



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

MODULÁRNÍ VÝVODY Z ODFUKOVÝCH KANÁLŮ

MODULAR OUTPUTS FROM EXHAUST CANALS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Jiří DOSTOUPIL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Ing. Miroslav PÍŠKA, CSc.

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie
Akademický rok: 2012/13

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jiří Dostoupil

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Modulární vývody z odfukových kanálů

v anglickém jazyce:

Modular outputs from exhaust canals

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Bakalářská práce se zabývá návrhem modulárních vývodů z odfukových kanálů VN rozváděče, vytvořením sestav a kusovníků jednotlivých bloků, zpracováním tabelonu a technologie jejich výroby.

Cíle bakalářské práce:

Úvod, rozbor problematiky

Návrh modulárních vývodů z odfukových kanálů VN rozváděče (pro délku vývodu 200-10000 mm)

Vytvoření sestav a kusovníků jednotlivých bloků

Tabelon (podklad pro SAP konfiguratör)

Technologie výroby

Montážní manuál

Závěr

Závěry

Seznam odborné literatury:

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA, Vysokonapět'ová spínací a řídicí zařízení - Společná ustanovení ČSN EN 62271-1

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA, Vysokonapět'ová spínací a řídicí zařízení - Kovově kryté rozvaděče na střídavý proud pro jmenovitá napětí nad 1kV do 52 kV včetně ČSN EN 62271-1 Podnikové normy a instrukce:

UniGear ZS1 ARC-PROOF VERSION, Rules for installation in the switchgear room, dokument č. 1VCD600008

Instruction for gas duct outlet support, dokument č. 1VLG100204

Směrnice pro vypracování výkresových podkladů, dokument č. PN 0401

Směrnice pro volbu šroubových spojů, dokument č. PN 0503


DeGarmo, P.E., Black, J.T., Kohser, R.A. Materials and Processes in Manufacturing. John Wiley and Sons. 2012. 11th edition. 1184 s. ISBN-13 978-0-470-92467-9. HUMÁR, Anton. Materiály pro řezné nástroje. Praha. MM publishing s. r.o. 2008. ISBN 978-80-254-2250-2.

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Miroslav Piška, CSc.


Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/13.

V Brně, dne 2.11.2012





prof. Ing. Miroslav Piška, CSc.
Ředitel ústavu



prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan

ABSTRAKT

Projekt pojednává o návržení ideální varianty modulárního vývodu, která bude plně funkční, pro firmu ABB v Brně na Vídeňské ulici. Po návržení modulárního vývodu, se budu zabývat vytvořením kusovníků pro jednotlivé segmenty, kusovník bude vytvořen na základě, předcházejících úvah a firemních zvyklostí. Dále jsem připravil podklady pro SAP konfigurator a zhotovil technologický postup, dle strojů používaných ve firmě ABB.

Klíčová slova

Modulární vývod, SAP

ABSTRACT

The project aims to design the ideal, fully functional version of a modular outlet for the ABB company, residing in Brno, Vídeňská street. After designing the modular outlet, I will proceed to draw up bills of materials for individual segments. A bill of materials will be drawn up based on previous considerations and corporate conventions. Furthermore, I prepared the grandwork for an SAP configurator and I also established the technological procedure in accordance with the machines used in the ABB company.

Keywords

Modular outputs, SAP

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DOSTOUPIL, Jiří. *Modulární vývody z odfukových kanálů*. Brno 2014. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 38 s. příloh. Prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Modulární vývody z odfukových kanálů** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně dne 27.5.2014

.....
Datum

.....
Jiří Dostoupil

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Martinu Čepičkovi za cenné informace, které souvisely s problematikou řešeného problému ve firmě ABB. Dále chci poděkovat prof. Ing. Miroslavu PÍŠKOVI, CSc., za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

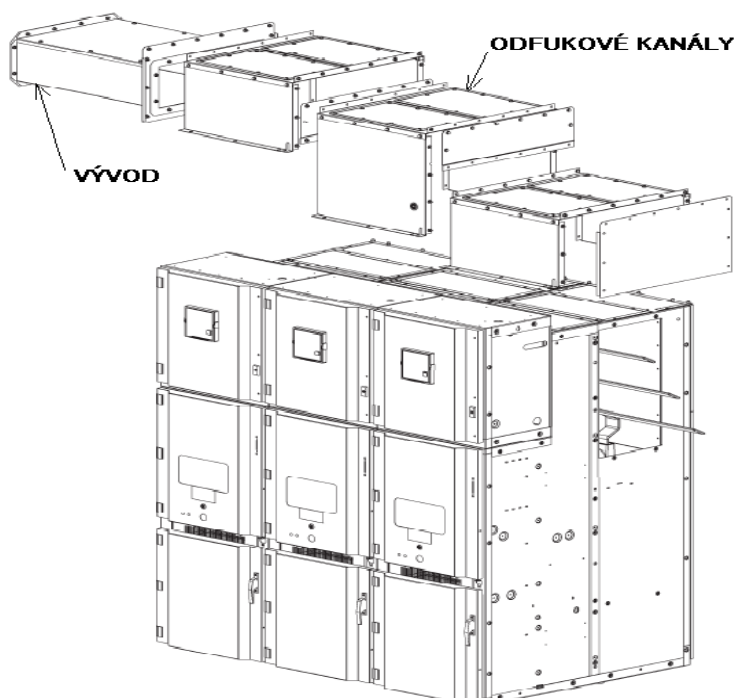
OBSAH

ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ.....	6
PODĚKOVÁNÍ	7
OBSAH.....	8
ÚVOD.....	9
1 TEORIE STŘÍHÁNÍ A OHÝBÁNÍ [2].....	10
1.1 Stříhání [3,4]	10
1.1.1 Střížná vůle [3,4,5,6]	11
1.1.2 Střížná síla a práce [4,5,6,7]	13
1.1.3 Technologičnost konstrukce výstřížku [3,5,6]	13
1.1.4 Nástřihový plán [3,4].....	14
1.2 Ohýbání [3,4,6]	15
1.2.1 Odpružení ohýbaného materiálu [3,4,6].....	17
1.2.2 Určení velikosti polotovaru při ohýbání [3]	18
1.2.3 Určení ohýbací síly a práce [3].....	19
1.2.4 Technologičnost ohýbaných součástí	22
2 ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU	22
3 NÁVRH MODULÁRNÍCH VÝVODŮ Z ODFUKOVÝCH KANÁLŮ VN ROZVADĚČE (PRO DÉLKU VÝVODU 200 – 10 000 mm).....	23
3.1 Návrh první varianty modulárního vývodu.....	23
3.2 Návrh druhé varianty modulárního vývodu	24
3.3 Návrh třetí varianty modulárního vývodu.....	25
4 VYTVOŘENÍ SESTAV A KUSOVNÍKŮ JEDNOTLIVÝCH BLOKŮ	26
5 TABELON [8].....	27
6 NÁVRH TECHNOLOGIE VÝROBY	27
6.1 Rozvinutý tvar dílce	27
6.2 Volba nástřihového plánu	29
6.3 Postup výroby na stroji TruPunch 5000.....	30
6.4 Technologický postup ohýbání	31
6.5 Volba strojů.....	31
7 MONTÁŽNÍ MANUÁL.....	32
8 ZÁVĚRY	34
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	35
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	36
SEZNAM PŘÍLOH.....	38

ÚVOD

Téma bakalářské práce, bylo vybráno z hlediska pracovního poměru ve firmě ABB v Brně, na Vídeňské ulici. Problematika, která byla řešena, se zabývá modulárními vývody z tzv. odfukových kanálů. Pro přiblížení situace, firma ABB je mezinárodní technologická a elektroinženýrská společnost. Konkrétně se závod na Vídeňské ulici zabývá výrobou rozvaděčů, které slouží k rozvádění elektrické energie. Tyto rozvaděče jsou pro vysoké napětí, až do 36 kV. Na rozváděcí skříni, popřípadě celé pole těchto skříní, je shora přimontován odfuk, který slouží pro případ, když by došlo ke zkratu, či jiné chybě ve skříni a došlo k následné explozi. Pokud nastane taková situace a ve skříni dojde k explozi, která obsahuje různé plyny provázeny plameny, které dosahují extrémních teplot a vysokého tlaku, tak jsou tyto plyny odvedeny právě, přes odfukový systém, na který jsou přimontovány vývody, jejichž vyústění je mimo halu objektu. Význam vývodů je jednoduchý, pokud by vyústění bylo přímo v hale, kde by byly např. stroje, u kterých by byla obsluha, tak by mohlo dojít k ohrožení na životě. Vyústění z rozvaděče přímo v hale či místnosti, kde je rozvaděč nainstalován se samozřejmě také používá, ale pouze v případě, že je rozvaděč umístěn v místnosti, kde k němu za jeho chodu nemá přístup, nekvalifikovaný personál.

Úvodem práce bude nastíněna teorie stříhání a ohýbání, protože dílce modulárního vývodu jsou nejdříve vyraženy na automatickém vysekávacím stroji a následně ohnuty na ohráňovacím lise. Po rozboru teoretické části, bude uvedena stávající situace respektive situace před tím, než se začaly používat modulární vývody. Bude zmíněno, z čeho se skládalo původní portfolio, jaké mělo nevýhody a proč v podstatě přišlo k úvaze něco změnit. Z konstrukčního hlediska budou zmíněny veškeré návrhy modulárních vývodů. Po uvedení vybrané varianty, se zaměříme na složení sestav. Zmíněn bude i pojem tabelon, což je podklad pro programátora, který vytvoří funkční program pro zadávání vývodů při tvorbě zakázky. Následně bude rozebrána technologie výroby. V závěru práce bude zmíněn montážní manuál, který má usnadnit práci zákazníkovi při instalaci rozvodny.



Obr. 1 Rozvodna s odfuky a bočním vývodem.

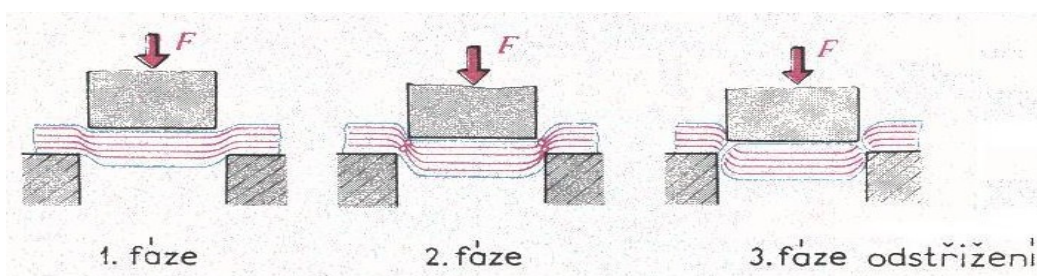
1 TEORIE STŘÍHÁNÍ A OHÝBÁNÍ [2]

Stříhání a ohýbání jsou technologie, které spadají do skupiny tváření za studena. Tváření za studena je charakteristické tím, že probíhá v podstatě pod rekrystalizační teplotou tvářeného materiálu. Součásti vyrobené tvářením za studena mají příznivou rozměrovou přesnost, kvalitní povrch, také dobré mechanické vlastnosti. Součásti dosahují složitých tvarů a z hlediska ekonomického jim umožňuje tváření za studena vysoké využití materiálu, velkou výrobnost zařízení při využití mechanizace a automatizace, tudíž i nižší podíl pracovních sil.

1.1 Stříhání [3,4]

U velké většiny výrobků můžeme hovořit, že je u nich stříhání jednou z nejpočetnějších operací. Stříhání se do technologie tváření řadí jako základní práce z důvodu používání tvářecích strojů při její realizaci. Stříhání je definované jako postupné, nebo současné oddělování částí materiálu působením protilehlých střížných hran podél čáry stříhu. Střížní čára může mít tvar přímky, nebo otevřené či uzavřené křivky podle tvaru výstřížku.

Stříhání se používá jednak na přípravu polotovarů (stříhání tabulí, svitků plechů, stříhání profilů, vývalků apod.) jednak na vystříhovávání součástek z plechu buď pro konečné použití nebo pro výrobky na další technologie (ohýbání, protlačování, tažení, atd.) a jednak na dokončovací, nebo pomocné operace. Stříhání je rozděleno do tří fází (obr. 2).

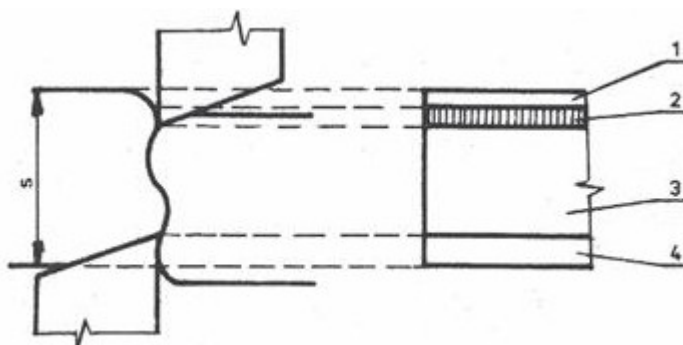


Obr. 2 Tři fáze stříhání. [4]

- U první fáze dochází k pružným deformacím, proto tuto oblast nazýváme jako oblast pružných deformací, kdy se materiál stlačuje a ohýbá a vtlačuje se do otvoru střížnice.
- V druhé fázi dochází k plastickým deformacím, proto hovoříme o oblasti plastických deformací, kdy se střížník vtlačuje do plechu a ten do otvoru střížnice. Napětí pak překračuje mez kluzu a na hranách střížníku a střížnice se blíží mezi pevnosti.
- Ve třetí fázi začínají na hranách vznikat trhlinky, ty se rozšiřují, až dojde k utržení materiálu.

Výstřížek se oddělí dříve, než projde střížník celou tloušťkou stříhaného materiálu a následně je výstřížek vytlačen. S ohledem na to nejsou okraje stříhovových ploch zcela rovinné a střížná plocha má určitou drsnost, která není v ploše rovnoměrně rozdělená. Místa, kde došlo k prvnímu výskytu trhlin, jsou drsnější, než ostatní střížné plochy. Oddělení však nenastane přesně v žádané rovině a to proto, že materiál je elastický, tvárný

a napětí způsobuje tlak nožů na celé ploše – podle toho rozeznáváme na odstříhnuté ploše různá pásma (obr. 3).



Obr. 3 Deformační pásma při stříhání. [4]

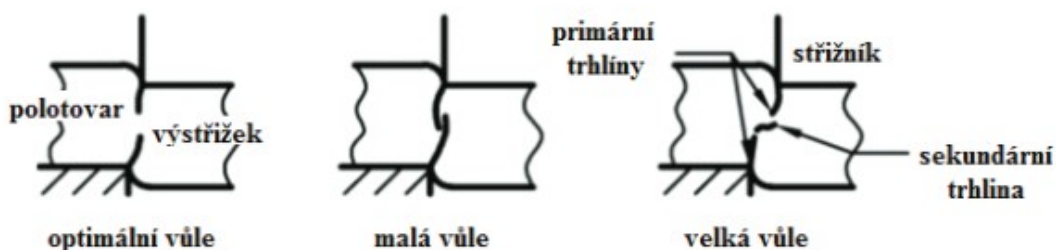
1 – pásmo zaoblení (dochází k elastické deformaci), 2 – pásmo utržení, 3 – pásmo smyku (dochází k plastické deformaci), 4 – pásmo odtláčení

1.1.1 Střížná vůle [3,4,5,6]

Rozdíl mezi pracovní částí střížníku a střížnice je rozměr, který nazýváme střížná vůle. Střížná vůle tvoří střížnou mezeru, která je zde $2x$. Možné případy tvorby střížných ploch:

- V případě, že se trhlinky, které vznikají působením střížných hran, setkají – jedná se o optimální střížnou vůli, která má velký vliv na střížnou sílu, ta je v této situaci minimální (obr. 4 vlevo).
- Pokud je nástroj vyhotoven tak, že má střížnou vůli malou, nebo naopak příliš velkou, dojde při stříhu k výraznému snížení kvality střížné plochy (obr. 4 uprostřed a vpravo).

Při dodržení správné velikosti střížné mezery, se vyhneme problémům se špatnou kvalitou a jakostí povrchu střížné plochy, ušetříme životnost nástroje. Je velmi důležité, aby byla střížná mezeru naprosto stejná po celém obvodu stříhu. Při nedodržení stejné střížné vůle ve všech místech po celém obvodu, můžou vzniknout povrchové vady, ostříny a v celkovém výsledku bude střížná plocha velmi nekvalitní.



Obr. 4 Vliv střížné vůle na tvorbu střížné plochy. [6]

Střížná vůle je pro různé materiály odlišná. Důležitou roli zde hraje také tloušťka daného materiálu (obr. 5).

	Střížná vůle s (%)	
	do 2,5 mm	2,5-6 mm
ocel měkká	5	7-8
ocel středně tvrdá	6	6-8
ocel tvrdá	7-9	7-10
hliník	4-7	5-9
dural	7-8	7-10
měď měkká	4-5	5-6
měď polotvrdá a tvrdá	6-7	6-7
mosaz měkká	4-5	4-6
mosaz polotvrdá a tvrdá	5-6	5-7
papír, lepenka	2-3	3

Obr. 5 Velikost střížné vůle v závislosti na tloušťce stříhaného materiálu. [5]

Mnoho dodavatelů polotovarů, nabízí zákazníkům tabulky, které mají již předdefinované střížné vůle. Střížná vůle se dá stanovit dle níže uvedených vztahů:

Stanovení střížné vůle pro materiály tloušťky $s < 3\text{mm}$:

$$\frac{v}{2} = 0,32c \cdot s \cdot \sqrt{\tau_m} [\text{mm}] \quad (1.1)$$

Stanovení střížné vůle pro materiály tloušťky $s > 3\text{mm}$:

$$\frac{v}{2} = 0,32 \cdot (1,5 \cdot c \cdot a - 0,0015) \cdot \sqrt{\tau_m} [\text{mm}] \quad (1.2)$$

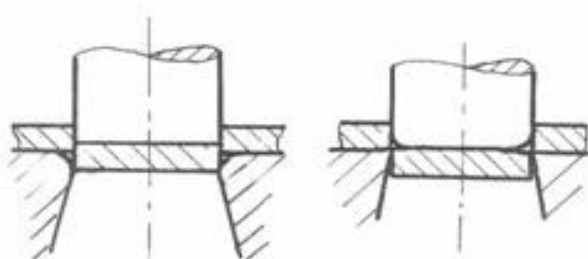
kde: v - střížná vůle [mm]

c – součinitel $c = 0,005 - 0,035$ [-]

s - tloušťka stříhaného materiálu [mm]

τ_m – pevnost ve stříhu stříhaného materiálu [MPa]

Pro výrobu velmi kvalitního povrchu díry je možné použít technologii stříhání bez střížné vůle. Existují dva případy použití. První z nich je, že je střížnice vyrobena bez bříty, tedy se zaoblením funkčních ploch, střížník má funkční plochy naostřené. Ve druhém případě má střížnice naostřené funkční plochy a střížník je zaoblen (obr. 6).

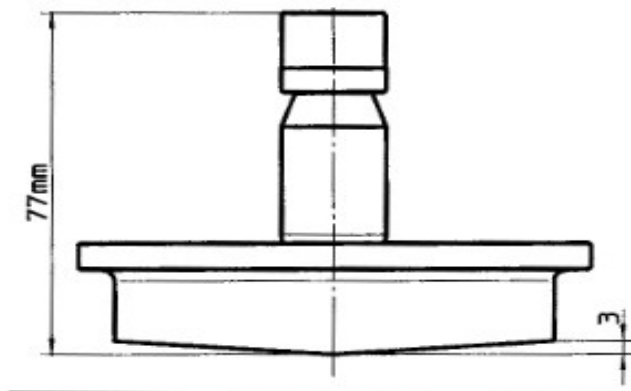


Obr. 6 Stříhání bez vůle (vlevo - kvalitní povrch díry, vpravo - kvalitní povrch výstřížku). [4]

1.1.2 Střížná síla a práce [4,5,6,7]

Pro správný návrh technologického procesu stříhání je nutná znalost stříhacích sil vzniklých působením střížných dvojic. Samotný návrh konstrukce nástroje a volbu stroje střížná síla taktéž ovlivňuje. Velikost střížné síly je dána v každém okamžiku součinem střížného odporu a střížné síly. Ve skutečnosti nedochází k čistému smyku při střížných podmínkách. Namáhání jsou kombinovaná, proto se výsledná síla volí o 20 – 50% větší, právě kvůli přidavným namáháním.

Střížnou sílu lze zmenšit zvláštní úpravou střížných hran. Jedná se o zešikmení střížných hran pod určitým úhlem. Tato úprava se provádí také z technologického hlediska, pro případ dlouhých tvarových stříhů, kdy by docházelo k velkým rázům, k rychlejšímu otupení nástrojů, ke zvlňování materiálu a byla by zapotřebí velká střížná síla. Díky tvarové úpravě nástroje jsme schopni snížit střížnou sílu až o 40%.



Obr. 7 Razník se šikmým zbrošením. [7]

Výpočet střížné síly:

$$F_s = (1,1 - 1,3) \cdot O \cdot s \cdot t_s \text{ [N]} \quad (1.3)$$

kde: O - střížný obvod [mm]

s - tloušťka stříhaného materiálu [mm]

t_s - napětí ve smyku, stříhová pevnost - $t_s = 0,8 \cdot R_m$ [MPa]

S - plocha průřezu ve střížné rovině - $S = O \cdot s$ [mm²]

Výpočet střížné práce:

$$A = F_s \cdot k \cdot z \text{ [J]} \quad (1.4)$$

kde: k - koeficient zaplnění plochy pod křivkou [-]

z - zdvih [mm]

1.1.3 Technologičnost konstrukce výstřížku [3,5,6]

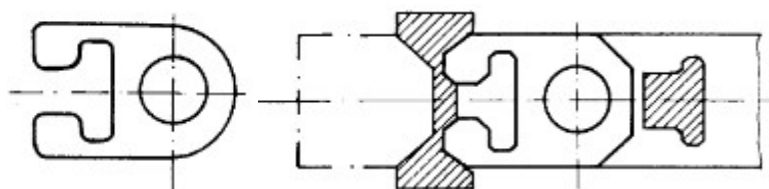
Dokonalého technologického postupu a co nejvyšší hospodárnosti výroby, je důležité správně zvolit technologičnost konstrukce výstřížku. Při návrhu výstřížku by se měli brát na zřetel, vlastnost materiálu a faktory spojené s technologií stříhání:

- čím vyšší je tvárnost materiálu, tím horší bude drsnost střížné plochy
- pokud se zvětšuje odchylka kolmosti střížné plochy, tak se také zvětšuje střížná vůle

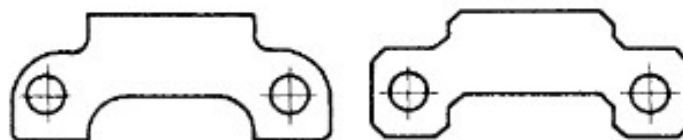
- podél střížné plochy dochází ke ztenčení materiálu, a zároveň i k jeho zpevnění
- s přibývajícím opotřebením nástrojů se mění rozměry výstřížku
- u malých tlustostěnných výstřížků dochází k prohnutí výstřížku ohybovým momentem stříhání

Zásady technologičnosti výstřížku:

- netolerovat rozměry pod reálnou mez pro stříhání na běžných zařízeních.
- jestliže není střížná plocha funkční, je důležité nepředepisovat její kolmost, drsnost ani jakost povrchu
- pro výstřížky z tenkého plechu nepředepisovat rovinnost, u tlustostěnných výstřížků jen výjimečně
- minimální velikosti otvorů u běžných nástrojů je pro měkkou ocel $\varnothing 0,6$ až $0,8$ mm, při použití přidržovače $\varnothing 0,25$ až $0,30$ mm, pro tvrdou ocel se jedná o $\varnothing 1,2$ až $1,5$ mm, s přidržovačem $\varnothing 0,5$ mm
- vzdálenost otvoru od okraje, popř. vzdálenost mezi otvory musí být min. $0,8$ až $1,5$ s. Pro měkké oceli se tento rozměr zvětší o 15 až 25% .
- nejmenší šířka výstřížků by měla být $b > 1,5$ s
- rohy mají být konstruovány raději se sražením než se zaoblením, sražení 45° je nezbytné, pokud je výstřížek vytvořen postupným stříháním (obr. 8).
- Minimální úhly rohů u tvrdých plechů (600MPa) $> 90^\circ$, u měkkých plechů ($< 300\text{MPa}$) $> 45^\circ$
- Není vhodné měnit poloměr zaoblení rohů na výstřížku a střídat ostré a zaoblené rohy (obr. 9).



Obr. 8 Úprava rohů výstřížku (vlevo – špatně, vpravo – správně). [6]



Obr. 9 Zaoblení rohů výstřížku (vlevo – nevhodné, vpravo – vhodné.) [6]

1.1.4 Nástřihový plán [3,4]

Při stříhání je velmi důležité rozmístění samotných výstřížků na plechu, rozumným rozmístěním jsme schopni korigovat procento materiálu, které bude jako odpad. Rozmístění výstřížků na plech se nazývá nástřihový plán. Nástřihovému plánu se musí věnovat velká pozornost, protože materiál tvoří 60 až 75% celkových nákladů. Nástřihový plán se volí podle následujících hledisek:

- tvar a konstrukce výrobku
- zásady konstrukce
- minimální vzdálenosti mezi výrobkem a okraji plechu

Na základě nástřihového plánu se pak počítá použití materiálu, spotřeba materiálu, a taky konstrukce vhodného nástroje. Pro výpočet využití materiálu se může počítat buďto využití pásu plechu, ten slouží většinou pro stejné výstřižky, které se opakují, nebo se jedná o výpočet využití tabule plechu, zde jsou rozmístěny různé výstřižky, tak aby bylo procento odpadu co nejmenší. Využití materiálu při stříhání by nemělo být menší než 60%.

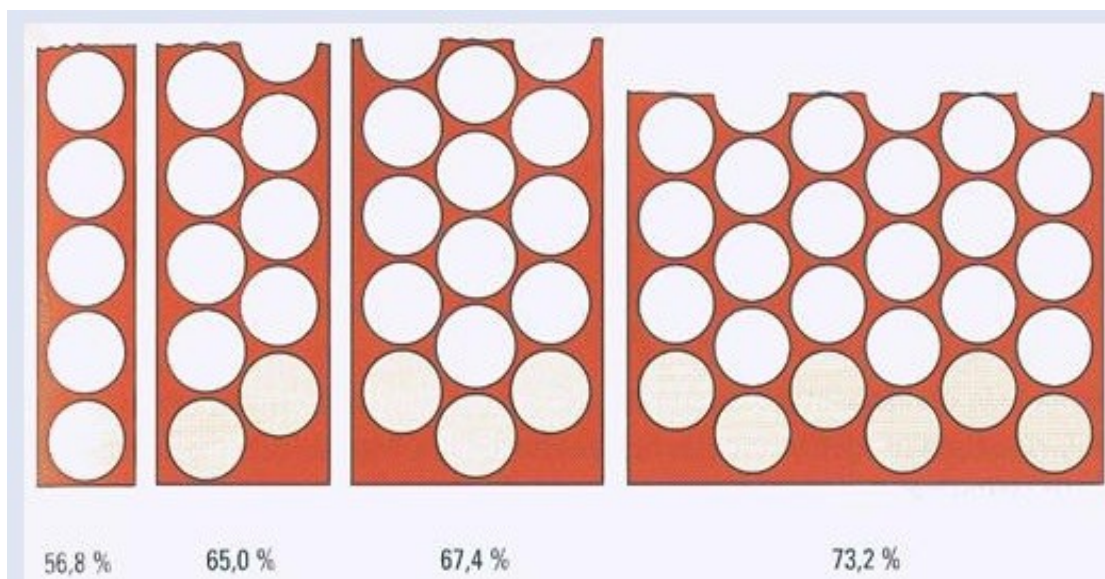
Využití tabule plechu:

$$\eta_p = \frac{n_c \cdot S_v}{S_{pl}} \cdot 100 [\%] \quad (1.5)$$

kde: n_c – celkový počet výstřižků z plechu [ks]

S_v – plocha jednoho výstřižku [mm^2]

S_{pl} – plocha tabule plechu [mm^2]



Obr. 10 Rozmístění výrobků a procentuální využitelnost materiál.

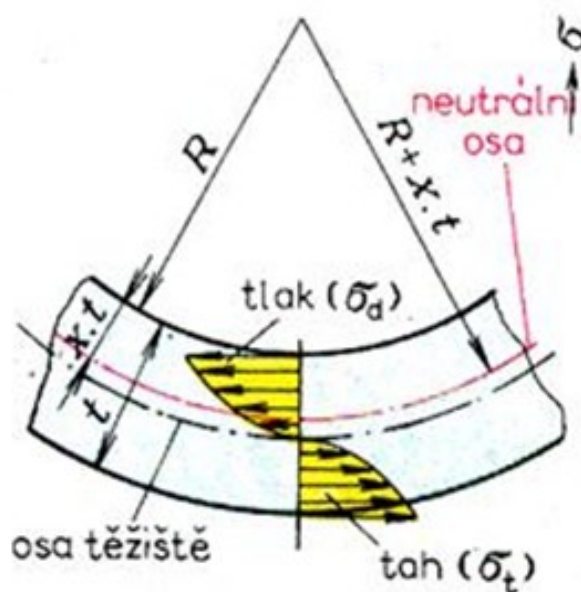
1.2 Ohýbání [3,4,6]

Ohýbání je proces, při kterém se materiál trvale deformuje pod určitým úhlem, a s určitým rádiusem ohybu. Nástroj, pomocí kterého materiál ohýbáme, se jmenuje ohýbadlo, které je složeno z ohybníku a ohybnice. Ohnutí tělesa do žádoucího tvaru využívá



Obr. 11 Ohýbání na ohraňovacím lise. [1]

stejných zákonů plasticity, jako ostatní způsoby tváření - překročením meze kluzu dosáhneme oblasti plastické deformace. Plastická deformace je doprovázena deformací elastickou. Po průřezu je to pružně plastická deformace, která má různý průběh od povrchu materiálu k neutrální ose. Při ohýbání dochází k deformaci průřezu. Ohýbaný materiál je na vnitřní straně ohybu v podélném směru stlačován, zkracován a v příčném směru roztahován. Na vnější straně ohybu se materiál v podélném směru prodlužuje, roztahuje a v příčném směru se stlačuje. V okolí střední části průřezu materiálu jsou tahová napětí malá a dosahují nižších hodnot, než je mez kluzu daného materiálu. Místo kde není žádné napětí ani žádná deformace se nazývá neutrální osa. Neutrální osa se při ohýbání neprodlužuje ani nezkracuje, před ohýbáním se nachází ve středu průřezu ohýbaného materiálu a při ohýbání se posouvá k vnitřní straně ohybu (obr. 12). Neutrální osa, také slouží pro výpočet rozvinuté délky materiálu. Rozvinutá délka se tedy skládá z neutrální osy v ohýbaných úsecích a z délek, které jsou v rovných úsecích. Při ohýbání tenkých plechů, je rozdíl mezi neutrální osou a osou těžiště nepatrný, avšak u tlustých materiálů se tento rozdíl zvětšuje. Vzdálenost x , která definuje polohu neutrální osy, závisí na poměru R/t , který je uveden v tab. 1.



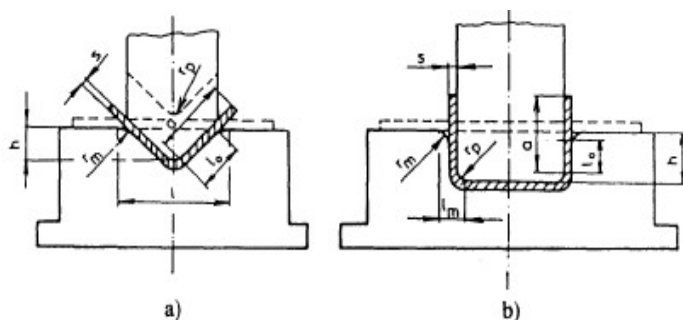
Obr. 12 Místa a velikosti napětí v materiálu. [4]

Tab. 1 Hodnoty součinitele x . [4]

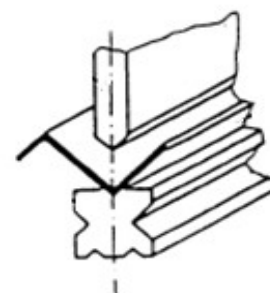
R/t	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,5	2	3	4	nad 5
x	0,23	0,29	0,32	0,35	0,37	0,38	0,39	0,4	0,41	0,42	0,44	0,45	0,46	0,47	0,5

Ohýbání se rozděluje:

- Jednoduché ohýbání – při jednoduchém ohýbání se materiál ohýbá do tvaru „V“ anebo do tvaru „U“ (obr. 13). Jedná se o tváření rovinných polotovárů, z kterých je výlisek s plochami, které jsou vůči sobě různě orientovány.
- Ohraňování – touto technologií lze materiál ohýbat do tvaru „V“ a „U“. Ohýbání se provádí na ohraňovacích lisech. Tato metoda je v dnešní době velmi využívaná, protože lze dosáhnout poměrně dosti složitých tvarů součástí. Další velkou předností ohraňovacího lisu je schopnost dělat dlouhé ohyby. Schéma Ohraňování je vyobrazena na obr. 14. Dnešní ohraňovací lisy mají přípravky, pomocí kterých jsme schopni dělat obruby.

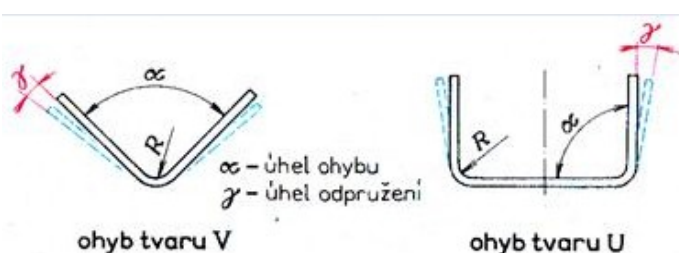


Obr. 13 Ohýbání do tvaru a) „V“, b) „U“. [3]



Obr. 14 Schéma ohraňování. [3]

1.2.1 Odpružení ohýbaného materiálu [3,4,6]



Obr. 15 Odpružení materiálu [4]

Při ohýbání působí na materiál vnější síly, až tyto síly pomínou tak se ohnutý materiál částečně vrátí do původního stavu, což se nazývá odpružení ohýbaného materiálu (obr. 15). Odpružení je u technologie ohýbání faktorem, který zde hraje velkou roli. Odpružení při ohybu se projevuje jako úhlová odchylka γ , čím větší délku mají ramena, tím více roste význam této odchylky. Zpětné odpružení je způsobeno vlivem pružné deformace materiálu kolem neutrální osy. Tvárnost materiálu nám určuje, jak velký bude úhel odpružení. Úhel odpružení se pohybuje od 3° až do 15° .

Odpružení se nejčastěji eliminuje, tak že se materiál ohne o hodnotu úhlu odpružení γ , který se určí podle empirických vztahů, nebo z tabulek. Pokud se jedná o výlisek, tak se nástroj musí navrhovat s korekcí o úhel γ , tím dosáhneme požadovaného tvaru. Další možností je použití kalibrace, je to operace kdy se zvětší lisovací síla na konci lisovacího cyklu, následně dojde k místní plastické deformaci v místě ohybu, což způsobí snížení odpružení.

Přibližný úhel odpružení pro ohyb „V“ lze vypočítat:

$$\beta = \arctg 0,0375 \cdot \frac{l_v}{(1-x) \cdot s} \cdot \frac{R_e}{E} [\text{rad}] \quad (1.6)$$

Přibližný úhel odpružení pro ohyb „U“ lze vypočítat:

$$\beta = \arctg 0,075 \cdot \frac{l_u}{(1-x) \cdot s} \cdot \frac{R_e}{E} [\text{rad}] \quad (1.7)$$

Při ohýbání působí na materiál vnější síly, až tyto síly pomínou tak se ohnutý materiál částečně vrátí do původního stavu, což se nazývá odpružení ohýbaného materiálu (obr. 15). Odpružení je u technologie ohýbání faktorem, který zde hraje velkou roli. Odpružení při ohybu

Tab. 2 Úhly odpružení pro různé materiály.[4]

Materiál	R/t	
	0,8 až 2	> 2
320 MPa	1°	3°
Ocel 320 až 400MPa	3°	5°
400MPa	5°	7°
Mosaz měkká	1°	3°
Mosaz tvrdá	3°	5°
Hliník	1°	3°

kde: l_V – vzdálenost mezi podpěrami [mm]

R_e – mez kluzu [MPa]

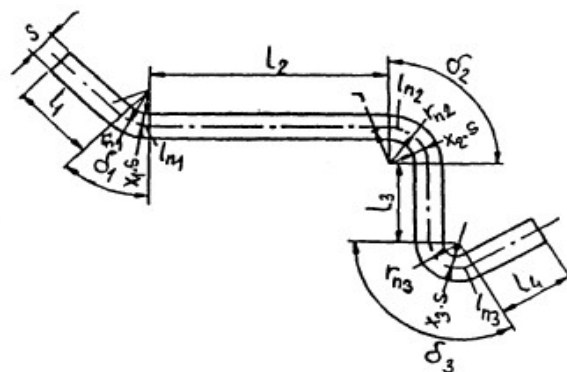
x – koeficient posunutí neutrální osy [mm]

E – modul pružnosti v tahu [MPa]

l_U – vzdálenost mezi podpěrami [mm]

1.2.2 Určení velikosti polotovaru při ohýbání [3]

Při výpočtu délky polotovaru pro ohýbání se vychází z délky neutrální osy, ta se totiž během procesu ohýbání nemění. Materiály vyráběné ohýbáním se skládají z rovných úseků, které mají svojí délku pevně stanovenou, protože tyto úseky nejsou nijak deformované a jejich vrstvy uvnitř materiálu se shodují. A ohýbaných úseků, u kterých je zapotřebí vypočítat délku neutrální osy. Délka rozvinutého tvaru se vypočítá podle následujících kroků:



Obr. 16 Určení rozvinutého tvaru. [3]

- Výpočet poloměru ohybu neutrální osy:

$$r_{ni} = r_{oi} + x_i \cdot s \quad [mm] \quad (1.8)$$

kde: r_{ni} – poloměr ohybu neutrální osy [mm]

r_{oi} – poloměr ohybu v i-tém místě ohybu [mm]

x_i – součinitel posunutí neutrální osy [-]

s – tloušťka materiálu [mm]

- Určení délky neutrální osy v místě ohybu

$$l_{ni} = \frac{2\pi}{360} \cdot \delta_i \cdot r_{ni} = \frac{\pi}{180} \cdot \delta_i \cdot (r_{oi} + x_i \cdot s) \quad [mm] \quad (1.9)$$

kde: l_{ni} – délka neutrální osy v místě ohybu [mm]

δ_i – úhel ohybu i-tém místě [°]

- Určení délky polotovaru, součtem rovných a ohnutých úseků

$$l_{pol} = \sum_{i=1}^n l_{ni} + \sum_{j=1}^k l_j \quad (1.10)$$

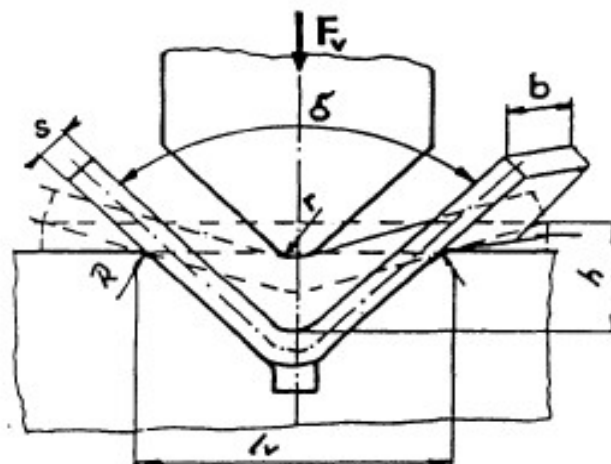
kde: l_{pol} – délka polotovaru [mm]

n – počet ohybů [-], ($i=1$ až n)

l_j – délka j-tého rovného úseku [mm]

k – počet rovných úseků [-], ($j=1$ až k)

Ohýbání se provádí na ohýbadlech, lisech, nebo ohranovacích lisech. Na těchto strojích ohýbáme ohybu tvaru „V“ a „U“. Při výpočtu se vychází z rovnosti ohybového momentu od vnějších sil a ohybového momentu vnitřních sil. Když ohýbáme materiál do tvaru „V“ tak se ohýbaný materiál uvažuje jako nosník, který je na dvou podpěrách které jsou od sebe vzdáleny o délku l_V a je zatížen silou F_V přesně v jeho středu, tak jak je to vyobrazeno na obr. 17.



Obr. 17 Ohýbání tvaru „V“. [3]

1.2.3 Určení ohýbací síly a práce [3]

Ohybový moment vnějších sil vypočteme:

$$M_{OV} = \frac{F_V}{2} \cdot \frac{l_V}{2} \quad [N/m^{-1}] \quad (1.11)$$

kde: M_{OV} – ohybový moment vnějších sil $[N/m^{-1}]$

F_V – velikost ohýbací síly [N]

l_V – vzdálenost mezi dvěma podpěrami [mm]

Ohybový moment vnitřních sil vypočteme:

$$M_{OVN} = \sigma_o \cdot W_{opl} = R_m \cdot C \cdot \frac{b \cdot s^2}{4} \quad [N/m^{-1}] \quad (1.12)$$

kde: M_{OVN} – ohybový moment vnitřních sil $[N/m^{-1}]$

σ_o – napětí v ohybu [MPa]

W_{opl} – plastický průřezový modul v ohybu $[mm^3]$

$$W_{opl} = 1,5 \cdot W_o = 1,5 \cdot \frac{b \cdot s^2}{6} = \frac{b \cdot s^2}{4} \quad (1.13)$$

W_o – průřezový modul v ohybu $[mm^3]$

C – součinitel, který zohledňuje, že při ohýbání není jednoosý stav napjatosti

a zohledňuje třecí sílu $C = 1,15$ až $1,45$

Výpočet ohýbací síly se vypočte z rovnosti momentu vnějších a vnitřních sil:

$$F_V = \frac{b \cdot s^2}{l_V} \cdot R_m \cdot C [N] \quad (1.14)$$

kde: F_V – ohýbací síly [N]

Často se aplikuje ohýbání s kalibrováním na konci ohýbání, nebo použitím aplikace vyrovnávací síly a to z důvodu toho, aby se zvýšila přesnost.

Celková ohýbací síla s kalibrováním se pak vypočte:

$$F_{CV} = F_V + F_K [N] \quad (1.15)$$

kde: F_{CV} – celková ohýbací síly s kalibrováním [N]

F_K – kalibrovací síla [N], $F_K = (2,0 \text{ až } 2,5) \cdot F_V [N]$

Celková ohýbací síla s vyrovnávací silou se pak vypočte:

$$F_{CV} = F_V + F_R [N] \quad (1.16)$$

kde: F_{CV} – celková ohýbací síly s vyrovnávací silou [N]

F_R – vyrovnávací síla [N], $F_R = p \cdot S [N]$

p – tlak potřebný na vyrovnání ramen [MPa]

S – vyrovnávaná plocha pod ohybníkem [mm²]

Tab. 3 Tlak při ohýbání s vyrovnáváním ramen. [3]

Materiál	Tlak na vyrovnání ramen p [MPa]	
	Tloušťka materiálu do 3mm	Tloušťka materiálu 3 až 10mm
Hliník	30 až 40	50 až 60
Mosaz	60 až 80	80 až 100
Ocel 12010 až 12022	80 až 100	110 až 120
Ocel 12022 až 12040	100 až 120	120 až 150

Pro zabránění případného posuvu se dá použít přidržovač, u kterého se vypočítá přidržovací síla následovně:

$$F_{CV} = F_V + F_K + F_P [N] \dots \text{při použití kalibrování} \quad (1.17)$$

$$F_{CV} = F_V + F_R + F_P [N] \dots \text{při použití vyrovnávání ramen} \quad (1.18)$$

kde: F_P – síla přidržovače [N], $F_P = (0,25 \text{ až } 0,30) \cdot F_V [N]$

Ohýbací práce při ohýbání tvaru „V“ se vypočítá:

$$A_V = F_V \cdot h \cdot \psi [J] \quad (1.19)$$

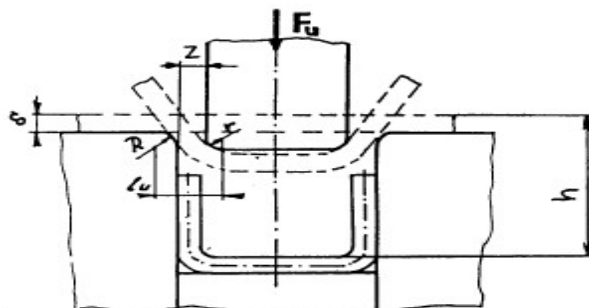
kde: A_V – ohýbací práce [J]

h – dráha ohybníku [mm], (obr. 17)

ψ – součinitel plnosti diagramu [–], $\psi = 0,5 - 0,65$ [–]

Pokud je při ohýbání použit přidržovač, je nutné upravit vzorec pro výpočet práce. Místo ohýbací síly F_V se dosadí součet ohýbací síly plus síla přidržovače $F_V + F_P$.

Při ohýbání tvaru „U“, je logika stejná jako při ohýbání tvaru „V“, avšak s rozdílem tím, že rameno ohybu je l_u a čelo ohybníku je rovné (obr. 18).



Obr. 18 Ohybník tvaru „U“. [3]

Ohybový moment vnějších sil se vypočítá jako:

$$M_{OV} = \frac{F_U}{2} \cdot l_u \text{ [N/m}^{-1}\text{]} \quad (1.20)$$

kde: M_{OV} – ohybový moment vnějších sil [N/m⁻¹]

F_U – ohýbací síla pro ohýbání do tvaru „U“ [N]

l_u – rameno ohybu [mm], $l_u = R + r + Z$ [mm]

R – poloměr ohýbací hrany ohybnice [mm]

r – poloměr ohybu [mm]

Z – ohýbací mezera [mm], $Z = 1,15 \cdot s$ [mm]

Ohybový moment vnitřních sil se vypočítá jako:

$$M_{OVN} = \sigma_0 \cdot W_{Opl} = R_m \cdot C_u \cdot \frac{b \cdot s^2}{4} \text{ [N/m}^{-1}\text{]} \quad (1.21)$$

kde: C_u – konstanta, která zohledňuje stav napjatosti a tření při ohýbání tvaru „U“, $C_u = 1,6$ až $1,8$ [–]

Výpočet ohýbací síly tvaru „U“ se vypočte z rovnosti momentu vnějších a vnitřních sil:

$$F_U = \frac{b \cdot s^2}{2 \cdot l_u} \cdot R_m \cdot C_u \text{ [N]} \quad (1.22)$$

Celková ohýbací síla s kalibrováním se pak vypočte:

$$F_{CU} = F_V + F_K \text{ [N]} \quad (1.23)$$

kde: F_K – kalibrovací síla [N], $F_K = (2,0$ až $2,5) \cdot F_U$ [N]

Celková ohýbací síla s vyrovnávací silou se pak vypočte:

$$F_{CU} = F_U + F_R [N] \quad (1.24)$$

kde: F_R – vyrovnávací síla [N], $F_R = p \cdot S$ [N]

Výpočet pro určení síly přidržovače:

$$F_{CU} = F_U + F_K + F_P [N] \dots \text{při použití kalibrování} \quad (1.25)$$

$$F_{CU} = F_U + F_R + F_P [N] \dots \text{při použití vyrovnávání ramen} \quad (1.26)$$

kde: F_P – síla přidržovače [N], $F_P = (0,25 \text{ až } 0,30) \cdot F_U$ [N]

Ohýbací práce při ohýbání tvaru „U“ se vypočítá:

$$A_U = F_U \cdot h \cdot \psi [J] \quad (1.27)$$

Ohýbací práce při ohýbání tvaru „U“ s přidržovačem se vypočítá:

$$A_U = (F_U + F_P) \cdot h \cdot \psi [J] \quad (1.28)$$

1.2.4 Technologičnost ohýbaných součástí

Pro výrobu kvalitních výrobků je zapotřebí dodržet následující pravidla: [6]

1. Pro co nejmenší odpružení materiálu, je nutné volit co nejmenší poloměr ohybu.
2. Vzdálenost místa ohybu od kraje materiálu se musí zvětšovat, čím je materiál tvrdší.
3. Pokud mají být v oblasti ohybu přesné otvory, je nutné je buďto vystříhnout dodatečně, nebo v místě ohybu udělat odlehčovací otvor, díky kterému se při ohýbání díra nenaruší (platí pro díry dále od ohybu).
4. Otvory, které budou vystřiženy před ohýbáním, se nebudou deformovat, pokud jejich okraj bude vzdálen od ohybu minimálně $a \geq 2s$
5. Osa ohybu má směřovat kolmo k obrysu součásti
6. Ostrých ohybů ($r = 0$), lze docílit dodatečným ražením s tím, že se vytvoří v místě ohybu zásoba materiálu.
7. V ohybu dochází ke ztenčení materiálu, přípustné ztenčení je 20%.
8. Rozměry ohýbaných součástí je vhodné ponechávat netolerované, pokud to není nezbytně nutné.

2 ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU

Jak již bylo nastíněno v úvodu. Za současného stavu, jsou využívány vývody o standardních délkách, ze kterých nejsme schopni vyhovět požadavkům zákazníka, který chce vývodovou soustavu přímo na míru, proto se musí podat požadavek na konstrukci, která se zabývá tzv. atypovými úpravami. Konstruktor převezme informace od zákazníka, a vyhoví jeho požadavkům, a to tak, že vybere největší standardní dílce a k nim musí nakreslit zbývající blok, kterým splní jeho požadavky.

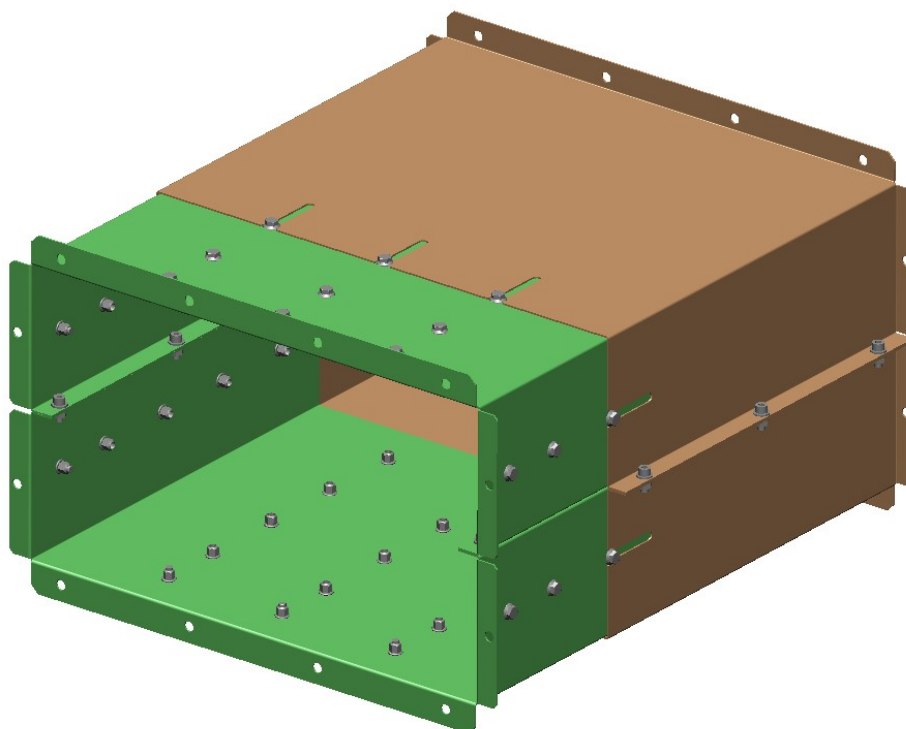
3 NÁVRH MODULÁRNÍCH VÝVODŮ Z ODFUKOVÝCH KANÁLŮ VN ROZVADĚČE (PRO DÉLKU VÝVODU 200 – 10 000 MM)

Při navrhování modulárních vývodů bylo uvažováno, tak aby byla navržena co nejlevnější varianta, která bude plně funkční a následovně bude odeslána na všechny pobočky ABB po celém světě. V první řadě bylo důležité navrhnout délky vývodu, kterými budeme schopni dosáhnout, plynulé návaznosti segmentů, při jakékoliv požadované délce celkového vývodu. Po provedení zkušebních výpočtů, kde se dosazovaly různé délky, byl dosažen závěr, že budou navrženy dva standardní dílce o délce 400 mm a délce 800 mm, a dva modulární vývody o délce 200 až 340 mm, a 340 až 600 mm. Pomocí takto navržených variant budeme schopni dosáhnout, jakéhokoliv nastavení modulárního vývodu, tak aby byly splněny požadavky zákazníka. Názorný příklad: zákazník požaduje vývodovou soustavu, která bude mít podle jeho měření délku 2586 mm. Celek se bude skládat z délkových segmentů: 2x800 mm, 1x400 mm, 1x340 až 600 mm. Všechny dílce byly konstruovány z aluzinkové oceli 11 305 o tloušťce 2 mm.

3.1 Návrh první varianty modulárního vývodu

První návrh, modulárního vývodu byl navržen tak, že se skládal z dvou vnějších dílců, a dvou vnitřních dílců. Tyto dílce byly symetrické. Sestava se tedy skládá ze dvou dílců, které jsou v sestavě po dvou kusech a spojovacího materiálu (šrouby, matice, podložky). Výhodou je nepřetěžování skladu.

- Konstrukce vnitřního dílce: vnitřní dílec má tvar neuzavřeného obdélníku. Z horního pohledu, lze vidět dva lemy, do kterých jsou vyraženy, otvory o průměru 9 mm. Tyto otvory budou sloužit pro montáž s protikusem. Z předního pohledu je viditelný jeden lem na horní hraně a dva lemy po stranách. Do lemů jsou rovněž vyraženy otvory s průměrem 9 mm, které budou sloužit pro montáž s ostatními vývody. Pokud by se jednalo o větší průřez modulárního vývodu, tak by bylo vhodné nechat vyrazit otvory pro šrouby M10, které budou dostačující pro hmotnost celkové sestavy. Z horního pohledu, lze vidět šestihranné otvory, které jsou v lineárním poli ve třech řadách. Na bočních stranách jsou tyto šestihrany v jedné řadě. Tyto otvory slouží pro nalisování lisovací matice, do kterých se pak zašroubuje šroub.
- Konstrukce vnějšího dílce: vnější dílec je konstruován ve smyslu stejné logiky, tak aby byl opět symetrický, jako vnitřní dílec, ale s několika rozdíly. Vnitřní rozměr je větší, než u vnitřního dílce. V sestavě se tento rozdíl projeví vříví, která je z každé strany 0,5 mm. Vnější dílec má na pohledu shora tři drážky, a jednu drážku, která jde vidět v bočním pohledu, tato drážka je z obou stran dílce a slouží pro nastavování vysunutí vnitřního dílce.
- Celková sestava funguje tak, že se vývod nastaví na potřebnou délku a přišroubuje se šroubem, tak aby byla pevně spojená vnější část s vnitřní částí modulárního vývodu. Nevýhody této navržené varianty: velké množství spojovacího materiálu, které by prodražilo celkovou sestavu. Modulární vývod není možné vysunout do všech potřebných délek.



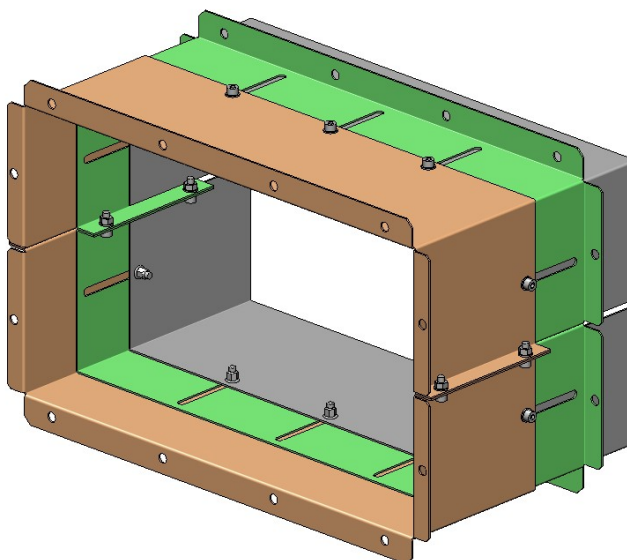
Obr. 19 Návrh první varianty modulárního vývodu.

3.2 Návrh druhé varianty modulárního vývodu

Druhý návrh, modulárního vývodu byl navržen způsobem, který definoval, že modulární vývod se jednoduše nastaví na zvolený rozměr a po dotažení šroubů se zajistí jeho poloha. Skládá se z dvou vnějších dílců, dvou vnitřních dílců a dvou krytů, které slouží pro zakrytí drážek. Tyto dílce byly symetricky navrženy, jakož tomu bylo v předchozím případě. Sestava se tedy skládá ze tří dílců, které jsou v sestavě po dvou kusech a spojovacího materiálu (šrouby, matice, podložky).

- Konstrukce vnitřního dílce: vnitřní dílec má tvar neuzavřeného obdélníku. Ze spodního pohledu, jsou viditelné dva lemy, do kterých jsou vyraženy, otvory o průměru 9 mm. Tyto otvory budou sloužit pro montáž s protikusem. Z předního pohledu je vidět jeden lem na horní hraně a dva lemy po stranách. Do lemu jsou rovněž vyraženy otvory s průměrem 9 mm, které budou sloužit pro montáž s ostatními vývody. Pokud by se jednalo o větší průřez modulárního vývodu, tak by bylo vhodné nechat vyrazit otvory pro šrouby M10, které budou dostačující pro hmotnost celkové sestavy. Z horního pohledu, jsou vidět drážky, které jsou ve třech řadách. Na bočních stranách je jedna drážka s každé strany. Tyto drážky slouží pro plynulé nastavení, celkové polohy modulárního vývodu.
- Konstrukce vnějšího dílce: vnější dílec je konstruován stejným způsobem, ve smyslu stejné logiky, tak aby byl opět symetrický, jako vnitřní dílec, ale s několika rozdíly. Vnitřní rozměr je větší, než u vnitřního dílce. V sestavě se tento rozdíl projeví vůlí, která je z každé strany 0,5 mm. Vnější dílec má na pohledu shora tři otvory průměru 9 mm, a jeden otvor, který jde vidět v bočním pohledu. Tyto otvory slouží pro šroub, kterým se sestava sešroubuje.

- Konstrukce vnitřního krytu: Vnitřní kryt má tvar neuzavřeného obdélníku. Z horního pohledu jsou vidět tři otvory, a z bočního pohledu jeden otvor z obou stran. Tyto otvory slouží pro sešroubování sestavy. Vnitřní kryt je z tloušťky plechu dva milimetry (P2).
- Celková sestava funguje tak, že se vývod nastaví na potřebnou délku a pouze se sešroubuje, nejsou zapotřebí žádné dovtávání otvorů. Všechny otvory a drážky jsou vyraženy, takže nehrozí koroze, která může vzniknout u dílců, které se musí ještě na místě vrtat. Při konečném hodnocení tento návrh neobstál z jednoho důvodu. Pokud by byl dílec namontován na rozvaděč, tak by při nastavení délky zasahoval kryt do rozvaděče, což by mohl být problém při zkratu a následném výbuchu, kdy by se kryt mohl zdeformovat takovým způsobem, že by zakryl odfuk a nedošlo by k odchodu žáru a plynů.



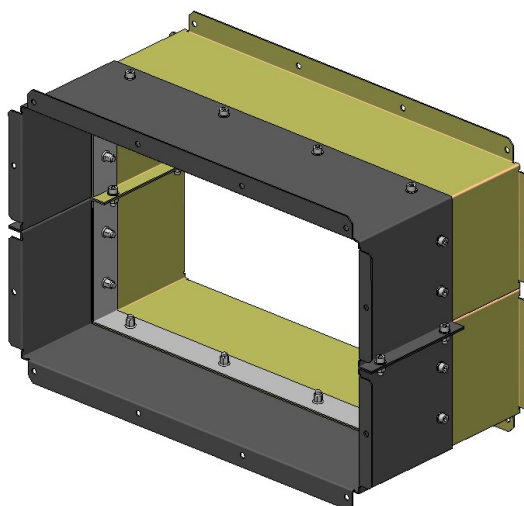
Obr. 20 Návrh druhé varianty modulárního vývodu.

3.3 Návrh třetí varianty modulárního vývodu

Třetí návrh, modulárního vývodu byl navržen jednoduchým způsobem, který zajišťuje nejmenší možnou spotřebu materiálu. Modulární vývod se skládá, z vnějšího a vnitřního dílce, které jsou symetrické. A dvou výztuh, do kterých se nalisují lisovací matice. Celková sestava je tedy sestavena ze dvou vnějších dílců, dvou vnitřních dílců, dvou výztuh a spojovacího materiálu.

- Konstrukce vnitřního dílce: vnitřní dílec má tvar neuzavřeného obdélníku. Ze spodního pohledu, lze vidět dva lemy, do kterých jsou vyraženy, otvory o průměru 9 mm. Tyto otvory budou sloužit pro montáž s protikusem. Z předního pohledu je viditelný jeden lem na horní hraně a dva lemy po stranách. Do lemu jsou vyraženy otvory s průměrem 9 mm, které budou sloužit pro montáž s ostatními vývody. Z horního pohledu, nejsou vyraženy žádné otvory. Otvory se budou vrtat přímo na hale, kde bude rozvaděč instalován.

- Konstrukce vnějšího dílce: dílec je konstruován opět podle stejné logiky. Ze spodního pohledu, jsou vidět dva lemy, do kterých jsou vyraženy, otvory o průměru 9 mm. Tyto otvory budou sloužit pro montáž s protikusem. Z předního pohledu je vidět jeden lem na horní hraně a dva lemy po stranách. V lemech jsou vyraženy otvory o průměru 9 mm. Tyto otvory budou sloužit pro montáž s dalšími vývody. Z horního pohledu jsou vyraženy otvory o průměru 9 mm. Podle těchto otvorů pak budou vrtány díry do vnějšího dílce.
- Konstrukce výztuhy: výztuha má tvar neuzavřeného obdélníku. Z horního pohledu jsou šestihřanné otvory, které jsou také na obou bocích výztuhy. Tyto šestihřanné otvory slouží pro nalisování lisovacích matic.
- Celková sestava funguje tak, že se vývod nastaví na potřebnou délku a přes otvory na vnějším dílci se vyvrtají otvory do vnitřního dílce. Do vývodu se vloží výztuha, ve kterých jsou již nalisované lisovací matice. Do otvorů pak budou vloženy šrouby, které dotáhneme. Tento vývod byl zvolen, jako výchozí varianta a to z hlediska jednoduchosti.



Obr. 21 Návrh třetí varianty modulárního vývodu.

4 VYTVOŘENÍ SESTAV A KUSOVNÍKŮ JEDNOTLIVÝCH BLOKŮ

Sestavy byly vytvořeny pro celé portfolio, v této práci však bude uvedeno zpracování sestav a kusovníků, pro jeden typ rozvaděče. Bude uvedena standardní sestava o délce 400 mm a sestava modulárního vývodu v délkovém rozpětí od 200 do 340 mm. Byly provedeny i změny na tzv. odfukových kanálech, které původně obsahovaly, pevně namontovaný vývod, který nebylo možné nijak nastavit. Změna se týkala úpravy konstrukce odfuku a především jeho kusovníku, kde byl odstraněn již zmíněný vývod. Při vytváření sestav a kusovníků, bylo velmi důležité, promyslet jaké části vývodů se budou montovat v našem závodě a jakým způsobem se pak budou montovat tyto sestavy na místě instalace rozvaděčů. V úvahu se také musela brát přeprava těchto sestav a to z ohledu, aby sestavy nezabíraly zbytečně více místa, než je nezbytně nutné. Sestavy standardních vývodů se skládají ze dvou dílců, které tvoří hlavní konstrukci a spojovacího materiálu,

kterým jsou šrouby, matice a podložky. Standardní vývody jsou vytvořeny ve dvou délkách 400 a 800 mm, takže jediný rozdíl je v délce hlavních dílců a počtu spojovacího materiálu. Sestavy modulárních vývodů se skládají ze dvou vnějších a dvou vnitřních dílců, které tvoří hlavní konstrukci. Dále z dvou výztuh, do kterých jsou nalisovány šestihřanné lisovací matice a samozřejmě se spojovacího materiálu, kterým jsou šrouby matice a podložky, které spojují vnější a vnitřní dílce a také šrouby s podložkami, které zajistí modulární vývod, který je nejdříve nastaven a navrtán na požadované délce. Všechny tyto sestavy mají v kusovníku přidaný balíček se spojovacím materiálem, který slouží pro montáž jednotlivých sestav na místě instalace rozvaděčů. Výkresy a kusovníky standardního a modulárního vývodu jsou přiloženy v příloze.

5 TABELON [8]

Tabelon je konfigurační tabulka, která slouží jako podklad pro samotnou konfiguraci. Tento podklad je přiložen do příloh v elektronické podobě. Pomocí tohoto podkladu se pak vytvoří konfigurace. Princip konfigurace variant spočívá v možnosti popsat různé varianty jednoho výrobku pod jedním číslem materiálu. Tím se minimalizuje počet kmenových záznamů materiálů, kusovníků a pracovních postupů, popisujících veškeré jeho varianty/modifikace a snižuje se tak pracnost údržby základních kmenových dat. Zástupce těchto variant (představitel) nese označení „konfigurovatelný materiál“. Jeho vlastnosti (konkrétní specifikace varianty) se popisují a zobrazují pomocí atributů. Je možné definovat dva typy materiálů, které využívají systém konfigurace variant (v rámci řešení výrobních procesů jsou možné kombinace obou oblastí konfigurace):

- **Konfigurovatelné materiály** - pracuje se s jedním číslem materiálu pro x-variant jednoho výrobku a s jedním maximálním kusovníkem a jedním maximálním postupem (zakázková výroba)
- **Variantní materiály** - pracuje se s x-čísly materiálů pro x variant jednoho výrobku a s jedním maximálním kusovníkem a jedním maximálním postupem (libovolná výroba).

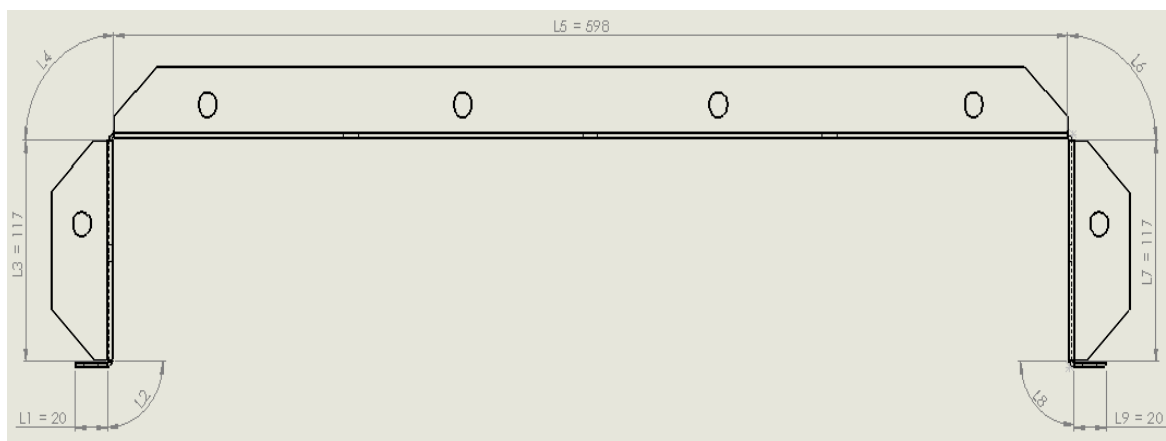
Konfigurace pracuje se všemi daty zmíněných objektů dynamicky, tzn., provádí nejen výběry vhodných dat, ale i modifikaci libovolných polí (spotřeby materiálů, časy pracovních postupů, sklady atd.), výpočty dle uživatelem definovaných vzorců.

6 NÁVRH TECHNOLOGIE VÝROBY

Sestava modulárního vývodu obsahuje tři různé dílce: vzhledem k tomu, že dílce nejsou nijak technologicky náročné, bylo zvoleno udělat návrh technologie pro „nejsložitější“ dílec, kterým je DÍL VNĚJŠÍ VÝVOD MODULÁRNÍ 40 kA. Jako polotovar se používají tabule plechu o rozměrech 2500x1250x2. Rozvinutý tvar dílce bude vyroben na vysekávacím stroji TruPunch 5000, kde si technolog pomocí programu TruTopse určí technologie výrobu, je zde možné použít automatický návrh technologie, který se dá upravit. Technolog se snaží, aby byly dílce vysekány za co nejkratší čas, a aby při výrobě nedošlo k žádné kolizi.

6.1 Rozvinutý tvar dílce

Součást byla rozdělena do několika úseků (obr. 22), které se následně vypočtou.



Obr. 22 Jednotlivé úseky pro rozvinutý tvar pro vodorovný směr.

- Výpočet součinitele neutrální osy - x

$$\frac{R}{s} = \frac{1}{2} = 0,5 \Rightarrow x = 0,33$$

- Výpočet poloměru ohybu neutrální osy:

$$r_{2,4,6,8} = r_{0i} + x \cdot s \text{ [mm]}$$

$$r_{2,4,6,8} = 1 + 0,33 \cdot 2 = 1,66 \text{ mm}$$

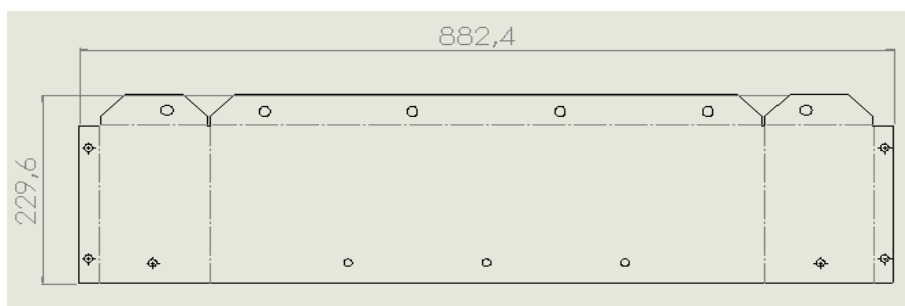
- Určení délky neutrální osy v místě ohybu:

$$L_{2,4,6,8} = \frac{2\pi}{360} \cdot \delta_i \cdot r_{2,4,6,8} = \frac{\pi}{180} \cdot 90 \cdot (1 + 0,33 \cdot 2) = 2,6 \text{ mm}$$

- Určení délky polotovaru, součtem rovných a ohnutých úseků

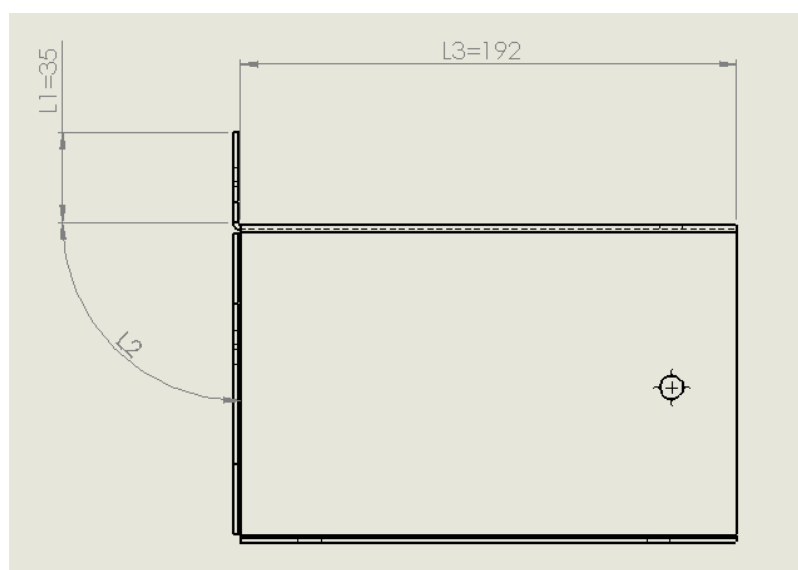
$$L_{POL} = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 \text{ [mm]}$$

$$L_{POL} = 20 + 2,6 + 117 + 2,6 + 598 + 2,6 + 117 + 2,6 + 20 = 882,4 \text{ [mm]}$$



Obr. 23 Rozvinutý tvar.

Nyní bude vypočtena rozvinutá délka pro svislý směr v rozvinutém tvaru.



Obr. 24 Jednotlivé úseky pro rozvinutý tvar ve svislém směru.

- Výpočet součinitele neutrální osy - x

$$\frac{R}{s} = \frac{1}{2} = 0,5 \Rightarrow x = 0,33$$

- Výpočet poloměru ohybu neutrální osy:

$$r_2 = r_{0i} + x \cdot s \text{ [mm]}$$

$$r_2 = 1 + 0,33 \cdot 2 = 1,66 \text{ mm}$$

- Určení délky neutrální osy v místě ohybu:

$$L2 = \frac{2\pi}{360} \cdot \delta_i \cdot r_2 = \frac{\pi}{180} \cdot 90 \cdot (1 + 0,33 \cdot 2) = 2,6 \text{ mm}$$

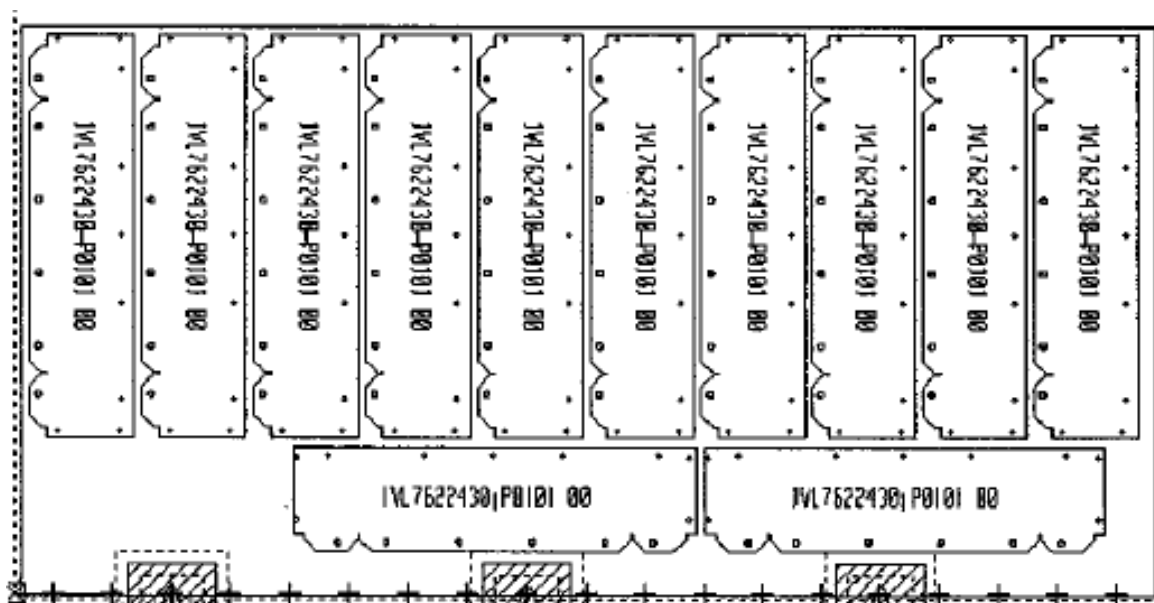
- Určení délky polotovaru, součtem rovných a ohnutých úseků

$$L_{POL} = L1 + L2 + L3 \text{ [mm]}$$

$$L_{POL} = 35 + 2,6 + 192 = 229,6 \text{ [mm]}$$

6.2 Volba nástřihového plánu

Volba nástřihového plánu, se pro automatické vysekávací stroje, volí velmi jednoduše, protože místo, které nám na tabuli plechu zbude jako odpad, se dá využít třeba pro výrobu menšího dílce a tím dosáhneme téměř maximálního využití polotovaru. Pro tabuli 2500x1250x2 bude voleno rozložení deseti dílců vedle sebe, a dvou dílců které jsou pod nimi.



Obr. 25 Nástřihový plán.

6.3 Postup výroby na stroji TruPunch 5000

Nyní bude uveden postup výroby na stroji TruPunch:

1. Přípravení tabulí plechu – tuto operaci dělá manuální obsluha stroje, která přiveze paletu s tabulemi plechu. Paletu umístí na vyhrazené místo, tak aby byl stroj schopný si materiál odebrat.
2. Součást stroje, která se nazývá SheetMaster (obr. 26), „nasaje“ tabuli plechu a umístí ji na pracovní plochu stroje.



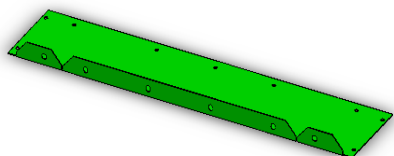
Obr. 26 SheetMaster. [9]

3. Když je materiál přemístěn na pracovní plochu, tak se materiál upne pomocí upínek, které se dají nastavovat, tak aby nám nezavazely. Upínky jsou umístěny na nejdelší straně plechu a to pouze z jedné strany. Během této operace si stroj připravuje správný razník a správnou matici.
4. Razník a matrice mají po celou dobu stejnou pozici. Pracovní pohyb vykonává plech a razník, který se pohybuje nahoru a dolů.

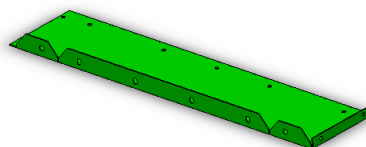
5. Po vyražení dílce přijíždí hlava SheetMaster, která před posledním úderem razníku, kdy se výrobek oddělí od polotovaru, „nasaje“ výrobek, který následně přepraví na odkládací paletu.
6. Jakmile jsou všechny dílce vyraženy, a přesunuty na stanovené místo, dochází k odstranění zbytkového plechu, který je odpadem. Poté co je odpad stažen z pracovního stolu, je na stůl přenesena nová tabule plechu a celý proces se opět opakuje.

6.4 Technologický postup ohýbání

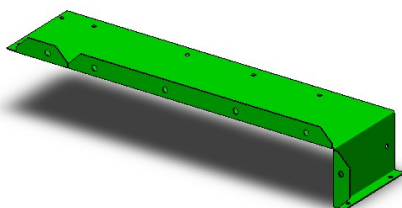
Ohýbací operace se bude provádět na ohraňovacím lise, na kterém je možné dělat pouze jeden ohyb na jeden zdvih lisu. Technologii ohýbání je rozdělena do pěti kroků, kde se nejdříve ohne nejdelší strana, a pak zbylé kolmé ohyby k tomuto ohybu.



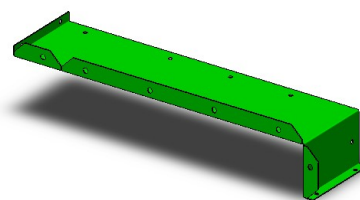
Obr. 27 První ohyb.



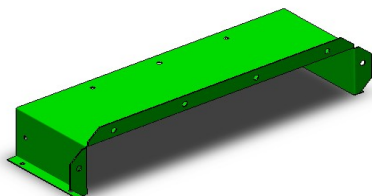
Obr. 28 Druhý ohyb.



Obr. 29 Třetí ohyb.



Obr. 30 Čtvrtý ohyb.



Obr. 31 Pátý ohyb.

6.5 Volba strojů

Konstrukce rozvaděče je tvořena z velké části plechovými dílci, které si firma ABB vyrábí sama, proto je velmi nutné, aby zvolené stroje byly plně automatické a byla zajištěna co nejrychlejší a nejproduktivnější výroba jak je to jen možné. Při volbě stroje musí brát v úvahu střižná síla, která se bude odvíjet od toho jaký materiál, bude ražen. Můžeme se řídit výpočtem, nebo podklady od dodavatele stroje. Pro Stříhání materiálu, je používán vysekávací stroj TruPunch 5000.

Tab. 4 Technické údaje vysekávacího stroje. [9]

	TruPunch 5000 střední formát
Pracovní rozsah	
Vysekávací provoz	2500 mm x 1250 mm
Max. tloušťka plechu	8 mm
Max. vysekávací síla	220 kN
Max. sled zdvihů	
Vysekávání (E = 1 mm)	1400 1/min
Signování	ca. 2800 1/min
Max. počet nástrojů	
v případě 3 upínek	18 Stück
Doba výměny nástroje (Multitool)	0,7 s
Instalační plocha	6760 mm x 6100 mm



Obr. 32 TruPunch 5000. [9]

Pro ohýbání materiálu je používán ohraňovací lis TruBend 3120. U tohoto stroje je zapotřebí obsluha, která vkládá materiál do stroje, proto je velmi nutné mít stroj který má ochranné prvky, které zabrání úrazu, co se týče ohýbací síly, nemuseli být požadovány vysoké nároky, protože na strojích se ohýbají plechy o maximální tloušťce 3 mm.

Tab. 5 Technické údaje ohraňovacího lisu. [9]

	TruBend 3120
Lisovací síla	1200 kN
Ohraňovací délka	3110 mm
Užitečná montážní výška	347 mm
Vyložení	420 mm
Zrychlený chod	200 mm/s
Max. pracovní rychlost	10 - 18 mm/s
Řízení	T 3000, 2D grafika

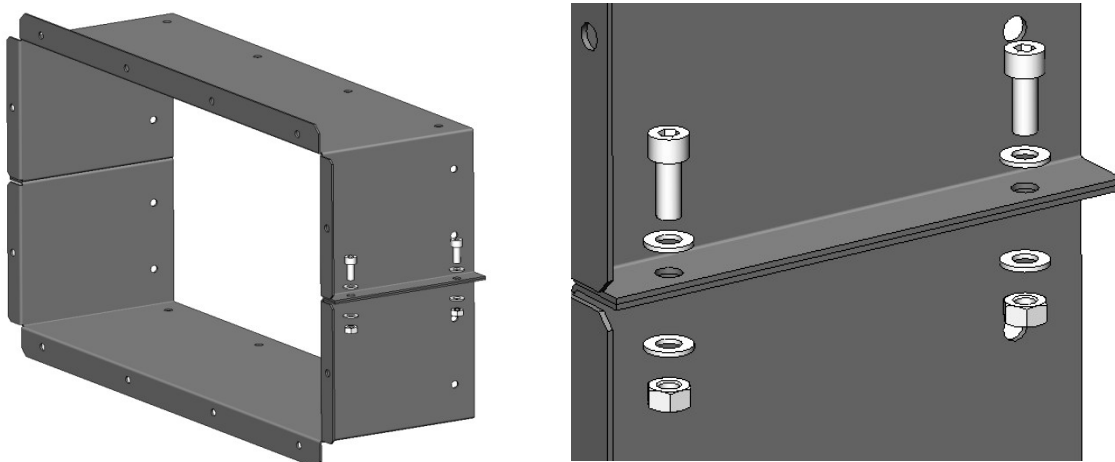


Obr. 33 TruBend 3120. [9]

7 MONTÁŽNÍ MANUÁL

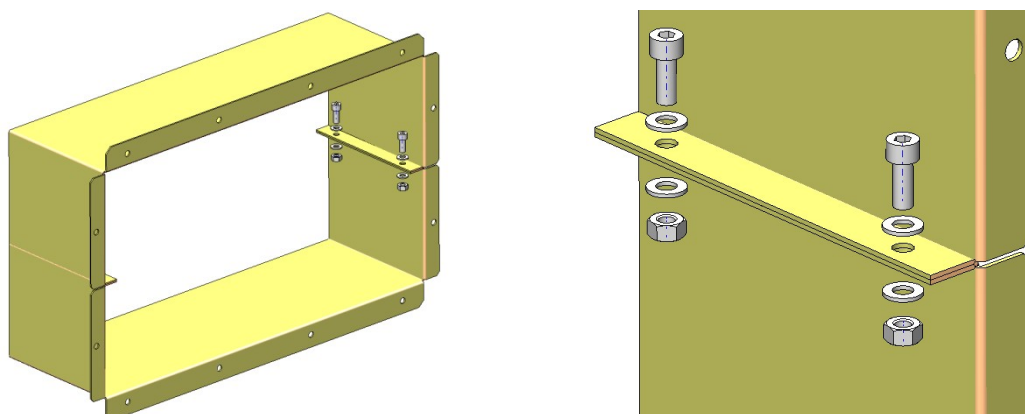
Montážní manuál je prozatím ve stádiu vývoje a určitě se do budoucna bude upravovat, v této práci je uveden alespoň „mateřský nástřel“. Samozřejmě pro zákazníky bude tento manuál vyhotoven ve více jazyčné verzi. Montážní manuál slouží zákazníkovi k tomu, aby byl schopný snadně namontovat modulární vývody. Manuál je rozdělen do detailních kroků, aby bylo co nejjednodušší vývod bez problémů složit.

1. V prvním kroku se k sobě přiloží dva vnější dílce a spojí se pomocí šroubů maticek a podložek.



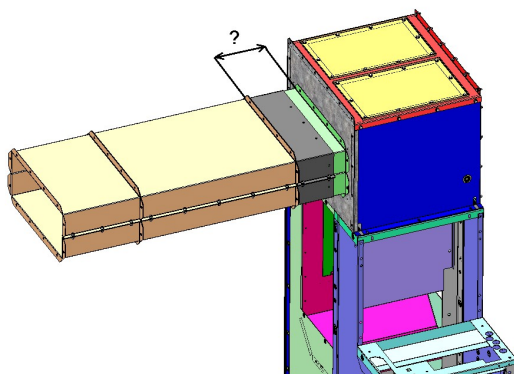
Obr. 34 Spojení dvou vnějších dílců.

2. Ve druhém kroku se k sobě spojí dva vnitřní dílce

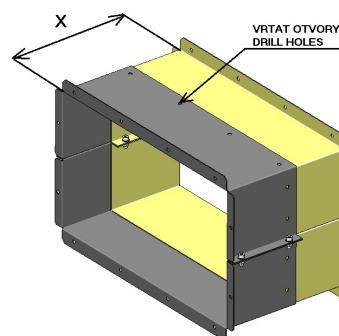


Obr. 35 Spojení dvou vnitřních dílců.

3. V následujícím kroku je nutné se ujistit o správné vzdálenosti na, kterou chceme modulární vývod nastavit (obr. 36).

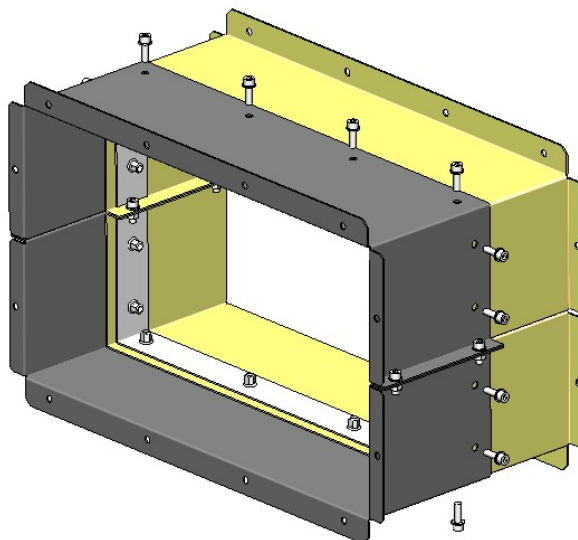


Obr. 36 Ověření správného nastavení vývodu.



Obr. 37 Vyvrtání děr.

4. Modulární vývod se nyní nastaví na požadovanou délku a přes otvory ve vnějším dílci se vyvrtnají díry do vnitřního dílce (obr. 37).
5. Na závěr se do sestavy vloží výztuhy, které v sobě mají nalisované lisovací matice, a z vnější strany se sestava zajistí šrouby.



Obr. 38 Kompletní sestava.

8 ZÁVĚRY

Bakalářská práce se zabývá návrhem konstrukce modulárního vývodu a návrhem jeho technologie výroby. Modulární vývod slouží pro odvod plamenů, které mohou vzniknout zkratem v rozvaděči. Součásti modulárního vývodu budou vyrobeny z aluzinkové oceli 11 305. Díl vnější vývod modulární 40 kA má v rozvinutém tvaru délku 882,4 mm, šířku 229,6 mm a tloušťku 2 mm. Technologii výroby byla zvolena technologie na vysekávacím stroji TruPunch 5000. Jako polotovar byla zvolena tabule plechu o rozměrech 2500x1250x2, pro kterou byla zvolena varianta nástřihové plánu s největším využitím materiálu. Z tabule plechu se vyrobí 12 ks vnějšího dílu. Zbytkový materiál, může být využit pro výrobu jiného dílce, tak aby se zmenšilo procento odpadu. Strojem pro ohýbání byl zvolen ohranovací lis TruBend 3120. Celková délka vnějšího dílu po ohnutí je 646 mm a šířka 195 mm. Projekt modulární vývodu je v současné době plně zaveden a je využíván pro fyzické zakázky, nejen zpracované pobočkou v ČR, ale i pobočkou v Turecku. Vizí do budoucna je zpracování modulárních vývodů pro Německý rozvaděč ZS8, který se však podstatně liší svojí konstrukcí.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. LISOVÁNÍ, OHÝBÁNÍ. In: *MECHANICKÉ ZABEZPEČENÍ AUTOMOBILŮ* [online]. [cit. 2014-05-03]. Dostupné z: <http://www.medved-blok.cz/cs/vyroba-lisovani-ohybani-cnc.php>
2. PROCHÁZKA, Jiří. *Technologie slévání, tváření a svařování*. Vyd. 3. Praha: Ediční středisko ČVUT, 1990, 343 s. ISBN 80-010-0345-0.
3. BAČA, Jozef, Jozef BÍLIK a Viktor TITTEL. *Technológia tvárnenia*. 1. vyd. Bratislava: Nakladateľstvo STU, 2010, 246 s. Edícia vysokoškolských učebníc. ISBN 978-80-227-3242-0.
4. LENFELD, Petr. Technologie II. tváření kovů. [online]. [cit. 2014-05-03]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/index.htm
5. DVOŘÁK, Roman. Akademie tváření: Stříhání. In: [online]. [cit. 2014-05-03]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/akademie-tvareni-strihani.html>
6. PETRUŽELKA, Jiří a Richard BŘEZINA. Úvod do tváření II. In: [online]. [cit. 2014-05-03]. Dostupné z: http://www.345.vsb.cz/jiripetruzelka/texty/uvod_tv2.pdf
7. Nástroje pro vysekávací lisy. In: *TOP LANTIS, spol. s r.o.* [online]. [cit. 2014-05-03]. Dostupné z: http://toplantis.cz/download/tinformace_TRUMPF.pdf
8. C4U Consulting. [online]. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: http://www.c4u.cz/down/c4u_kofigurace_ve_vyrobe.pdf
9. TRUMPF Česká Republika. [online]. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://www.cz.trumpf.com/cs/produkty/obrabeci-stroje/produkty.html>
10. HESTEGO: PROTECTION SYSTEMS. [online]. [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: <http://www.hestego.cz/technologie/deleni-materialu/>
11. PRLOG: Press Release Distribution. [online]. [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: <http://www.prlog.org/10487562-sheldon-manufacturing-inc-improves-manufacturing-automation.html>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A	[J]	střížná práce
A_V	[J]	ohýbací práce
C	[-]	součinitel
C_u	[-]	konstanta
E	[MPa]	modul pružnosti v tahu
F_S	[N]	střížná síla
F_V	[N]	ohýbací síla pro ohýbání do tvaru „V“
F_{CV}	[N]	celková ohýbací síly s kalibrováním
F_K	[N]	kalibrovací síla
F_R	[N]	vyrovnávací síla
F_P	[N]	síla přidržovače
F_U	[N]	ohýbací síla pro ohýbání do tvaru „U“
M_{OV}	[N/m ⁻¹]	ohybový moment vnějších sil
M_{OVN}	[N/m ⁻¹]	ohybový moment vnitřních sil
O	[mm]	střížnýobvod
R	[mm]	poloměr ohybu
R_e	[MPa]	mez kluzu
S	[mm ²]	plocha průřezu ve střížné rovině
S_V	[mm ²]	plocha jednoho výstřížku
S_{pl}	[mm ²]	plocha tabule plechu
W_O	[mm ³]	průřezový modul v ohybu
W_{opt}	[mm ³]	plastický průřezový modul v ohybu
Z	[mm]	ohýbací mezera
c	[-]	součinitel
h	[mm]	dráha ohybníku
k	[-]	koeficient zaplnění plochy pod křivkou
l_U	[mm]	vzdálenost mezi podpěrami
l_V	[mm]	vzdálenost mezi podpěrami
l_{ni}	[mm]	délka neutrální osy v místě ohybu
l_{pol}	[mm]	délka polotovaru
l_j	[mm]	délka j-tého rovného úseku
l_u	[mm]	rameno ohybu
n	[-]	počet ohybů
n_c	[-]	celkový počet výstřížků z plechu
p	[MPa]	tlak potřebný na vyrovnání ramen
r	[mm]	poloměr ohybu
r_{ni}	[mm]	poloměr ohybu neutrální osy
r_{oi}	[mm]	poloměr ohybu v i-tém místě ohybu
s	[mm]	tloušťka materiálu
t	[mm]	tloušťka materiálu
t_s	[MPa]	napětí ve smyku, stříhová pevnost
v	[mm]	střížná vůle
x	[mm]	vzdálenost, která definuje polohu neutrální osy
x_i	[-]	součinitel posunutí neutrální osy
z	[mm]	zdvih

α	[°]	úhel ohybu
β	[°]	přibližný úhel odpružení
γ	[°]	úhel odpružení
σ_0	[MPa]	napětí v ohybu
δ_i	[°]	úhel ohybu i-tém místě
τ_m	[MPa]	pevnost ve stříhu stříhaného materiálu
η_p	[%]	využití tabule plechu
ψ	[-]	součinitel plnosti diagramu
SAP	[-]	Systems - Applications - Products in data processing
P2	[mm]	Označení tloušťky plechu
ZS8	[-]	Typ rozvaděče

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Souhlas se zveřejněním výkresové dokumentace
Příloha 2	Vysekávací stroj TruPunch 5000 [9,10]
Příloha 3	Ohraňovací lis TruBend 3120 [9,11]
Příloha 4	Výkres – 1VL7620704P0102 - Vývod boční 400mm
Příloha 5	Výkres – 1VL7620704R0102 - Vývod boční 400mm (sestava)
Příloha 6	Výkres – 1VL7620705P0101 - Díl vnější modulární vývod 40kA
Příloha 7	Výkres – 1VL7620705P0102 - Díl vnitřní modulární vývod 40kA
Příloha 8	Výkres – 1VL7622433P0103 - Výztuha 40kA
Příloha 9	Výkres – 1VL7622432R0105 - Vývod modulární 200 – 340 mm
Příloha 10	Kusovník - 1VL7620704R0102 - Vývod boční 400mm
Příloha 11	Kusovník - 1VL7622432R0105 - Vývod modulární 200 – 340 mm

Souhlas se zveřejněním výkresové dokumentace

Přílohy uvedené v této práci jsou majetkem firmy ABB, která souhlasí s tím, že budou zveřejněny v bakalářské práci na téma: „Modulární vývody z odfukových kanálů“.

V Brně, dne 28.5.2014

.....
Ing. Martin Čelko
Product Manager

PŘÍLOHA 1 – VYSEKÁVACÍ STROJ TRUPUNCH 5000 [9,10]

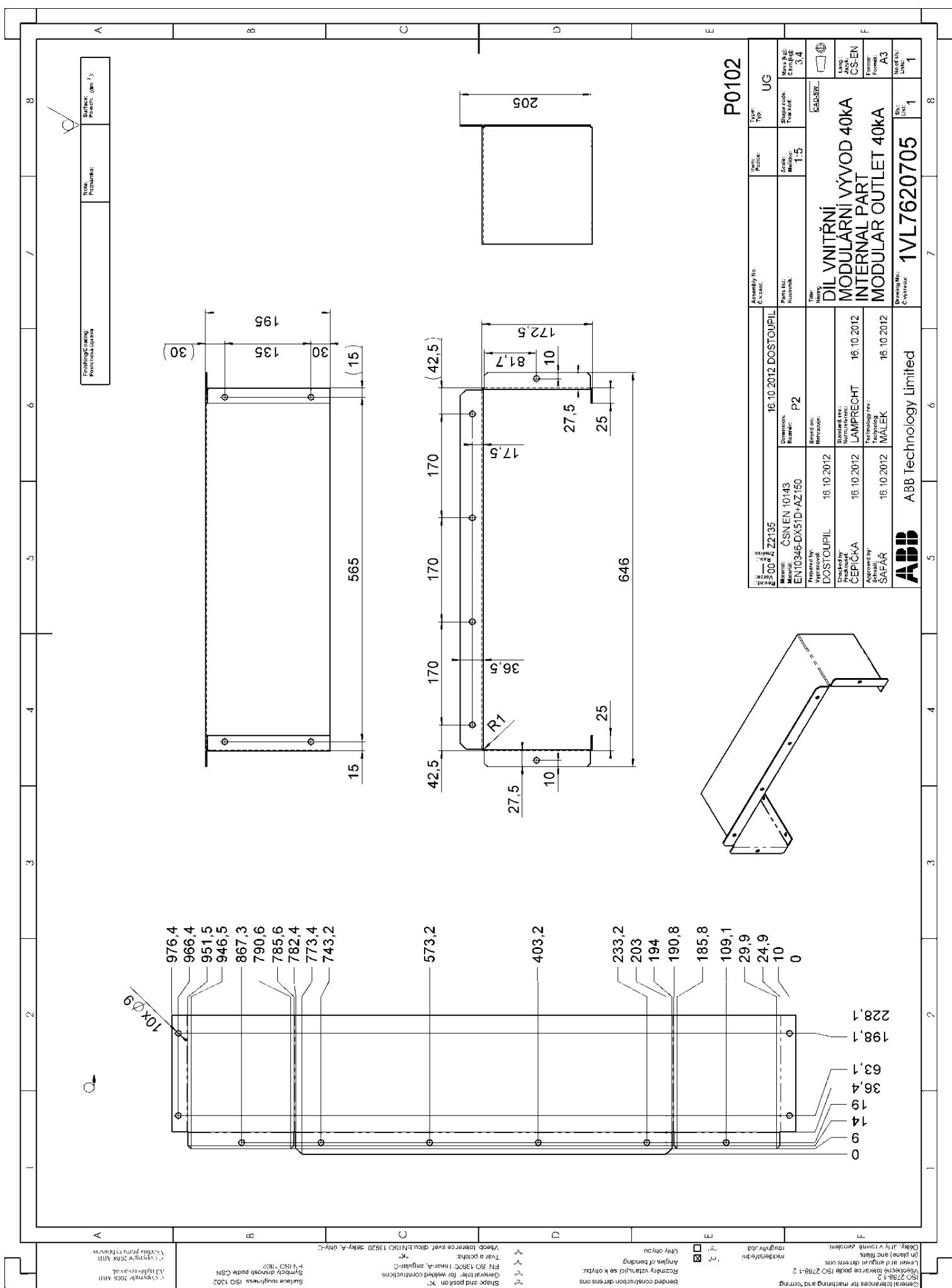


	TruPunch 5000 střední formát	TruPunch 5000 velký formát
Pracovní rozsah		
▪ Vysekávací provoz	2500 mm x 1250 mm	3050 mm x 1550 mm
Max. tloušťka plechu	8 mm	8 mm
Max. vysekávací síla	220 kN	220 kN
Max. sled zdvihů		
▪ Vysekávání (E = 1 mm)	1400 1/min	1200 1/min
▪ Signování	ca. 2800 1/min	ca. 2800 1/min
Max. počet nástrojů		
▪ v případě 3 upínek	18 Stück	
▪ v případě 4 upínek		21 Stück
Doba výměny nástroje (Multitool)	0,7 s	0,7 s
Instalační plocha	6760 mm x 6100 mm	7600 mm x 7000 mm

PŘÍLOHA 2 – OHRANOVACÍ LIS TRUBEND 3120 [9,11]



	TruBend 3066	TruBend 3120	TruBend 3180
Lisovací síla	660 kN	1200 kN	1800 kN
Ohraňovací délka	2080 mm	3110 mm	4140 mm
Užitečná montážní výška	347 mm	347 mm	347 mm
Vyložení	420 mm	420 mm	420 mm
Zrychlený chod	200 mm/s	200 mm/s	200 mm/s
Max. pracovní rychlost	10 - 20 mm/s	10 - 18 mm/s	10 - 15 mm/s
Řízení	T 3000, 2D grafika	T 3000, 2D grafika	T 3000, 2D grafika



ISO 2768-1-2
 Tolerances for machining and forming
 (in plane and fillet)
 Lenev arit engej et drens ons
 Všeobecné tolerance pro obrábění a tváření
 (v rovinných částech a v obloucích)
 Deský, jiny v rovné a v obloucích

General tolerances for welded constructions
 (in plane and fillet)
 Lenev arit engej et drens ons
 Všeobecné tolerance pro svařované konstrukce
 (v rovinných částech a v obloucích)
 Deský, jiny v rovné a v obloucích

Shop and position "K"
 General tolerances for welded constructions
 (in plane and fillet)
 Lenev arit engej et drens ons
 Všeobecné tolerance pro svařované konstrukce
 (v rovinných částech a v obloucích)
 Deský, jiny v rovné a v obloucích

Surface roughness ISO 1302
 Symboly drsnosti podle ČSN
 F-1 ISO "80"

Copyright 2008 ABB
 All rights reserved.
 Všechna práva vyhrazena.

© Copyright 2008 ABB.
All rights reserved.
© Copyright 2008 ABB.
Všetchní práva vyhrazena.

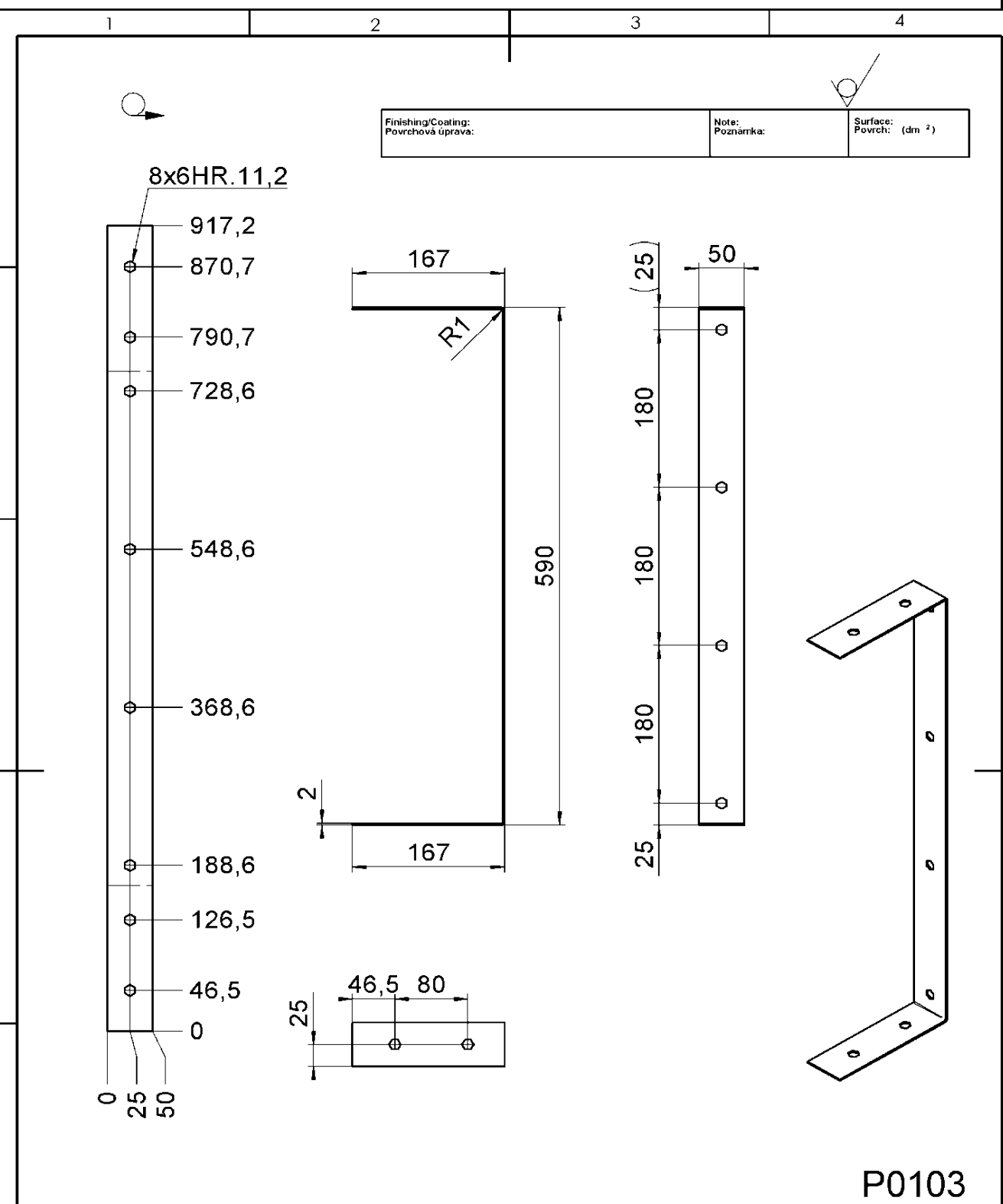
Surface roughness: ISO 1302
Symboly drsnosti podle ČSN
EN ISO 1302

Shape and position: "K"
General toler. for welded constructions:
EN ISO 13920: linear-A, angular-C
Tvar a poloha: "K"
Všeob. tolerance svař. dílů EN ISO 13920: délky-A, úhly-C



Bended construction dimensions:
Rozměry vztahující se k ohybu:
Angles of bending
Úhly ohybu:

"m"
"c"

General tolerances for machining and forming
ISO 2768-1, 2
Všeobecné tolerance podle ISO 2768-1, 2
Linear and angular dimensions
(in plane) and fillets
Délky, úhly v rovině, zaoblení:



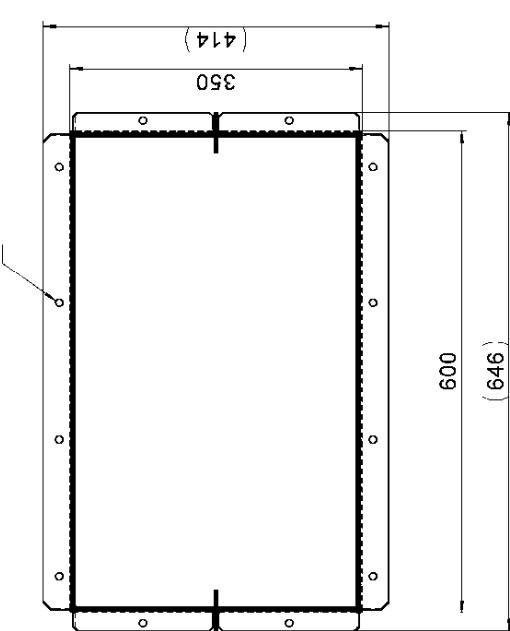
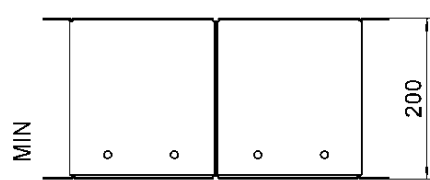
P0103

Rev. id.: Verze: 00		Rev.: Změna: Z2135		16.10.2012 DOSTOUPIL		Assembly No. Č.v.sest.	Item: Pozice:	Type: Typ: UG		
Material: ČSN EN 10143 EN10346-DX51D+AZ150		Dimension: Rozměr: P2		Parts list: Kusovník:		Scale: Měřítko: 1:6	Shape code: Tvar.kód: CAD-SW	Mass (kg): Č.hm.[kg]: 0,7		
Prepared by: Vypracoval: DOSTOUPIL		Based on: Nahrazuje: 16.10.2012		Title: Název: VÝZTUHA 40kA						
Checked by: Přezkoušel: ČEPIČKA		Standard. rev.: Norm.referent: LAMPRECHT		16.10.2012					Lang.: Jazyk: CS-EN	
Approved by: Schválil: SAFAR		Technology rev.: Technolog. MÁLEK		16.10.2012					Format: Formát: A4	
 ABB Technology Limited				Drawing No.: Č.vykrusu: 1VL7622433		Sh.: List: 1		No. of sh.: Listu: 1		

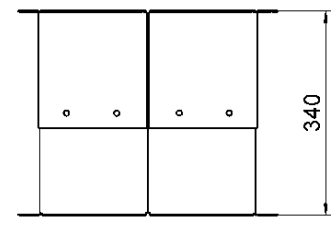
Finishing Drawing
Kreslo výrobku

Notes
Poznámky

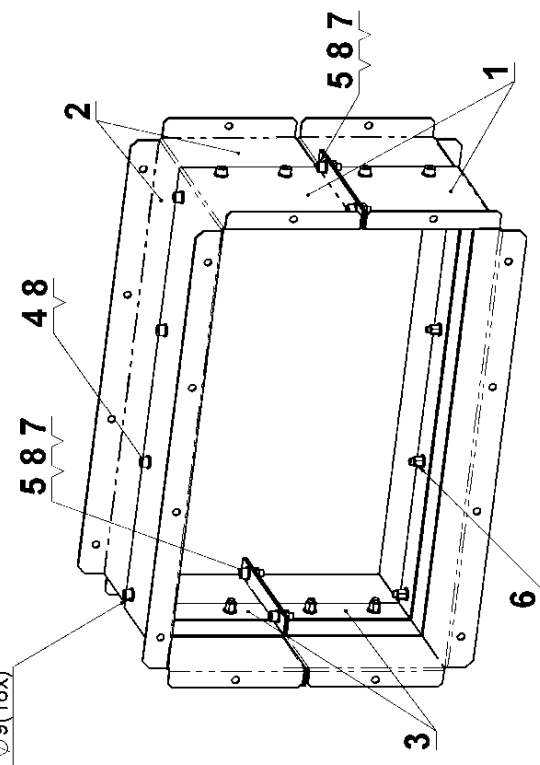
Surface Finish (Ra):



MAX



VRTAT Ø9(16x)
DRILL Ø9(16x)



12/17,5kV
40kA

R0105

Material: H01 Z2960 Z200 Z2135	Assembly No. 31.1.2013 DOSTOUPIL 16.10.2012 DOSTOUPIL	Part No. Z200 Z2135	Scale 1:6	Type UG
Prepared by: DOSTOUPIL	Based on: NINOSKOP	File: VYVOD MODULÁRNÍ 200-340 OUTLET MODULAR 200-340	Scale 1:6	Mass (kg) 15,5
Checked by: CEPIČKA	Standard rev.: LAMPRECHT	Level: CS-EN	Scale 1:6	Level: CS-EN
Approved by: SAPÁŘ	Technology rev.: SVOBODA	Format: A3	Scale 1:6	Format: A3
Drawing No.: 1VL7622432			Sheet No.: 1	Sheet No.: 1
ABB Technology Limited			ABB	

General tolerances for machining and forming
ISO 2768-1 2
I: linear and angular dimensions
to planar and cylindrical features
roughness
m: micro-roughness
City: Praha
Angles of bending
Rounded construction dimensions
Shape and position "R"
EN ISO 1328 linear A: angular C
EN ISO 1328 linear A: angular C
Surface roughness: ISO 1302
Symboly dimenzí podle ČSN
EN ISO 1302
Copyright 2008 ABB
All rights reserved
Všechny práva vyhrazena

Pos.	Component	Designation CZ	Designation E	1	2	MJ
0	1VL7620704R0102	VÝVOD BOČNÍ 400 mm	HALF PIPE 400 mm	1		KS
1	L 1VL7620704P0102	VÝVOD BOČNÍ 400 mm	HALF PIPE 400 mm	2		KS
2	L 9ABA450017P0209	ŠROUB_ISO4762_M8x20-8.8/A3K	HEX-S-SCR_ISO4762_M8X20-8.8/ZNBLC6F	6		KS
3	L 9ABA450025P5018	MATICE_ISO4032_M8-8/A3K	NUT_ISO4032_M8-8/ZNBLC6F	6		KS
4	L 9ABA450036P6108	PODLOŽKA_ISO7089_A_8-ST/A3K	WASH-N_ISO7089_8x16x1,6-ST/ZNBLC6F	12		KS
5	L 1VL7606527V0113	MATERIÁL SPOJ.-ODF.KANÁLY 12-24kV/PŘECH.	FASTENERS	1		KS

Pos.	Component	Designation CZ	Designation E	1	2	MJ
0	1VL7622432R0105	VÝVOD MODULÁRNÍ 200-340 mm (40kA)	OUTLET MODULAR 200-340 mm (40kA)	1		KS
1	L 1VL7620705P0101	DÍL VNĚJŠÍ VÝVOD MODULÁRNÍ 40kA	OUTSIDE PART MODULAR OUTLET 40kA	2		KS
2	L 1VL7620705P0102	DÍL VNITŘNÍ VÝVOD MODULÁRNÍ 40kA	INTERNAL PART MODULAR OUTLET 40kA	2		KS
3	L 1VL7622433P0103	VÝZTUHA 40 kA	REINFORCEMENT 40 kA	2		KS
4	L 9ABA450017P0211	ŠROUB_ISO4762_M8x25-8.8/A3K	HEX-S-SCR_ISO4762_M8X25-8.8/ZNBLC6F	16		KS
5	L 9ABA450017P0209	ŠROUB_ISO4762_M8x20-8.8/A3K	HEX-S-SCR_ISO4762_M8X20-8.8/ZNBLC6F	8		KS
6	L 3WKA014375P0002	MATICE_NÝTOVACÍ_BN7773_M8x18-ST/A3K	NUT_RIVET_BN7773_M8x18_ST/A3K	16		KS
7	L 9ABA450025P5018	MATICE_ISO4032_M8-8/A3K	NUT_ISO4032_M8-8/ZNBLC6F	8		KS
8	L 9ABA450036P6108	PODLOŽKA_ISO7089_A_8-ST/A3K	WASH-N_ISO7089_8x16x1,6-ST/ZNBLC6F	32		KS
9	L 1VL7606527V0113	MATERIÁL SPOJ.-ODF.KANÁLY 12-24kV/PŘECH.	FASTENERS	1		KS