokumentac \acute{i} a to 100 mm svar a 100 mm mezera. Tuto d \acute{e} lku je vhodné si nejd $\acute{r$ íve rozkreslit fixou. Vaření je potřeba prov \acute{a} dit od prost \acute{r} edka „tunelu“ na obě strany st \acute{r} ídav \acute{e} z d \acute{u} vodu deformac \acute{i} materi \acute{a} lu p \acute{r} i chladnutí svaru. V t \acute{e} to poloze je ješt \acute{e} v \acute{y} hodn \acute{e} dovařit svar na zadn \acute{i} hlav \acute{e} v „tunelu“. Svar by bylo mo $\acute{z$ no vidět na obr \acute{a} zku 3.26 mezi koutov \acute{y} mi svary. Po zavaření je potřeba provést ru $\acute{c$ n \acute{i} úpravu (odstranění kuliček, broušení svar \acute{u}) a vyfoukání „tunelu“, aby se mohlo přimontovat víko (pozice 4). P \acute{r} ed p \acute{r} ilo \acute{z} ením víka je ješt \acute{e} zapotřeb \acute{i} p \acute{r} ebrousit konce hlav, aby víko dosedlo na „tunel“. Po dokončení t \acute{e} chto operac \acute{i} je pomoc \acute{i} jeř \acute{a} bu um \acute{i} st \acute{e} no víko „tunelu“. Po usazení je vhodné víko dom \acute{e} řit na st \acute{r} ed „tunelu“ pomoc \acute{i} hloubkom \acute{e} ru z d \acute{u} vodu rovnom \acute{e} rn \acute{e} ho ovaření víka. Po ustavení se víko naboduje a u n \acute{e} kter \acute{y} ch typ \acute{u} p \acute{r} ijde ješt \acute{e} na víko p \acute{r} ipevnit takzvan \acute{a} v \acute{y} ztuha, která má rozm \acute{e} r 100 × 30 mm a má v sob \acute{e} p \acute{r} evozn \acute{i} oka. N \acute{a} sleduje kompletn \acute{i} zavaření víka a v \acute{y} ztuhy a to zase 100 mm svar a 100 mm mezera. Takto zavařen \acute{a} Kettenschiene se mus \acute{i} nechat vychladnou v p \acute{r} edepnut \acute{e} poloze na podlo \acute{z} k \acute{a} ch. Je lepš \acute{i} nechat tuto operaci na konec sm \acute{e} ny, aby souč \acute{a} st mohla zcela vychladnout do druh \acute{e} ho dne, a t \acute{m} se zajistil pot \acute{r} ebn \acute{y} pr \acute{u} hyb. Mezit \acute{i} m, co Kettenschiene chladne, je vhodné aby z \acute{a} mečn \acute{i} k provedl ru $\acute{c$ n \acute{i} úpravu. Po vychladnutí je nutn \acute{e} vanu otočit a dovařit kompletn \acute{e} její spodn \acute{i} č \acute{a} st – pozice 14, 15, 18, 19 a „hlav \acute{y} “ zesponu vany. Po zavaření je potřeba op \acute{e} t provést ru $\acute{c$ n \acute{i} úpravu.



Obr \acute{a} zek 3.31: U – Wanne p \acute{r} edepnut \acute{a} na speci \acute{a} ln \acute{i} ch podlo \acute{z} k \acute{a} ch



Obr \acute{a} zek 3.32: Zavaření pozic 14, 15, 18 a 19



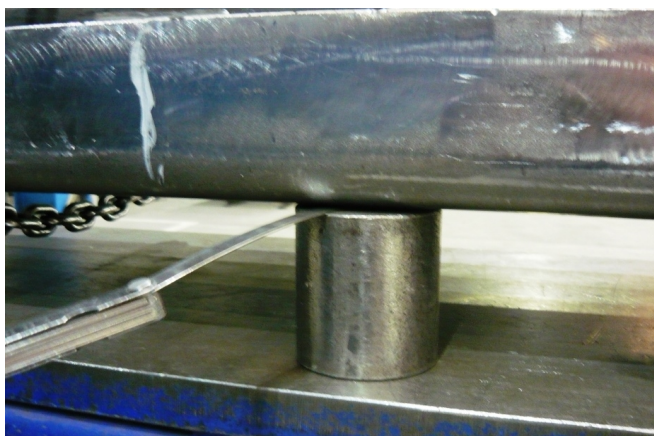
Obrázek 3.33: Přípravek určený k rovnání

Po očištění je Kettenschiene stále zkrivená od předešlého svařování, a je tedy nutné součást vyrovnat pomocí přípravku, který je na obrázku 3.33. Ten vznikl úpravou dřívějšího přípravku v rámci návrhu technologie pro Kettenschiene - tedy v rámci této práce. Tímto přípravkem mají být vyrovnány boky vany na $90^\circ \pm 0,75^\circ$. Přípravek ve tvaru třmenu se vloží do vany a pomocí koleček, která jezdí po dně vany, se napoložuje na potřebné místo. Na pravou stranu přípravku z venkovní strany vany se pak vloží hydraulický válec s nízkým

zdvihem. Na pracovišti je označován jako „čočka“. Po sešlápnutí pedálu přívodu hydraulického oleje začne stěnu vany přitlačovat do prostoru vany. Po vyrovnání stěn vany je zapotřebí zkontrolovat předepsaný průhyb U – vany. Tento průhyb je kontrolován pomocí válečků (obrázek 3.34), které mají rozměr 80 mm a 82 mm. Válečky o rozměru 82 mm je potřeba vložit pod destičky, které jsou silné 8 mm. Tyto destičky jsou v přední části Kettenschiene (pozice 17) a 80 mm vysoké válečky vložit pod destičky silné 10 mm. Tyto destičky jsou v zadní části součásti (pozice 20). Po dosednutí na tyto válečky je nutné vzít váleček vysoký 82 mm a vložit ho doprostřed Kettenschiene a pomocí měrek zkoušet na předepsaný průhyb - obrázek 3.36. Pokud průhyb není dostatečný nebo naopak je příliš velký, vana se musí usadit zpět na stoličce, kde se daný průhyb dorovná. To je možné vidět na obrázku 3.35. Průhyb se kontroloval z již zmíněného důvodu zatížením řetězem, aby po následném vložení řetězu byla vana v rovině.



Obrázek 3.34: Válečky ke kontrole předepnutí

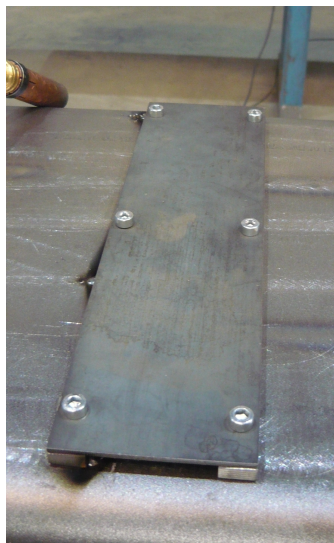


Obrázek 3.36: Kontrola průhybu pomocí měrek

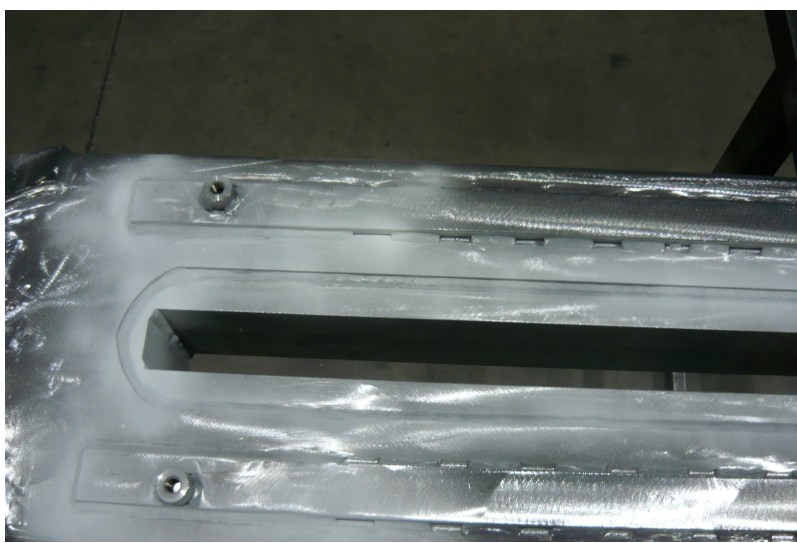


Obrázek 3.35: Dorovnání průhybu

Po vytvoření průhybu na požadovanou hodnotu je zapotřebí vanu dopravit pomocí jeřábu k zámečnickovi, který dodal zátky a pozice 26, které slouží k přišroubování přimazávacího zařízení. Přimazávací zařízení si montuje až sám zákazník. Zátky slouží jako upevnění na frézce a k nastavení výšky dané vany. Jako poslední operací na zámečnickém pracovišti je přivaření pozice 26 pomocí přípravku. Umístění pozice 26 je potřeba orýsovat pomocí uhelníku a metru. Po orýsování je ještě nutné pozici 26, pomocí hloubkoměru, vystředit. Po nabodování prvního kusu je vhodné přiložit přípravek, do kterého se našroubují šroubky, aby byla dodržena rozteč 66 mm mezi dírami pozice 26 a přiboduje se - obrázek 3.37.



Obrázek 3.37: Přípravek pro ustavení pozice 26



Obrázek 3.38: Nanesení křídly



Obrázek 3.39: Naklopení Kettenschiene

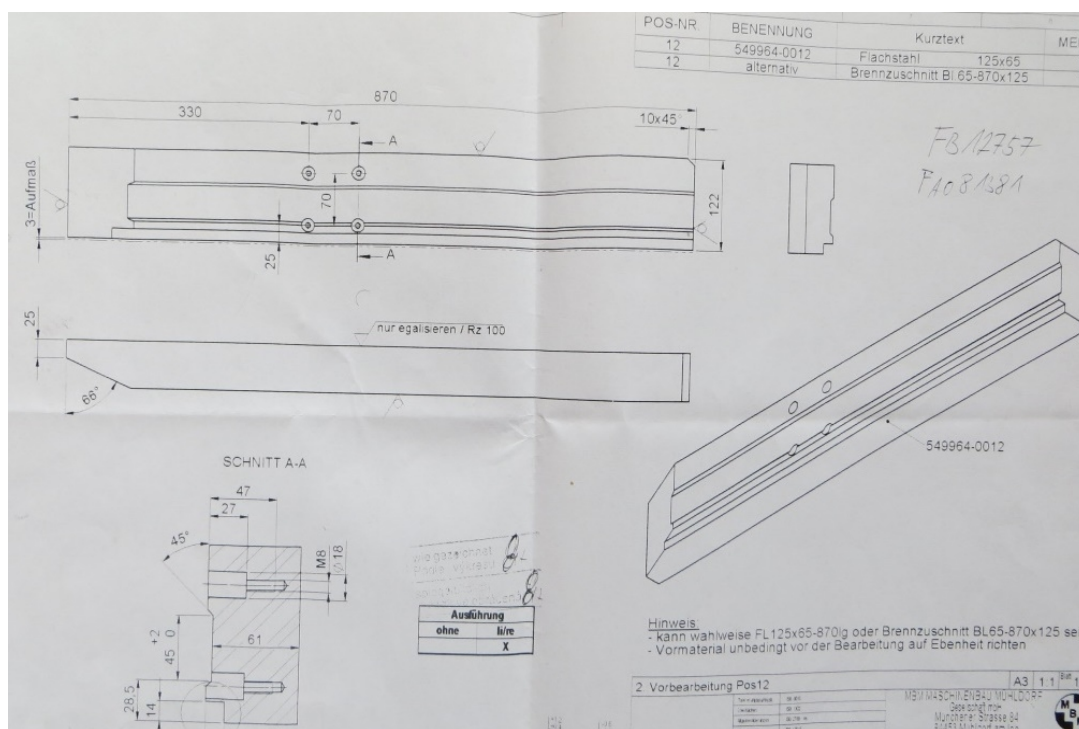
Posledním krokem před expedicí je zkouška na těsnost. V místě hlavy je totiž v základním plechu tvořícím dno vany vypálen obdélníkový otvor. Ten je zde kvůli další montáži. Přes něj je k plechu přivařena hlava a svar musí být těsný. Proto se provádí zkoušky na těsnost. Tu lze provést s pomocí vrstvy křídly, která se nástřikem nanese zespodu vany na svary. Tuto vrstvu je možné vidět na obrázku 3.38. Pak je třeba zadní část Kettenschiene zvednout alespoň o půl metru výše, než je její přední část, aby bylo dosaženo mírného náklonu a podložit jí - jak lze vidět na obrázku 3.39. Nyní je zapotřebí utěsnit zadní část Kettenschiene a nalít petrolej do U - Wanne, aby hladina dosahovala na konec „hlavy“ a po dobu dvou hodin nechat ponořenou. Po uplynutí stanovené doby je třeba zkontrolovat, zda svary dobře těsní. Pokud by tomu tak

nebylo, objevila by se mastná skvrna na křídě. Po vizuální kontrole je třeba přední část „vany“ zvednout nad úroveň zadní strany a postup opakovat. Pokud se zjistí vada, svary musí být přebroušeny a zavařeny znovu. Po opravě je nutné zkoušku provést znovu.

3.3 NÁVRH PROGRAMU

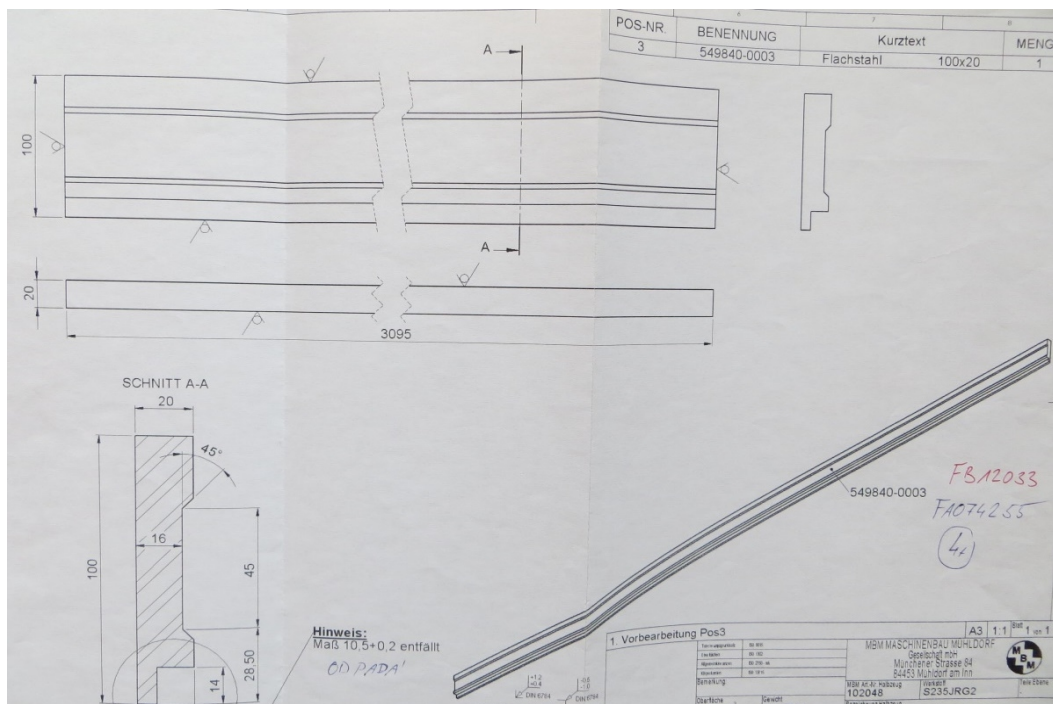
Obráběné plochy u jednotlivých pozic byly již zmíněny v kapitole 3.2 Návrh technologie. Firma MBM WESTRA s.r.o. Sousedovice pro obrábění používá stroje uvedené v kapitole 2.2 Analýza výrobního systému, které mají řídicí systém HEIDENHAIN iTNC530 a HEIDENHEIN 426. Tvorba programů pro obrábění součástí na těchto strojích je podstatnou částí této práce. NC programy jsou součástí přílohy. Tyto programy jsou koncipovány tak, aby se daly použít pro všechny typy variant Kettenschiene, protože díly, které se obrábějí, jsou u jednotlivých variant stejné.

Tvorba programu může být ruční, případně formou dílenského programování. Je možné využít i CAM systém. V tomto případě se však musí jednat o ruční programování, respektive o dílenské, které podporuje právě ve firmě používaný Heidenhain. Využití CAM systému není možné, protože firma nedisponuje takovým softwarem. Firma obrábí poměrně jednoduché tvary, a tak by se využití CAM systému nevyplatilo. I přesto je však také zapotřebí vytvořit model součásti z důvodu vstupu součásti do další soustavy, jak již bylo popsáno výše.



Obrázek 3.40: Díl 12

Díl, který je na obrázku 3.40, je v sestavě označen pozicí 12. Tento díl může být obráběn na frézce MCV 1270 Power, ZAYER 20 KF 4000, MCV 1016 QUICK. Z důvodů odpovídajících rozměrů obráběného kusu pro tuto frézku a vzhledem k vyčerpání ostatních frézek bude kus obráběn na frézce MCV 1270 Power. Frézka MCV používá řídicí systém HEIDENHAIN iTNC 530 a je možno obrábět ve 3 osách.



Obrázek 3.41: Díl 3

Pro obrobení dílu s pozicí 3 vzhledem k jeho velkým rozměrům v podélném směru připadal v úvahu pouze stroj ZAYER 20 KF 4000, který má k dispozici větší upínací plochu – konkrétně více než tři a půl metru. Její velikost je právě u tohoto kusu zvláště podstatná. ZAYER 20 KF 4000 používá řídicí systém HEIDENHEIN 426 a je možno obrábět ve 3 osách. Další díly, které jsou určené k frézování, je potřeba zařadit mezi součásti ke kooperaci. Důvodem je nedostačující kapacita vlastních výrobních prostředků.

3.3.1 NÁSTROJE PRO OBRÁBĚNÍ

Pracoviště jsou vybavena poměrně značným množstvím základního nářadí a výdejna má široký sortiment komunálního nářadí a nezanedbatelný počet speciálních nástrojů. Jejich charakteristika by byla neúměrně rozsáhlá vzhledem k značně úzkému zaměření práce vyplývajícího z analýzy zakázky. Parametry jednotlivých nástrojů, které pro určité operace připadají v úvahu, jsou uvedeny v seznamu níže. Je zde možné vidět i výchozí doporučenou řeznou rychlost v_c pro konkrétní nástroje pro obrábění materiálu S235JRG2, který podle normy ČSN odpovídá konstrukční oceli 11 375. Obráběné díly mají stejnou obrobiteľnosť.

- 1) frézovací hlavička $\varnothing 125/45^\circ$ mm ($v_c=180-200$ m/min)
- 2) frézovací hlavička s vyměnitelnými břitovými destičkami $\varnothing 63$ mm (pramet+ 2 nástavce)
- 3) fréza srážecí $\varnothing 8$ mm ($v_c=80-100$ m/min)
- 4) šroubový vrták $\varnothing 18$ mm ($v_c=70-100$ m/min)
- 5) šroubový vrták $\varnothing 6,8$ mm ($v_c=70-100$ m/min)
- 6) závitník M8 \times 1.25 mm ($v_c=8-10$ m/min)
- 7) frézovací hlavička $\varnothing 40/45^\circ$ ($v_c=180-200$ m/min)
- 8) frézovací hlavička $\varnothing 50$ pramet (delší trn) ($v_c=180-200$ m/min)
- 9) fréza $\varnothing 10$ hladicí ($v_c=100-120$ m/min)



Obrázek 3.42: Použité nástroje

Hodnoty, které jsou uvedené v závorkách v seznamu použitých nástrojů, jsou katalogové hodnoty doporučené výrobcem. Tyto hodnoty je nutné dále využít pro výpočet otáček vřetene a posuvové rychlosti. Řezná rychlost v_c a posuv na zub f_z byla vyčtena z katalogu od výrobce pro dané nástroje. Při odladování programu na stroji byly tyto řezné rychlosti a otáčky přizpůsobeny daným podmínkám, to je tvrdost materiálu, upnutí a podobně. Některé nástroje je nutné sestavit do prodlouženého stavu, aby nedošlo ke kolizi vřetene s obrobkem. Z obrázku 3.42 je patrné, že se jednalo o dva nástroje. A to o frézovací hlavičku $\varnothing 63$ mm a frézovací hlavičku $\varnothing 50$ mm.

Všechny posuvy a otáčky (řezné rychlosti) jsou vypočteny pomocí rovnic (5) a (6).

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot D} \quad (5)$$

v_c – řezná rychlost [m/min]

n – otáčky [ot/min]

D – \varnothing frézy (vrtáku) [mm]

$$v_f = f_z \cdot n \cdot z_{eff} \quad (6)$$

v_f – posuv [mm/min]

f_z – posuv na zub [mm]

z_{eff} – počet efektivních břitů na nástroji

3.3.2 POSTUP TVORBY PROGRAMU

Následující text referuje o tvorbě programů, která byla součástí přípravy výroby celého výrobku.

Pro práci bylo nejprve zapotřebí analyzovat výrobní výkres součásti, rozhodnout o výrobní technologii a použitých nástrojích. Po rozhodnutí o použitých nástrojích, kterými bude součást obráběna, je vhodné tyto nástroje zapsat do seřizovacího listu, aby je obsluha následně mohla umístit do zásobníku stroje. Jelikož jde o stroj MCV, který má zásobník nástrojů, je zapotřebí zjistit délky nástrojů. Zjišťování délkové korekce bude popsáno níže u odladování programu.

Na začátku programu je potřeba zadat BLOCK FORM, do kterého se píší rozměry obráběného kusu z důvodu grafické simulace. Každý nástroj se v programu nejdříve musí vyvolat funkcí TOOL CALL z tabulky nástrojů, ve které má každý nástroj definovanou délku a průměr. Dále se zde zadají otáčky, řezná rychlost, osa obrábění a případně korekce.

```
49; VRT-D6,8
50 TOOL CALL 202 Z S (VC = 100)
51 TOOL DEF 16
52 L X+330 Y-25 FMAX M3 M7
53 L Z+10 R0 FMAX
54 CYCL DEF 9.0 CASOVA PRODLEVA
55 CYCL DEF 9.1 PRODLV2
56 CYCL DEF 200 VRTANI ~
Q200=+2; BEZPECNOSTNI VZDAL. ~
Q201=-26; HLOUBKA ~
Q206= FU+0,12; POSUV NA HLOUBKU ~
Q202=+3; HLOUBKA PRISUVU ~
Q210=+0; CAS. PRODLEVA NAHORE ~
Q203=-27; SOURADNICE POVRCHU ~
Q204=+50; 2. BEZPEC. VZDALENOST ~
Q211=+0; CAS. PRODLEVA DOLE
57 CALL LBL 3
58; díra vyfoukat
59 STOP M0
```

Při programování je snazší použít již systémem předdefinované cykly, kam se přiřazují požadované hodnoty. Například u vrtání po zadání příkazu CYCL DEF se na obrazovce zobrazí nabídka různých cyklů. Pro tento kus je vhodné použít cyklus vrtací, a proto je zvolen cyklus Hluboké vrtání. Do tohoto cyklu je nutné zapsat hodnoty jako bezpečná vzdálenost, hloubka vrtání, hloubka přísuvu a posuv. Každý cyklus je potřeba potvrdit klávesou CYCL CALL. Po definování cyklu je nutné zadat souřadnice, kde má tento cyklus být použit a vyvolat ho funkcí M99. Je výhodné pro polohu děr vytvořit podprogram a pak ho jen vyvolávat z toho důvodu, že při změně polohy díry stačí opravit jen danou souřadnici a u zbylých nástrojů tuto souřadnici nemusíme pracně hledat a minimalizuje se tím možnost chyby zaměnění jiných souřadnic. Podprogram pro vrtání je možné vidět pod LBL 3.

Dalším použitým cyklem je řezání závitů. Do tohoto cyklu je nutné definovat bezpečnostní vzdálenost, hloubku závitu, časovou prodlevu a posuv. Při řezání závitu je zapotřebí brát v úvahu, že každý závitník má určitý předřezávací náběh, který může být například 6 mm (dle průměru závitu). Proto je nutné k definované hloubce závitu tuto hodnotu přičíst. To znamená při výkresové

hloubce závitů 20 mm je nutné hloubku závitování napsat na rozměr 26 mm. Posuv závitování je vypočten z definovaných otáček a přenásoben stoupáním závitů.

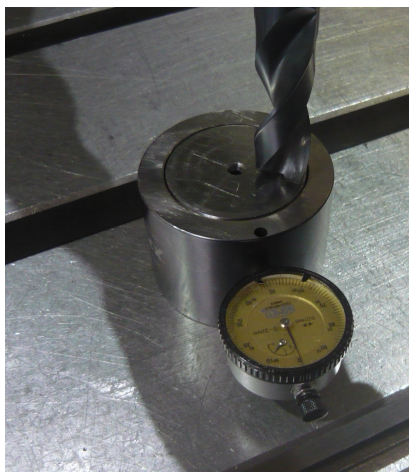
```
60; ZAV-M8
61 TOOL CALL 16 Z S (VC = 10)
62 TOOL DEF 309
63 L X+330 Y-25 FMAX M13
64 CYCL DEF 207 Pevne zavítování ~
Q200=+2; BEZPEČNOSTNÍ VZDAL. ~
Q201=-24; HLOUBKA ZAVITU ~
Q239=+1,25; STOUPÁNÍ ZAVITU ~
Q203=-26; SOURADNICE POVRCHU ~
Q204=+50; 2. BEZPEC. VZDALENOST
65 CALL LBL 3
```

Pro danou součást bylo uvažováno upnutí do jednoho svěráku nebo do dvou svěráků, popřípadě na magnetický stůl. Varianta s jedním svěrákem byla vyhodnocena jako nedostatečně pevné upnutí. Způsob upnutí na magnetický stůl je vhodný pouze za předpokladu, že by se daná součást obráběla pouze naležato. Při obrábění nastojato by se musel volit jiný způsob upnutí z důvodu nedostatečné tuhosti upnutí při relativně úzké ploše styku mezi obrobkem a magnetem. Obecně také platí, že při frézování, kdy je kus upnut na magnetu, neodchází dobře tříška z místa řezu. V daném případě by to možná nepředstavovalo příliš velký problém, protože součást je poměrně vysoká a zmagnetování horní strany by bylo pravděpodobně jen slabé. Varianta s dvěma svěráky se jeví jako nejlepší. Dva svěráky jsou uloženy tak, aby obráběný díl na obou stranách přesahoval o cca 100 mm. Pod přečnívající konce je potřeba vložit hranoly, které musí být tak vysoké, aby se spodní část dílu nedotýkala dna svěráků a zároveň, aby byl obrobek dostatečně pevně upnut a nehrozilo riziko kolize nástroje se svěrákem. Oba svěráky je zapotřebí před utažením vyrovnat pomocí číselníkového úchylkoměru. Vzhledem k tomu, že u kusu je obráběna délka z obou stran, nemůže zde být pevný doraz. Proto je vhodné na stůl připevnit, pomocí upínek, broušenou kostku. Mezi broušenou kostkou a obráběným kusem je vložen jiný broušený hranol, který se po každém upnutí obrobku musí vyndat. Tento doraz je buď vpravo, nebo vlevo, což záleží na tom, jestli se vyrábí dle výkresové dokumentace nebo zrcadlově. Před upnutím kusu na pevné čelisti svěráku je nutné, pomocí sondy, nalézt Y+0 a na odnímatelném hranolu najet souřadnici X. Většina kusů je řezána s přídkem 2 mm, který je rozdělen na půl. Čili na odnímatelném hranolu je potřeba najet X-1. Polotovár nemusí být uříznut z pily zcela rovný, a proto je vhodné najet X hodnotu na broušený doraz. Poté na broušených hranolech, na kterých bude kus ležet, je potřeba najet Z-65. Následuje upnutí prvního kusu pomocí jeřábu, protože kus je poměrně těžký.

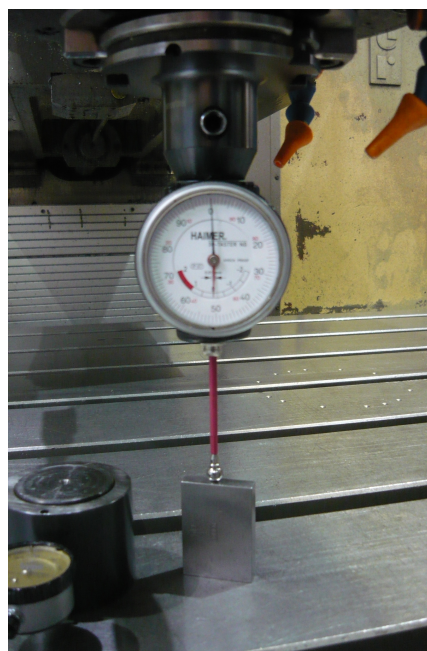
ODLAĐOVÁNÍ PROGRAMU

Před samotným odlaďováním je vhodné si NC program pustit pro kontrolu v grafickém testu na stroji MCV 1270 POWER, abychom viděli, zda je program správný.

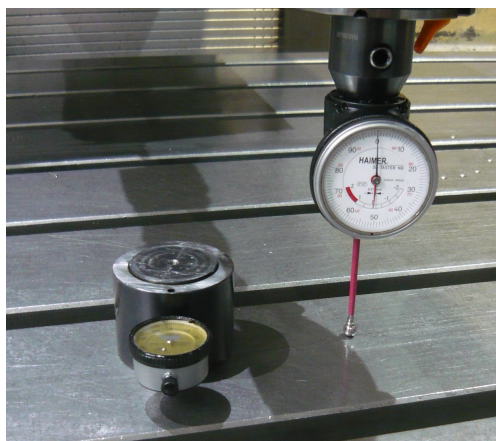
Nyní bude stručně popsán způsob zjištění délkové korekce nástrojů. Na stroji je k dispozici tabulka nástrojů, ve které jsou vypsané veškeré používané nástroje s jejich korekcemi. Jde o korekce délkové a průměrové. Na pracovišti ani ve firmě se pro určení korekcí nástrojů nepoužívají žádné seřizovací stroje. Dělá se to tak, že před vlastním měřením délek nástrojů je nutné nejprve vyvolat měřicí sondu, která má přesně zkalibrovaný průměr měřicí kuličky a délku od vřetene. Pro najíždění délek nástrojů je zapotřebí speciálních hodinek, které jsou seřizeny tak, že při najetí nástrojem na hodinky na hodnotu 0 je nástroj 50 mm nad stolem (obrázek 3.43). Z toho důvodu je možné najet elektrickou sondou buď na stůl a zapsat souřadnici Z-50 (obrázek 3.45), nebo najetí lze provést pomocí koncové měřky s rozměr 50 mm. V tomto případě je nutné zapsat souřadnici Z+0 (obrázek 3.44). Po tomto najetí je zapotřebí vyvolat jednotlivé nástroje a postupně najíždět na speciální hodinky. Zjištěné hodnoty je potřeba zapsat do tabulky nástrojů.



Obrázek 3.43: Speciální hodinky



Obrázek 3.44: Najetí sondou na Z+0



Obrázek 3.45: Najetí sondou na Z-50

ZAROVNÁNÍ NA STEJNOU TLOUŠŤKU

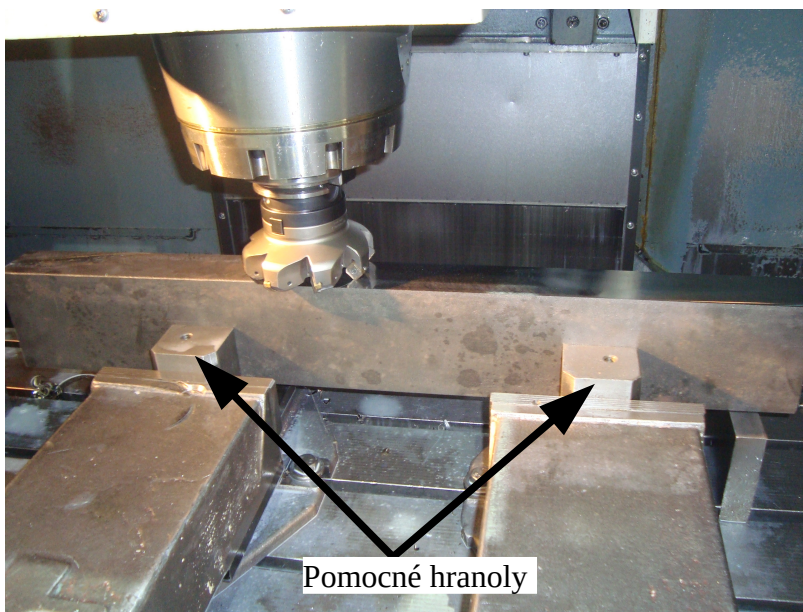
Jako první nástroj byla vyvolaná frézovací hlavička $\varnothing 125$ mm, která má destičky na 45° . Řezná rychlost byla zvolena dle katalogu od výrobce destiček. Tento nástroj na jednu hloubku řezu přerovná sílu obrobku. Po obrobení odjíždí fréza do bezpečné vzdálenosti, stůl přijíždí k obsluze a funkcí M0 se stroj vypíná, nástroj zůstává ve vřetenu.



Obrázek 3.46: Frézovací hlavička $\varnothing 125$ mm

ZAROVNÁNÍ NA STEJNOU ŠÍŘKU

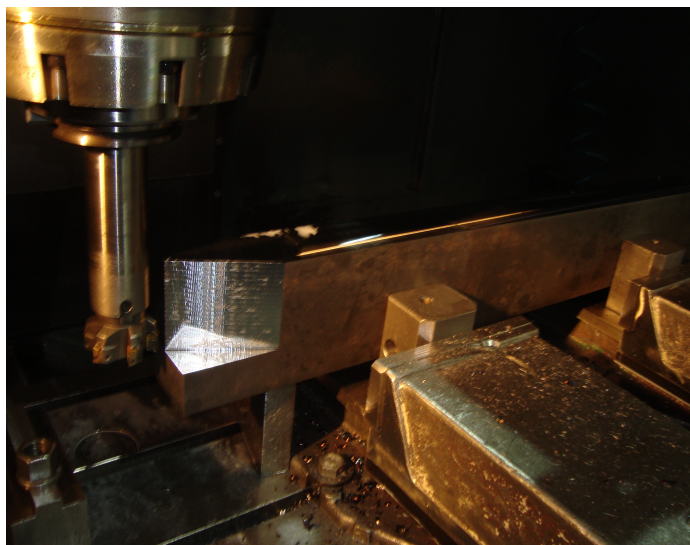
Po zastavení stroje je zapotřebí otevřít bezpečnostní dveře a pilníkem srazit hranu u pevné čelisti. Po této operaci je nutné povolit svěráky a kus postavit ofrézovanou stranou k pevné čelisti. Mezi kus a pohyblivou část svěráku je vhodné vložit pomocné hranoly. Tyto hranoly slouží jako distanční vložky k vymezení velké vůle od pohyblivých čelistí k upínací ploše součásti při jejím postavení na výšku. Pomocné hranoly je možné vidět na obrázku 3.47 a je jimi dosaženo, že obsluha nemusí měnit míru rozevření čelistí svěráků, ale pouze utáhne obrobek. Projeví se to na zkrácení upínacích časů. Po dotažení a doklepnutí kusu je opět puštěn nástroj $\varnothing 125$ mm, který zhotoví výkresový rozměr 122 mm.



Obrázek 3.47: Frézovací hlavička $\varnothing 125$ mm+ pomocné hranoly

ZHOTOVENÍ ZKOSENÍ 66°

Fréza \varnothing 63 mm na prodlouženém skládacím trnu je použita ke zhotovení zkosení 66°. Tento nástroj musí být v prodloužení, aby byl schopen toto zkosení zhotovit, aniž by došlo ke kolizi vřetene s obrobkem, jak je patrné z obrázku 3.48. K tomuto zkosení je nejvýhodnější použít cyklus Linie obrysu, ve kterém se definují potřebné parametry. Výhodou tohoto cyklu je parametr Q15, který určuje způsob frézování. V tomto případě je zadána 0, což znamená, že nástroj jede po i proti zubu (sousedně a nesousedně).



Obrázek 3.48: Fréza \varnothing 63 mm

SRAŽENÍ HRAN

Třetím nástrojem v programu je srážecí fréza D8, která zhotoví sražení hrany na zadní části kusu. Tato část je poté upnuta k pevné čelisti. Sražení se provádí z důvodů zamezení rizika, že by případný ořep způsobil nedosednutí kusu na pevnou čelist. Stůl přijede k obsluze a stroj se vypíná. Po povolení svěráku a vyndání pomocných kostek je potřeba kus otočit. Frézovaná plocha je na hranolech a pevné čelisti svěráku.



Obrázek 3.49: Srážecí fréza \varnothing 8 mm

VRTÁNÍ OTVORŮ PRO ZAHLOUBENÍ

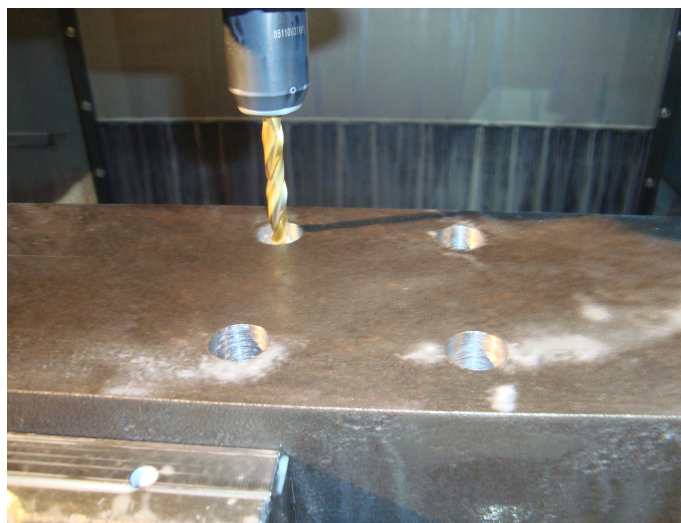
Po utažení a doklepnutí je další operací v NC programu vrtání. K této operaci je použit vrták $\varnothing 18$ mm, který zhotoví čtyři otvory pro zahlobení. Vrtaná hloubka je 28,8 mm proto, aby po ofrézování dna zahlobení zůstala díra pro závit sražena.



Obrázek 3.50: Vrták $\varnothing 18$ mm

VRTÁNÍ DĚR PRO ZÁVIT M8

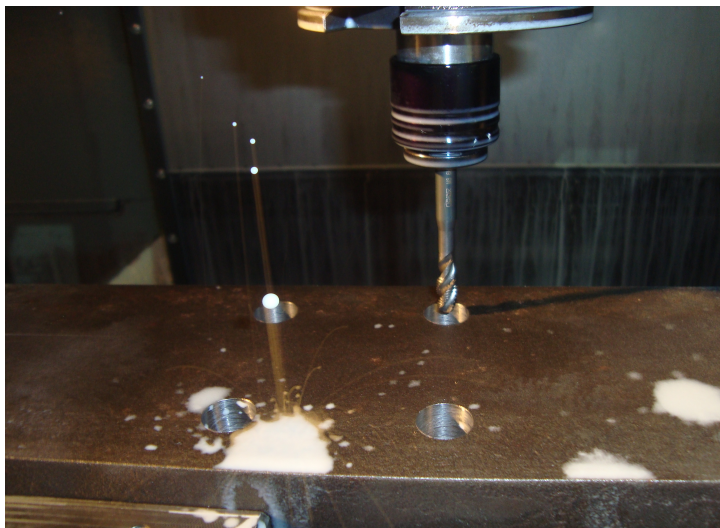
Vrták $\varnothing 6,8$ mm zhotoví díry pro závit M8. Je zde pro něj použit vrtací cyklus, ve kterém je definovaná první a druhá bezpečnostní vzdálenost, celková hloubka díry, hloubka přísvu, posuv, časová prodleva a souřadnice povrchu. Tyto díry jsou vrtány do hloubky 53 mm z důvodu náběhu závitníku. U tohoto nástroje je použito vnitřní chlazení kvůli lepšímu odvádění tepla a třísek z místa řezu.



Obrázek 3.51: Vrták $\varnothing 6,8$ mm

ZHOTOVENÍ ZÁVITU M8

Před spuštěním závitníku M8 × 1,25 mm je zapotřebí nejprve vyvrtané díry vyčistit od případných zbytků třísek. Pro tento nástroj je použit cyklus řezání závitů, kam je nutno zadat bezpečnostní vzdálenost, hloubku (síla materiálu + náběh na závitníku) a posuv.



Obrázek 3.52: Závitník M8

ZHOTOVENÍ VÝBĚRU S ÚKOSEM 45°

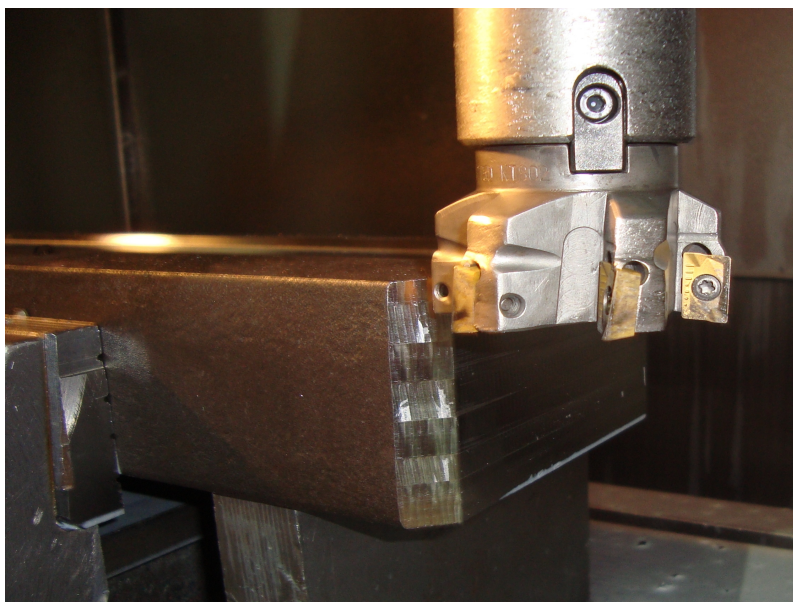
Dalším nástrojem je frézovací hlavička $\varnothing 40/45^\circ$, kterou je vhodné použít na zhotovení drážky. Ta slouží jako vedení pro řetěz.



Obrázek 3.53: Frézovací hlavička $\varnothing 40 \text{ mm}/45^\circ$

FRÉZOVÁNÍ VÝBĚRU 14 × 13 + SRAŽENÍ 10 × 45°

K frézování výběru a sražení je použita fréza $\varnothing 50$ mm, která je upnuta v delším trnu. Nejprve zhotoví výběr a poté sražení. To je vyrobeno pomocí cyklu Linie obrysu.



Obrázek 3.54: Prodloužená fréza $\varnothing 50$ mm Pramet

ZAHLOUBENÍ HLADÍCÍ FRÉZOU



Obrázek 3.55: Hladicí fréza $\varnothing 10$ mm

Jako poslední nástroj v programu je hladicí fréza $\varnothing 10$ mm. Pro zarovnání dna zahloubení byl použit cyklus Frézování díry. V tomto cyklu byl zadán například průměr předvrtání, konečný průměr, hloubka, způsob frézování a jiné.

4 TECHNICKO - EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

Vzhledem k vysokým nákladům na zámečnické práce bylo zvažováno přesunutí některých operací na CNC frézku. Avšak žádná operace, která by se nechala udělat ekonomičtěji a rychleji na CNC frézce, nebyla nalezena. Zkrátily by se výrobní časy, ale prodloužily časy přípravné a manipulační. Dále se také muselo brát v potaz vytížení strojů, které už takto bylo hraniční a nějaké součásti se musely dát do kooperace. V úvahu připadalo pouze vrtání zahloubení v U – Wanne a zhotovení závitů M8. Další možností je zařadit operaci otryskání až po dělení materiálu na pásové pile. Docílilo by se tím snížení celkového počtu hodin broušení, protože by operace broušení po dělení materiálu mohla být odstraněna. Znamenalo by to ovšem, že do tryskacího zařízení se bude zakládat materiál nařezaný na krátké části a pracnost tohoto zakládání by se oproti zakládání celých tyčí zvýšila více než o čas ušetřený vypuštěnou operací broušení. Z ekonomického hlediska je zařazení operace odbroušení otřepů výhodnější, jak je patrné z tabulky 3 a 4. Byly promyšleny i jiné varianty změn, ale výroba Kettenschiene tímto navrženým postupem funguje, a tak nebyl důvod, vzhledem k vyrobeným kusům ročně, ke změně.

Na základě podkladů z firmy jsou zhotoveny následující tabulky:

Tabulka 3: Náklady na jednotlivé operace dle technologického postupu varianty A

		Varianta A	
Operace	sazba pracoviště na hod	počet hod	Náklady v €
otryskání	56,00 €	40,00	2 240,00
dělení materiálu	21,50 €	18,00	387,00
broušení	21,50 €	111,86	2 404,99
zámečník	22,50 €	400	9 000,00
elektro svařování	27,00 €	198,92	5 370,84
frézování	43,00 €	91,21	3 922,03
součet		859,99	23 324,86

Tabulka 4: Náklady na jednotlivé operace dle technologického postupu varianty B

		Varianta B	
Operace	sazba pracoviště na hod	počet hod	Náklady v €
dělení materiálu	21,50 €	18,00	387,00
otryskání	56,00 €	58,00	3 248,00
zámečnick	22,50 €	400	9 000,00
broušení	21,50 €	99	2 128,50
elektro svařování	27,00 €	198,92	5 370,84
frézování	43,00 €	91,21	3 922,03
součet		865,13	24 056,37

V jedné dávce je čtrnáct kusů Kettenschiene z čehož plyne, že náklady na zpracování jednoho kusu pro variantu A jsou 1666,06 € a pro variantu B 1718,31 €. U operací dělení materiálu a frézování jsou v sazbě na hodinu započítány jak náklady na stroj, tak i mzda zaměstnance. Režijní náklady a náklady na materiál zůstávají stejné.

Z uvedených tabulek je patrné, že varianta A je pro danou součást z ekonomického hlediska výhodnější a to z důvodu nižších nákladů na výrobu. Vzhledem ke kusové výrobě je tedy výhodnější zvolit variantu A.

5 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout technologický postup nového zařízení splňující požadavky zákazníka. Práce byla rozdělena do pěti hlavních částí. V první části došlo k seznámení a analýze technologičnosti konstrukce vedení Kettenschiene a to z hlediska tvarů, rozměrů, materiálu a polotovaru. Druhá část obsahuje seznámení se strojním vybavením firmy včetně technický parametrů jednotlivých strojů. Je zde i upozorněno na důležité parametry strojů, které jsou ve výběru stroje rozhodující. Ve třetí části byl pomocí modelovacího systému Inventor vytvořen model součásti pro lepší ucelení představy, a také došlo k seznámení s Kettenschiene a s jejími jednotlivými pozicemi. Tvorba modelu byla zařazena i z důvodů vstupu součásti do další podsestavy. V této části je i samotný návrh technologického postupu, kde u některých operací byla možná i jiná varianta provedení. V těchto případech je vždy odůvodněno, proč se vybraná varianta jevila být lepší. Ve čtvrté části byl vysvětlen postup při tvorbě programu spolu s nástroji pro obrábění, u kterých byly uvedeny jejich doporučené rezné podmínky. Ty musely být při odladování programu na stroji upraveny z důvodů tuhosti upnutí obrobku a tvrdosti materiálu. Dále zde byly také popsány použité cykly a podprogramy. Závěrem této čtvrté části bylo samostatné odladování programů, kde je názorně ukázáno, co jednotlivé nástroje dělají za operaci. V páté části se poukazovalo na porovnání dvou variant výroby Kettenschiene z hlediska výrobních nákladů. Nejdůležitější informace v této části je ta, že zvolená varianta A je levnější o 52,25 €. Varianta A spočívá v tom, že se materiál zakládá do tryskacího zařízení v nenařezaném stavu. Výroba součásti byla v podniku úspěšně realizována bez velkých problémů. Ze strany vedení firmy byl požadavek součást obrábět s využitím stávajících výrobních prostředků a technologií, a ne investovat do nových zařízení, protože počet vyráběných kusů tohoto výrobku ročně je velmi nízký.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Varianty typové řady Kettenschiene.....	11
Tabulka 2: Rozměrové a hmotnostní specifikace obráběných dílů pro variantu A.....	12
Tabulka 3: Náklady na jednotlivé operace dle technologického postupu varianty A.....	54
Tabulka 4: Náklady na jednotlivé operace dle technologického postupu varianty B.....	55

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obrázek 2.1: Portal rahmen (rám).....	10
Obrázek 2.2: Kettenschiene.....	10
Obrázek 2.3: Násypka.....	10
Obrázek 2.4: Träger Rail.....	10
Obrázek 2.5: Pozice 6 a 6.1.....	12
Obrázek 2.6: Pozice 14, 15, 18, 19 a 22.....	12
Obrázek 2.7: U-Wane.....	13
Obrázek 2.8 Pozice 26.....	13
Obrázek 2.9: Pozice 6.1.....	14
Obrázek 2.10: Firma MBM Westra s.r.o.....	15
Obrázek 2.11: Frézka MCV 1270 Power.....	17
Obrázek 2.12: Frézka Zayer 20 KF 4000.....	19
Obrázek 2.13 Frézka MCV 1016 Quick.....	20
Obrázek 2.14: Frézka FGS 50 CNC-B.....	22
Obrázek 2.15: Otryskávací zařízení.....	25
Obrázek 3.1: Finální model Kettenschiene.....	26
Obrázek 3.2: Spodní část U Wanne.....	27
Obrázek 3.3: Poloviční řez Kettenschiene.....	27
Obrázek 3.4: Pozice 3.....	29
Obrázek 3.5: Pozice 12.....	29
Obrázek 3.6: Pozice 8 a 9.....	29
Obrázek 3.7: Pozice 14,15,18 a 19.....	30
Obrázek 3.8: Pozice 14,19.....	30
Obrázek 3.9: Označení U wane.....	30
Obrázek 3.10: Přípravek pro vrtání.....	31
Obrázek 3.11: Vyhotovené zahloubení ve stěně vany.....	31
Obrázek 3.12: Podskupina „Gelenkanschluß lang“.....	32
Obrázek 3.13: Podskupina „Gelenkanschluß kurz“.....	33
Obrázek 3.14: „Tunel“.....	34
Obrázek 3.15: Bodování žebra s pomocnou kostkou.....	34
Obrázek 3.16: Kontrola kolmosti k hranolu 50 × 20 mm.....	34
Obrázek 3.17: Šablona pro orýsování – předek.....	35
Obrázek 3.18: Šablona pro orýsování – zadek.....	35
Obrázek 3.19: Přípravek pro usazení pozice 15.....	36
Obrázek 3.20: Podložení hranolu 50 × 20 mm zbroušenými kostičkami.....	36
Obrázek 3.21: Zbroušená kostička.....	36
Obrázek 3.22: Rovnáci přípravek.....	37
Obrázek 3.23: Ustavení pozice 21.....	38

Obrázek 3.24: Nabodování "hlavy".....	38
Obrázek 3.25: Přitažená vana ke stolu a přitažený „tunel“.....	38
Obrázek 3.26: Svar mezi "tunelem" a "hlavou".....	39
Obrázek 3.27: Zavaření zadní "hlavy".....	39
Obrázek 3.28: Svar uvnitř "hlavy".....	39
Obrázek 3.29: Zavaření na boku "tunelu".....	39
Obrázek 3.30: Speciální podložka.....	40
Obrázek 3.31: U – Wanne předepnutá na speciálních podložkách.....	40
Obrázek 3.32: Zavaření pozic 14, 15, 18 a 19.....	40
Obrázek 3.33: Přípravek určený k rovnání.....	41
Obrázek 3.34: Válečky ke kontrole předepnutí.....	41
Obrázek 3.35: Dorovnání průhybu.....	41
Obrázek 3.36: Kontrola průhybu pomocí měrek.....	41
Obrázek 3.37: Přípravek pro ustavení pozice 26.....	42
Obrázek 3.38: Nanesení křídy.....	42
Obrázek 3.39: Naklopení Kettenschiene.....	42
Obrázek 3.40: Díl 12.....	43
Obrázek 3.41: Díl 3.....	44
Obrázek 3.42: Použité nástroje.....	45
Obrázek 3.43: Speciální hodinky.....	48
Obrázek 3.44: Najetí sondou na Z+0.....	48
Obrázek 3.45: Najetí sondou na Z-50.....	48
Obrázek 3.46: Frézovací hlavička Ø 125 mm.....	49
Obrázek 3.47: Frézovací hlavička Ø 125 mm+ pomocné hranoly.....	49
Obrázek 3.48: Fréza Ø 63 mm.....	50
Obrázek 3.49: Srážecí fréza Ø 8 mm.....	50
Obrázek 3.50: Vrták Ø 18 mm.....	51
Obrázek 3.51: Vrták Ø 6,8 mm.....	51
Obrázek 3.52: Závitník M8.....	52
Obrázek 3.53: Frézovací hlavička Ø 40 mm/45°.....	52
Obrázek 3.54: Prodloužená fréza Ø 50 mm Pramet.....	53
Obrázek 3.55: Hladící fréza Ø 10 mm.....	53

6 POUŽITÁ LITERATURA

MÁDL, J. Teorie obrábění. Praha: ČVUT, 1994

Manuál řídicího systému Heidenhain iTNC530

SOVA, F. Technologie obrábění a montáže. Plzeň: VŠSE, 1989.

BARTOŠ, V. – KRÁL, M. – MINÁRIK, R., – ŠTULPA, M.: Základy CNC obráběcích strojů. Fragment Havlíčkův Brod 1998

SVOBODA, E.: Technologie programování CNC strojů. Fragment Havlíčkův Brod 1998

OPLATEK, F.: Číslicové řízení obráběcích strojů. Fragment Havlíčkův Brod 1998

DOBŘICKÝ, J. – LACKO, B.: CAD/CAM. VUT Brno 1992

JANDEČKA, K., ČESÁNEK, J., KOŽMÍN, P.: Programování NC strojů. Plzeň: ZČU

VIGNER, M., ZELENKA, A., KRÁL, M.: Metodika projektování výrobních procesů. Praha: SNTL, 1984

JANDEČKA, K., ČESÁNEK, J., KOŽMÍN, P.: Programování NC strojů. Plzeň: ZČU, 2000.

Heidenhain iTNC 530 – uživatelská příručka.

STANĚK, J., NĚMEJC, J.: Metodika zpracování a úprava diplomových prací. Plzeň: ZČU, 2005.

MRÁZ Michal, Technologie výroby svařované součásti. Plzeň: ZČU, 2013

7 PŘÍLOHY

1. Výkres sestavy svařence
2. Výrobní výkresy jednotlivých pozic
3. NC programy
4. Ukázka přepravy Kettenschiene

Evidenční list

Souhlasím s tím, aby moje bakalářská práce byla půjčována k prezenčnímu studiu
v Univerzitní knihovně ZČU v Plzni.

Datum:

Podpis:

Uživatel stvrzuje svým podpisem, že tuto diplomovou (bakalářskou) práci použil ke studijním
účelům a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno	Fakulta/katedra	Datum	Podpis