



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

VÝROBA SOUČÁSTI „PŘÍHRADOVÝ NOSNÍK“ V MENŠÍ STROJÍRENSKÉ FIRMĚ

PRODUCTION OF THE "TRUSS BEAM" COMPONENT IN A SMALLER ENGINEERING COMPANY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Michal Šmerda

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Kalivoda

BRNO 2018

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav managementu
Student: **Michal Šmerda**
Studijní program: Ekonomika a management
Studijní obor: Ekonomika a procesní management
Vedoucí práce: **Ing. Milan Kalivoda**
Akademický rok: 2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Výroba součástí „Příhradový nosník“ v menší strojírenské firmě

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíl a metodika bakalářské práce
Teoretická východiska
Analýza stávajícího stavu
Kalkulace ceny výrobku
Návrhy na zefektivnění výrobního procesu
Technicko–ekonomické zhodnocení
Závěr
Seznam použitých zdrojů
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Studie zabývající se jednotlivými etapami výroby ve strojírenské firmě pro případ zakázkové výroby.

Základní literární prameny:

IMAI, M. Kaizen. 1. vyd. Brno : Computer Press, a. s., 2004. 272 s. ISBN 80-251-0461-3.

JUROVÁ, M. Organizace přípravy výroby. 1. vyd. Brno : CERM, s. r. o., 2009. 100 s. ISBN 978-8-214-3946-7.

KARPÍŠEK, Z. Matematika IV: Statistika a pravděpodobnost. 3. vyd. Olomučany : CERM, s. r. o., 2007. 170 s. ISBN 978-80-241-3380-9.

KOCMAN, K., PROKOP, J. Technologie obrábění. 2. vyd. Brno : CERM, s. r. o., 2005. 272 s. ISBN 80-214-3068-0.

LEINVEBER, J., VÁVRA, P. Strojnické tabulky. 3. vyd. Úvaly : ALBRA, 2006. 914 s. ISBN 80-736-033-7.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně dne 28.2.2018

L. S.

doc. Ing. Robert Zich, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá studií výroby příhradového nosníku v menší strojírenské firmě. Práce je rozdělena do několika částí. První část tvoří teoretická východiska, ve kterých jsou rozebrány vybrané ekonomické pojmy, pojmy z oblasti výroby a konkrétní strojírenské technologie. Část druhá obsahuje analýzu současného stavu. V části třetí je vytvořeno návrhové řešení obsahující kalkulaci ceny výrobku, návrh na zefektivnění výrobního procesu a technologicko-ekonomické zhodnocení.

Abstract

The bachelor thesis describes manufacturing of the "trussed beam" component in a small engineering company. This work is divided to several parts. The first part consists of theoretical points, which describes selected economic terms, terms about manufacturing and specific engineering technologies. Part two contains an analysis of the current state. In part three is created proposal solving, which including a product price calculation and proposal for streamlining production process and technological and economic evaluation.

Klíčová slova

výroba, malá firma, součást, analýza, konstrukce, výrobní proces, příhradový nosník

Keywords

manufacturing, small company, component, analysis, construction, manufacturing process, truss beam

Bibliografická citace

ŠMERDA, M. *Výroba součástí „Příhradový nosník“ v menší strojírenské firmě*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2018. 60 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Milan Kalivoda.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 16. května 2018

.....

podpis studenta

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat Ing. Milanu Kalivodovi z VUT v Brně, FSI za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

Současně tímto děkuji vedení firmy ARAPLAST spol. s r. o. za ochotu spolupráce, poskytnutí potřebných rad a materiálů k vypracování bakalářské práce.

Rád bych také poděkovat své rodině za podporu.

Dále bych chtěl poděkovat přátelům a spolužákům za podporu během studia.

OBSAH

ÚVOD	11
CÍLE A METODIKA PRÁCE	12
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA	13
1.1 Základní ekonomické pojmy	13
1.1.1 Podnikání	13
1.1.2 Podnikatel	13
1.1.3 Podnik	14
1.1.3.1 Znaký podniku	14
1.1.3.2 Velikost podniku	15
1.1.4 Firma	16
1.1.5 Kalkulace	16
1.1.6 Typový kalkulační vzorec	16
1.2 Základní pojmy v oblasti výroby	17
1.2.1 Výroba	17
1.2.2 Výrobní proces	18
1.2.3 Výrobní dávka	19
1.2.4 Výrobní kapacita	20
1.2.5 Řízení výroby	20
1.2.6 Návrh konstrukční přípravy výroby	20
1.3 Pojmy a definice použitých strojírenských technologií	22
1.3.1 Obrábění plazmovým paprskem	22
1.3.2 Ohýbání	22
1.3.3 Svařování	23
1.3.3.1 Základní pojmy svařování	24
1.3.3.2 MAG – MIG svařování	24

1.3.4	Žárové zinkování	24
2	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	26
2.1	Představení společnosti	26
2.1.1	Vedení společnosti	26
2.1.2	Předmět podnikání	26
2.1.3	SWOT analýza.....	26
2.1.3.1	Silné stránky	26
2.1.3.2	Slabé stránky	27
2.1.3.3	Příležitosti.....	27
2.1.3.4	Hrozby	28
2.2	Charakteristika výrobku	29
2.2.1	Charakteristika stávajícího typu příhradového nosníku.....	29
2.2.2	Charakteristika nově zaváděného výrobku	30
2.2.3	Funkční vlastnosti	31
2.3	Výrobní proces v podmínkách firmy	33
2.3.1	Materiálové položky	33
2.3.2	Výrobní proces.....	34
2.3.2.1	Výroba patních desek	34
2.3.2.2	Výroba polotovarů z ocelových trubek	35
2.3.2.3	Výroba vlnovce	36
2.3.2.4	Proces svařování	37
2.3.2.5	Zinkování.....	37
2.3.3	Kontrola jakosti.....	38
2.3.4	Bezpečnost práce	39
2.3.4.1	Pracoviště plazmového řezání	39
2.3.4.2	Pracoviště řezání trubek	40

2.3.4.3	Pracoviště ohýbání trubek	40
2.3.4.4	Svařovna	40
3	KALKULACE CENY VÝROBKU	41
3.1	Výpočet ceny použitého materiálu	41
3.2	Výpočet hmotnosti	43
3.3	Výpočet mzdových nákladů	44
3.4	Výpočty celkové kalkulace	45
4	NÁVRHY NA ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍHO PROCESU	47
4.1.1	Vybudování nových pracovních ploch pro svařovnu	47
4.1.2	Nákup výrobních zařízení do nové svařovací haly	48
4.1.3	Vybudování skladovacích prostor pro konstrukce	48
4.1.4	Vývoj nových konstrukcí	49
4.1.5	Zvýšení výrobní kapacity výroby konstrukcí	49
5	TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	50
	ZÁVĚR	53
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	54
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	57
	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	58
	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK	59
	SEZNAM POUŽITÝCH PŘÍLOH	60

ÚVOD

V současné době je vlivem inovací a technologických pokroků neustále rozvíjen sortiment s novými výrobky, které jsou následně nabízeny zákazníkům nebo nahrazeny za výrobky technologicky a technicky zastaralé. Jedním z takových výrobků je i součást příhradový nosník. Tato součást slouží jako nosná konstrukce pro velkoplošné dopravní značky, které jsou nejčastěji použity na dálnicích, rychlostních komunikacích, ale i ostatních komunikacích. Vzhledem k místu použití u něj dochází k technologickým vývojem a pokrokům, které by měly poskytnout lepší mechanické vlastnosti, stabilitu a především bezpečnost, která je vzhledem k místu použití tohoto nosníku klíčová, hlavně v případě, dojde-li k nárazu vozidla do této konstrukce. Z toho důvodu je třeba výrobek vyrábět dle předepsaných norem a předpisů, které jsou stěžejním krokem pro zařazení výrobku do užívání.

Bakalářská práce je rozdělena na 3 hlavní části – teoretickou, analytickou a návrhovou. Teoretická část popisuje vybrané ekonomické pojmy, pojmy z oblasti výroby a konkrétní technologie, pomocí kterých dochází k výrobě této součásti. V části analytické je menší seznámení s firmou ARAPLAST spol. s r.o., jelikož problematika práce je situována do prostředí této firmy. Součástí analytické části je i charakteristika stávajícího a nově zaváděného příhradového nosníku, charakteristika výrobního procesu a bezpečnost výroby při zhotovení této součásti. Návrhová část je tvořena kalkulací nového výrobku a návrhem na zefektivnění výroby v podmínkách firmy. Následně jsou tato řešení zhodnocena v technicko-ekonomickém zhodnocení.

Hlavní zdroje bakalářské práce vychází z ekonomické, výrobní a strojírenské tematiky, a také z cenných rad a již existujících interních dokumentů firmy ARAPLAST spol. s r.o. Tyto materiály poslouží ke zhotovení studie, která bude předložena managementu společnosti jako dokument pro zavádění výrobku do výroby.

CÍLE A METODIKA PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je vypracování studie zabývající se jednotlivými etapami výroby v menší strojírenské firmě specializující se na výrobu dopravního značení pro případ zakázkové výroby u nově vznikajícího výrobku. Konkrétně se jedná o podpěrnou konstrukci příhradový nosník. Pro dosažení vypracování dokumentu ohledně tohoto výrobku je nejprve výrobek v rámci analýzy současného stavu charakterizován a popsán celý výrobní proces této součásti v reálných podmínkách firmy, kde je důležitá také kontrola jakosti a dodržování bezpečnosti práce. Součástí studie je také stanovení předběžných nákladů na výrobek a stanovení ceny součásti, za kterou by součást mohla být nabízena na trhu zákazníkům. Vzhledem k podmínkám, ve kterých by měla být součást vyráběna je navrženo zefektivnění výrobního procesu, které by mohlo pomoci zrychlit výrobu a zvýšit produktivitu výroby. Toto zhodnocení jak ekonomické, tak technické je definováno na závěr studie. Předpokladem bakalářské práce je použití informací a údajů z tohoto dokumentu při zavádění výrobku do výroby ve firmě.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Cílem teoretické části je seznámení s důležitými pojmy, které se vztahují k této bakalářské práci. Nejprve jsou definovány ekonomické pojmy, následně pojmy z oblasti výroby a charakteristika vybraných strojírenských technologií týkající se této práce.

1.1 Základní ekonomické pojmy

V základních ekonomických pojmech jsou obecně definovány pojmy, které je třeba znát v souvislosti s ekonomickými tématy v této bakalářské práci. Jedná se o objasnění pojmů, co je to podnikání, podnikatel, podnik a firma.

1.1.1 Podnikání

Podnikání definujeme jako samostatnou, soustavnou činnost, prováděnou podnikatelem vlastním jménem, na vlastní odpovědnost, za účelem dosažení zisku [1, s. 7].

Chce-li fyzická nebo právnická osoba podnikat, je třeba mít podnikatelskou příležitost. Podnikatelská příležitost je taková situace, ve kterých může podnikatel zavést nové zboží, služby, suroviny a organizační metody na vyšší úrovni, než jsou jejich výrobní náklady [2, s. 221].

1.1.2 Podnikatel

„Podnikatel je ten, kdo samostatně vykonává na vlastní účet a odpovědnost výdělečnou činnost živnostenským nebo obdobným způsobem se záměrem činit tak soustavně za účelem dosažení zisku, je považován se zřetelem k této činnosti za podnikatele. Za podnikatele se považuje osoba zapsaná v obchodním rejstříku.“ [3]

Podnikatelé jsou považováni podle R. Goffee a R. Scase za riskantní osoby a inovátory, kteří odmítají relativní bezpečnou zaměstnanost v organizacích a mají tendenci vytvářet bohatství a hromadit kapitál. Jedná se o oživení hospodářství založené na úsilí a ambicích [4, s. 27].

1.1.3 Podnik

Podnik je vymezen jako ekonomicky a právně samostatná jednotka, která existuje za účelem podnikání. S ekonomickou samostatností, která je projevem svobody v podnikání, souvisí odpovědnost vlastníků za konkrétní výsledky podnikání. Právní samostatností rozumíme možnost podniku vstupovat do právních vztahů s jinými subjekty, uzavírat s nimi smlouvy, ze kterých pro něj vyplývají jak práva, tak povinnosti [5, s. 35].

1.1.3.1 Znaký podniku

„Ve světové odborné literatuře se setkáváme s různými definicemi podniku. E. Gutenberg charakterizoval podstatu podniku třemi všeobecnými znaky, nezávislými (indiferentními) na uplatňovaném hospodářském systému, a třemi specifickými znaky.“
[5, s. 35]

Všeobecné znaky podniku:

- **Kombinace výrobních faktorů** – jednotka je podnikem, v níž se účelné kombinují faktory (práce, stroje, zařízení, zásoby apod.) vzhledem k požadovanému výstupu podniku [5, s. 35-36].
- **Princip hospodárnosti** – vyjadřuje snahu podniku pracovat co nejhospodárněji:
 - maximalizací výstupu;
 - minimalizací vstupu;
 - optimalizací vztahu mezi vstupy a výstupy [5, s. 35-36].
- **Princip finanční rovnováhy** – projevuje se ve schopnosti podniku plnit své platební povinnosti (v dané výši a v daných termínech) [5, s. 35-36].

Specifické znaky podniku:

- **Princip soukromého vlastnictví** – vyjadřuje převažující vlastnickou formu. Jejím důsledkem je, že majitel – vlastník podniku si vyhrazuje právo přímo nebo nepřímo se zúčastňovat na řízení podniku [5, s. 35-36].
- **Princip autonomie** – vyjadřuje svobodu a nezávislost podnikatelské činnosti, která je řízena tržními vztahy bez direktivních zásahů státu [5, s. 35-36].

- **Princip ziskovosti** – hovoří o bezpodmínečnosti (nutnosti) zisku jako výsledku podnikatelské činnosti a zároveň o tendenci k maximalizaci zisku ve vztahu k vloženému kapitálu [5, s. 35-36].

1.1.3.2 Velikost podniku

Kritéria pro rozdělení podniků dle velikosti určuje Zákon č. 563/1991 Sb., o účetnictví, který rozděluje podniky do jednotlivých kategorií účetních jednotek:

- *„Mikro*
 - a) *aktiva celkem 9 000 000 Kč,*
 - b) *roční úhrn čistého obrátu 18 000 000 Kč,*
 - c) *průměrný počet zaměstnanců v průběhu účetního období 10. [6]*
- *Malá*
 - a) *aktiva celkem 100 000 000 Kč,*
 - b) *roční úhrn čistého obrátu 200 000 000 Kč,*
 - c) *průměrný počet zaměstnanců v průběhu účetního období 50. [6]*
- *Střední*
 - a) *aktiva celkem 500 000 000 Kč,*
 - b) *roční úhrn čistého obrátu 1 000 000 000 Kč,*
 - c) *průměrný počet zaměstnanců v průběhu účetního období 250. [6]*
- *Velká*

Za velký podnik je považovaný podnik, který překračuje výše zmiňovaná kritéria. “

Pro splnění podmínek je třeba, aby k rozvahovému dni nebyly překročeny alespoň 2 z uvedených hraničních hodnot [6].

1.1.4 Firma

„Obchodní firma je jméno, pod kterým je podnikatel zapsán do obchodního rejstříku. Podnikatel nesmí mít více obchodních firem. Ochrana práv k obchodní firmě náleží tomu, kdo ji po právu použil poprvé.“ [3]

1.1.5 Kalkulace

Kalkulaci lze stručně definovat jako nástroj pro propočet nákladů, přínosu, zisku, resp. jiných finančních veličin za výrobek, práci nebo službu či jinak naturálně (věcně) vyjádřený výkon [7, s. 126-127].

Potřeba kalkulačí vzešla především ze snahy dopředu určit cenu vyráběného a prodávaného zboží tak, aby firma prodejem uhradila své náklady, a ještě dosáhla určitého (předem stanoveného) zisku. Kalkulace umožňuje ovlivňovat hospodářský výsledek podniku, zda-li je firma výdělečná nebo prodělává [8, s. 39] [7, s. 126-127].

1.1.6 Typový kalkulační vzorec

Pro stanovení kalkulační výkonu se využívá kalkulační vzorec, na jehož základě ze struktury kalkulačních položek a jejich uspořádání se vypočítá cena výkonu. V kalkulačním vzorci jsou zahrnuty přímé a nepřímé (režijní) náklady [9, s. 131].

Typový kalkulační vzorec

1. Přímý materiál
2. Přímé mzdy
3. Ostatní přímé náklady
4. Výrobní (provozní) režie
= **Vlastní náklady výroby**
5. Správní režie
= **Vlastní náklady výkonu**
6. Odbytová režie
= **Úplné vlastní náklady výkonu**
7. Zisk
= **CENA VÝKONU** [9, s. 131]

1.2 Základní pojmy v oblasti výroby

V rámci oblasti výroby je třeba definovat, co to vůbec výroba je, a jak ji lze členit dle různých faktorů. Součástí této podkapitoly je také objasnění pojmů vzájemných se na výrobu jako jsou výrobní proces, výrobní dávka a výrobní kapacita. U výroby je také důležité její řízení, které je součástí této podkapitoly a následně definování kalkulace, která je nezbytnou součástí při plánování výroby.

1.2.1 Výroba

Výroba je srdcem každého podniku, ať už výrobu chápeme jakkoli. Díky tomu je nutné výrobu pečlivě plánovat (krátkodobě i dlouhodobě). Ve výrobě lze vysledovat výrobní program a výrobní proces, přičemž tyto činnosti je také nutné analyzovat a plánovat [10, s. 13].

Pojmem výroba lze chápat podnikovou funkci, představovanou procesem, jehož cílem je transformace (přeměna) vstupních zdrojů (statků) na výsledný produkt [10, s. 13-14]. Jedná se o proces, který tvoří centrální oblast výrobního podniku. Výroba mění na základě předpokládaných výkonů objekty, které byly zajištěny nákupem a které jsou pomocí odbytu zprostředkovány odběrateli. Výsledkem výroby jsou takové výrobky a služby, které je možné prodat a jejich prostřednictvím dosáhnout zisku a uspokojení konkrétní lidské potřeby [7, s. 99] [9, s. 252-253].

„Výroba je základní fází hospodářského procesu – základní proto, že pokud nevyrobíme, nemáme co rozdělovat, směřovat ani spotřebovávat.“ [7, s. 97]

„Výroba může být také pochopena jako:

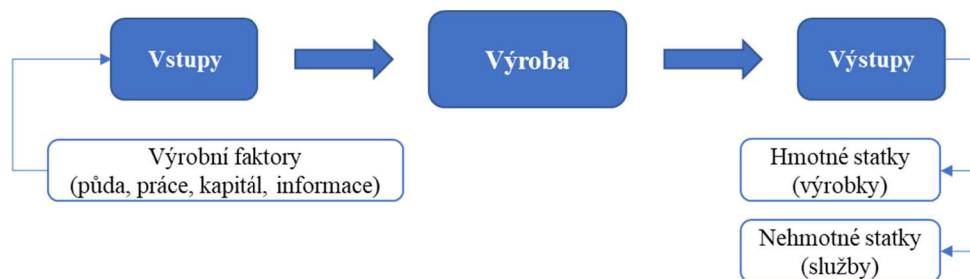
- *oblast řízení mezi nákupem a odbytem,*
- *označení hmotného zboží,*
- *označení oblasti hospodářství.“* [11]

Aby podnik mohl vyrábět, musí si položit 3 základní ekonomické otázky, které může získat činností marketingu:

- Co? – jaké zboží, služby, v jakém množství se bude vyrábět
- Jak? – jakým způsobem bude vyrábět
- Pro koho? – kdo bude produkované statky využívat? [12, s. 10]

V rámci výroby vstupují do podniku omezené zdroje ve formě základních výrobních faktorů, které jsou transformovány ve výrobním procesu na výstupy. Za základní výrobní faktory se považuje:

- **Půda** – souhrnné označení pro přírodní zdroje [12, s. 11].
- **Práce** – uvědomělá lidská činnost, kterou lidé směřují (nabízí a prodávají) za mzdu [12, s. 11].
- **Kapitál** – kapitál je výsledkem uvědomělé lidské činnosti. Kapitál byl vyroben za účelem produkce dalších služeb a výrobků. Lze jej rozdělit na fyzický (stroje, zařízení, budovy) a finanční (finanční prostředky v hotovosti, běžném účtu apod.) [12, s. 11].
- **Informace** – jako každý výrobní faktor má svoji cenu. Nejdůležitějším faktorem je pravost a správnost informace. Problém, který u informace nastává je rychlá ztráta hodnoty v důsledku zastaralosti [7, s. 13].



Obr. 1: Schéma vstupů a výstupů, zdroj: vlastní tvorba dle [12, s. 11]

1.2.2 Výrobní proces

Výrobní proces je činnost, která se podílí na výrobě určitého statku nebo služby. Začíná vložení informací a materiálu, děje se za použití určité technologie. Výrobní proces se dělí podle určitých kritérií [11, s. 5]:

- Z hlediska vztahu jednotlivých činností k hlavnímu výrobnímu procesu;
- jaká je povaha technologického procesu;
- podle velikosti objemu a opakovatelnosti výroby;
- časový průběh, jak výroba probíhá v čase [11, s. 5-8].

Výrobní proces lze členit podle několika pohledů. Mezi jeden z pohledů patří členění dle stupně mechanizace. Zde je výrobní proces rozčleněn na ruční výrobu,

kteřou vykonává člověk, výrobu mechanizovanou, při které práci vykonává stroj, který řídí člověk a výrobu automatizovanou, při které dochází k vykonání práce pomocí stroje bez zásahu lidské ruky [7, s. 98-99].

Vzhledem k situaci, že podniky vyrábí různé množství kusů výrobků jednoho druhu je třeba výrobu rozdělit na výrobu kusovou, sériovou a hromadnou. Kusová výroba představuje jeden nebo několik málo kusů určitého druhu výrobku a velkou rozmanitost vyráběných druhů. Výrobou sériovou dochází k výrobě většího množství výrobků jednoho druhu v menším množství vyráběných druhů. Charakteristika výroby hromadné spočívá ve vyrábění velkého množství jednoho druhu výrobku (případně v několika typových obměnách). Tento typ výroby je využíván nejčastěji u spotřebního průmyslu [7, s. 99].

Výstupem výrobního procesu je výrobek, který vzniká určitým výrobním postupem, který se skládá ze sledu přesně stanovených operací. Mezi základní výrobní procesy patří:

- **Hlavní výroba** – její výstupy tvoří hlavní náplň podniku.
- **Vedlejší výroba** – výroba polotovarů, náhradních dílů.
- **Doplňková výroba** – její výstupy vznikají využitím a zpracováním odpadu z hlavní a vedlejší výroby, může jít také o využití volné výrobní kapacity.
- **Přidružená výroba** – liší se charakterem výroby od již uvedených výrob [9, s. 252].

Mimo základní procesy probíhají v podniku také procesy pomocné (výroba speciálního nářadí, údržba strojů a budov, výroba energie) a procesy obslužné (skladování, doprava, balení, kontrola) [9, s. 252].

1.2.3 Výrobní dávka

Výrobní dávku lze definovat jako množství výrobků, které jsou současně zadávány do výroby nebo odváděny z výroby. Jsou opracovávány v těsném časovém sledu nebo současně s jednorázovým konstantním vynaložením nákladů na přípravu a zakončení operace. Na výrobní dávku je společně vydáván materiál nebo polotovary. Výrobní dávka je zároveň jako celek evidována v průběhu celého výrobního procesu [9, s. 253].

„Minimální velikost výrobní dávky je taková výrobní dávka, při níž je ekonomicky únosné danou výrobní technologií realizovat.“ [9, s. 253]

Optimální velikost dávky je taková velikost výrobní dávky, při níž je součet všech nákladů připadajících na jednotku produkce minimalizován [9, s. 253].

1.2.4 Výrobní kapacita

„Výrobní kapacita podniku je maximální objem produkce, který lze vyrobit při dané technologické a organizační úrovni výroby za dané období. Je dána kvantitou, kvalitou a alokací (rozdělením) vnitřních zdrojů systému výroby (pracovních prostředků a pracovních sil), strukturou výrobního programu, technickou úrovní a náročností výrobků (složitost, členitost apod.), technologickou úrovní výroby a kvalitou všech základních funkcí norem řízení.“ [9, s. 255]

„Zdroje výrobní kapacity výrobního zařízení:

- *druh výrobního zařízení (profesní skladba, výkon, provozní stav),*
- *počet jednotek výrobního zařízení,*
- *využitelný časový fond jednotek výrobního zařízení za určité časové období (nejčastěji kalendářní rok).“ [9, s. 255]*

„Nároky na zdroje výrobní kapacity určuje výrobní program a normy času na provedení předepsaných technologických operací.“ [9, s. 255]

1.2.5 Řízení výroby

Správné řízení výroby by mělo mít výrobu způsobilou zajistit požadovanou kvalitu, otevřenou neustálému snižování nákladů, kapacitně vyhovující, organizovanou tak, aby byla zajištěna potřebná přizpůsobivost, zajištěnou elementárními výrobními faktory na požadované úrovni, vybavenou vhodnou technologií, dostačující požadované produktivity a inovativní [9, s. 253].

1.2.6 Návrh konstrukční přípravy výroby

Výsledek konstrukční přípravy výroby tvoří konstrukční dokumentace, někdy také uváděno projekt, která obsahuje následující dokumenty: [13, s. 26]

- **Výrobní výkresy** – stanovují tvar, jakost a uspořádání komponentů výrobku. Společně s technologickými postupy a konstrukčním kusovníkem tvoří technickou dokumentaci, z níž vychází další dokumenty přípravy výroby. Konstruktor může využít při návrhu nového výrobku některých forem standardizace a práce s IT produkty např. CAE, CAD [13, s. 27].
- **Konstrukční kusovník** – dokument sloužící jako podklad k výrobnímu plánování a kompletaci výrobku. Jedná se o soupis všech komponent, součástí, montážních jednotek a materiálů, které vstupují do výrobku. Bývá uspořádán podle montážního hlediska [13, s. 29].
- **Technické podmínky** – definováním funkčních vlastností výrobku a metodami zkoušení technickoekonomických parametrů se určuje jakost výrobku. Dále stanovují provedení výrobku, způsob balení a skladování, náhradní díly a příslušenství dodávané s výrobkem. Stanovují také návod k uvedení do provozu, obsluhu a údržbu pro správné využívání výrobku [13, s. 30].
- **Patenty** – zajišťují pro daný výrobek průmyslově právní ochranu. Důležité je také ověření patentové čistoty výrobku (zda nebylo použito průmyslově chráněných vzorů). Patenty mohou být předmětem licenčních obchodů, proto je průmyslově právní ochrana nového výrobku velice důležitá [13, s. 30].
- **Katalog náhradních dílů** – umožňují rychle vyhledat, objednat a dodat požadovaný díl. Katalog obsahuje skladové číslo každého dílu a komponenty.
- **Výpočtové listy** – tvoří doklad pro ověření funkčních vlastností výrobku, dosahovaných technicko ekonomických parametrů a dimenzování součástí výrobků v případech, kdy dochází k nesplnění některých konstrukčních záměrů [13, s. 30].
- **Konstrukční kniha** – obsahuje záznamy o průběhu konstrukčních prací a o nových poznatcích na výrobku. Slouží k využití získaných zkušeností, aby nedocházelo k opakování chyb z minulosti. Díky záznamům o průběhu prací je možno zpřesňovat normativy konstrukčních prací a tím zkvalitnit plánování zakázek nebo výrobu na sklad [13, s. 30].
- **Schvalovací protokol o vyzkoušení a upravení prototypu** – doklad sloužící v kladném případě k potvrzení úspěšného dokončení vývoje výrobku. Na tomto

základě se uděluje souhlas k zahájení prací na technologické přípravě výroby [13, s. 30].

1.3 Pojmy a definice použitých strojírenských technologií

V této podkapitole jsou zmíněna teoretická východiska jednotlivých použitých strojírenských technologií, které jsou použity k výrobě příhradového nosníku.

1.3.1 Obrábění plazmovým paprskem

Obrábění plazmovým paprskem patří do nekonvenčních metod paprskové technologie obrábění, které nepoužívá standardní řezný nástroj, u kterého lze definovat pracovní části nebo nástrojové úhly. Při tomto typu obrábění se netvoří tříska. Obráběný materiál je postupně odtavován, odpařován a rozprašován paprskem plazmy, který vystupuje vysokou rychlostí z plazmového hořáku [14, s. 61] [15, s. 9].

Plazma – jedná se o elektricky vodivý stav plynu obsahující směs volných elektronů, pozitivně nabitých iontů a neutrálních atomů. Tvoří se ohřevem plynu na vysokou teplotu, elektrickým obloukovým výbojem mezi dvěma elektrodami (nejčastěji užívaný způsob – katodou je wolframová elektroda, anodou řezaný materiál), nebo působením koncentrovaného svazku iontů. Dosahuje teploty od 10 000 °C až 30 000 °C [14, s. 61] [15, s. 9].

1.3.2 Ohýbání

Ohýbání představuje proces tváření, při kterém dochází k trvalé deformaci materiálu do různého úhlu ohybu s menším nebo větším zaoblením hran. K ohýbání se používají jako nástroje ohýbadla, skládající se z ohybníku a ohybnice. Vzniklým výrobkem je výlisek ohybek [16].

Ohnutí tělesa do žádoucího tvaru využívá stejných zákonů plasticity, jako ostatní způsoby tváření – překročením meze kluzu se dosáhne oblasti plastické deformace. Plastická deformace je doprovázena elastickou deformací. Po průřezu je to pružně plastická deformace, která má různý průběh od povrchu materiálu k neutrální ose. Ohýbat lze volně nebo v pevném nástroji [16].

1.3.3 Svařování

Jedná se o technologický proces, kterým se trvale vytváří nerozebíratelné spojení dvou či více dílů ze stejných nebo různých materiálů pomocí soustředěného tlaku nebo tepla i jejich kombinace. Součásti jsou většinou z hutních polotovarů, ale i výkovků a odlitků. Svařování umožňuje spojovat jak kovové, tak nekovové materiály podobných i různých mechanických a fyzikálně-chemických vlastností. Materiály vhodné ke svařování musí mít dobrou svařitelnost. Pro svar je charakteristická tavná lázeň v místě svaru, která po ztuhnutí součásti spojí nerozebíratelným spojem [17, s. 1] [18, s. 3].

„Na vytvoření kvalitního svaru má zejména vliv:

- *vhodně zvolený materiál,*
- *volba metody svařování,*
- *druh a velikost zvoleného svaru,*
- *délka svaru, počet svarů,*
- *způsob svařování,*
- *vlastnosti elektrod a přídavného materiálu,*
- *rychlost chlazení svaru,*
- *atmosféra, ve které se svařuje apod.“ [17, s. 2]*

„Výhody svarových spojení:

- *trvanlivost,*
- *vysoká pevnost,*
- *těsnost.“ [17, s. 2]*

„Nevýhody svarových spojení:

- *potřeba kvalifikovaných pracovníků,*
- *změna struktury a mechanických vlastností svarového spoje,*
- *vznik vnitřního pnutí a deformace.“ [17, s. 2]*

Základní rozdělení svarů:

„Koutový – používají se v případě, kdy svařované díly svírají pravý úhel. Jsou jednostranné nebo oboustranné a používají se do tl. 3 mm.

Tupý – svařovaný materiál se u těchto svarů musí před svařováním vhodně upravit do určitého tvaru. Přehled těchto svarů lze nalézt v ČSN nebo Strojnických tabulkách.“
[17, s. 4]

1.3.3.1 Základní pojmy svařování

„Navařování – nanášení roztaveného kovu na konkrétní součást pro zvýšení objemu, změnu vlastností, opravu opotřebené či vylomené části apod.

Základní materiál – materiál, který se svařuje nebo navařuje.

Přídavný materiál – materiál přidávající se do svarové lázně.

Svarový kov – kov odtavený z přídavného materiálu bez promísení se základním materiálem.

Svarový kov spoje – kov odtavený z přídavného materiálu promísený se základním materiálem.“ [17, s. 2]

1.3.3.2 MAG – MIG svařování

U MAG (Metal Aktiv Gas) se jedná o svařování v ochranných atmosférách plynů tavící se elektrodou při použití aktivních plynů – oxidu uhličitého (CO₂) a směsi plynů a MIG (Metal Inert Gas) svařování tavící se elektrodou v ochranné atmosféře při použití inertních (nereaktivních) plynů – argon (Ar), helium (He). Elektrický oblouk hoří mezi holým přídavným materiálem v podobě drátu a základním svařovaným materiálem [18, s. 12-13].

1.3.4 Žárové zinkování

Jde o metalurgický proces, při kterém se vytváří na ocelovém nebo železném dílu povlak vzájemnou reakcí základního materiálu výrobku se zinkovou taveninou v lázni. Jde o nejběžněji používaný způsob protikorozní ochrany. Při kontaktu oceli se zinkem na povrchu proběhne vzájemná reakce a dojde ke vzniku slitinové fáze železo-zinek. Na tloušťku a vzhled povlaku má vliv způsob tuhnutí a reakce, které mohou ovlivnit celé řady faktorů (např. složení materiálu, teplota roztaveného zinku, doba ponoru atd.). Žárové zinkování se provádí většinou v ocelových vanách při teplotě 450 až 470 °C.

Před ponořením výrobku z oceli do zinkovací lázně je třeba z povrchu ocelí mechanicky odstranit různé nečistoty [19, s. 12-13].



Obr. 2: Žárové zinkování, zdroj: [24]

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

2.1 Představení společnosti

Bakalářská práce je vypracována v prostředí firmy ARAPLAST spol. s r. o. sídlící v Doubravici nad Svitavou. Společnost působí na trhu strojírenského průmyslu od října roku 1991, kdy začala vyrábět v objektech stávajícího zemědělského družstva. Od té doby se společnost neustále ekonomicky a technologicky rozvíjí. S tím souvisí i neustálý růst produkce, který pouze zbrzdila celosvětová ekonomická krize v letech 2008 až 2011 [20].

2.1.1 Vedení společnosti

Chod společnosti je veden dvěma jednateli a jedním společníkem, kteří tvoří vrcholový management společnosti. Hlavním jednatelem společnosti je Ing. Jan Cvetler [20].

2.1.2 Předmět podnikání

Společnost se specializuje na výrobu dopravního značení pro Českou a Slovenskou republiku, jeho příslušenství a veškerého materiálu, který s produkty dopravního značení souvisí. Zároveň s rozvíjejícím se počtem staveb na železnici se společnost začala orientovat také na dodávku značení na železnice a informační značení pro železniční stanice.

V posledních letech došlo k rozšíření výroby o výrobu podpěrných ocelových konstrukcí pro velkoplošné dopravní značky [20].

2.1.3 SWOT analýza

Při fungování společnosti působí na firmu různé interní a externí faktory, které mohou ovlivnit chod společnosti a mohou mít vliv na její působení na trhu. Na základě této analýzy jsou níže definovány konkrétní příklady.

2.1.3.1 Silné stránky

Finanční stabilita – dle koeficientu samofinancování, vyjadřujícího finanční nezávislost firmy a schopnost krýt potřeby z vlastních zdrojů, dosáhl koeficient dle Výroční zprávy

firmy za rok 2016 hodnoty 96,5 %. V roce 2015 činila tato hodnota 92,9 %. Společnost je tedy vysoce finančně nezávislá [21, s. 5].

Volné prostory pro rozšíření objektů – společnost disponuje volnými pozemky v areálu firmy, na kterých lze v budoucnu vybudovat další výrobní objekty, které mohou pomoci ke zvýšení možností firmy a výrobní kapacity.

Přístup k zákazníkovi – maximální vyhovění objednavce a potřebám zákazníka je jedním z hlavních cílů společnosti, jelikož většina výrobků musí být vyrobena dle konkrétních parametrů a požadavků, aby mohly být použity v terénu. Základem je komunikace se zákazníkem, který může přímo své požadavky konzultovat s vedoucím výroby nebo si může vybrat výrobek z firemního katalogu. Jako katalog slouží e-shop, na kterém zákazník nalezne veškerý sortiment výrobků.

2.1.3.2 Slabé stránky

Zakázková výroba – pro společnost představuje do značné míry slabou stránku zakázková výroba, jelikož je podstatná specializace na konkrétní požadavek zákazníka. Společnost tak nemusí využít veškerou výrobní kapacitu, kterou by využila při výrobě výrobků na sklad, které by dále prodávala svým zákazníkům.

Absence informačního systému – společnost nedisponuje přehledným interním informačním systémem, ve kterém by byla vedena veškerá potřebná data, ze kterých by pověření zaměstnanci čerpali informace pro svoji činnost. Veškeré evidence jsou vedeny u konkrétních zaměstnanců, kteří mají činnosti na starost. To má za důsledek občasné nesrovnalosti při výrobě, které společnost stojí čas a peníze související s výrobou neshodného výrobku a jeho opravou nebo při problémech s dodávaným materiálem nebo s informacemi o množství materiálu na skladě.

2.1.3.3 Příležitosti

Rozšiřování sortimentu o nové výrobky – vzhledem k neustále se rozvíjejícím požadavkům od zákazníků, pracuje společnost na možnostech výroby nových výrobků, které by splnily požadavky zákazníka. Společnost také může nakupovat nové zboží od jiných výrobců a dále jej nabízet svým zákazníkům. Nové výrobky je však třeba

podrobit speciálním zkouškám, které provádí akreditované zkušebny a před uvedením na trh musí být nový výrobek schválen Ministerstvem dopravy.

Cílení na nové zákazníky – s neustále se rozvíjícím počtem veřejných i soukromých zakázek, výrobou nových výrobků nebo prodejem zboží se společnost stále více dostává do podvědomí odborné veřejnosti. To může přivést do firmy nové zákazníky, kteří mohou společnosti vnést nové požadavky, které po zapracování do výrobního procesu mohou v konečném důsledku zapůsobit na širší segment zákazníků.

2.1.3.4 Hrozby

Závislost na veřejných zakázkách – většinu objemných zakázek, na které společnost dodává výrobky a zboží tvoří veřejné zakázky, které společnost získá na základě soutěže. Jedná se o dodávky na stavby a opravy nových komunikací, dálnic či železniční stavby. Riziko v tomto případě představuje závislost na těchto stavbách kvůli velkému objemu dodávaných výrobků a zboží. Bez těchto zakázek by společnost neprodukovala takové množství výrobků ročně, jako je tomu doposud. Další problém představují i značné změny v objednávkách na tyto stavby, a především hlavním problémem je častá poptávka po výrobcích za cenu na hranici nebo pod výrobními náklady, což společnost často nutí k přenechání zakázky jiné společnosti z důvodu nevýhodnosti.

Závislost na počasí – dodávky výrobků a služeb jsou z větší části závislé na stavebnictví, což vede ke značné diferenci v produkci výrobků během roku. Zatímco v zimní období, kdy je na většině staveb pozastavena činnost vzhledem k počasí, je produkce na minimu, v období duben až listopad je výroba na maximu. V letním období mnohdy společnost musí hledat brigádníky do výroby, aby včas vyrobila a dodala výrobky k zákazníkům, kdežto v období přibližně od prosince do března není výroba tak vytížena a mnohdy se potýká s nedostatkem práce. V tomto období probíhá hlavně údržba a opravy výrobních zařízení.

Legislativní změny – představují vysokou hrozbu pro společnost, jelikož veškeré nabízené výrobky musí být schváleny dle platné legislativy a být certifikovány. To přináší velkou zátěž jak po stránce administrace, tak i po stránce finanční, protože certifikace nových výrobků vyžaduje značné finanční náklady.

Konkurenční firmy – na trhu působí již řada firem, které se specializují na výrobu nebo prodej stejného sortimentu. Z tohoto důvodu je společnost mnohdy vystavena riziku, kdy musí snížit cenu svých výrobků, aby odolala náporu konkurence. To má za důsledek hledání nových dodavatelů, kteří nabízejí levnější materiál nebo zboží a nutí společnost neustále snižovat náklady na výrobu.

2.2 Charakteristika výrobku

Příhradový nosník je podpěrná konstrukce. Tvoří systém nesoucí dopravní i jiná zařízení umístěvaná u pozemních komunikací [22, s. 8]. Systém příhradového nosníku slouží hlavně pro instalaci velkoplošných dopravních značek nebo reklamních panelů na pozemních komunikacích. „*Podpěrná konstrukce příhradový nosník musí být zkoušena zatížením odpovídajícím nejvyššímu návrhovému zatížení s ohledem na hmotnost a, pokud je to kritické, na plochu nebo jiné rozměry.*“ [22, s. 13]

Typ a výška konstrukce vychází z velikosti velkoplošné dopravní značky a výšky osazení nad terénem. Tento typ příhradového nosníku nahrazuje doposud používané ocelové válcované I profily, které neodpovídají novým standardům a bezpečnostním normám. V současnosti se již vyrábí a používají příhradové nosníky klasické konstrukce tvořené dvěma sloupky spojenými vlnovcem. Konstrukce tohoto typu vyhovují z hlediska bezpečnosti, ale nejsou vhodné pro některé specifické případy osazování menších velkoplošných značek. Proto byl navržen nový typ trojbokého příhradového nosníku, jehož konstrukce umožňuje pro osazení dopravních značek použít pouze jeden nosník.

2.2.1 Charakteristika stávajícího typu příhradového nosníku

Konstrukce stávajícího příhradového nosníku je tvořena dvěma tenkostěnnými ocelovými trubkami $\varnothing 60,3 \times 2$ mm, na jejichž koncích jsou navařeny patní desky. Trubky jsou spojeny vlnovcem. Vlnovec představuje ohýbanou ocelovou trubku $\varnothing 30 \times 2$ mm. Délka vlnovce se určuje na základě velikosti příhradového nosníku. Vlnovec musí být ohnut v rozteči 880 mm pod úhlem ohybu 57° . Konce vlnovce jsou zaříznujy pod takovým úhlem, aby bylo možné je bezproblémově svařit s nosnými trubkami. V místě ohybu vlnovce vzniknou body, tzv. styčné uzly, které se dotýkají trubek, a na kterých je vlnovec spojen 3 mm koutovým svarem s ocelovými trubkami. Spodní část nosníku tvoří čtvercové patní desky rozměr 160 mm, vyrobené z ocelového plechu

tloušťky 10 mm. V patních deskách jsou čtyři otvory \varnothing 20 mm. Ve středu patní desky je navíc technologický otvor o \varnothing 20 mm, sloužící pro bezproblémové pozinkování vnitřní strany trubek. Po svaření jednotlivých částí je konstrukce pozinkována a připravena k použití v terénu.

Nosníky se v terénu montují na zabetonované základové koše, jejichž součástí jsou kotevní šrouby M16, které po zabetonování vyčnívají z betonu. Pro zachování bezpečnosti je nutné dodržet minimální stanovenou rozteč nosníků 1800 mm. Na tyto šrouby se pak nosníky montují pomocí matic a podložek. Pro zvýšení životnosti spojovacího materiálu se na matice nasazují plastové krytky. Na konce nosných trubek se instalují krycí plastová víčka.

Tyto nosníky se vyrábí s roztečí 500, 880 a 1000 mm. Vhodný typ nosníku a délka se volí na základě rozměrů velkoplošné značky a jejího umístění v terénu.

Náhled výkresové dokumentace je obsažen v příloze 1.

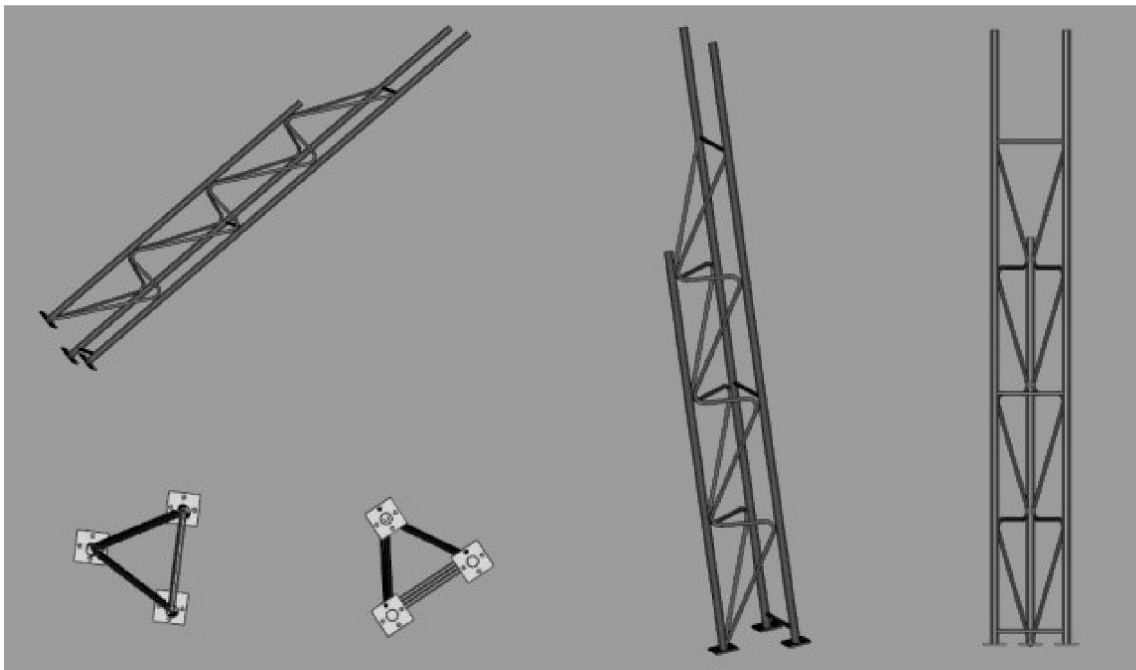
2.2.2 Charakteristika nově zaváděného výrobku

Nově zaváděný příhradový nosník je podpěrná konstrukce tvořící tři nosné tenkostěnné ocelové trubky o \varnothing 60,3x2 mm spojené dvěma vlnovci do tvaru rovnostranného trojúhelníka, kdy přední část tvoří 2 nosné ocelové trubky a zadní část jedna nosná ocelová trubka. Na spodních částech ocelových trubek jsou navařeny patní desky. Přední ocelové trubky jsou spojeny se zadní částí vlnovcem. Vlnovec, stejně jako v případě klasického příhradového nosníku, je ohýbaná ocelová trubka o \varnothing 30x2 mm, která je ohnuta v roztečích po 880 mm pod úhlem ohybu 57° . Na ohnutých částech vzniknou body, tzv. styčné uzly, které se dotýkají obou trubek. Styčné uzly slouží ke spojení trubek 3 mm koutovým svarem na každém styčném uzlu. Dvě přední ocelové trubky nejsou spojeny vlnovcem, nýbrž ocelovou trubkou, která je svařena kolmo k oběma nosným trubkám nad patními deskami a její délka činí 440 mm a je \varnothing 30x2 mm. Spojovací trubka se vždy navaří ve spodní, střední a horní části konstrukce. Spodní, kotvící část tvoří 3 ocelové patní desky, které stejně, jako v případě klasického příhradového nosníku, mají čtvercový tvar rozměr 160 mm a výšce 10 mm. V patních deskách jsou čtyři montážní otvory \varnothing 20 mm a ve středu jeden technologický otvor. Jednotlivé části se následně svaří do jedné konstrukce a celý tento systém je pozinkován.

Tyto nosníky se v terénu montují obdobně jako klasické, tzn. na zabetonované základové patky s kotevními šrouby. Na matice po montáži se nasadí plastové krytky a na konce trubek plastová víčka. Pro osazení velkoplošné značky stačí pouze jeden nosník, který se umísťuje do středu značky.

Nosníky mají pouze jednu rozteč – 500 mm a jejich délka se volí dle velikosti velkoplošné značky a jejího umístění nad terénem.

Náhled výkresové dokumentace je obsažen v příloze 2.



Obr. 3: 3D vizualizace nového příhradového nosníku, zdroj: [20]

2.2.3 Funkční vlastnosti

Hlavní smysl zavedení příhradových nosníků spočívá v ochraně pasažérů v případě nárazu automobilu. Jakmile dojde ke kolizi s příhradovým nosníkem, je tento systém schopen se po nárazu ustříhnout ve svaru mezi patními deskami a ocelovými tenkostěnnými nosnými trubkami, čímž dojde k odmrštění příhradového nosníku včetně velkoplošné dopravní značky či reklamního panelu za vozidlo, tím se rapidně sníží škody na vozidle a zdraví osob nacházejících se v automobilu.

Pro posouzení odpovídajících funkčních vlastností probíhají na nově vyvinutých podpěrných zařízeních, mezi které příhradový nosník spadá, crash testy na uzavřených testovacích drahách, kde dochází k simulaci reálné situace a následnému posouzení

způsobilosti a analýze funkčnosti konstrukce. Zkoušky se provádí v rychlostech 30, 70 a 100 km/h a posuzuje se při nich vliv nárazu na řidiče.

V minulosti používané válcované I profily sice plnily podpěrnou funkci, bohužel v případě nárazu automobilu nedošlo k odlomení této části a odmrštění systému za vozidlo, nosníky se chovaly jako pevná překážka. Díky této skutečnosti docházelo k zásadním škodám na majetku a hlavně zdraví osob.

Výhodou nově vyráběného trojbokého příhradového nosníku je to, že se nemusí pro osazování menších velkoplošných značek používat dva nosníky. Je to výhoda hlavně v místech, kde jsou omezené prostorové dispozice pro osazení. Je to zejména ve městech a podél cyklotras kde tento typ nosníku umožňuje provádět atypická řešení.



Obr. 4: Crash test funkčních vlastností, zdroj: [20]



Obr. 5: Výsledek crash testu funkčních vlastností, zdroj: [20]

2.3 Výrobní proces v podmínkách firmy

Jako v každé výrobě, tak i výroba podpěrné konstrukce, kterou v tomto případě představuje příhradový nosník, zahrnuje několik procesních kroků, které je třeba dodržovat. V následujících podkapitolách je uveden popis výrobního procesu, kontrola jakosti, která je nezbytná pro dodržování norem a zmíněna bude též bezpečnost práce, protože při výrobě konstrukce a manipulaci s konstrukcí je mnoho aspektů, které mohou ohrozit zdraví pracovníků.

2.3.1 Materiálové položky

Pro výrobu příhradového nosníku je třeba zásobovat výrobu několika druhy materiálu, které jsou následně skladovány a postupně zpracovávány při výrobě. Jedná se převážně o hutní materiál. Dodávaný materiál je předem sjednaný s konkrétními dodavateli na základě dodavatelských smluv. Seznam schválených dodavatelů každoročně schvalují jednatelé společnosti s vedoucím výroby. K objednávkám materiálu dochází vždy, když množství materiálu klesne na minimální hodnotu. Množství materiálu na skladě

průběžně kontroluje vedoucí skladu. V případě nedostupnosti materiálu u smluvního dodavatele může nákupčí nakoupit materiál u jiného dodavatele, záleží však na ceně materiálu, jakosti a odpovídajících parametrech.

Pro výrobu příhradové konstrukce se používají tyto materiály:

- Trubka svařovaná hladká T60,3x2 S235JRH,
- Trubka svařovaná hladká, T30x2, S235JRH,
- Patní desky – ocelový plech tloušťky 10 mm, S235JR.

Jedná se o konstrukční nelegovaná ocel tř. 11, která je vhodná ke svařování a k žárovému ponorovému zinkování – materiálové označení 11 373.

2.3.2 Výrobní proces

Proces výroby je složen z prací na několika pracovištích, na kterých postupně dochází k výrobě jednotlivých částí konstrukce následně se kompletujících v jednotný celek. Příhradové nosníky se vyrábí v několika délkách, pro případ této práce byl vybrán konkrétní rozměr nosníku délky 4300 mm.

2.3.2.1 Výroba patních desek

Výroba patních desek se provádí pomocí plazmového pálicího zdroje Plasma PROF 162 s pálicím stolem NESSAP 1600 kombi. Toto zařízení je umístěné ve speciální dílně s omezeným přístupem zaměstnanců.

Pomocí vysokozdvížného vozíku je přepraven materiál ze skladu, v případě patních desek jde o ocelový plech tloušťky 10 mm – rozměr 2000 x 1000 mm. Plech se umístí na pálicí stůl Nessap 1600 kombi, kde je uchycen pomocí přípravků, aby nedošlo k nechtěnému pohybu materiálu při vykonávání činnosti stroje. Následně se pracovník přesune do ochranné místnosti s ochranným sklem, kde zapne zdroj Plasma Prof 162. Pracovník pomocí počítačového programu zvolí rozvržení na konkrétním rozměru materiálu a spustí se činnosti stroje. Do patních desek se současně vypalují montážní i technologické otvory.

Po vypálení desek je třeba nechat patní desky a zbylý materiál vychladnout. Následně se odebere přebytečný materiál, který je odvezen na vysokozdvížném vozíku do odpadu s ocelovým materiálem. Patní desky se posbírají z pálicího stroje a jsou na nich následně

obrušovány vzniklé okraje. Jakmile se desky obrousí, jsou přepraveny do meziskladu svařovny, kde jsou připraveny pro následné svaření s nosnými ocelovými trubkami.

2.3.2.2 Výroba polotovarů z ocelových trubek

Tenkostěnné ocelové trubky se řezou ve skladovací hale na délky v závislosti na velikosti příhradového nosníku. Řezání se provádí na kotoučové pile Thomas 350 SuperTechnics.

Na úvod je pomocí vysokozdvizného vozíku přepraven balík s tenkostěnnými ocelovými trubkami $\varnothing 60,3 \times 2$ mm na pracoviště, kde se umístí do regálu se zářkami, ze kterého mohou pracovníci odebírat trubky pro následné zpracování. Následuje nastavení délky podpěrného stolu s posuvnými válci a nastavení dorazů dle požadovaného rozměru trubky.

Následně je pracovníkem umístěna ocelová trubka na dorazy tak, aby bylo možno trubku uříznout v požadovaném rozměru. Pracovník zapne kotoučovou pilu a pomocí nášlapného pedálu spustí kolmý pohyb pily na trubku. Dojde k pevnému sevření trubky ve svěráku, uříznutí trubky a rozdělení na 2 části. Nepotřebná část materiálu se zužitkuje v další výrobě nebo je umístěna do kontejneru s železným odpadem.

Pro příhradový nosník délky 4300 mm se řezou ocelové trubky $\varnothing 60,3 \times 2$ mm na tyto délky:

- 2 ks přední trubka $\varnothing 60,3 \times 2$ mm – délka 4300 mm
- 1 ks zadní trubka $\varnothing 60,3 \times 2$ mm – délka 2850 mm

Výroba se provádí většinou pro větší množství kusů, než je požadováno na objednávku. Zaříznuté trubky jsou pak rozděleny na základě rozměrů do jednotlivých regálů ve skladu, odkud si je svářeč může odebrat do svařovny ke kompletaci.



Obr. 6: Kotoučová pila Thomas 350 SuperTechnics, zdroj: [20]

2.3.2.3 Výroba vlnovce

Proces výroby vlnovce je započat stejně jako v případě řezání nosných ocelových trubek. Nejprve je materiál, v tomto případě tenkostěnné ocelové trubky $\varnothing 30 \times 2$ mm, dopraven v balících na pracoviště ve skladovací hale, kde je umístěn do regálu se zarážkami. Odsud se materiál odebírá na řezání na požadované rozměry.

Řezání trubek probíhá na kotoučové pile Thomas 350 SuperTechnics. Před řezáním je třeba nastavit dorazy na podpěrném stole na požadovaný rozměr, stejně jako v případě řezání trubek $\varnothing 60,3 \times 2$ mm. Po té pracovník umístí ocelovou trubku na dorazy. Následně pracovník sešlápně pedál. Dochází k sevření trubky ve svěráku, aby nedocházelo k nechtěným pohybům a následně dojde k uříznutí ocelové trubky na požadovaný rozměr. Ocelová trubka je následně umístěna do regálu se stejným rozměrem a průměrem materiálu. Zbylý materiál je dále zužitkován ve výrobě nebo vyhozen do železného odpadu.

Délka ocelové trubky pro výrobu vlnovce nosníku délky 4300 mm je 5000 mm.

Po nařezání ocelových trubek a jejich umístění v příslušných regálech si je pracovník převezme na další pracoviště, kde dochází k ohybu těchto trubek. Proces ohybu probíhá na CNC ohýbačce trubek Elect 52.

Pracovník nejprve zkontroluje, zda-li se nenachází na koncích ocelových trubek otřepy, ty musí být odstraněny, aby nebránily při uchycení ocelové trubky do ohýbacího válcového zařízení. Následně je ocelová trubka $\varnothing 30 \times 2$ mm vložena do uchycovacího zařízení stroje. Pracovník zvolí předem nadefinovaný program, kde je předem určena rozteč mezi ohyby a úhel ohybu. Následuje spuštění činnosti stroje, čímž dojde k ohybu trubky do požadovaného tvaru. Po dokončení činnosti se do vlnovce vyvrtají technologické otvory $\varnothing 10$ mm sloužící k bezproblémovému pozinkování konstrukce.

Po dokončení činností je vlnovec uložen na přepravní vozík a přepraven do meziskladu, kde je připraven pro svařování.



Obr. 7: Ohýbací stroj Elect 52, zdroj: Vlastní pořízení

2.3.2.4 Proces svařování

Svařování příhradového nosníku do jedné konstrukce probíhá ve svařovně o rozloze přibližně 10 x 20 m, ve které pracují dva svářeči. Sváření probíhá pomocí MIG/MAG svařovacího stroje ALF 400. Proces svařování je rozdělen do dvou operací.

V první operaci se na trubky $\varnothing 60,3 \times 2$ mm navařují patní desky z plechu tl. 10 mm. Svářeč si nejprve odebere ze skladu 2 ks ocelové trubky $\varnothing 60,3 \times 2$ mm délky 4300 mm a 1 ks ocelové trubky $\varnothing 60,3 \times 2$ mm délky 2850 mm. Následně je na kolíky svařovacího přípravku nasazena patní deska, na vedení se položí trubka příslušné délky, která je na patní desku navařena po celém obvodu koutovým svarem 3 mm.

Ve druhé operaci se do svařovacího přípravku ustaví 3 ks trubek s patními deskami a 2 ks ohnutého vlnovce. Ve styčných uzlech vlnovce a nosné trubky se provedou oboustranné koutové svary rozměr 4 mm.

Po dokončení procesu svařování je konstrukce pomocí vozíku přepravena do meziskladu, odkud je následně přepravena do zinkovny.

2.3.2.5 Zinkování

K procesu zinkování dochází po svaření veškerých částí konstrukce, kde jsou vyrobené příhradové nosníky zinkovány, aby se zvýšila jejich odolnost a proti působení povětrnostních vlivů a životnost. Společnost, ve které jsou příhradové nosníky vyráběny nedisponuje zinkovnou. Proces zinkování se provádí ve předem smluvené firmě

Signum Hustopeče specializující se na ponorové žárové zinkování. Zde se vyrobený příhradový nosník mechanicky očistí a ponoří do lázně s rozžhaveným zinkem o teplotě 450 °C. Dojde k reakci s kovem a vytvoření ochranného povlaku na celém povrchu konstrukce.

Po pozinkování jsou nosníky přepraveny zpět do společnosti, kde se umístí na sklad a jsou připraveny k expedici.

2.3.3 Kontrola jakosti

Podle normy ČSN EN 12899-4 je nutné u podpěrné konstrukce kontrolovat odolnost podpěrných sloupků proti nárazu. Tato kontrola se provádí nepřímou, a to kontrolou shody nakupovaného materiálu používaného pro výrobu konstrukce a materiálu deklarovaného při ověřování stálosti vlastností výrobku.

Kontrola jakosti nakupovaného materiálu je prováděna v rámci zavedeného Systému managementu kvality při příjmu materiálu do skladu od dodavatele. Zde se kontroluje jakost materiálu, průměr ocelové trubky a tloušťka stěny trubek $\varnothing 60,3 \times 2$ mm a $\varnothing 30 \times 2$ mm, která má zásadní vliv na konečnou pevnost a funkčnost příhradového nosníku.

Při procesu výroby se kontrolují:

- U procesu pálení patních desek se provádí pouze vizuální kontrola kvality řezu, protože proces pálení je automatický.
- Délky řezaných trubek, které se kontrolují vždy u prvního řezaného kusu, aby se ověřila správnost nastavení stroje a dorazů.
- Při ohýbání trubek se vizuálně kontroluje kvalita ohybu tak, aby nedošlo k poškození trubek v místě ohybů.
- Dle normy ČSN EN 12767 je nejzásadnější kontrola kvality a velikosti svarů mezi patní deskou a nosnou trubkou. Pro zachování funkčnosti a bezpečnosti celé konstrukce je bezpodmínečně nutné, aby koutový svar měl rozměr 3 mm a byl konstantní po celém obvodu. Toto se kontroluje pomocí měřidla koutových svarů. Kvalita provedení svaru se navíc několikrát ročně kontroluje v externí zkušebně [22, s. 1-32].

- Závěrečná kontrola příhradové konstrukce je provedena po pozinkování, kdy se měřena namátkově tloušťka nanesené zinkové vrstvy. Měření je prováděno indukčním měřidlem eXacto. Norma ČSN EN ISO 1461 předepisuje pro různé tloušťky zinkového materiálu tyto minimální tloušťky vrstvy zinku:
 - Pro materiály s tloušťkou < jak 3 mm je min. tloušťka vrstvy Zn 45 μm ,
 - Pro materiály s tloušťkou \geq jak 3 mm je min. tloušťka vrstvy Zn 55 μm [23, s. 1-20].
- Výsledky kontrolních měření se zaznamenávají a jsou součástí řízené dokumentace.

2.3.4 Bezpečnost práce

Výroba příhradového nosníku v sobě zahrnuje několik procesních operací, které vyžadují odbornou způsobilost pracovníků, zkušenosti a využití některých ochranných pomůcek, které jsou třeba k ochraně zdraví člověka při práci. V následujících podkapitolách jsou popsána rizika a opatření související s ochranou při výrobě příhradového nosníku na konkrétních pracovištích.

2.3.4.1 Pracoviště plazmového řezání

Při činnosti plazmového řezání je třeba dbát převážně na ochranu očí, jelikož plazmový paprsek při řezání je natolik silný, že může poškodit zrak. Zároveň dochází při řezání ke vzniku vysokých teplot v oblasti paprsku. Po ukončení řezání se udržuje v materiálu vysoké teplo. Aby se zamezilo újmě na zdraví pracovníka je součástí pracoviště ochranná místnost se speciálním sklem. V této místnosti se musí nacházet pracovník při činnosti stroje. Zároveň musí používat při manipulaci s materiálem ochranné rukavice a pracovní oděv. Při činnosti stroje musí být veškeré vstupní dveře a vrata uzavřena, aby se zamezilo vstupu nepovolaných osob.

Dalším rizikovým faktorem je samotná manipulace s materiálem před a po pálení. Vzhledem k hmotnosti materiálu je nutné používat vysokozdvíhový vozík, který smí obsluhovat pouze řádně vyškolení pracovníci.

2.3.4.2 Pracoviště řezání trubek

V případě řezání trubek se musí dbát zvýšené opatrnosti při práci v blízkosti kotoučové pily. Ta je vybavena ochrannými kryty, které mají zamezit případnému kontaktu, riziko však představuje řezací část. Pracovník nesmí mít oblečen volný pracovní oděv, nesmí používat při řezání pracovní rukavice, protože zde hrozí riziko zachycení o kotouč pily. Dále musí mít ochranné brýle, z důvodu možného odmrštění třísek od kotouče. Pracovník je povinen nezasahovat do zařízení za chodu stroje. Při manipulaci s trubkami musí pracovník hledět kolem sebe, aby nedošlo ke kontaktu trubky s druhou osobou, vzhledem k jejím rozměrům.

2.3.4.3 Pracoviště ohýbání trubek

Při práci na ohýbače trubek představuje největší riziko volný pohyb ohýbané trubky. Z tohoto důvodu je zakázáno vstupovat do pracovního prostoru stroje v době spuštění automatického cyklu. Stroj je opatřen bezpečnostními branami, které v případě neoprávněného vstupu okamžitě zastaví chod stroje. Je zakázáno tyto brány deaktivovat.

2.3.4.4 Svařovna

Při procesu svařování je třeba dodržovat důležitá opatření, jelikož zde dochází k činnostem, které mohou ohrozit zdraví člověka. Pracovník musí vždy pracovat s ochranou svářečskou kuklou, jelikož při svařování vzniká při tvorbě svaru paprsek, který by mohl poškodit zrak. Zároveň pracovník musí používat speciální oděv pro zamezení vznětu oděvu od vzniklého paprsku nebo jiskry. Při činnosti by se neměla v blízkosti nacházet nepovolaná osoba. Svařovat mohou pouze pracovníci s odbornou způsobilostí.

Další riziko představuje manipulace se svařenými konstrukcemi ať už při samotném svařování, tak i při přepravě do skladu. Otáčení a manipulace se provádí pomocí manipulačních zařízení, které musí mít platné revizní zkoušky a obsluhovat je smí jen řádně vyškolená obsluha. To stejné platí i pro obsluhu vysokozdvížných vozíků.

3 KALKULACE CENY VÝROBKU

Pro uvedení nového typu příhradového nosníku je třeba stanovit peněžní hodnotu tohoto typu výrobku na základě kalkulace, která je provedena metodou typového kalkulačního vzorce, viz. kapitola 1.1.5. Nejprve jsou provedeny výpočty ceny použitého materiálu k výrobě, následně výpočet celkové hmotnosti příhradového nosníku, která poslouží ke stanovení ceny za zinkování. Závěrem je stanovena celková kalkulace na výrobu a prodej příhradového nosníku, která je vyobrazena v přehledné tabulce.

Uváděné ceny za materiál, které jsou ve výpočtech použity, jsou převzaty z přijatých faktur za materiál od firmy ARAPLAST, spol. s r.o.

3.1 Výpočet ceny použitého materiálu

Výpočty použitého materiálu vychází z následujících cen:

- Ocelový plech tl. 10 mm, S235JR
JC = 1400,00 Kč/m²
- Trubka svařovaná hladká, T60,3x2, S235JRH
JC = 48,50 Kč/m
- Trubka svařovaná hladká, T30x2, S235JRH
JC = 27,00 Kč/m

Výpočet ceny materiálu z jednotlivých typů materiálu:

Ocelový plech tl. 10 mm, S235JR

Ocelový plech tl. 10 mm se používá pro výrobu patních desek. Pro jeden kus příhradového nosníku je třeba vyrobit 3 ks patních desek.

Výpočet pro 1 ks:

$$C_{p11} = 0,16 * 0,16 * 1400 = 35,84 \text{ Kč/ks}$$

Výpočet pro 3 ks:

$$C_{p12} = 35,84 * 3 = 107,52 \text{ Kč/3 ks}$$

Trubka svařovaná hladká, T60,3x2, S235JRH

Tento typ materiálu slouží pro výrobu polotovarů na nosné trubky. Na jeden příhradový nosník je potřeba dvou kusů trubek rozměr 4300 mm a jeden kus trubky rozměr 2850 mm.

Výpočet pro rozměr 4300 mm:

$$C_{tr1} = 48,50 * 4,3 = 208,55 \text{ Kč/ks}$$

Výpočet pro 2 ks rozměr 4300 mm:

$$C_{tr2} = 48,50 * 4,3 * 2 = 417,10 \text{ Kč/2 ks}$$

Výpočet pro rozměr 2850 mm:

$$C_{tr3} = 48,50 * 2,85 = 138,23 \text{ Kč/ks}$$

Trubka svařovaná hladká, T30x2, S235JRH

Jedná se o materiál sloužící na výrobu vlnovce a spojovacích trubek. Na výrobu jednoho vlnovce je potřeba rozměr 5000 mm. Celkem jsou za potřebí 2 ks vlnovce pro příhradovou konstrukci. Pro výrobu spojovacích trubek je třeba vyrobít 3 ks polotovarů o délce 440 mm na každý polotovar.

Výpočet pro rozměr 5000 mm:

$$C_{tr1} = 27 * 5 = 135 \text{ Kč/ks}$$

Výpočet 2 ks rozměr 5000 mm:

$$C_{tr2} = 27 * 5 * 2 = 270 \text{ Kč/2 ks}$$

Výpočet pro rozměr 440 mm:

$$C_{tr3} = 27 * 0,44 = 11,88 \text{ Kč/ks}$$

Výpočet 3 ks rozměr 440 mm:

$$C_{tr4} = 27 * 0,44 * 3 = 35,64 \text{ Kč/3 ks}$$

Celková cena materiálu činí 968,49 Kč.

3.2 Výpočet hmotnosti

Výpočet hmotnosti celé konstrukce je potřeba z důvodu zinkování, na které se stanovuje cena na základě celkové hmotnosti zinkované konstrukce. Cena zinkového povlaku na 1 kg činí 18,50 Kč.

Výpočty hmotnosti pro konkrétní typy materiálu:

Ocelový plech tl. 10 mm, S235JR

Hmotnost ocelového plechu tl. 10 mm činí 78 kg/m². Materiál je určen pro výrobu patních desek o rozměrech 160x160 mm.

Výpočet pro 1 ks:

$$m_1 = 0,16 * 0,16 * 78 = 2 \text{ kg/ks}$$

Výpočet pro 3 ks:

$$m_2 = 0,16 * 0,16 * 78 * 3 = 6 \text{ kg/3 ks}$$

Trubka svařovaná hladká, T60,3x2, S235JRH

Nákup trubek se uskutečňuje buď v jednotkách délky (m) nebo v jednotkách hmotnosti (kg). Platí, že 1 m tohoto typu trubek váží 2,89 kg. Pro potřeby příhradového nosníku jsou třeba 2 ocelové trubky rozměru 4300 mm a jedna ocelová trubka rozměru 2850 mm.

Výpočet pro rozměr 4300 mm:

$$m_1 = 2,89 * 4,3 = 12,427 \text{ kg/ks}$$

Výpočet pro 2 ks rozměr 4300 mm:

$$m_2 = 2,89 * 4,3 * 2 = 24,854 \text{ kg/2 ks}$$

Výpočet pro rozměr 2850 mm:

$$m_3 = 2,89 * 2,85 = 8,24 \text{ kg/ks}$$

Trubka svařovaná hladká, T30x2, S235JRH

Tento typ materiálu je nakupován buď v jednotkách délky (m) nebo v jednotkách hmotnosti (kg). Je dáno, že 1 m = 1,4 kg. Pro příhradový nosník je třeba dvou trubek na výrobu vlnovce o délce 5000 mm a 3 ks spojovacích trubek o délce 440 mm.

Výpočet pro rozměr 5000 mm:

$$m_1 = 1,4 * 5 = 7 \text{ kg/ks}$$

Výpočet pro 2 ks rozměr 5000 mm:

$$m_2 = 1,4 * 5 * 2 = 14 \text{ kg/2 ks}$$

Výpočet pro rozměr 440 mm:

$$m_3 = 1,4 * 0,44 = 0,616 \text{ kg}$$

Výpočet pro 3 ks rozměr 440 mm:

$$m_4 = 1,4 * 0,44 * 3 = 1,848 \text{ kg}$$

Celková hmotnost konstrukce tedy činí **54,93 kg**.

3.3 Výpočet mzdových nákladů

Pálení patních desek

Mzda pracovníka 250 Kč/h, výrobní čas 5 min

$$PM_{z1} = 250 * (5/60) = 20,75 \text{ Kč}$$

Příprava – řezání trubek a broušení patních desek

Mzda pracovníka 200 Kč/h, výrobní čas 15 min

$$PM_{z2} = 200 * (15/60) = 50 \text{ Kč}$$

Ohýbání trubek

Mzda pracovníka 250 Kč/h, výrobní čas 30 min

$$PM_{z3} = 250 * (30/60) = 125 \text{ Kč}$$

Svařování

Mzda pracovníka 350 Kč/h, výrobní čas 90 min

$$PM_{z4} = 350 * (90/60) = 525 \text{ Kč}$$

Celkové mzdové náklady jsou **720,75 Kč**.

3.4 Výpočty celkové kalkulace

Pro výpočet celkové kalkulace se vychází z dílčích kalkulací. Pro výpočet celkové ceny výkonu je třeba zohlednit cenu ostatního materiálu, do které spadá zinkování konstrukce. 1 kg zinkového povlaku = 18,50 Kč. Dopravné do zinkovny je stanoveno na 3 Kč/kg.

Vzhledem k zavádění nového výrobku, nemá společnost zatím k dispozici hodnotu vyprodukované množství za konkrétní období, jelikož se jedná o kusovou výrobu. Z toho důvodu jsou nastaveny počáteční režie v %. Provozní režie je stanovena na 10 % ze součtu ceny přímého materiálu, přímých mezd, ostatního materiálu a dopravného do zinkovny. Správní režie je stanovena na 30 % z ceny vlastních nákladů výroby a odbytová režie je stanovena na 5 % z ceny vlastních nákladů výkonu. Hodnota zisku z tohoto výrobku je stanovena na 30 % z ceny úplných vlastních nákladů výkonu.

Výpočty celkové kalkulace:

Celkové náklady na přímý materiál:

$$\text{CNPM} = 968,49 \text{ Kč}$$

Celkové náklady na přímé mzdy:

$$\text{CNPM}_z = 720,75 \text{ Kč}$$

Celkové ostatní přímé náklady:

$$\text{CNP}_{\text{ost}} = 54,93 * 18,5 = 1016,18 \text{ Kč (celková hmotnost konstrukce * cena 1 kg zinkování)}$$

Celkové náklady na dopravu:

$$\text{CDN} = 54,93 * 3 = 164,79 \text{ Kč (celková hmotnost konstrukce * koeficient stanovený z ročních nákladů na dopravu)}$$

Výsledná cena výkonu je vyčíslena v kalkulační tabulce tab. 1: Kalkulace ceny výkonu

Druh nákladu	Položka	Rozměr (m)	Množství (ks)	Jednotková hmotnost (kg)	Celková hmotnost (kg)	Jednotková cena (Kč)	Cena celkem (Kč)
Přímý materiál	Patní deska 160x160x10 mm	0,16x0,16x0,001	3	2,00	5,99	35,84	107,52
	Ocelová trubka ø 60,3x2 mm - 4300 mm	4,3	2	12,43	24,85	48,50	417,10
	Ocelová trubka ø 60,3x2 mm - 2850 mm	2,85	1	8,24	8,24	48,50	138,23
	Ocelová trubka ø 30x2 mm - 5000 mm	5	2	7,00	14,00	27,00	270,00
	Ocelová trubka ø 30x2 mm - 440 mm	0,44	3	0,62	1,85	27,00	35,64
Přímé mzdy	Mzda pálení, příprava, ohýbání, svařování		1			720,75	720,75
Ostatní přímý materiál	Zinkování				54,93	18,50	1 016,18
Výrobní (provozní) režie	Doprava do zinkovny				54,93	3	164,79
	Provozní režie (10%)						287,02
Vlastní náklady výroby							3 157,23
Správní režie (30%)							947,17
Vlastní náklady výkonu							4 104,40
Odbytová režie (5%)							205,22
Úplné vlastní náklady výkonu							4 309,62
Zisk (30%)							1 292,89
Cena výkonu							5 602,51

4 NÁVRHY NA ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍHO PROCESU

Zavedením nového výrobku, v tomto případě příhradového nosníku, je potřeba vytvořit ve společnosti takové podmínky, které zajistí bezproblémovou výrobu této konstrukce a zajistí podmínky pro rozvoj společnosti do budoucna. Návrhy řešení vychází z předchozí analýzy současného stavu, kde jsou analyzovány aktuální podmínky firmy pro výrobu příhradového nosníku.

Bylo zjištěno, že ve výrobním procesu se nachází slabší místa, která je třeba optimalizovat. Pro optimalizaci celkové výroby byly stanoveny tyto návrhy:

- Vybudování nových pracovních ploch pro svařovnu a s tím související nákup nových výrobních zařízení.
- Vybudování skladovacích prostor pro příhradové nosníky.
- Investice do vývoje nových konstrukcí.
- Zvýšení výrobní kapacity výroby konstrukcí.

4.1.1 Vybudování nových pracovních ploch pro svařovnu

Se zavedením nové příhradové konstrukce souvisí i nároky na výrobu této konstrukce. V současnosti, jak je již zmíněno v kapitole 2.3.2.4, musí pracovníci pracovat ve svařovně o rozměrech 10 x 20 m. Svařovna je jednou z nejvytíženějších pracovišť ve firmě, protože se zde svařují polotovary, součásti a také specifické konstrukce a díly do objednávek k zákazníkům. To často přináší negativní situaci v podobě nedostatečných prostor pro výrobu, jelikož se zde pohybuje větší množství pracovníků, kteří si mohou navzájem překážet.

V souvislosti s touto skutečností navrhuji vyhrazení nových prostor pro svařovnu ve firmě nebo vybudování nových prostor pro svařovnu.

V případě vyhrazení nových prostor pro svařovnu se jedná o značný problém, protože společnost již plně využívá veškeré své prostory, ať už k výrobě nebo skladování, a není tak možné vyhradit větší prostor, který by rozměrově odpovídal požadavkům.

Lepším řešením se jeví varianta postavení nové výrobní haly pro účely svařování. Samozřejmostí související s výstavbou je také nákup nových výrobních zařízení a manipulační techniky. Společnost by si tak mohla dovolit výrobu těchto konstrukcí i ve větším množství než doposud.

Postavení nové haly je však vysoce nákladné. Investice by však mohla přinést nové možnosti ať už výrobní, tak i personální. Jednou z možností investic do majetku navrhuji požádat o evropské dotace na rozvoj průmyslu v regionu, ze kterých by společnost mohla uhradit podstatnou část nové haly. Druhou variantou je možnost samofinancování s případnou žádostí o úvěr nebo kombinací obou možností.

4.1.2 Nákup výrobních zařízení do nové svařovací haly

S postavením nové výrobní haly souvisí také pořízení odpovídajícího výrobního zařízení a vybavení, které by usnadnilo a zefektivnilo práci. Pro nákup výrobních zařízení navrhuji pořízení svařovacích automatů, které by usnadnily svařování konstrukcí. Konkrétně navrhuji nákup svařovacího automatu od firmy KSK s r. o., sídlící v České Třebové, která by zajistila dodávku svařovacího automatu SAO 331 a zároveň poskytla servis na toto zařízení. Důvodem výběru českého dodavatele je možnost servisu od stejné firmy. V případě implementace strojů od zahraničních firem by docházelo k prodražení servisních prací a k zvýšení nákladů na cestovné těchto firem. Zároveň by se prodlužovala čekací doba servisu.

Součástí nové výrobní haly musí být i řetězový jeřáb, který by sloužil pro snazší manipulaci s velkými nebo těžkými předměty.

Důležitou součástí nové výrobní haly musí být i regály na materiály a polotovary, které by následně pracovníci odebírali ke zpracování. S tím souvisí implementace manipulačních systémů a zařízení.

4.1.3 Vybudování skladovacích prostor pro konstrukce

Vyprodukované výrobky je třeba skladovat v krytých prostorech, aby se zamezilo vlivu povětrnostních podmínek na příhradových nosnících před expedicí. Pro tento případ navrhuji zřídit krytý venkovní prostor, který by zajišťoval větší ochranu těchto konstrukcí před povětrnostními vlivy.

Další variantou je vybudování nových skladovacích prostor. Zde však dochází opět ke střetu s vysokými pořizovacími náklady na postavení těchto prostor.

4.1.4 Vývoj nových konstrukcí

V případě, že se společnost rozhodne vybudovat novou výrobní halu pro účely svařování, vznikají společnosti s novými prostory i nové možnosti výroby, s kterými je spjata rozšiřování sortimentu o nové výrobky. Aby nové výrobky mohly vzniknout, je třeba vyvíjet nové nápady a řešení, které povedou ke vzniku nových výrobků. Společnost se tak může specializovat i na výrobu většího druhu a počtu konstrukcí a příslušenství, které bude následně nabízet svým zákazníkům.

Jednou z možných variant nového výrobku je výroba příhradových portálů pro velkoplošné dopravní značky.

4.1.5 Zvýšení výrobní kapacity výroby konstrukcí

Vývoj a zahájení výroby nového typu příhradového nosníku bylo vyvoláno požadavky zákazníků, proto s uvedením na trh společnost předpokládá, že poptávka po tomto typu nosníku se bude do budoucna navyšovat. Z tohoto důvodu potřebuje společnost navýšit výrobní kapacity, díky kterým vyprodukuje větší množství svých produktů a umožní tak rychlé dodání výrobků k zákazníkům.

S navýšením výrobní kapacity souvisí již zmiňovaná výstavba nové výrobní haly pro účely svařování, která by poskytla optimální řešení při výrobě současných výrobků, možnost výroby nových typů výrobků a nové pracovní příležitosti.

5 TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Výroba nového typu příhradového nosníku nahrazuje současný typ. Zatímco u stávajícího typu nosníku je nutností pro instalaci velkoplošné dopravní značky použití dvou nosníků, u nového typu stačí pouze jeden nosník. Tuto variantu lze použít do 10 m² plochy velkoplošné dopravní značky.

Současně nový typ příhradového nosníku umožňuje lepší variabilitu při montáži v terénu, zejména tam, kde je obtížná instalace. Jedná se zejména o města, členité terény atp.

Mimo nové možnosti použití přináší zavedení nového typu příhradového nosníku také značné ekonomické výhody. Mezi hlavní patří úspora ceny nakupovaného nosníku, časová a finanční úspora při vlastní montáži v terénu. Pro názornost je uvedeno srovnání ekonomické výhodnosti nového typu příhradového nosníku oproti stávajícímu v tab. 2 a tab. 3.

Finanční srovnání obou variant je použito pro velkoplošnou dopravní značku rozměru 3000x2000 mm.



Obr. 8: Stávající typ příhradového nosníku v terénu, zdroj: [20]



Obr. 9: Nový typ příhradového nosníku, zdroj: [20]



Obr. 10: Nový typ příhradového nosníku – atypické použití, zdroj: [20]

Varianta 1. – Stávající typ příhradového nosníku

Tab. 2: Varianta stávajícího typu příhradového nosníku

Položka	Množství (ks)	Jednotková cena (Kč)	Celková cena (Kč)
Příhradový nosník stávající – 4300 mm	2	4 200,00	8 400,00
Základová patka	2	820,00	1 640,00
Spojovací materiál	2	190,00	380,00
Výkop + betonáž základu	2	4 000,00	8 000,00
Montáž příhradového nosníku	2	300,00	600,00
Celkem			19 020,00

Varianta 2. – Nový typ příhradového nosníku

Tab. 3: Varianta nového typu příhradového nosníku

Položka	Množství (ks)	Jednotková cena (Kč)	Celková cena (Kč)
Příhradový nosník nový – 4300 mm	1	5 603,00	5 603,00
Základová patka	1	1 300,00	1 300,00
Spojovací materiál	1	250,00	250,00
Výkop + betonáž základu	1	4 500,00	4 500,00
Montáž příhradového nosníku	1	450,00	450,00
Celkem			12 103,00

Na základě propočtových tabulek prodejních cen obou typů příhradových nosníků včetně veškerých příslušenství, instalace a montáže bylo zjištěno, že finanční rozdíl mezi stávajícím typem příhradového nosníku a nového typu příhradového nosníku je 6917,00 Kč, což představuje značný finanční rozdíl v pořizovací ceně.

Rozdíl může značně ovlivnit myšlení a rozhodování zákazníka, který se bude rozhodovat, kterou variantu příhradového nosníku zvolí. Příhradový nosník je nejčastěji poptáván stavebními firmami, které hledají co nejpříznivější a nejlevnější řešení, protože jsou často omezovány rozpočtem na pořízení. Úspora ceny a nové možnosti instalace a využití mohou být rozhodujícím faktorem pro nákup nového typu příhradového nosníku od firmy ARAPLAST spol. s r.o.

ZÁVĚR

Hlavním cílem je vypracování studie ohledně nově zaváděného výrobku, který v tomto případě tvoří příhradový nosník. K naplnění cíle byla provedena analýza stávajícího typu vyráběného příhradového nosníku, který má nový příhradový nosník nahrazovat. Společně s tím byly detailně analyzovány a popsány výrobní procesy obou výrobků, společně s funkčními vlastnostmi a bezpečností práce při výrobě této podpěrné konstrukce. Celá problematika je situována do výrobních podmínek firmy ARAPLAST spol. s r. o., která zároveň poskytla potřebné materiály, výrobní dokumentace a cenné rady a připomínky pro zhotovení této práce.

Výsledkem vzniklo porovnání jednotlivých typů vyráběných příhradových nosníků, hlavně v oblasti výroby a montážních možností. Zároveň byla stanovena cena výkonu na nový typ příhradového nosníku a následné porovnání technické a ekonomické výhodnosti nově zaváděného příhradového nosníku, kterým vyšlo najevo, že zaváděný výrobek představuje nové možnosti využití a značnou finanční úsporu, která může ovlivnit rozhodování zákazníka o tom, který produkt zvolí.

V návrhovém řešení byly zmapovány jednotlivá pracoviště, kterými výroba příhradového nosníku prochází a byly navrženy konkrétní návrhy pro optimalizaci výroby a technologický rozvoj společnosti, které by otevřely nové možnosti v oblasti výroby příhradových nosníků, ale i ostatních konstrukcí.

Zpracovaná problematika je určena pro management společnosti, který zhodnotí a zváží navrhované změny obsažené v této bakalářské práci. Na základě navrhovaných řešení se management společnosti rozhodne pro realizaci vybraných návrhů nebo dojde k zamítnutí návrhů a hledání nových řešení.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] SALACHOVÁ, Bohumila. Právo v podnikání. 2., aktualiz. vyd. Ostrava: Key Publishing, 2012. Právo (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-148-1.
- [2] SHANE, SCOTT a S. VENKATARAMAN. THE PROMISE OF ENTREPRENEURSHIP AS A . FIELD OF RESEARCH. *Academy of Management Review* [online]. 2000, 25(1), 217-226 [cit. 2017-12-13]. Dostupné z: <http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=d5848a5d-1ca1-4250-8803-63fde5d742c9%40sessionmgr103>
- [3] ČESKÁ REPUBLIKA. Občanský zákoník - část I. - Obecná ustanovení: Zákon č. 89/2012 Sb. § 420. *Business CenterBusiness Center* [online]. Státní, 2012 [cit. 2017-12-13]. Dostupné z: <https://business.center.cz/business/pravo/zakony/obcansky-zakonik/cast1h2d5.aspx>
- [4] GARTNER, William. "Who Is an Entrepreneur?" Is the Wrong Question. *American Journal of Small Business* [online]. 1988, 88(124), 11-32 [cit. 2017-12-13]. Dostupné z: <http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=c3a09640-f26f-4b8d-9a15-b579cdee01a2%40sessionmgr4007>
- [5] SRPOVÁ, Jitka a Václav ŘEHOŘ. *Základy podnikání: teoretické poznatky, příklady a zkušenosti českých podnikatelů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3339-5.
- [6] ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon o účetnictví - část 1.: Obecná ustanovení: Zákon č. 563/1991 Sb., o účetnictví*. In: . Praha: Sběrka zákonů České republiky, 1991. Dostupné také z: <https://business.center.cz/business/pravo/zakony/ucto/cast1.aspx>
- [7] ŠVARCOVÁ, Jana. *Ekonomie - stručný přehled, 2013/2014*. Zlín. Zlín: CEED 2013, 2013. ISBN 978-80-87301-17-3.
- [8] LANDA, Martin a Michal POLÁK. *Ekonomické řízení podniku*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1996-9.
- [9] KOČMANOVÁ, Alena. *Ekonomické řízení podniku*. Vyd. 1. Praha: Linde Praha, 2013. Monografie (Linde). ISBN 978-80-7201-932-8.

- [10] NOVOTNÝ, CSc, a Ph.D., SUCHÁNEK. *Nauka o podniku II* [online]. 2007. Brno: Masarykova univerzita, 2006 [cit. 2017-12-13]. ISBN 978-80-210-4496-8. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1456/jaro2009/PHNP/um/DSO_NPII.pdf
- [11] JUROVÁ, Marie. *Řízení výroby I - Část 1*. Vyd. 2., přeprac. a dopl. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-214-3066-4.
- [12] KUČEROVÁ, Vladimíra. *Makroekonomie 1: studijní text pro denní a kombinovanou formu studia bakalářských studijních programů*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013. ISBN 978-80-214-4798-1.
- [13] JUROVÁ, Marie. *Organizace přípravy výroby*. Vydání druhé, rozšířené a přepracované. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2015. ISBN 978-80-214-5247-3.
- [14] HODIS, Zdeněk. Strojírenská technologie. In: *Informační systém Masarykovy univerzity: Veřejné služby informačního systému* [online]. Brno: Masarykova univerzita - Pedagogická fakulta, 2012 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1441/jaro2013/TE2BP_MTK2/um/Strojirenska_technologie-OVP_pracovni.pdf
- [15] KOVÁRNÍK, Pavel. *Nekonvenční metody obrábění* [online]. Brno, 2014 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/y2osm/Bakalarska_prace.pdf. Bakalářská práce. Masarykova univerzita - Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Zdeněk Hodis.
- [16] LENFELD, Petr. Technologie plošného tváření - ohýbání. In: *Technická univerzita Liberec: Fakulta strojní* [online]. Liberec: Katedra strojírenské technologie - Oddělení tváření kovů a plastů, 2005 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/07.htm
- [17] RAYNOCH, Jindřich. Svařování. In: *Střední průmyslová škola, Ostrava - Vítkovice, příspěvková organizace* [online]. Ostrava: Jindřich Raynoch - Střední průmyslová škola, Ostrava - Vítkovice, 2012 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <https://www.spszengrova.cz/texty/texty/STT/SVA%C5%98OV%C3%81N%C3%8D-UT.pdf>

- [18] LAPŠANSKÁ, Hana. Přehled metod svařování. In: *Portál moderní fyziky* [online]. Olomouc: Společná laboratoř optiky Univerzity Palackého a Fyzikálního ústavu Akademie věd České republiky, 2015 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: http://fyzika.upol.cz/cs/system/files/download/vujtek/granty/lapsanska_prehled_metod_svarovani.pdf
- [19] KŘEMEN, Jan. *Vliv žárového zinkování na vlastnosti vysokopevnostních ocelí* [online]. Brno, 2010 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/15231/DP_2010_Kremen_Jan_85307.pdf?sequence=-1. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Jaroslav Kubíček.
- [20] ARAPLAST spol. s r.o.: *Interní dokumenty*. Doubravice nad Svitavou: ARAPLAST spol. s r.o., 2017. Dostupné také z: <http://www.araplast.cz/>
- [21] CVETLER, Jan. ARAPLAST spol. s r.o. - Výroční zpráva 2016. *Or.justice.cz* [online]. Praha: Ministerstvo spravedlnosti České republiky, 2017 [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-detail?dokument=49493335&subjektId=560402&spis=690658>
- [22] ČSN EN 12767 (73 7085): *Pasivní bezpečnost podpěrných konstrukcí zařízení na pozemní komunikaci - Požadavky a zkušební metody*. Leden 2009. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009, 32 s.
- [23] ČSN EN ISO 1461: *Žárové povlaky zinku nanášené ponorem na železných a ocelových výrobcích*. Leden 2010. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 20 s.
- [24] Linky žárového zinkování. In: Delex Group [online]. Plzeň: Xcreative - webdesign, 2007 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <http://www.delexgroup.cz/cz/produkty-a-sluzby/technologie.htm>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

atd.	a tak dále
resp.	respektive
apod.	a podobně
tj.	to je
min.	minimálně
tzv.	takzvaně
ks	kus
IT	informační technologie
CAE	Computer Aided Engineering
CAD	Computed Aided Design
Zn	zinek
He	helium
CO ₂	oxid uhličitý
tl.	tloušťka
JC	jednotková cena
C _{pl}	cena plechu
C _{tr}	cena trubky
m _x	hmotnost
CDN	celkové dopravní náklady
PM _z	přímé mzdy
CNPM	celkové náklady na přímý materiál
CNPM _z	celkové náklady na přímé mzdy
CNP _{ost}	celkové ostatní přímé náklady

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obr. 1: Schéma vstupů a výstupů	18
Obr. 2: Žárové zinkování	25
Obr. 3: 3D vizualizace nového příhradového nosníku	31
Obr. 4: Crash test funkčních vlastností	32
Obr. 5: Výsledek crash testu funkčních vlastností	33
Obr. 6: Kotoučová pila Thomas 350 SuperTechnics	35
Obr. 7: Ohýbací stroj Elect 52	37
Obr. 8: Stávající typ příhradového nosníku v terénu	50
Obr. 9: Nový typ příhradového nosníku	51
Obr. 10: Nový typ příhradového nosníku – atypické použití	51

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

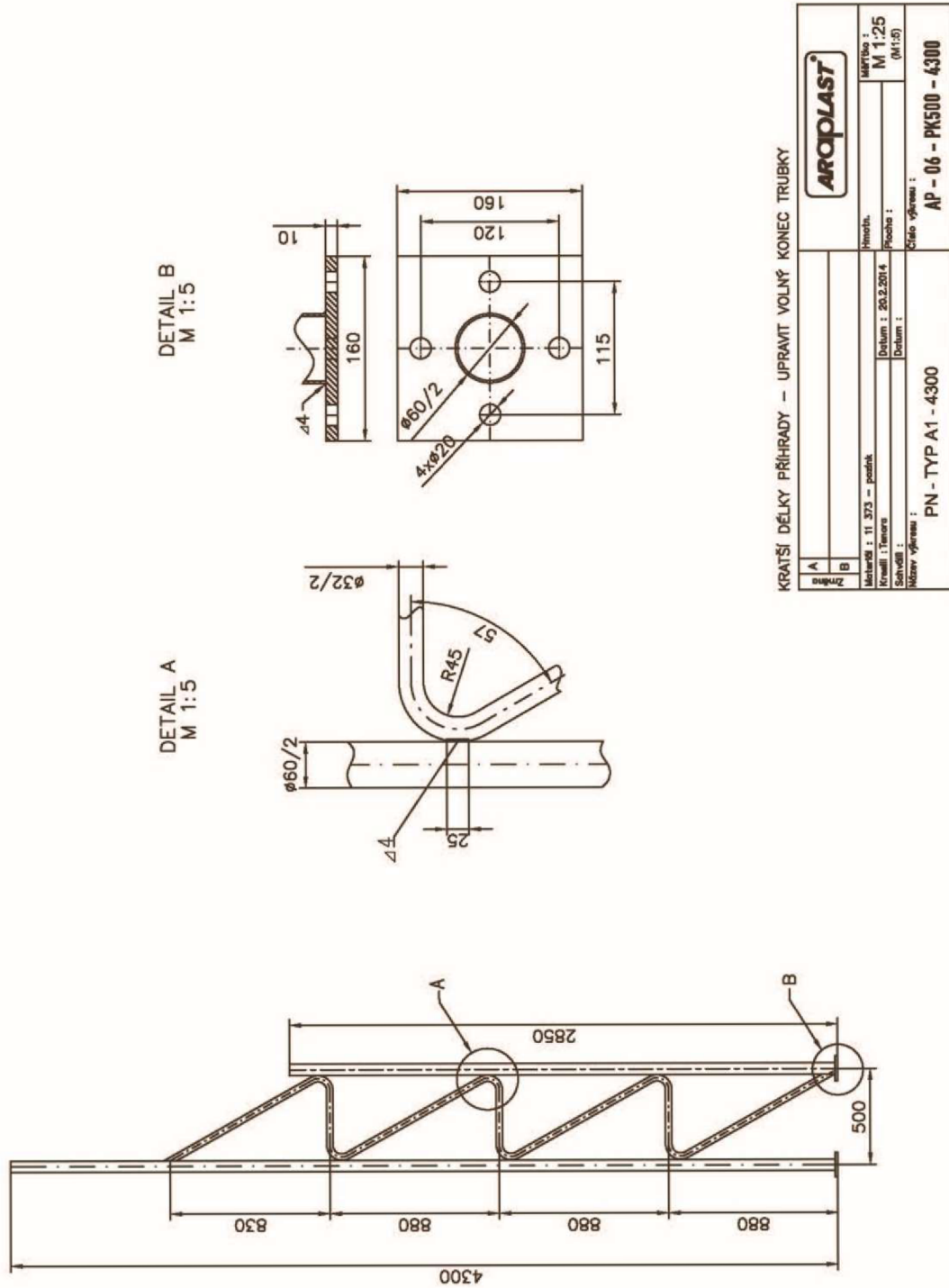
Tab. 1: Kalkulace ceny výkonu	46
Tab. 2: Varianta stávajícího typu příhradového nosníku	51
Tab. 3: Varianta nového typu příhradového nosníku	51

SEZNAM POUŽITÝCH PŘÍLOH

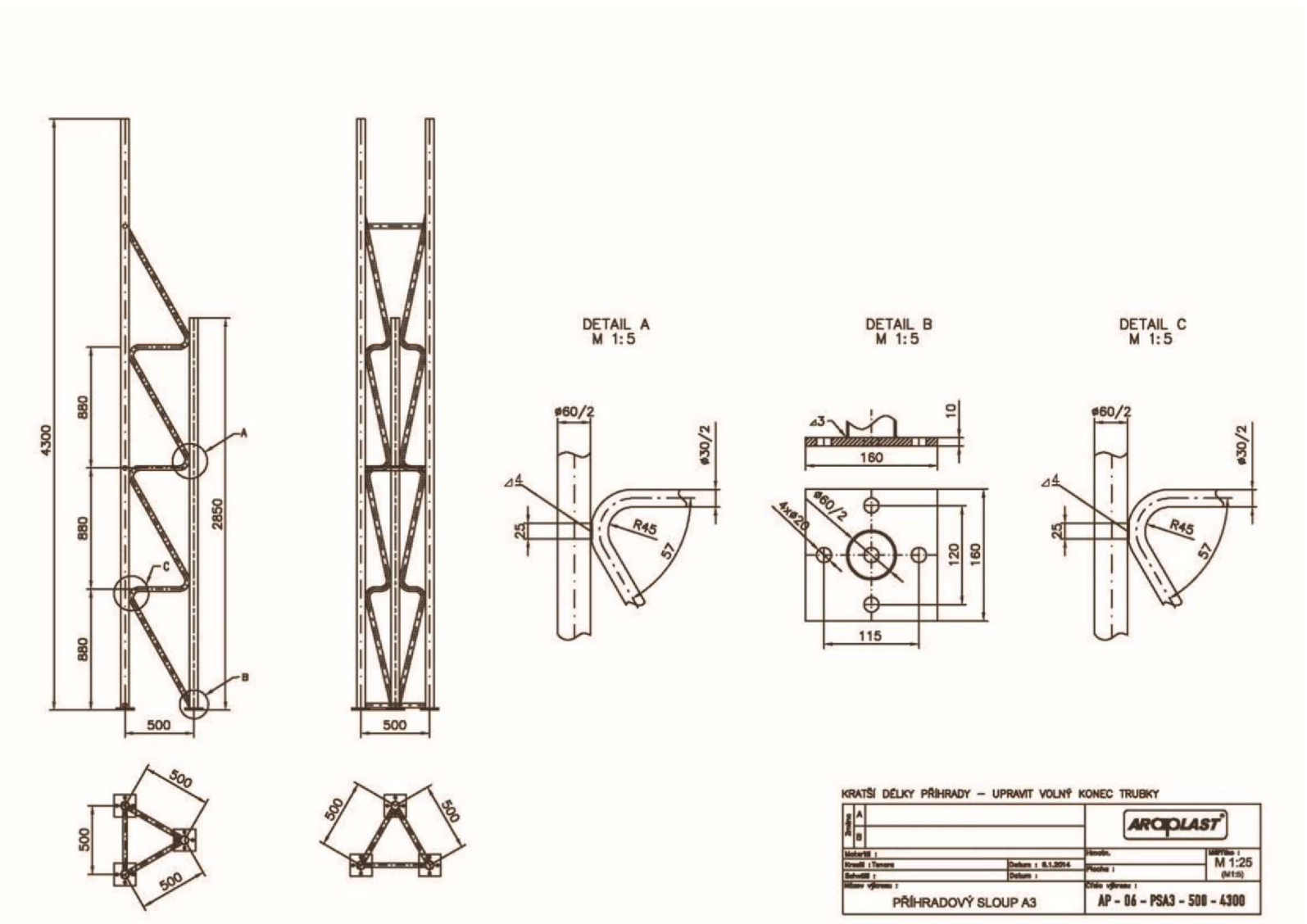
Příloha 1: Výkresová dokumentace stávajícího typu příhradového nosníku rozměr 4300 mm

Příloha 2: Výkresová dokumentace nového typu příhradového nosníku rozměr 4300 mm

Příloha 1: Výkresová dokumentace stávajícího typu příhradového nosníku rozměr 4300 mm



Příloha 2: Výkresová dokumentace nového typu příhradového nosníku rozměr 4300 mm



KRATŠÍ DÉLKY PŘÍHRADY – UPRAVIT VOLNÝ KONEC TRUBKY		ARCOPLAST	
Model :		Stav :	M 1:25
Projekt :	8.1.2014	Platnost :	(M15)
Subjekt :		Číslo výkresu :	AP - 06 - PSA3 - 500 - 4300
PŘÍHRADOVÝ SLOUP A3			