

Univerzita Karlova v Praze  
Matematicko – fyzikální fakulta

## **DIPLOMOVÁ PRÁCA**



Peter Lapin

### **Designer profilovania plechu**

Katedra distribuovaných a spoľahlivých systémů

Vedúci diplomovej práce: Mgr. Pavel Ježek

Študijný program: Informatika

Študijný odbor: Softwarové systémy

2012

Chcel by som sa poďakovať v prvom rade svojim rodičom, ktorí ma pri mojom štúdiu podporovali a vedúcemu tejto práce, pánovi Mgr. Pavlovi Ježekovi za odbornú pomoc. Na záver sa chcem poďakovať Ing. Karlovi Janouškovi, vďaka ktorému mohla táto práca vzniknúť a ktorý dozeral na celý vývoj.

Prehlasujem, že som svoju diplomovú prácu vypracoval samostatne a výhradne s použitím citovaných prameňov, literatúry a ďalších odborných zdrojov.

Beriem na vedomie, že sa na moju prácu vťahujú práva a povinnosti vyplývajúce zo zákona č. 121/2000 Zb., autorského zákona v platnom znení, hlavne skutočnosť, že Univerzita Karlova v Prahe má právo na uzavretie licenčnej zmluvy o použití tejto práce ako školského diela podľa § 60 dosť. 1 autorského zákona.

V Prahe dňa 18.7.2012

Peter Lapin

Názov práce: Designer profilovania plechu  
Autor: Peter Lapin  
Katedra: Katedra distribuovaných a spoľahlivých systémů  
Vedúci diplomovej práce: Mgr. Pavel Ježek  
e-mail: pavel.jezek@d3s.mff.cuni.cz

Abstrakt: V predloženej práci študujeme možnosti návrhu aplikácie pre design výrobnéj linky tvarujúcej profil plechu. Postupne prechádzame procesom návrhu profilu, kyticčky, stolíc výrobnéj linky a samotným návrhom valcov, ktoré budú plech tvarovať do výslednej podoby. Preberáme algoritmy použité pre tvorbu rôznych typov bodov umiestňovaných do kontúry valca pre skvalitnenie výroby. V rámci práce bola vytvorená aplikácia podporujúca design výroby profilu, ktorá zahŕňa všetky potrebné súčasti procesu výroby a je už v praxi používaná.

Kľúčové slová: designer, ohýbanie plechu, profil plechu, kyticčka, valce

Title: Metal sheet bending designer  
Author: Peter Lapin  
Department: Department of Distributed and Dependable Systems  
Supervisor: Mgr. Pavel Ježek  
Supervisor's e-mail address: pavel.jezek@d3s.mff.cuni.cz

Abstract: In this thesis we study the possibilities of designing an application to design a production line for bending of profile sheet. We discuss step by step the process of profile design, flower pattern, production line benches and the rollers, that will shape the metal sheet into the final form. We discuss the algorithms used to create different types of points placed in the contour of roller to improve the production of metal profile. As result of our work software was developed, which is able to fully support the whole process of production and it is used in practice.

Keywords: designer, metal bending, metal profile, flower pattern, rollers

# Obsah

<b>ÚVOD.....</b>	<b>8</b>
<b>1 ÚVOD DO PROFILOVANIA PLECHU.....</b>	<b>9</b>
1.1 ČO JE PROFIL PLECHU.....	9
1.2 VÝROBA PROFILU.....	9
1.3 DESIGN PROFILU.....	11
1.3.1 Nulové vlákno.....	11
1.4 DESIGN „KYTIČKY“.....	12
1.4.1 M1 Konštantný rádius.....	13
1.4.2 M2 Konštantný rádius.....	13
1.4.3 M3 Konštantná dĺžka rádiusu.....	14
1.5 VÝROBNÁ LINKA.....	14
1.6 DESIGN VALCOV.....	16
1.6.1 Design „Dištancií“.....	16
1.6.2 Riešenie problémov.....	18
1.7 DESIGN ROLIEN.....	19
1.8 DOKUMENTÁCIA VÝROBY.....	21
1.8.1 Kalibračný list.....	21
1.8.2 Rozpis materiálu.....	21
1.8.3 Rozpis polotovarov.....	21
1.8.4 Programové listy a technické výkresy.....	21
<b>2 POPIS PROBLÉMU.....</b>	<b>23</b>
2.1 CALYPSO QBASIC.....	23
2.2 ZOZNAM FUNKČNÝCH POŽIADAVIEK.....	24
2.3 CIELE PROJEKTU.....	26
<b>3 ANALÝZA ZADANIA.....</b>	<b>27</b>
3.1 PROJEKT.....	27
3.2 NÁVRH MODELU DÁT.....	27
3.2.1 Profil a kytička.....	27
3.2.2 Parametre stroja (výrobnej linky).....	27
3.2.3 Výrobná linka.....	28
3.3 VÝPOČTY.....	28
3.3.1 Profil.....	28
3.3.2 Kytička.....	29
3.3.3 Hriadele a rolny.....	30
3.3.4 Body valca.....	30
3.4 VYKREŠOVANIE.....	33
3.5 VÝSTUP DO PDF.....	34
3.5.1 PDF dokumenty.....	34
3.5.2 Návrh modelu.....	34
3.5.3 Zhodnotenie návrhu.....	35
3.5.4 Návrh „Vykresľovačov“.....	35
3.6 VÝSTUP DO DXF.....	36
3.7 VÝBER TECHNOLOGIE A PROGRAMOVACIEHO JAZYKA.....	36
3.8 PROSTREDIE.....	36
3.8.1 Grafické knižnice.....	36

3.9 ROZDELENIE FUNKCIONALITY DO MODULOV .....	38
3.10 UKLADANIE DO SÚBOROV .....	39
<b>4 TECHNICKÉ PREVEDENIE CALYPSO.....</b>	<b>40</b>
4.1 POUŽITÉ TECHNOLOGIE .....	40
4.2 ZOZNAM PROJEKTOV .....	40
4.2.1 Knižnice tretích strán.....	40
4.2.2 Vytvorené moduly .....	40
4.2.3 SoapBox .....	41
4.3 ARCHITEKTÚRA .....	41
4.3.1 WPF a Model View ViewModel.....	41
4.3.2 MEF a zostavenie aplikácie.....	41
4.3.3 Dynamické zostavenie.....	42
4.3.4 Rozširovanie aplikácie.....	42
4.4 MODULY .....	43
4.4.1 Funkcionalita SoapBox.....	43
4.4.2 Štruktúra modulov.....	44
4.4.3 Model .....	45
4.4.4 Dôležité súčasti.....	48
<b>5 EXISTUJÚCI SOFTWARE .....</b>	<b>55</b>
5.1 CALYPSO QBASIC .....	55
5.2 UBECO PROFIL.....	55
5.3 COPRA® RF.....	55
5.4 POROVNANIE JEDNOTLIVÝCH SOFTWARE .....	55
<b>ZÁVER .....</b>	<b>57</b>
<b>SLOVNÍK POJMOV .....</b>	<b>58</b>
<b>ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV.....</b>	<b>59</b>
<b>ZOZNAM OBRÁZKOV .....</b>	<b>61</b>
<b>PRÍLOHY</b>	
<b>PRÍLOHA 1 UŽÍVATELSKÁ DOKUMENTÁCIA CALYPSO</b>	
<b>PRÍLOHA 2. UKÁŽKA VÝSTUPU DO PDF „EXPORT PROFILU“</b>	
<b>PRÍLOHA 3. UKÁŽKA VÝSTUPU DO PDF „DÁTA PROFILU“</b>	
<b>PRÍLOHA 4. UKÁŽKA VÝSTUPU DO PDF „KALIBRAČNÁ TABUĽKA“ PROFILU</b>	
<b>PRÍLOHA 5. UKÁŽKA PDF VÝSTUPU KYTIČKY</b>	
<b>PRÍLOHA 6. UKÁŽKA PDF VÝSTUPU DÁTA KYTIČKY</b>	
<b>PRÍLOHA 7. UKÁŽKA PDF VÝSTUPU KALIBRAČNÉ LISTY</b>	
<b>PRÍLOHA 8. UKÁŽKA PDF VÝSTUPU VALCE</b>	
<b>PRÍLOHA 9. UKÁŽKA PDF VÝSTUPU DÁTA VALCOV</b>	
<b>PRÍLOHA 10. ROZPIS MATERIÁLU PRE VALCE</b>	
<b>PRÍLOHA 11. POTREBNÉ PRIEMERY POLOTOVAROV</b>	
<b>PRÍLOHA 12. UKÁŽKA PDF PROGRAMOVÝCH LISTOV</b>	

**PRÍLOHA 13. UKÁŽKA TECHNICKÉHO VÝKRESU**

**PRÍLOHA 14. UKÁŽKA PROGRAMU PRE SYSTÉM KOVOPROG**

## Úvod

Oceľové profily plechov sa používajú v rôznych priemyselných odvetviach. Najdôležitejšími sú strojárstvo, stavebníctvo, ťažký automobilový priemysel a doprava. Často sa používajú ako rôzne výstuže, držiaky či dokonca nohy posteľe. Profily plechu zaberajú široké spektrum nášho života.

Pre výrobu jedného profilu, je potrebné navrhnuť výrobnú linku. Zvyčajne sa pre design rôzneho druhu používajú programy typu CAD[1]. Takýto nástroj poskytuje obrovské možnosti, no návrh výrobnéj linky môže byť časovo neefektívny. Jedna spoločnosť venujúca sa výrobe profilov môže navrhnuť výrobu aj pre 150 rôznych profilov ročne. Preto vzniká potreba mať k dispozícii špecializovaný nástroj, ktorý je schopný efektívne vypracovať plán výrobnéj linky pre ohnutie plechu do výsledného tvaru. Nástroj musí byť schopný efektívne sa prispôbiť potrebám navrhovateľa plánu a umožniť mu flexibilne reagovať na prípadne zmeny v tvare či rozmeroch profilu.

Za pomoci človeka s dlhoročnou praxou v oblasti výroby špecializovaných liniek pre tvorbu tenkostenných profilov (Ing. Karel Janoušek) bol navrhnutý designer profilovania plechu „Calypso“, ktorý je špecializovaným nástrojom pre výrobu tenkostenného profilu plechu. Calypso poskytuje rozsiahlu funkcionálnu. Táto zahŕňa kompletný proces výroby od návrhu profilu cez postupné ohýbanie profilu na výrobnéj linke, návrh valcov a rolien, až po výrobné výkresy či špecializované programy pre NC či CNC[2] stroj.

V jednotlivých kapitolách si popíšeme proces tvorby profilu plechu, ktorý budeme často ilustrovať skutočnými fotografiami. Prejdeme analýzou možností návrhu designera profilovania plechu a ukážeme si jeho možné technické riešenie. V prílohe sa nachádza aj užívateľská príručka vytvoreného designera Calypso. Čitateľovi tejto je doporučené najprv si prečítať slovník pojmov, ktoré budeme v texte často používať.



# 1 Úvod do profilovania plechu

V tejto kapitole popíšeme proces tvorby profilu a jeho návrhu.

## 1.1 Čo je profil plechu

V slovníku pojmov sme zaviedli definíciu profilu plechu ako: „Pohľad spredu na vytvarovaný plech“. Na nasledujúcej ilustračnej fotografii je možno vidieť už vyrobený tenkostenný profil.



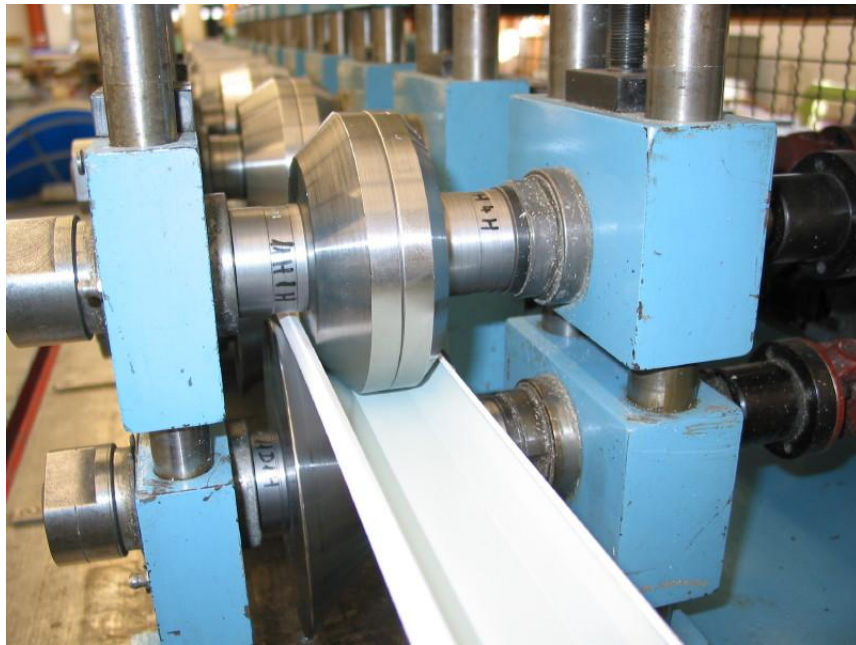
Obr. 1. Ukážka vyrobeného profilu [3]

## 1.2 Výroba profilu

Profil sa vyrába z rovného plechu. Tento býva zvyčajne natočený na kotúčoch plechu, odkiaľ sa postupne odtáča a prechádza výrobnou linkou, kde sa tvaruje. Ak je potrebné do plechu vyraziť diery alebo drážky, toto sa deje ešte pred vstupom do výrobnéj linky. Po vytvarovaní profilu na rad prichádza rezanie na časti. Takýmto spôsobom sa môže denne vyrobiť aj niekoľko kilometrov profilu. Na fotografii [Obr. 2] sú zobrazené kotúče s rovným plechom a na [Obr. 3] je odfotená výrobná linka počas výroby profilu.



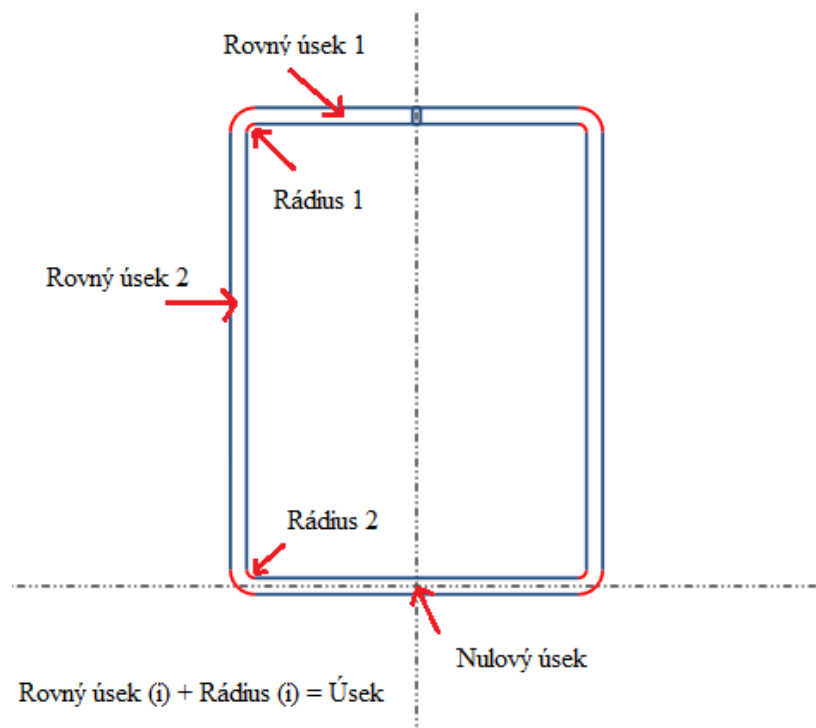
**Obr. 2. Ukážka kotúčov rovného plechu [4]**



**Obr. 3. Ukážka výrobnéj linky [3]**

### 1.3 Design profilu

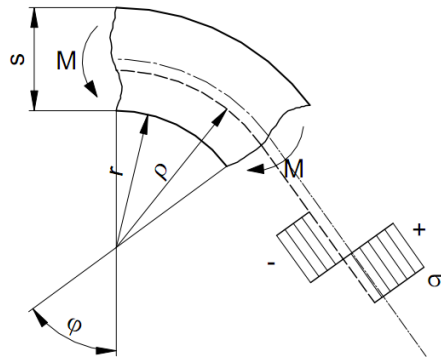
Návrhár výroby profilu zvyčajne od objednávateľa dostane predlohu, v ktorej je presne definované ako má výsledný profil vyzeráť. Táto predloha je okótovaný výkres, kde sú uvedené presné rozmery jednotlivých úsekov a uhlov medzi nimi. Najčastejšie je to vo forme DXF[5] súboru. Návrhár podľa tvaru profilu, materiálu a hrúbky plechu určí postup, ktorým sa bude plech do výsledného tvaru ohýbať. Tento postup sa volá vytváranie „kytičky“ a je popísaný v nasledujúcej kapitole. Ďalej je potrebné rozdeliť profil na jednotlivé úseky. Práve podľa týchto úsekov sa bude profil ohýbať. Pri designe profilu sa ešte určuje tzv. „Nulový úsek“, ktorý nám udáva pozíciu osového kríža a teda bod [0;0], ktorý určuje pozíciu profilu pri prechode výrobnou linkou. U niektorých profilov sa pri ich tvarovaní nepoužíva metóda nulového úseku, ale metóda ťažiska profilu. Pri tejto metóde je bod [0,0] umiestnený vždy v ťažisku daného priechodu. Na obrázku [Obr. 4] je popísané ako vyzerá profil rozdelený na jednotlivé úseky.



Obr. 4. Ukážka návrhu profilu a rozdelenia na úseky

#### 1.3.1 Nulové vlákno

Pri designe profilu sa určuje dĺžka „nulového vlákna“. To určuje aký široký plech sa na výrobu profilu má použiť. Nulové vlákno sa dá predstaviť ako nitka prechádzajúca plechom, ktorá má vždy rovnakú dĺžku, pri ľubovoľnom ohnutí. Do výpočtu sa započítavajú dĺžky úsekov, pričom v rádiusoch plechu je nulové vlákno bližšie k stredu rádiusu. Na výpočet dĺžky nulového vlákna sa často používa Oehlerová metóda[6]. Na nasledujúcom obrázku je znázornený výsek rádiusu a pozícia nulového vlákna.



Obr. 5. Výpočet dĺžky nulového vlákna v rádiuse [7]

Nasledujúce rovnice vyjadrujú výpočet dĺžky nulového vlákna. Značenie podľa obrázku [Obr. 5].

$$\rho = \sqrt{(r + s) \cdot r} \quad (1)[7]$$

$$\xi = \frac{\rho - r}{s} \quad (2)[7]$$

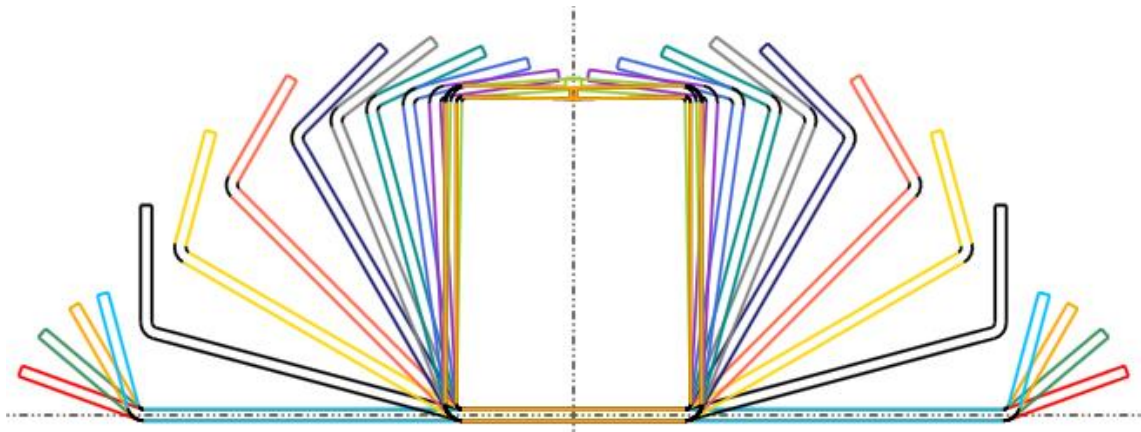
$$L = \frac{\pi\varphi}{180} (r + \xi \cdot s) \quad (3)[7]$$

$$L_0 = \sum_{i=1}^n (RÚ_i + L_i) \quad (4)$$

Rovnica (1) vyjadruje výpočet vzdialenosti nulového vlákna od stredu rádiusu. Pre výpočet vzdialenosti nulového vlákna sa ďalej používa koeficient vypočítaný podľa rovnice (2). Tento koeficient je použitý pri výpočte dĺžky nulového vlákna v rovnici (3). V praxi sa zvyčajne pre výpočty používajú konštantné koeficienty, ktoré výpočet vhodne aproximujú. Pre malé rádiusy sa používa koeficient  $\xi = 0,33$  alebo pre väčšie  $\xi = 0,45$ . Rovnica (4) potom popisuje výpočet celkovej dĺžky nulového vlákna, kde  $RÚ_i$  je dĺžka i-teho vodorovného úseku a  $L_i$  je dĺžka nulového vlákna v rádiuse úseku.

#### 1.4 Design „Kytičky“

Design kytičky je jedna z najdôležitejších častí návrhu výroby profilu. Tu sa definujú jednotlivé priechody. Je potrebné určiť jednotlivé postupné ohyby úsekov tak, aby sme vo výsledku mohli dostať výsledný profil. Je dosť dôležité ohýbať plech po malých kúskoch, aby nedošlo k prelomeniu alebo roztrhnutiu plechu. Preto sa pri ohýbaní jednotlivých úsekov používajú, len malé uhly. U tohto návrhu je potrebné brať do úvahy aj pružnosť plechu. Pri ohnutí úseku plechu sa tento pružnosťou môže vrátiť späť o niekoľko desiatín stupňa. Na obrázku [Obr. 6] je ukážka návrhu kytičky.

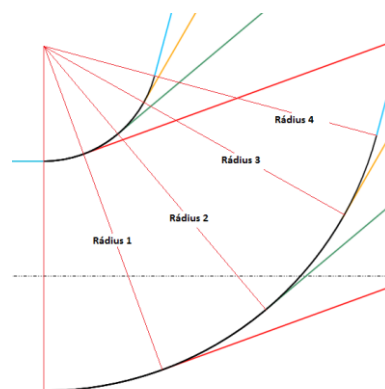


Obr. 6. Ukážka návrhu kytičky

Pri ohýbaní jednotlivých úsekov sa používajú rôzne metódy rádiusu. Podľa tvaru profilu sa pre daný úsek vyberie vhodná metóda, ktorá sa pre výpočet kytičky použije. Prehľad týchto metód je v nasledujúcich kapitolách. Kapitoly označíme M1 až M3 a v ďalších kapitolách sa na ne budeme cez tieto názvy odkazovať. Metódy M1 a M2 sa používajú väčšinou u hranatých tvarov profilu. Ako sú napríklad profily v tvare písmen „U“, „C“ alebo „Z“. U oblých profilov akými sú napríklad plechové trubky sa pri ohýbaní používa metóda M3.

#### 1.4.1 M1 Konštantný rádius

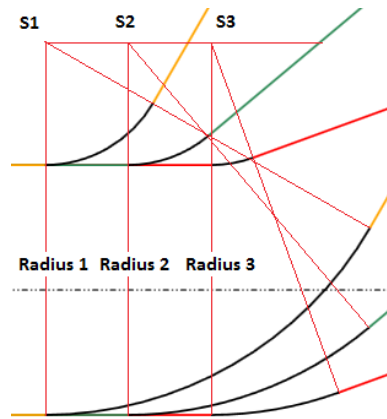
Pri ohýbaní plechu máme definovaný konštantný rádius, jeho stred sa nemení. Mení sa dĺžka rádiusu, ktorá pribúda z nasledujúceho rovného úseku. Na obrázku [Obr. 7] je zobrazený detail ohybu dvoch úsekov. Je možné si všimnúť že poloha stredy rádiusu sa nemení, dĺžka rádiusu sa stále zväčšuje a u ohýbaného úseku sa znižuje dĺžka jeho rovnej časti.



Obr. 7. M1 Konštantný rádius

#### 1.4.2 M2 Konštantný rádius

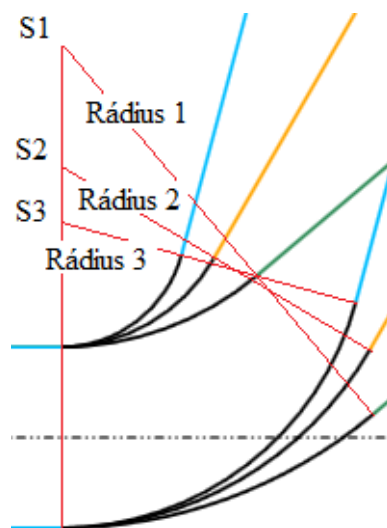
Táto metóda ohýbania plechu je podobná metóde M1. Máme definovaný konštantný rádius a mení sa jeho dĺžka, ktorá pribúda z aktuálneho rovného úseku. Na obrázku [Obr. 8] je vidieť, že v tomto prípade sa mení aj poloha stredy rádiusu.



Obr. 8. M2 Konštantný rádius

### 1.4.3 M3 Konštantná dĺžka rádiusu

Táto metóda ohýbania zachováva dĺžku rádiusu konštantnú a s pribúdajúcim uhlom znižuje rádius. Na obrázku [Obr. 9] je skutočne vidieť, že pri postupnom znižovaní uhla je rádius stále menší, ale jeho dĺžka zostáva konštantná.

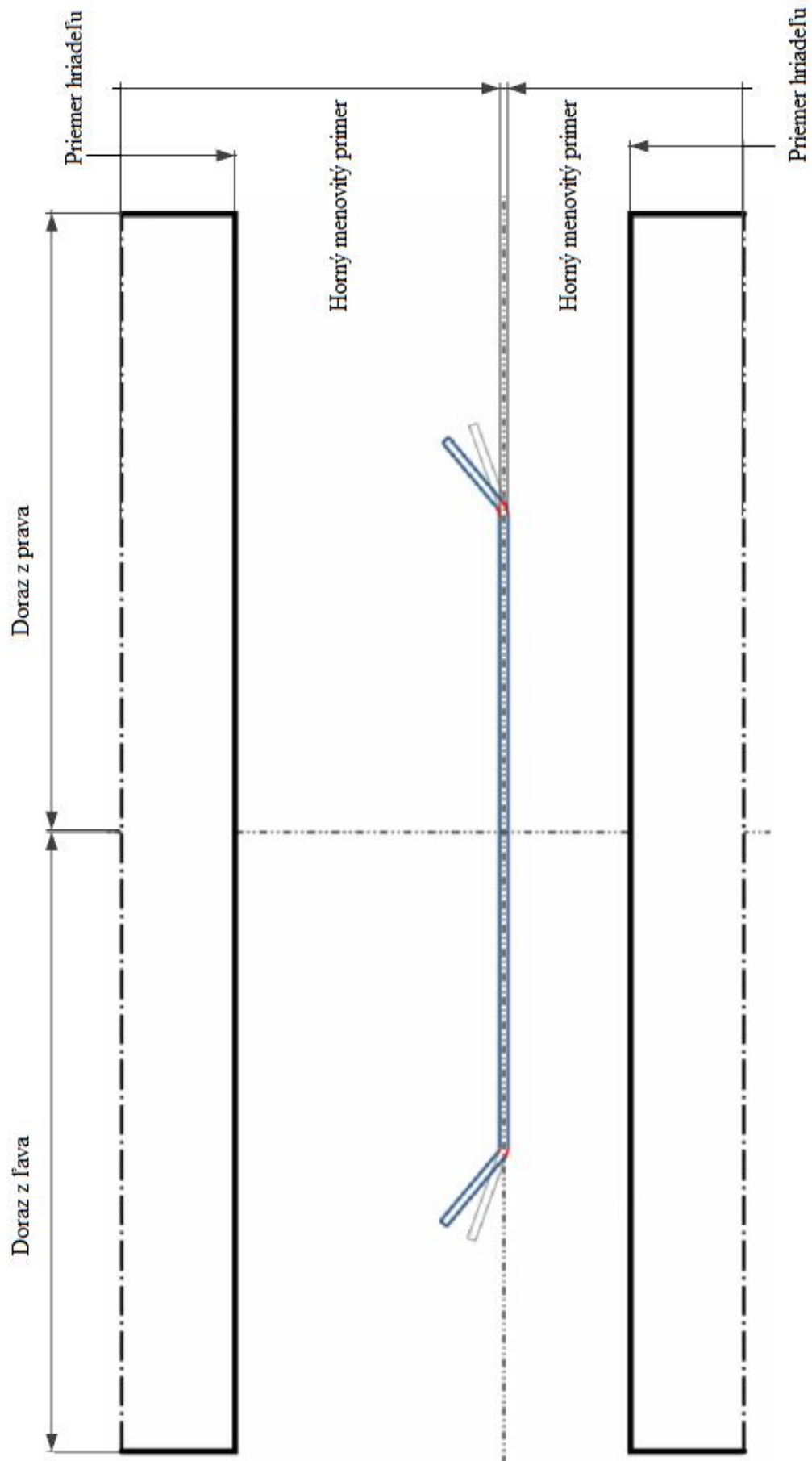


Obr. 9. M3 konštantná dĺžka rádiusu

## 1.5 Výrobná linka

Pred návrhom valcov je potrebné navrhnuť výrobnú linku pre výrobu profilu. Výrobná linka sa skladá zo stolíc. Každá stolica obsahuje horný a spodný hriadeľ. Na každý z hriadeľov sa nasúvajú valce. Jedna stolica zodpovedá jednému prechodu „kytickej“. Hriadele sa otáčajú okolo vlastnej osi a tým poháňajú valce, ktoré ohýbajú plech. Aby mohli hriadele otáčať valce, je na nich uchytené tzv. „pero“. Do otvoru vo valci sa tým pádom musí vysústružiť ešte drážka pre pero hriadeľu.



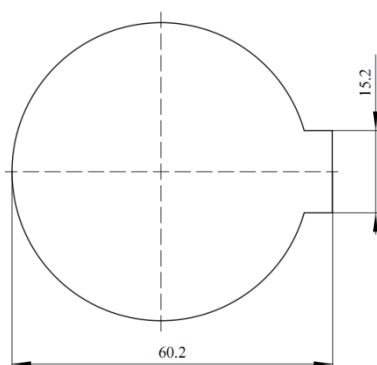


Obr. 10 Schéma stolice

Na schéme [Obr. 10] sú naznačené parametre pre nastavenia stolíc výrobnéj linky, ktorými sú:

- **Priemer hriadeľov** – Určuje priemer horného a dolného hriadeľu a tým pádom aj veľkosti otvoru vo valcoch.
- **Menovité priemery** – Menovité priemery určujú vzdialenosť osi hriadeľu od horného respektíve dolného povrchu plechu. Súčtom menovitých polomerov a hrúbky plechu dostaneme vzdialenosť hriadeľov od seba.
- **Dorazy sprava a zľava** – Ich súčet určuje šírku hriadeľu a polohu stredu súradníc.

Na nasledujúcom obrázku je nakreslený prierez hriadeľom, na ktorom je zobrazený aj prierez pera.



Obr. 11 Prierez hriadeľom s perom

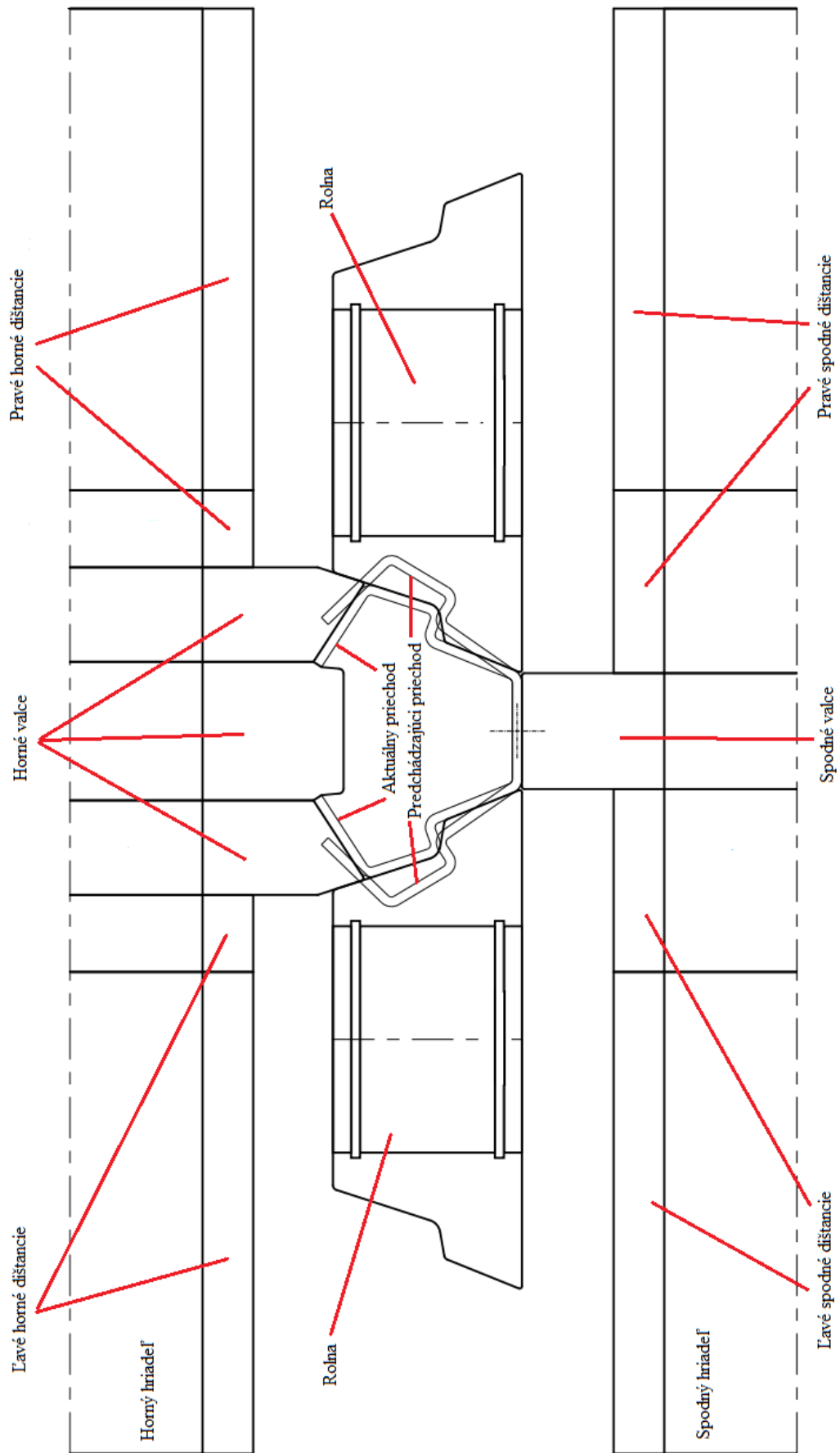
## 1.6 Design Valcov

Design valcov je najzložitejšou procedúrou pri návrhu ohýbania plechu. Valce sú nástroje, ktoré na výrobnéj linky ohnú plech do výsledného tvaru. Umiestňujú sa na hriadele stolíc. Valce sa navrhujú pre každý priechod zvlášť. Kopírujú celú kontúru priechodu. Valec je opísaný kontúrou valca, ktorá pozostáva zo súradníc jednotlivých bodov a rádiusu. Súradnice bodov sa udávajú ako x-ová súradnica na hriadeľi a priemer valca [Obr. 13]. Nákres celej schémy valcov pre konkrétny priechod je možné vidieť [Obr. 12]. Tu sú zobrazené aj rolny [1.7] a Dištančné krúžky [1.6.1].

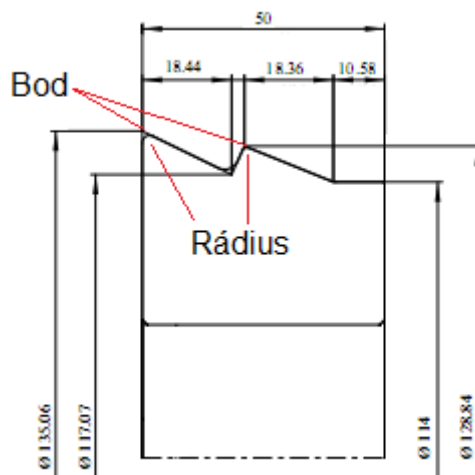
### 1.6.1 Design „Dištancií“

Hriadele sú zvyčajne širšie ako profil. Valce sa teda nevytvárajú tak aby zaberali celú šírku hriadeľu. Prázdne miesta na hriadeľoch sa vyplňajú malými valcami s rovnakým priemerom nazývané „dištančné krúžky“. Slúžia len ako vyplnenie voľného miesta na hriadeľoch a neohýbajú plech. Je preto potrebné pri návrhu stolice navrhnuť aj veľkosti dištancií. Dost' často už sú vyrobené dištancie s presnou dĺžkou napr. 100 mm, ktoré je možné použiť a zvyšné doplniť vyrobením nového kusu.





Obr. 12 Nákres valcov na jednom prieťahode



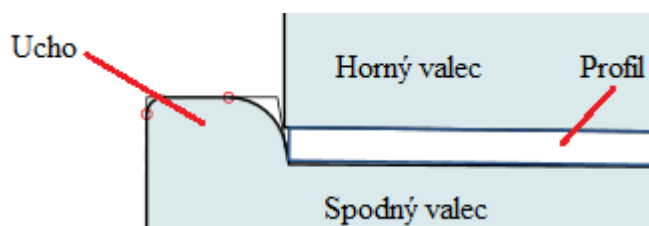
Obr. 13 Kontúra valca

## 1.6.2 Riešenie problémov

Pri návrhu valcov je potrebné brať do úvahy množstvo faktorov, ktoré môžu výsledný tvar plechu zdeformovať a tak pokaziť. Plech sa môže pri prechode stolicami vychýliť zo svojej polohy a tak poškodiť svoj výsledný tvar. Niekedy sa môže stať, že hriadele na stolicách sa neotáčajú rovnakými rýchlosťami ako by mali a plech sa medzi nimi začne vlniť, pretože valce na nasledujúcej stolici sa točia pomalšie ako na aktuálnej. Chybne navrhnutý valec môže taktiež do plechu ostrou hranou vyryť drážku, čo je chyba najmä u oblých profilov. U plechu sa ďalej môžu deformovať jeho hrany na okraji. Človek, ktorý navrhuje výrobu profilu by mal byť preto skúsený v tejto oblasti, aby sa dokázal vyvarovať možných anomálií. V nasledujúcich podkapitolách preberieme možné spôsoby riešenia jednotlivých problémov.

### 1.6.2.1 „Ucho“ valca

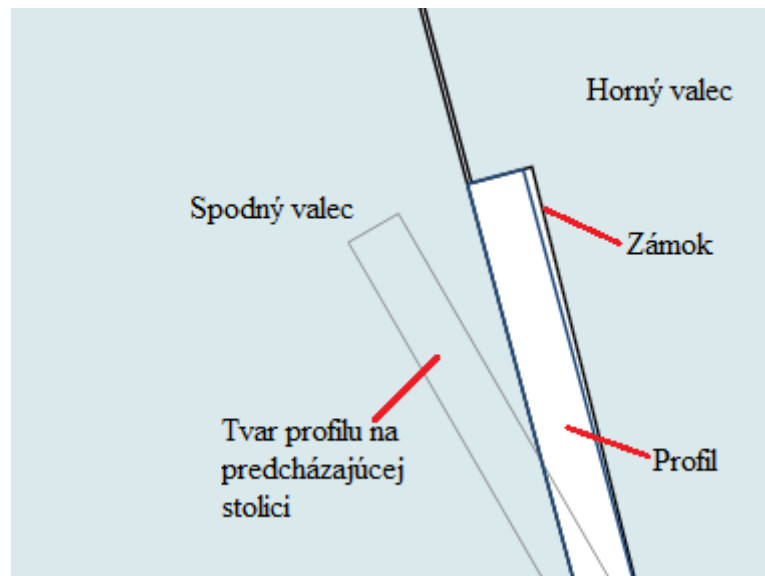
Na okrajové valce sa často umiestňuje tzv. „ucho“. Pri počiatkoch ohýbania, ucho zaisťuje, že sa plech nevychýli zo svojej polohy, pretože sa svojou časťou o toto oprie. Na obrázku je znázornený náčrt ucha pri niekoľko násobnom priblížení.



Obr. 14 Náhľad na ucho valca

### 1.6.2.2 „Zámok“ valca

Zámok valca rieši znovu problém možného vychýlenia plechu, z jeho polohy. Oproti uchu, ktoré sa používa skôr v prípadoch, keď je bočný úsek plechu skoro v rovnobežnej polohe, používame zámok vtedy ak bočný úsek zvierá s rovnobežnou osou väčší uhol. Valec vytvorí pre profil drážku, do ktorej profil presne zapadne. Na nasledujúcom obrázku je zobrazený zámok valca.



Obr. 15 Náhl'ad na zámok valca

### 1.6.2.3 Zvýšenie obvodovej rýchlosti valca

Hriadele na jednotlivých stolicích sa v ideálnom prípade otáčajú všetky, rovnakou uhlovou rýchlosťou. Pokiaľ je potrebné z dôvodu väčšej výšky profilu od seba hriadele viac oddialiť a zväčšiť tak priemery valcov na hornom hriadele. Je možné jednotlivé vybrané hriadele odpojiť od pohonu. To sa uskutoční odmontovaním kardanu, ktorý spojuje hriadeľ s prevodovkou. V špeciálnych prípadoch sa navrhujú prevodovky s rôznym prevodovým pomerom tak, aby obvodová rýchlosť horných a spodných tvarovacích valcov bola na všetkých stolicích skoro rovnaká. Niekedy sa smerom ku koncu výrobnéj linky obvodová rýchlosť nepatrne zväčšuje, aby bol profil z linky vyťahovaný a nedochádzalo k vytváraniu vln medzi jednotlivými stolicami. To platí hlavne u profilov malých veľkostí alebo u profilov s malou tuhosťou na vzpier.

### 1.6.2.4 Poškodenie plechu valcom

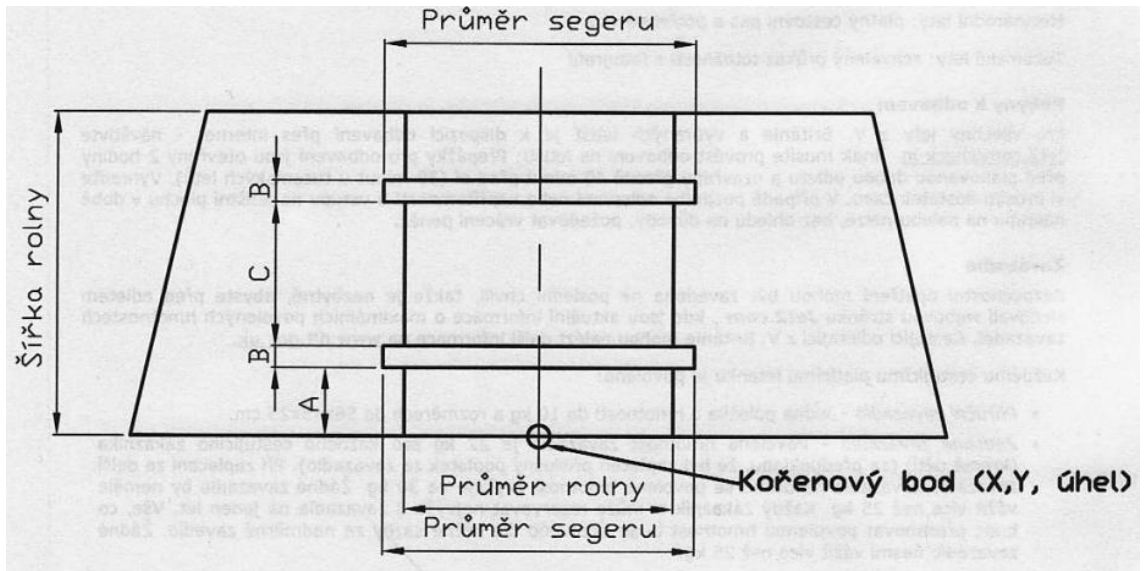
Hrany na valcoch by mali byť vždy zaoblené, aby nedochádzalo k vyrývaniu drážky do plechu.

## 1.7 Design Rolien

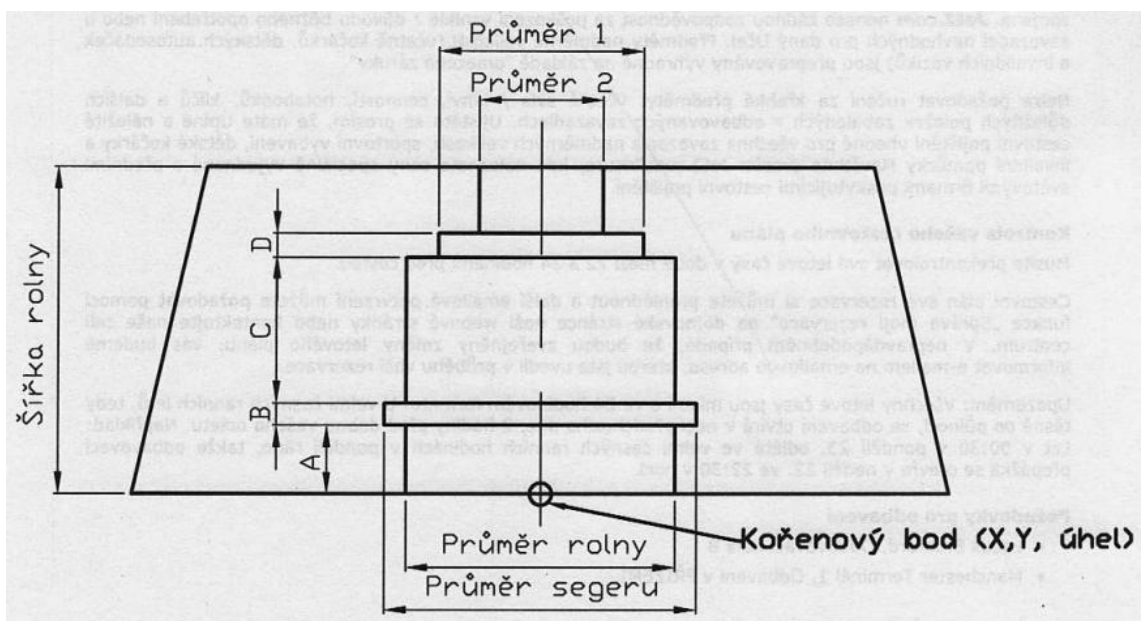
Pri ohýbaní plechu je niekedy potrebné vyvinúť tlak aj z iných strán ako len zhora a zdola. Pre tento účel sa používajú tzv. „rolny“. Sú to špeciálne valce, ktoré sa môžu na stolicu uchytiť pod rôznymi uhlami a v rôznych vzdialenostiach od plechu. Rolna sa uchytiť na špeciálny hriadeľ, ktorý môže rolnou prechádzať krížom, alebo môže byť na tento hriadeľ napichnutá. Rolny sa na týchto hriadeľoch fixujú pomocou segerových krúžkov. Na konci výrobnéj linky sa dosť často umiestňujú rovnacie hlavy, ktoré plech už neohýbajú, len kopírujú tvar výsledného profilu. Tieto rovnacie hlavy sú tvorené 4 rolnami. Každé dve stoja oproti sebe a sú umiestnené zo všetkých strán profilu. V texte sa rozlišujú dva typy rolien. Nazvané sú ako „Rolna prvého typu“ a „Rolna druhého typu“. U oboch typov rolien sa určujú súradnice koreňového bodu, ktorý definuje pozíciu umiestnenia rolly na stolicu. U koreňového bodu sa ešte určuje aj uhol, pod ktorým je rolna umiestnená. Na obrázku [Obr. 16] sú odfotené segerové krúžky. Na nákresoch [Obr. 17] a [Obr. 18] sú popísané parametre rolien podľa ktorých je možné rolnu vyrobiť. Parameter „B“ na oboch nákresoch určuje hrúbku segerového krúžku.



Obr. 16 Ukážka segerových krúžkov



Obr. 17 Nákres „Rolna prvého typu“



Obr. 18 Nákres „Rolna druhého typu“

## 1.8 Dokumentácia výroby

Dokumentácia výroby sa dodáva v papierovej podobe, aby bolo možné vyrobenú súčiastku ihneď prezrieť a skontrolovať či zodpovedá uvedenému nákresu. Dokumentácia je dôležitá pre výrobcov výrobných liniek. Do dokumentácie výroby sa dodávajú:

- Profil
  - Nákres výsledného tvaru profilu
  - Popisy úsekov
  - Kalibračný list
- Kytička
  - Nákres kytičky
  - Prehľad uhlov medzi jednotlivými úsekmi u každého priechodu
  - Kalibračné listy pre každý priechod
- Valce a rolny
  - Schémy valcov pre každý priechod s hriadeľmi, rolnami a dištanciami.
  - Rozpisy materiálu
  - Rozpisy polotovarov
  - Programové listy
  - Technické výkresy

### 1.8.1 Kalibračný list

Do kalibračného listu profilu je tabuľka a udáva súradnice všetkých bodov profilu, kde sú úseky spojené. V prípade, že sa medzi úsekmi nachádza rádius je tam súradnica priesečníku predĺžených rovinných úsekov. V nasledujúcom zozname je vypísaný zoznam doporučených údajov pre kalibračný list:

- x-ová vzdialenosť medzi dvoma susednými bodmi
- y-ová vzdialenosť medzi dvoma susednými bodmi
- vzdialenosť medzi susednými bodmi
- veľkosť rádiusu
- stred rádiusu
- vzdialenosť od hornej osi hriadeľa
- vzdialenosť od dolnej osi hriadeľa
- uhol úsečky dvoch susedných bodov s x-ovou osou.

### 1.8.2 Rozpis materiálu

V rozpise materiálu býva uvedený presný zoznam valcov, dištancií a rolíen, ktoré je potrebné vyrobiť. Rozpis materiálu by mal byť vhodne roztriedený podľa maximálnych priemerov valcov a rolíen, aby bolo možné rozdeliť výrobu jednotlivých súčiastok a nebola potreba často meniť nastavenia výrobných mechanizmov.

### 1.8.3 Rozpis polotovarov

Valce sa vyrábajú zo železa. Toto sa dá kúpiť v polotovaroch valcového tvaru. Tieto majú rôzne priemery, ktoré sú zvyčajne rozdelené po 5 mm. Preto je vhodné do dokumentácie profilu rovno uvádzať potrebné počty polotovarov potrebných pre výrobu výrobných liniek.

### 1.8.4 Programové listy a technické výkresy

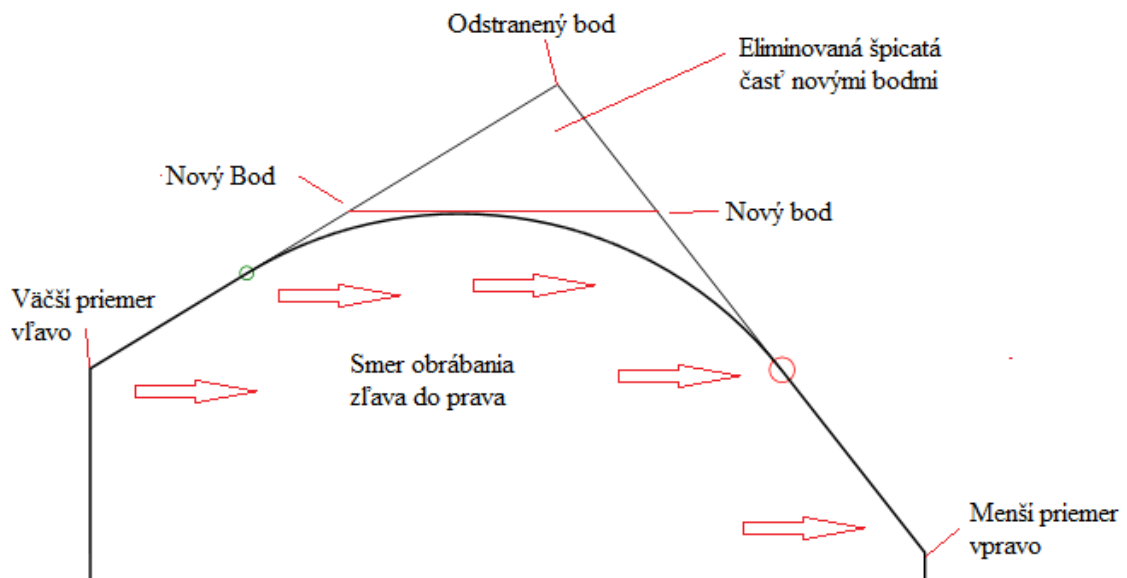
Valce sa môžu vyrábať na CNC strojoch, ktoré majú podporu výroby súčiastky pomocou zadaného programu. Po nahratí programu do stroja sa automaticky nastaví

výroba. Pre kontrolu takto vyrobených súčiastok sa dodávajú programové listy, na ktorých je zobrazený tvar valca a súradnice jednotlivých bodov kontúry valca. Niekedy sa však valce vyrábajú ručne na sústruhu. V takomto prípade je potrebné dodať okótované technické výkresy podľa ktorých sústružník nastaví stroj pre výrobu.

#### 1.8.4.1 Výrobné programy CNC

CNC môžu obsahovať rôzne systémy na riadenie výroby CAM[8]. Každý systém má definovaný spôsob akým je možné do stroja nahrat' program pre výrobu zadanej súčiastky. Najrozšírenejším je program zadaný v DXF formáte, kde sa nakreslí kontúra valca a CNC ho dokáže automaticky vyrobiť. V Českej republike bol vyvinutý systém Kovoprog[9], ktorý používa svoj špeciálny formát pre vstupné programy tzv. „PPR“ formát.

Vo výrobných programoch je potrebné kontúru valca dodatočne upraviť. Pri vyrezávaní valca z polotovaru sa najprv nožom vyreže kontúra valca bez rádiusov. Pri druhom priechode noža sa vyrezávajú už aj presné rádiusy. Výroba by mala prebiehať tak aby sa vždy začínalo rezať u väčšieho priemeru valca a postupovalo sa k nižším priemerom ak je to možné. Pri vyrezávaní rádiusov by nemali existovať špicaté časti ktoré sú vysunuté smerom hore, pretože by sa nôž pri vyrezávaní rádiusu mohol odlomiť. Takéto špicaté časti by sa mali eliminovať pri výreze kontúry bez rádiusov. Špicaté časti sa dajú eliminovať nariadením bodu na špici valca dvomi bodmi ako je uvedené na [Obr. 19]



Obr. 19 Odstránenie špicatej časti valca

## 2 Popis problému

Pri tvorbe designera bolo na začiatku našou úlohou kompletne nahradiť funkcionality Calypso QBasic [2.1], aby bolo umožnené designer používať aj v novších verziách Windows. Nový program by mal byť so starou verziou spätne kompatibilný, aby bolo možné v novej verzii otvoriť aj staršie projekty. Spätná kompatibilita bola dôležitá pri agilnom vývoji programu. Nová verzia sa začala v praxi používať už od septembra 2011 s prvým základným modulom vytvárania profilu. Profil bol potom vyexportovaný do súboru spätnej kompatibility a jeho design dokončený v Calypso QBasic. Do programu sa postupne pridávala ďalšia a ďalšia funkcionality až funkčne nahradil starú verziu Calypso.

### 2.1 Calypso QBasic

Je aplikácia naprogramovaná v jazyku QBasic[10]. Ovláda sa pomocou konzolového rozhrania. Podporuje návrh profilu, kytičky, valcov a rolíen. Výstup aplikácie je priamo na tlačiareň pomocou jazyka PCL[11]. Podľa jej vzoru bola vytvorená súčasná verzia Calypso, ktorá je s ňou spätne kompatibilná a kompletne ju nahrádza.

Aplikácia slúžila svojmu účelu viac ako 20 rokov, počas tejto doby sa postupne obohacovala, podľa potrieb pri návrhoch profilu. Najhlavnejšími dôvodmi pre jej výmenu bola už súčasná nekompatibilita operačného systému pre spúšťanie QBasic a nekompatibilita nových tlačiarní. Bolo nutné sa obmedziť na staršiu verziu Windows a taktiež tlačiarne, ktorá už nevyhovovala nárokom užívateľa. Aplikácia bola rozdelená na niekoľko samostatných programov, z ktorých každý poskytoval inú časť funkcionality. Takéto rozdelenie bolo nutné z dôvodu limitovania veľkosti kódu spustiteľného programu na 64 KB.

Calypso QBasic bola aj napriek týmto limitom na veľmi vysokej úrovni. Jej autor Ing. Karel Janoušek je zároveň aj návrhárom výroby profilov, takže do aplikácie postupne zarášal riešenie problémov z praxe. Vďaka tomu, že pán Janoušek túto aplikáciu naprogramoval vedel veľmi presne špecifikovať zadanie úlohy a mohol presnejšie predpovedať, kde by pri vývoji mohli vzniknúť problémy. Na obrázku [2.1] je ukážka aplikácie Calypso QBasic pri návrhu kytičky.



Obr. 20 Calypso QBasic

## 2.2 Zoznam funkčných požiadaviek

1. Program musí byť spätne kompatibilný s Calypso QBasic pri výmene dát.
2. V profile by sa mali zadávať rovnaké parametre ako v Calypso QBasic.
3. V dátach profilu by sa malo dať zadať číslo nulového úseku, ktorého stred bude ležať v bode 0 na y-ovej osi. Nulový úsek môže mať aj nulovú dĺžku.
4. V profile by malo byť možné zadať číslo zvislého úseku, ktorý bude ležať v bode 0 na x-ovej osi.
5. Namiesto určenia zvislého úseku by malo byť možné zadať príznak pre umiestňovanie ťažiska profilu, do bodu 0 na x-ovej osi.
6. Program by mal podporovať výstup na tlačiareň, tak aby bolo možné vytlačiť aj zväčšený detail profilu.
7. Profil by malo byť možné už pri jeho designe priblížiť, aby sa dal profil prezrieť pri niekoľko násobnom zväčšení
8. Profil by malo byť možné exportovať do DXF formátu
9. Návrh kytičky by mal poskytovať prídanie a zmazanie priechodu
10. V priechode by malo byť možné meniť veľkosti uhlov
11. Každý priechod by sa mal dať otočiť okolo stredu súradníc o zadaný uhol
12. Priechody by mali byť farebne odlišené
13. Kytička by sa mala dať priblížiť, kvôli detailným úpravám uhlov
14. U každého priechodu by sa mala zobrazovať veľkosť rozvinu, aby sa jeho dĺžka dala porovnať s dĺžkou rozvinu v profile.



15. Software by mal podporovať možnosť výstupu na tlačiareň všetkých, alebo len vybraných priechodov s možnosťou vytlačenia detailu
16. Výstup na tlačiareň by mal ďalej podporovať tvorbu tabuliek kalibračných listov a zadaných uhlov
17. Vybrané priechody kytičky by malo byť možné exportovať do DXF formátu.
18. Možnosť zadávať parametre stroja, pre každú stolicu. Parametre stroja sú často pre N stolíc za sebou rovnaké.
19. Parametre stroja by sa mali dať uložiť do databáze. Pri zadávaní parametrov stroja by sa mali dať vybrať.
20. Možnosť zadávať valce pre každý priechod
21. Každý valec by mal byť uložený v súbore aby ho bolo možné načítať aj do iných projektov
22. U každého priechodu by sa mali pri designe valcov zobrazovať hriadele, hlavný priechod a predchádzajúci priechod.
23. Možnosť zadať bod valca špecifikovaním čísla bodu na priechode
24. Možnosť zadania ďalšieho profilového bodu, potvrdenia tohto bodu, alebo pokračovanie pridávania ďalšieho profilového bodu
25. Valec by mal opisovať kontúru priechodu
26. Jednotlivé body by mali byť špecifikované súradnicou x, priemerom a veľkosťou rádiusu
27. Mali by sa dať zadať body typu „U1U2“, „RUD“, „RB“, „DXU“
28. Možnosť zadávať bočné rolly. Rolna by mala obsahovať práve jeden valec
29. Približovanie valcov a zobrazenie pri veľkom zväčšení
30. Výstup schém valcov na tlačiareň, možnosť vytlačenia detailu
31. Výstup schém valcov do DXF formátu
32. U valcov vždy zobrazovať prehľadovú tabuľku súradníc bodov valca
33. Automatické pomenovávanie valcov
34. Automatické vyplňanie voľných miest na hriadel'och dištanciami
35. Možnosť rozdelenia dištancií na dve časti a spojenia dvoch vytvorených dištancií do jednej
36. Vytvorenie rozpisu materiálu podľa vzoru Calypso QBasic
37. Z rozpisu materiálu automaticky vygenerovať rozpis polotovarov
38. Možnosť pridávania ďalších kusov materiálu kvôli viacerým projektom, ktoré môžu zdieľať spoločný rozpis
39. V rozpise materiálu budú valce identifikované označením valca
40. Podľa rozpisu materiálu zo zadaných valcov generovať DXF výrobné programy
41. Podľa rozpisu materiálu zo zadaných valcov generovať PPR výrobné programy
42. Spolu s generovaním výrobných programov automaticky vygenerovať programové listy
43. Možnosť vygenerovať okótované technické výkresy bez programových listov
44. V programových listoch, výrobných programoch a technických výkresoch automaticky otáčať valec prierez valca tak, aby väčší z krajných priemerov valca bol umiestnený vľavo
45. Dáta programu by sa mali ukladať do viacerých súborov v samostatných súboroch by mali byť: profil, kytička, valec, dištancia, rolna s valcom

## 2.3 Ciele projektu

Cieľom projektu je teda kompletne nahradiť Calypso QBasic novým grafickým prostredím. Ovládanie by malo byť čo najviac intuitívne a pohodlné. Vysoký dôraz je kladený na automatizáciu napríklad pri generovaní dokumentácie. Program by mal byť ovládateľný z väčšej časti myšou. Od nového prostredia očakávame zrýchlenie návrhu výroby. Dôraz kladieme na modularitu prostredia a možnosti pridávania ďalšej funkcionality. Nie je nutnosťou pridávanie nových súčasti za behu aplikácie. Nové súčasti stačí pridávať na kompilačnej úrovni. Funkčnú požiadavku výstupu na tlačiareň sme nahradili výstupom do PDF pre flexibilnejšie možnosti prenášania dokumentácie napríklad mailom.

## 3 Analýza zadania

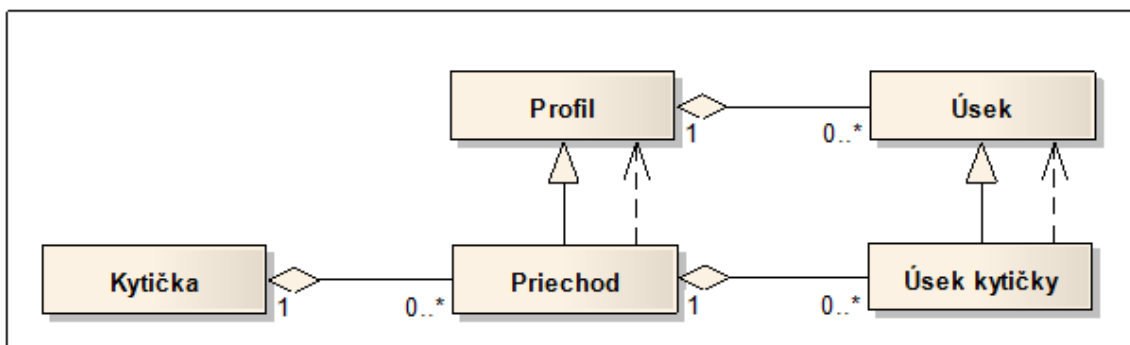
### 3.1 Projekt

Z funkčných požiadaviek na software sa nám rysuje štruktúra, ktorá by sa dala použiť pre udržiavanie dát. Na najvyššej úrovni bude zrejmé „Projekt“, ktorého súčasťou budú jednotlivé časti procesného návrhu výroby. Časťami sú „Profil“, „Kytička“, „Parametre stroja“ a „Valce“. S počiatku sme uvažovali nad tým, že sa posunieme ešte o úroveň vyššie, kde by v dátovej reprezentácii mohlo byť viacero projektov. Napokon sme sa od tejto možnosti odklonili z dôvodu, že jednotlivé projekty často nemajú až tak veľa spoločných vlastností. Ku každému projektu sa dokumentácia dodáva zvlášť. Takáto funkcionalita je potrebná len v rozpise materiálu valcov, kde sa pre zákazníka dodáva spoločný viacerých projektov.

### 3.2 Návrh modelu dát

#### 3.2.1 Profil a kytička

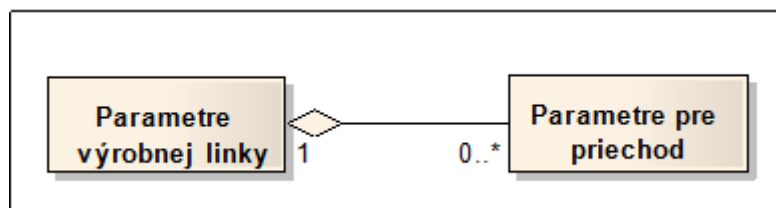
Profil sa skladá z úsekov. Ponúka sa nám teda priamo možnosť objektového návrhu, ktorý bude reflektovať túto skutočnosť. Kytička sa skladá z priechodov. Priechod sa skladá z úsekov kytičky. U tohto vzťahu sa dá všimnúť spojitosť medzi priechodom a profilom. Oba z nich sa skladajú z úsekov. Táto skutočnosť sa dá využiť hlavne pri vykresľovaní. Priechod sa dá teda chápať ako profil. Priechod kytičky však vychádza z profilu musí mať rovnaký počet úsekov ako profil. Úsek kytičky vychádza z úseku profilu. Užívateľ mení uhol medzi úsekmi priechodu. Podľa špecifikácie metódy ohýbania M1 až M2 sa automaticky mení dĺžka rovného úseku a rádius. Tieto treba brať do úvahy pri výpočte. Na nasledujúcom diagrame sú naznačené vzťahy dátového modelu profilu a kytičky.



Obr. 21 Vzťahy dátového modelu profilu a kytičky

#### 3.2.2 Parametre stroja (výrobnej linky)

Parametre stroja sa používajú hlavne až pri konštrukcii valcov, kde sú bližšie špecifikované hriadele na stolicach. Potrebujeme špecifikovať interval stolíc, pre ktorý sa parametre stroja budú používať. Tu si vystačíme s jednoduchou špecifikáciou intervalu stolíc a to takou, že špecifikujeme číslo stolice od ktorej sa parametre stroja budú používať. Zadané parametre budú platiť až po najbližšiu stolicu, pre ktorú budú špecifikované parametre nové. Na nasledujúcom diagrame je zobrazený ukážkový návrh dát parametrov stroja.

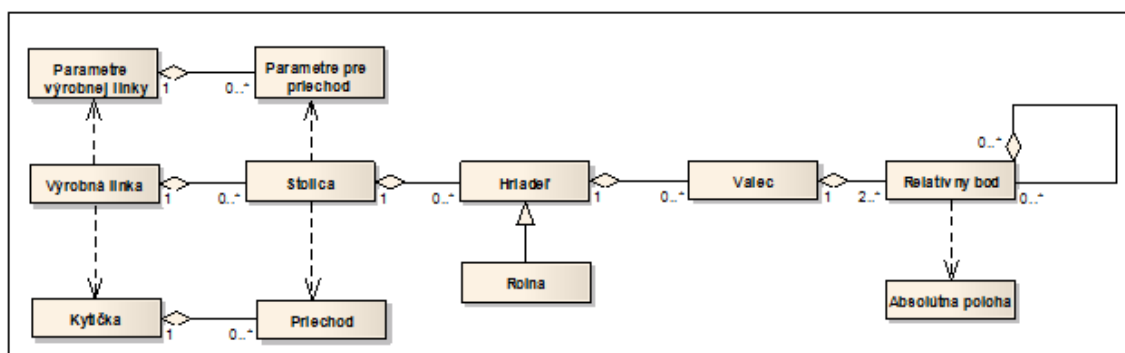


Obr. 22 Vzťahy modelu parametrov stroja

### 3.2.3 Výrobná linka

Informácie o výrobnéj linke je najvhodnejšie udržiavať v stromovitej dátovej štruktúre. Výrobná linka, pozostáva zo stolíc, každá stolica je tvorená horným a dolným hriadelom a rolnami. Na nich sú umiestnené valce. Valce pozostávajú z bodov, ktoré sú zadávané buď číslom bodu na priechode, alebo x-ovou súradnicou, priemerom valca a rádiusom v danom bode. Body by malo byť umožnené ďalej zadávať ešte alternatívnymi metódami. Aby sme abstrahovali body od myšlienky, že by mali mať vždy presné súradnice, navrhli sme rôzne typy bodov. Takzvané relatívne body. Relatívny bod, môže obsahovať súradnice svojej polohy, ale malo by byť nejakým spôsobom zariadené, aby sa jeho poloha prepočítavala vzhľadom k pozícii priechodu, alebo inému relatívnemu bodu. Relatívne body teda môžu obsahovať ešte ďalšie relatívne body. Pri prepočte sa hodí použiť návrhový vzor Visitor[12]. Vďaka nemu môže byť kód výpočtov jednotlivých bodov situovaný na jednom mieste. Body sú tak odľahčené od udržiavania kontextu celého valca či stolice. Nutnosťou však je pri pridaní nového typu bodu, rozšíriť Visitor o ďalší kód.

Výrobná linka závisí na kytičke, pretože počet stolíc závisí na počte priechodov. Stolica nám teda závisí na konkrétnom priechode. Stolica by mala poznať parametre priechodu. Aby sa mohli vypočítať pozície hriadelov. Na nasledujúcom diagrame je naznačený model výrobnéj linky a vzťahy medzi jednotlivými triedami. Z hľadiska modelu budeme k rolne pristupovať ako ku hriadelu. Tak isto aj z hľadiska prepočtov valcov. Meniť sa bude len vizuálna stránka.



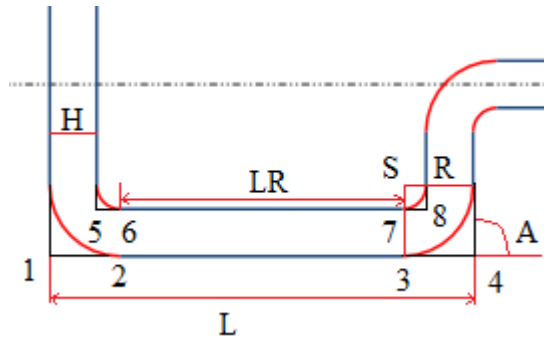
Obr. 23 Vzťahy modelu výrobnéj linky

## 3.3 Výpočty

### 3.3.1 Profil

Úseky profilu sú zadávané relatívnymi údajmi, ktorými sú dĺžka úseku (L), veľkosť rádiusu (R), uhol s nasledujúcim úsekom (A). Pozícia profilu sa počíta udaním nulového úseku a zvislého úseku. Stred nulového úseku leží vždy na osi y (x-ová súradnica je 0). Stred zvislého úseku leží vždy na osi x (y-ová súradnica je 0).

Alternatívne môže byť metóda nulového úseku nahradená pozíciou ťažiska, kde ťažisko profilu, musí ležať na osi  $y$ . Posledným parametrom potrebným pre výpočet pozície profilu je hrúbka plechu ( $H$ ). Pre výpočet umiestnenia jednotlivých úsekov, nám tieto parametre postačujú. Na nasledujúcom obrázku je rozkreslená reprezentácia jedného úseku.



Obr. 24 Reprezentácia úseku

Jednotlivé parametre na obrázku sú:

- **H:** hrúbka plechu
- **L:** Dĺžka úseku
- **R:** Polomer rádiusu úseku
- **A:** Uhol s nasledujúcim úsekom
- **LR:** Dĺžka rovného úseku
- **S:** Stred rádiusu
- **1:** ľavý dolný bod úseku (LD)
- **2:** ľavý dolný bod rovného úseku (LDR)
- **3:** pravý dolný bod rovného úseku (RDR)
- **4:** pravý dolný bod úseku (RD)
- **5:** ľavý horný bod úseku (LH)
- **6:** ľavý horný bod rovného úseku (LHR)
- **7:** pravý horný bod rovného úseku (RHR)
- **8:** pravý horný bod úseku (RH)

Užívateľom zadané parametre budú,  $H$ ,  $L$ ,  $R$ ,  $A$ . Zvyšné parametre je potrebné dopočítať. Užívateľ popisuje vždy spodnú kontúru plechu. Veľkosť rádiusu sa vždy viaže k spodnej kontúre plechu. Pre súradnice úsekov budeme udržiavať štruktúru v ktorej budú informácie súradnice  $S$  a  $1-8$ . Bez ujmy na všeobecnosti môžeme stred spodnej kontúry nulového úseku položiť do bodu  $[0;0]$  a všetky vypočítané súradnice neskôr posunúť v  $y$ -ovom smere buď o  $H/2$  (metóda nulového úseku), alebo o  $y$ -ovú súradnicu ťažiska profilu. Výpočet jednotlivých súradníc prevádzame naľavo od nulového úseku a napravo od nulového úseku. Na začiatku inicializujeme nulový úsek. Na výpočet ďalších úsekov použijeme analytickú geometriu.

### 3.3.2 Kytička

Výpočty súradníc úsekov v priechode sú rovnaké ako pri profile. Dôležité sú prepočty zadaných parametrov. Dĺžka úseku ( $L$ ) sa nám pri ohýbaní nemení nikdy. Polomer rádiusu sa mení v prípade použitia metódy M3. Užívateľ zadáva uhly medzi úsekmí. V úseku priechodu je potrebné porovnávať a zisťovať dĺžku časti kružnice

rádusu. V závislosti na použitej metóde ohýbania, je potrebné znižovať, alebo zväčšovať dĺžku rovinného úseku (LR).

### 3.3.3 Hriadele a rolny

Dátovú reprezentáciu hriadeľov a rolien sme navrhli tak, že nebude nutné rozlišovať medzi horným, dolným hriadeľom a rolnou. Táto abstrakcia sa nám hodí hlavne pri pridávaní valcov a výpočtoch absolútnych súradníc relatívnych bodov. Vo výpočtoch súradníc bodov už nebudeme hovoriť špeciálne o rolnách, ale len o hriadeľoch.

Pozícia hriadeľov sa vypočítava z parametrov stroja. Pre vytvorenie abstrakcie nám plne postačuje u hriadeľov udržiavať súradnice osí a smerový vektor. Hriadeľ sa skladá zo štyroch bodov. Teda v prípade, máme k dispozícii súradnice osí a smerový vektor, ktorého dĺžka je rovná polovici priemeru hriadeľu, veľmi ľahko dopočítame zvyšné dva body.

Abstrahovali sme výpočty bodov valcov, ktoré sa budú umiestňovať v závislosti na smere hriadeľu. Pre zobrazenie rolien však musíme ešte ďalej uvažovať parametre rolny. Existujú dva možné typy zobrazenia rolien, ktoré sú zobrazené na obrázkoch [Obr. 17] a [Obr. 18]. Pri detailnejšom pohľade je možné si všimnúť, že oba typy rolien sú dané menšími obdĺžnikmi. Obdĺžniky sa dotýkajú vždy jednou hranou. Pri výpočte pozícií obdĺžnikov budeme postupovať v smere osí rolny od koreňového bodu. Vždy spočítame posun nasledujúceho obdĺžnika zo zadaných parametrov (zadané užívateľom) a pozície rohov obdĺžnika pomocou smerového vektoru. Rolna môže byť otočená o zadaný uhol, preto sa nám reprezentácia dát so smerovým vektorom opláti.

### 3.3.4 Body valca

Ako sme už naznačili pri návrhu modelu valcov, budeme si valec udržiavať ako skupinu relatívnych bodov, pričom ich súradnice budeme prepočítavať na absolútne. Práve tu sme narazili na väčší problém. Hlavne u valcov umiestnených na rolnách. Body valca v ich základnej podobe sú reprezentované súradnicou  $X$ , priemerom valca, a rádiusom  $r$  v bode. Problém nastáva v prípade, že je os rolny rovnobežná s osou  $y$ . Všetky valcové body majú rovnakú  $x$ -ovú súradnicu. Body valcov však potrebujeme takto reprezentovať z dôvodu ich výroby. Vo výrobe predsa nezáleží na tom ako je valec umiestnený. Hriadele sú vždy rovnobežné s osou  $x$ , rolny sa teda môžu natáčať podľa stredu súradníc. U rolny máme presne daný koreňový bod, takže valec finálne umiestnime správne. Pri návrhu valca sa však obmedzíme na to, že výpočet bodov prebehne tak, ako keby bola os rolny rovnobežná s osou  $x$ . Výsledné súradnice bodov po výpočte otočíme okolo stredu súradníc. Celé toto budeme prevádzkať aj vizuálne pri zadávaní, alebo úprave bodov. Práve z dôvodu rovnobežnej osí rolny s osou  $x$  sa bude užívateľovi lepšie pracovať s  $x$ -ovou súradnicou.

#### 3.3.4.1 Profilový bod

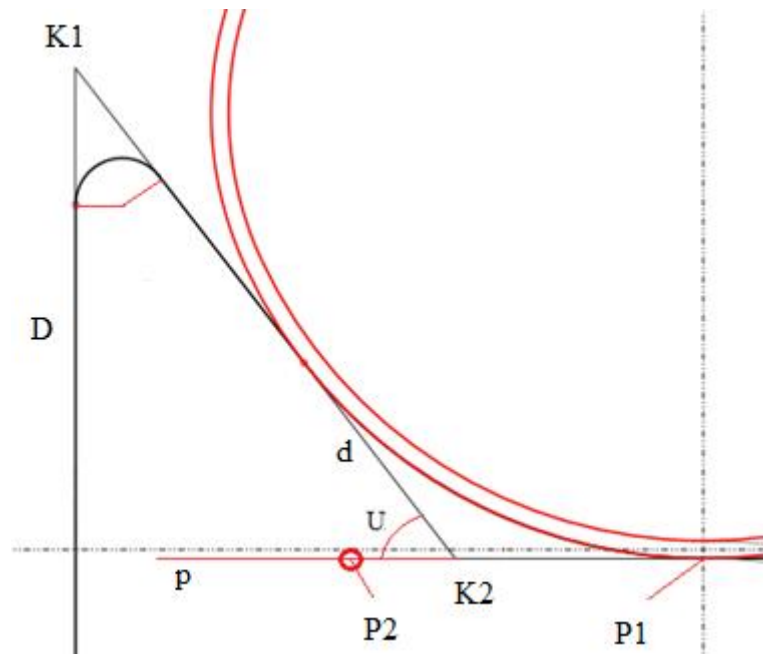
Na priedchodoch očísľujeme každý bod, kde sa spája kontúra úseku. Pri špecifikovaní profilového bodu valca, užívateľ zadá číslo profilového bodu. Bod prevezme z kontúry profilu súradnice  $[x; y; r]$ .

#### 3.3.4.2 „XD“ bod

Užívateľ zadá súradnicu  $X$ , priemer  $D$  a rádius  $r$ . Z vyššie popísaných vlastností hriadeľov a rolien je ich os vždy rovnobežná s osou  $x$ . Potrebná  $y$ -ová súradnica sa vypočíta ako  $D/2$ . Podľa smeru hriadeľu sa určí znamienko súradnice.

### 3.3.4.3 „RUD“ bod

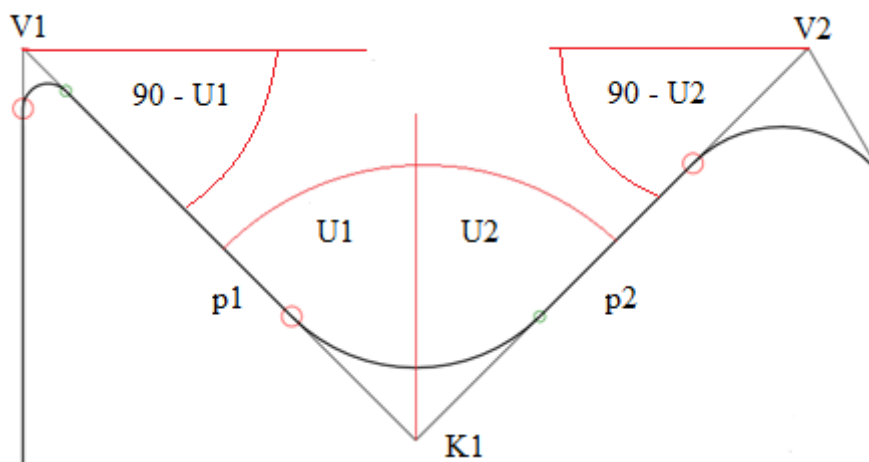
U tohto bodu užívateľ zadá dva profilové body **P1**, **P2** a rádius **R**, uhol **U** a priemer **D**. Zadané profilové body určia priamku **p**. Pod zadaným **U** budeme viesť dotyčnicu **d** k rádiusu druhého profilového bodu. Do kontúry valca budeme brať bod **K1**, ktorý leží na **d** a má priemer **D**. Druhý bod kontúry valca **K2** vznikne v priesečníku **d** a **p**. Na nasledujúcom obrázku je načrtnutá konštrukcia RUD bodu:



Obr. 25 Konštrukcia RUD bodu

### 3.3.4.4 „U1U2“ bod

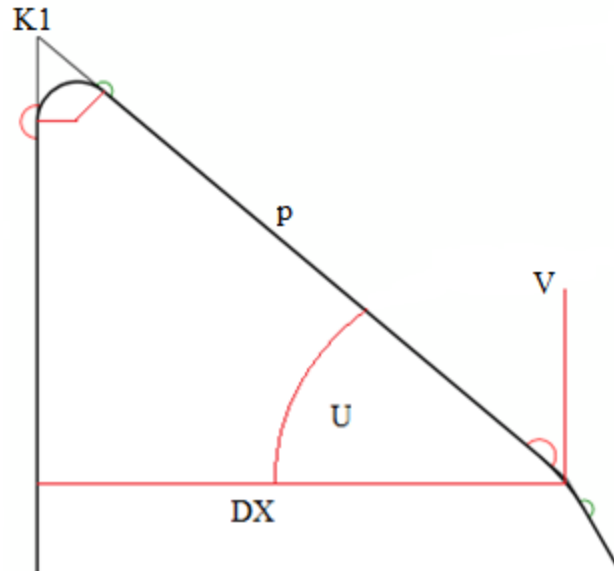
Bod bude umiestnený relatívne voči dvom existujúcim bodom **V1**, **V2** na kontúre valca zadaných užívateľom. Užívateľ zadá ďalej dva uhly **U1** a **U2**. Z bodu **V1** budeme viesť priamku **p1** zvierajúcu uhol  $90 - U1$  s osou x. Z bodu **V2** budem viesť priamku **p2** zvierajúcu uhol  $90 - U2$  s osou x. Nový bod kontúry valca **K1** vznikne v priesečníku **p1** a **p2**.



Obr. 26 Konštrukcia U1U2 bodu

### 3.3.4.5 „DXU“ bod

Bod DXU sa bude relatívne vzťahovať k existujúcemu bodu V na kontúre valca. Užívateľ zadá x-ovú vzdialenosť DX od zadaného bodu na valci a uhol U. Zadaným bodom, budeme viesť priamku p, ktorá bude zvierat' uhol U s osou x. Výsledný bod K1 bude ležať na p v x-ovej vzdialenosti DX od zadaného bodu valca. Na nasledujúcom obrázku je načrtnutá konštrukcia DXU bodu:

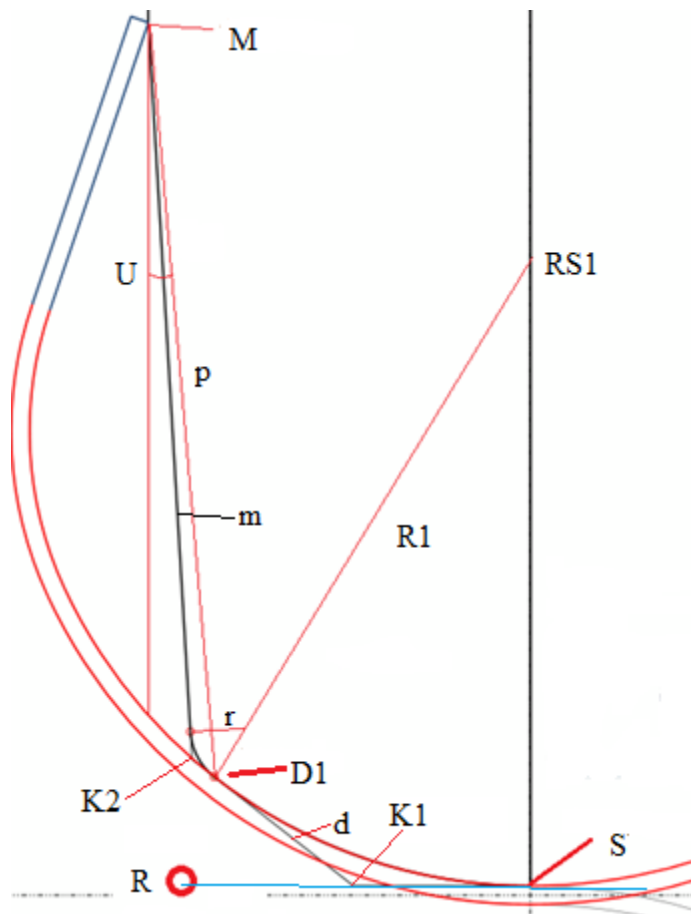


Obr. 27 Konštrukcia DXU bodu

### 3.3.4.6 „RB“ bod

Užívateľ zadá dva profilové body S a R. Bod S bude pomocný bod určujúci smer. Bod R bude bod na profile s veľkým rádiom  $R1$  so stredom v bode  $RS1$ . Ďalej užívateľ zadá uhol U a tretí profilový bod M. Z bodu M budeme viesť priamku p, ktorá s osou y zvierá uhol U. Priamka musí preťať rádius  $R1$ . Priesečník označíme  $D1$ . Bodom  $D1$  budeme viesť dotyčnicu d k rádiusu  $R1$ . Priesečník úsečky  $[R;S]$  a d nám určuje prvý bod kontúry valca  $K1$ . V závere budem k výpočtu potrebovať ešte malý rádius r, ktorým sa zrazí vzniknutá hrana. Do kontúry potrebujeme vložiť ešte ďalší bod L s rádiom r, tak aby sa veľký  $R1$  a r dotýkali v bode  $D1$ . Stred malého rádiusu bude ležať na úsečke  $D1 RS1$ . Vo vzdialenosti r od bodu  $D1$ . K tomuto rádiusu budeme viesť druhú dotyčnicu m z bodu M. Ďalší bod kontúry valca  $K2$  nám vznikne v priesečníku d a m. Na nasledujúcom obrázku je načrtnutá konštrukcia RB bodu:





Obr. 28 Konštrukcia bodu RB

### 3.4 Vykresľovanie

Všetky tvary bude nutné vykresľovať do 3 rôznych médií.

- Obrazovka počítača
- PDF formát
- DXF formát

Pri vykresľovaní si vystačíme s tvarmi úsečky a časti kružnice. Potrebujeme implementovať algoritmus, ktorý vykreslí špeciálnu krivku zadanú bodmi v tvare  $[x; y; r]$ , kde  $x, y$  sú súradnice bodu a  $r$  je polomer vpísaného oblúku kružnice medzi úsečky. Pri vykresľovaní nám potom stačí zadávať dáta pomocou bodov popisujúcich kontúru. U profilu a kytičky je možné celý profil popísať len pomocou krajných bodov úsekov s definovanými polomerami rádiusov.

Tu je vhodné použiť návrhový vzor adaptér, kde definujeme spoločný interface pre vykresľovanie úsečiek a častí kružnice. Adaptér [13] implementujeme pre každé médium zvlášť.

## 3.5 Výstup do PDF

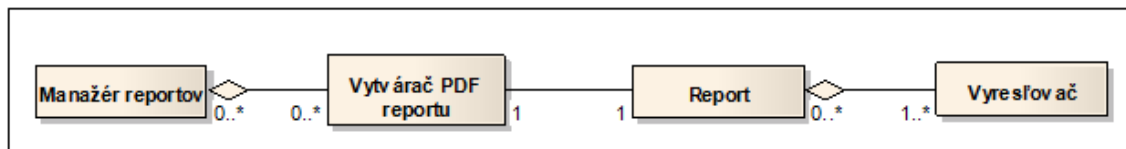
### 3.5.1 PDF dokumenty

Príklady dokumentov, ktoré je potrebné vytvárať sú uvedené v [Príloha 2] až [Príloha 13]. Pri detailnejšom rozbere súčastí dokumentu si môžeme všimnúť niekoľkých vlastností.

- PDF dokument sa môže skladať z grafiky, tabuľky alebo oboch častí zároveň
- Grafický dokument často obsahuje rámček okolo a osový kríž
- Tabuľkové dokumenty sa skladajú z tabuľky a textov
- Texty môžu mať rôznu veľkosť

### 3.5.2 Návrh modelu

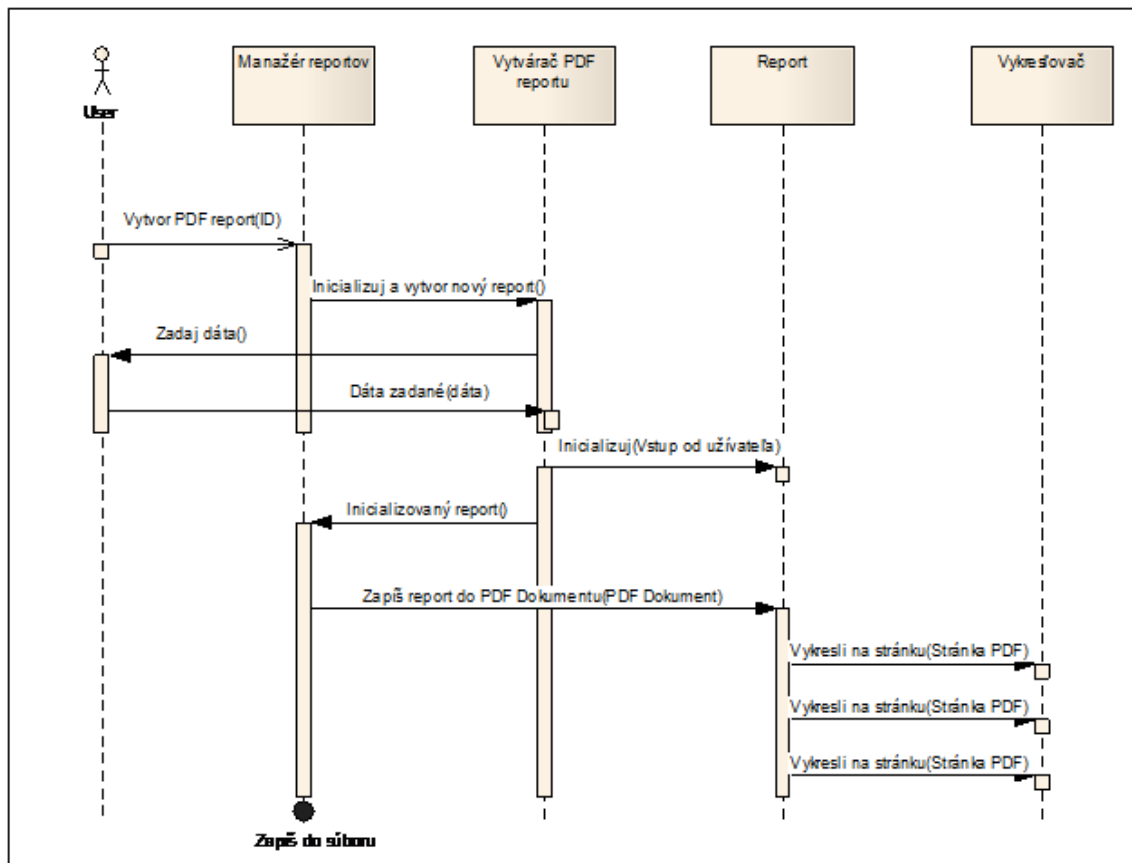
Každú samostatnú možnosť výstupu do PDF nazveme „Report“. Pri tvorbe reportov sa zameriavame na znovu použiteľnosť jednotlivých komponentov. Ďalšou vlastnosťou, ktorú by sme chceli mať k dispozícii, je možnosť zapísať viacero rôznych reportov do jedného PDF dokumentu podľa definovaného poradia. Definujeme najprv manažéra reportov, ktorého úlohou bude spravovať všetky druhy PDF výstupov a po vytvorení PDF dokumentu ho zapíše do súboru. Pre každý druh PDF výstupu definujeme „Vytvárač reportu“ a „Report“. Úlohou vytvárača reportu bude v prípade potreby prijať vstup od užívateľa inicializácia objektu „Report“. Úlohou objektu „Report“ bude tvorba stránok dokumentu. „Report“ bude môcť pre zápis do stránky dokumentu používať tzv. „Vykresľovače“. Úlohou „vykresľovačov“ budú menšie úlohy, ktoré sa budú dať používať vo viacerých druhoch reportov. Na nasledujúcom diagrame je zobrazený navrhovaný model s príslušnými asociáciami.



Obr. 29 Diagram modelu tvorby PDF dokumentu

Pre daný model zdefinujeme dátový tok. Žiadosť užívateľa o tvorbu konkrétneho PDF dokumentu prevezme „Manažér reportov“. Tento vyhladá „Vytvárač PDF reportu“ a požiada ho o vytvorenie a inicializáciu „Reportu“. „Vytvárač PDF reportu“ smie užívateľa požiadať o dodatočný vstup a zozbiera všetky potrebné dáta, ktorými „Report“ inicializuje. Vytvorený report prevezme „Manažér reportov“. Tento vytvorí pamäťovú reprezentáciu „PDF dokumentu“<sup>1</sup>, ktorú predá „Reportu“ pre vyplnenie. „Report“ je dovolené pridávať do „PDF dokumentu“ stránky do stránky nezapisuje, ale pre zápis používa „Vykresľovač“. „Report“ po ukončení vykresľovania skončí. Riadenie preberá opäť „Manažér reportov“, ktorý vytvorený dokument uloží do súboru. Na nasledujúcom diagrame je znázornený postup jednotlivých volaní:

<sup>1</sup> Pamäťová reprezentácia PDF dokumentu je implementačne závislá na použitej PDF knižnici.



Obr. 30 Diagram vytvárania PDF dokumentu

### 3.5.3 Zhodnotenie návrhu

Ponúknutý návrh nám ponúka veľké možnosti rozdelenia vykresľovania do menších celkov (vykresľovačov). Týmto sa nám zvyšuje možnosť znovu použiteľnosti súčastí. V návrhu zatiaľ nie je vysvetlené akým spôsobom môžeme do jedného dokumentu pridať viac rôznych Reportov. Toto bude umožnené definovaním nového typu reportu. K novému typu reportu vytvoríme pomocou návrhového vzoru Composite[13] vlastný kompozitný „Vytvárač PDF reportu“ a k nemu kompozitný príslušný kompozitný „Report“. Úlohou vytvárača by mohlo byť požiadať užívateľa o výber možných druhov reportov a nasledovala by tvorba kompozitného reportu sériou vytvárania jednotlivých častí.

Model teda splňuje naše požiadavky na vytváranie PDF dokumentov. Jeho výhody nie sú závislé na používanej PDF knižnici.

### 3.5.4 Návrh „Vykresľovačov“

Vykresľovače môžeme vytvoriť nasledujúce:

- Osový kríž
- Rámček okolo stránky
- Profil
- Hriadeľ
- Rolna
- Valec

Pre tabuľkové dáta vytvoríme pre každú tabuľku vlastný vykresľovač.

## 3.6 Výstup do DXF

Pre výstup do DXF formátu môžeme použiť rovnaký model aký bol použitý pri tvorbe PDF dokumentov. Použitím jednotlivých vykresľovačov môžeme vhodne znova používať vykresľovacie komponenty. Zmena je v tom, že nepotrebujeme do jedného súboru pridávať viac rôznych druhov „DXF Reportov“. Preto môže „Vytvárač DXF reportu“ priamo vytvárať jednotlivé pamäťové reprezentácie „DXF dokumentov“.

## 3.7 Výber technológie a programovacieho jazyka

Pri výbere technológie bol dôraz kladený na to aby nový program bol schopný fungovať v prostredí Windows. Životnosť designera by mala byť okolo 20 rokov, bez veľkých úp

+rav. Technológia by mala poskytovať rýchly vývoj grafických súčastí. Zvolená bola technológia .NET[14] a Windows Presentation Foundation (WPF)[15]. Technológia WPF prešla dlhým vývojom a je vyvíjaná spoločnosťou Microsoft, ktorá je výrobcom systému Windows. Jednotlivé súčasti Windows sú pomocou nej vyvíjané a očakáva sa preto podpora na dlhšie časové obdobie. Technológia poskytuje veľmi dobré vlastnosti pre vývoj aplikácií a renderovanie grafiky.

## 3.8 Prostredie

Pri návrhu prostredia pre aplikáciu sme uvažovali nad naprogramovaním vlastného prostredia, ktoré by obsahovalo všetky súčasti ako menu, panely nástrojov a zobrazovanie okien. Toto sme ale zavrhlí a pokúšali sa nájsť už implementované open source riešenie. Predstava prostredia, ktoré by bolo ideálne pre designer je použitie Dockovacieho systému. Na internete sa dá nájsť niekoľko riešení tohto typu. Zvyčajne sa jedná o platené frameworky. Tým pádom ideálnou knižnicou tohto typu je AvalonDock[16]. Knižnica je open source a poskytuje vyhovujúci grafický design. Designer vo svojej podstate bude akýmsi „CAD like“ programom. Užívatelia sú u takýchto programov zvyknutí na ovládanie pomocou menu a panelov nástrojov. Ak sa u nejakého projektu nachádzajú jednotlivé súčasti tak sú zvyčajne usporiadané v prehľadnej stromovitej štruktúre, ktorá slúži ako bočné menu. Pri návrhu celkového prostredia sme sa teda sústredili na vyhľadanie a použitie nejakého už vytvoreného prostredia typu „eclipse“, do ktorého by sme mohli vhodným spôsobom zakomponovať jednotlivú ďalšiu funkcionálnu. Prostredie by malo poskytovať vhodné pridávanie a štruktúrovanie menu položiek, panelov nástrojov, bočného menu a nastavení aplikácie. Ideálne by bolo keby navyše obsahovalo aj samotný dockovací systém. Takéto open source prostredie pre podporu WPF a .NET C# existuje len jedno, ktorým je SoapBox[17]. Používa dockovací systém AvalonDock. Poskytuje je navrhnuté tak, aby umožnilo jednoduché pridávanie menu, panelov nástrojov. Dokonca podporuje jednoduché deklarovanie nastavení. Bočné menu nie je podporované, no toto nie je na vlastnú výrobu zložité. Rozhodli sme sa teda toto prostredie použiť pre vývoj designera Calypso.

### 3.8.1 Grafické knižnice

#### 3.8.1.1 Voľba editačnej knižnice

WPF poskytuje silné nástroje pre tvorbu grafického rozhrania. V aplikácii budeme často editovať rôzne druhy dát. U jednotlivých dát sa nám naskytá možnosť úpravy dát buď pomocou tabuľky, alebo editačného prvku (Controlu), ktorý pozostáva z editačných polí a popisu k nim. Pre úpravu dát by sme potrebovali používať základné

editory, ktorými sú napríklad TextBox alebo ListBox. Hodila by sa nám možnosť využitia týchto editorov ako v tabuľke tak aj editačných prvkoch. Kvôli flexibilita jednoduchému zobrazovaniu tabuliek a editačných prvkov nechceme každý vstupný dialóg a každú tabuľku definovať. Potrebovali by sme mať možnosť takéto veci automaticky generovať priamo z vlastností modelu. U tabuliek môžeme použiť štandardný prvok PropertyGrid. Tento nám však neponúka automatického generovania editorov prvkov v takom rozsahu ako by sme potrebovali. Museli by sme definovať editačné polia a v prípade potreby iného editora vlastnosti by sme ho museli definovať v kóde xaml. U editačných prvkov by sa nám hodil prvok zvaný PropertyGrid, ktorý však nie je súčasťou WPF. Z open source komponent by sa dali vybrať WPG, alebo PropertyTools s prvkom PropertyControl. Prvý spomínaný komponent nevyhovuje našim potrebám. Nepodporuje napríklad automatické generovanie ListBoxu z vlastnosti ViewModelu. PropertyTools navyše obsahuje komponentu SimpleGrid. To je tabuľka, ktorá generuje editory polí rovnakým spôsobom ako u PropertyControlu. Tým pádom môžeme prechádzať medzi zobrazovaním pomocou tabuľky alebo PropertyGridu, len zmenou šablóny zobrazenia bez dotačných zmien vo viewModeli. Obe komponenty poskytujú silné vyjadrovacie mechanizmy pre editáciu vlastností objektu pomocou atribútov. Pomocou týchto atribútov je možné definovať aj logiku zobrazovania a skrývania jednotlivých polí na základe interakcie užívateľa. Budeme preto túto knižnicu používať pre interakciu s užívateľom a zadávanie či úpravu dát.

### **3.8.1.2 Voľba PDF knižnice**

V aplikácii budeme generovať PDF súbory. Do PDF súborov budeme zapisovať jednak tabuľkové dáta a jednak vykresľovať tvary. PDF knižníc existuje viacero druhov. Každá z nich sa však často hodí len na jeden z týchto účelov. Nebolo by problémom používať dve rôzne knižnice ak by boli výstupy štruktúrované tak, že do PDF sa vypisuje v jednom momente len jeden druh dát. V niektorých prípadoch potrebujeme dokonca do jednej PDF stránky nakresliť tvar a zároveň vykresliť tabuľku. Nakoniec sme zvolili dvojicu knižníc PDFSharp a MigraDoc[18]. Tieto knižnice vznikli oddelene, ale v súčasnej dobe vystupujú ako jeden projekt. PDFSharp je vhodné použiť v prípade, že chceme mať kontrolu nad každým renderovaným pixelom. MigraDoc sa používa na generovanie štruktúrovaných dokumentov. Existuje možnosť vykresliť vytvorený MigraDoc dokument pomocou PDFSharp renderera. Toto je pre naše účely ideálna voľba.

### **3.8.1.3 Voľba DXF knižnice**

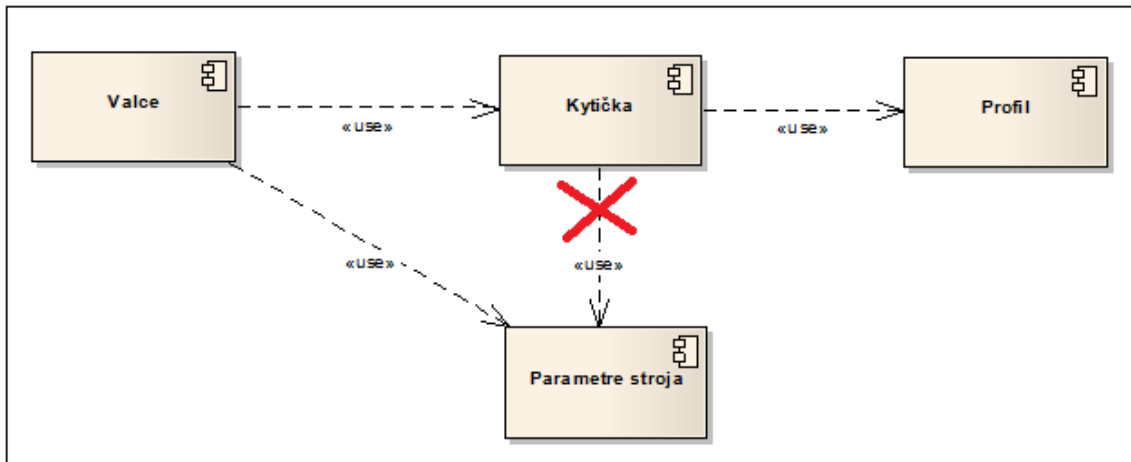
Pri voľbe DXF knižnice pre prácu s DXF súbormi, sme zohľadňovali funkčnosť knižnice a fakt či je knižnica dostupná ako open source a dostupná pre komerčné využitie. Do užšieho výberu sa dostali knižnice „CadLib“[19] a „dxf.net“[20]. Prvá spomínaná je platená druhá je dostupná ako open source s využitím aj pre komerčné účely. Obe podporujú tvorbu súborov v DXF formáte a zapisovanie úsečiek a častí kružnice. Do DXF súborov potrebujeme zapisovať v niektorých prípadoch aj kóty objektov. Táto funkcionalita nie je podporovaná v knižnici „dxf.net“. Rozhodli sme sa pre používanie „dxf.net“ s možnosťou danú knižnicu o potrebnú funkcionalitu rozšíriť.

### 3.9 Rozdelenie funkcionality do modulov

Podľa štruktúry dát sa nám ponúka logické rozdelenie jednotlivej funkcionality do štyroch modulov.

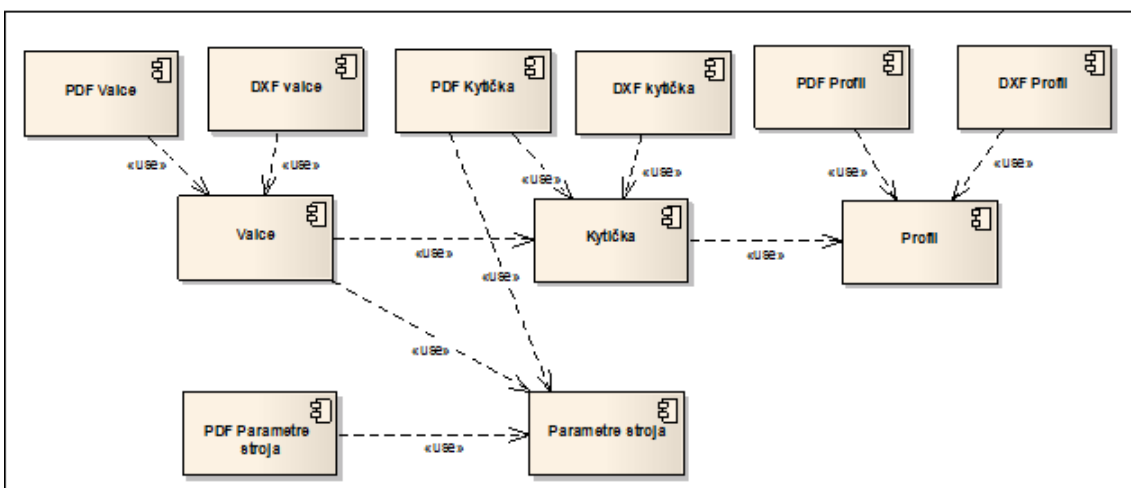
- Profil
- Kytička
- Parametre stroja
- Valce

Jednotlivé vzťahy medzi modulmi na dátovej úrovni sú znázornené na nasledujúcom diagrame:



Obr. 31 Dátová závislosť medzi modulmi

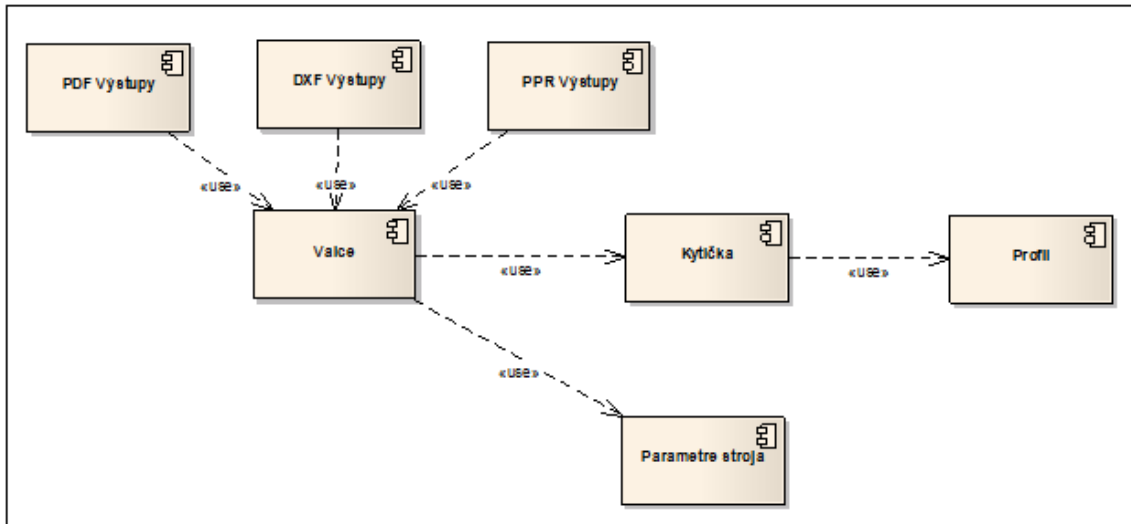
Parametre stroja sú používané pre tvorbu kalibračných listov kytičky. Nemajú vplyv pri návrhu kytičky. Z logického pohľadu tam teda závislosť je. Pri fyzickom rozdelení modulov sa ju budeme snažiť eliminovať. Na nasledujúcom diagrame je znázornená možnosť fyzického rozdelenia aplikácie na moduly:



Obr. 32 Ideálny návrh fyzického rozdelenia modulov

Na diagrame sú znázornené už aj PDF komponenty a DXF komponenty. V diagrame nie sú kvôli prehľadnosti znázornené tranzitívne závislosti. Práve

komponent „PDF Kytička“ nám umožní zmazanie závislosti modulu kytičky na parametroch stroja. Toto fyzické rozdelenie je ideálne pre možnosti obmedzovania funkcionality programu napríklad z dôvodu výroby „trial“ aplikácie. V konečnom dôsledku takáto „vysoká“ modularita nie je požadovaná. Vystačíme si s jedným fyzickým komponentom pre PDF a jedným pre DXF. Na nasledujúcom diagrame je zobrazené finálne fyzické rozdelenie aplikácie na moduly.



Obr. 33 Zvolený návrh fyzického rozdelenia modulov

Na diagrame je znázornený jeden PDF komponent a jeden DXF komponent. Pre úplnosť je do diagramu pridaný aj komponent „PPR Výstupy“ pre generovanie programov v PPR formáte. Na diagrame sú znovu kvôli prehľadnosti nezobrazované tranzitívne závislosti jednotlivých modulov.

### 3.10 Ukladanie do súborov

Jednoduchým riešením ukladania by bolo serializovať celý obsah pamäti do súboru a pri otvorení projektu tento obsah deserializovať a obnoviť pôvodný stav. Podľa funkčného požiadavku [45] však máme stanovené, aby boli dáta projektu uložené vo viacerých súboroch a jednotlivé súčasti projektu sa dali načítať do nových projektov. Vyrobíme jeden súbor pre projekt, do ktorého uložíme informácie o použitých moduloch. Každý modul si do projektu uloží relatívnu cestu k svojmu súboru, z ktorého bude schopný obnoviť svoj stav. Každý modul bude používať vlastný adresár pre ukladanie svojich dát. V profile sa uložia dáta profilu, u kytičky sa do súboru uložia dáta kytičky, u parametrov stroja parametre stroja. U valcov do súboru uložíme názvy súborov v ktorých budú uložené valec, dištancia, alebo rolna. Všetky tieto triedy budú serializovateľné a budú do súboru ukladané vo formáte xml [21] súboru pomocou triedyDataContractSerialzer [22].

## 4 Technické prevedenie Calypso

V tejto kapitole si povieme o technickom riešení systému Calypso, použitých technológiách a jeho architektúre.

### 4.1 Použité technológie

Program Calypso je kompletne naprogramovaný vo WPF [15] verzii 4 a jazyku c#[14].

### 4.2 Zoznam projektov

#### 4.2.1 Knižnice tretích strán

Pre vývoj boli použité len open source knižnice. Niektoré časti týchto knižníc boli dodatočne upravené pre podľa potreby, preto ich zdrojové kódy sú súčasťou projektu. V nasledujúcej tabuľke je prehľad použitých knižníc.

<i>Názov knižnice</i>	<i>Projekt</i>
PropertyTools for WPF[23]	PropertyTools PropertyTools.Wpf
Extended WPF Toolkit[24]	WPFToolkit.Extended
PDFsharp[18]	PdfSharp-WPF PdfSharp.Charting-WPF
MigraDoc[18]	MigraDoc.DocumentObjectModel-WPF MigraDoc.Rendering-WPF
WPF Extensions[25]	WPFExtensions
Avalon Dock[16]	AvalonDock AvalonDock.Themes
.net dxf Reader-Writer[26]	netDxf
MVVM Light Toolkit[27]	Galasoft.Mvvm.Light.WPF4 Galasoft.Mvvm.Light.Extras.WPF4

#### 4.2.2 Vytvorené moduly

<i>Názov projektu</i>	<i>Krátky popis</i>
Calypso.Contracts	Spoločné rozhrania aplikácie
Calypso.Host	Spustiteľná aplikácia
Calypso.Menu	Bočné menu aplikácie
Calypso.ThemesOptions	Témy aplikácie
Calypso.Utils	Pomocné nástroje, triedy
Calypso.Workbench	Hlavné menu aplikácie
Calypso DXF	Modul pre výstupy do DXF formátu
Calypso.ExceptionHandlers	Odchyťovanie výnimiek aplikácie
Calypso.Flower	Modul kyticčky
Calypso.Kovoprog	Zostavovanie PPR programov
Calypso.Layout	Zobrazovanie dokumentov v AvalonDock
Calypso.Licensing	Správa licencií
Calypso.MachineParameters	Modul parametrov stroja
Pdf.Contracts	Modul pre výstupy do PDF formátu
Calypso.Profile	Modul profilu
Calypso.Project	Modul projektu
Calypso.Rollers	Modul valcov



### 4.2.3 SoapBox

SoapBox[17] je pred pripravená aplikácia, ktorú je možné rozširovať pridávaním nových modulov. Je možné ju podľa potreby upravovať a vymieňať implementácie jednotlivých súčastí. Ponúka služby, používajúce sa pre riadenie prostredia. Aplikáciu zostavuje pomocou MEF frameworku[28].

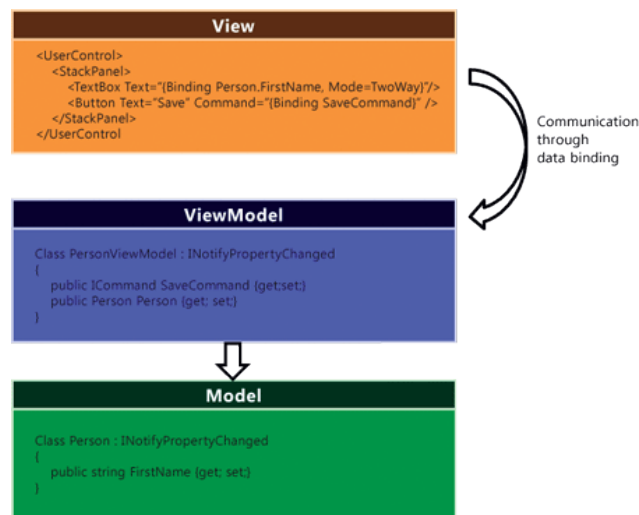
#### Rozpis projektov SoapBox

Názov projektu	Krátky popis
SoapBox.Core.Contracts	Spoločné rozhrania.
SoapBox.Core.FileDialog	Implementácia služby pre otváranie súborov
SoapBox.Core.Logging	Implementácia služby pre logovanie. (NLog)
SoapBox.Core.Messaging	Zobrazovanie správ užívateľovi
SoapBox.Core.Options	Panel nastavení aplikácie
SoapBox.Core.Workbench	Okno aplikácie
SoapBox.Utilities	Pomocné nástroje

## 4.3 Architektúra

### 4.3.1 WPF a Model View ViewModel

Calypso funguje na princípe „Model View ViewModel“ (MVVM)[29]. Je to návrhový vzor, ktorý umožňuje úplne oddeliť grafické zobrazenie aplikácie od jej logiky. Prezentačná vrstva je napísaná v jazyku „Extensible Application Markup Language“ (XAML)[30]. Je to značkovací jazyk, ktorý sa používa pre deklaratívne programovanie vo Windows Presentation Foundation (WPF). Vo všeobecnosti je možné väčšiu časť WPF grafickej aplikácie zapísať pomocou tohto jazyka. Obsahuje veľmi silné prostriedky pre naviazanie grafického prostredia na dáta aplikácie tzv. „Databinding“.



Obr. 34 Model View ViewModel

### 4.3.2 MEF a zostavenie aplikácie

„Managed Extensibility Framework“ MEF[28] sa používa ako nástroj pre zostavovanie aplikácií v .NET [14]. Vylepšuje tak ich flexibilitu, udržovateľnosť a testovateľnosť. Calypso tieto výhody plne využíva pri dosadzovaní a vyzdvihovaní

závislostí. U triedy v jazyku c# je možnosť definovať „Export“ atribút v ktorom sa je možné špecifikovať typ exportovanej triedy. V ľubovoľnej inej triede zase špecifikuje položku triedy, nad ktorú pripíšeme atribút „Import“ so špecifikáciou požadovaného typu. MEF framework zaistí vyplnenie tejto položky implementáciou. Takýmto spôsobom sa nám do rúk dostáva veľmi silný architektonický nástroj, ktorý dokáže ušetriť veľa práce a sprehľadňuje programátorský kód.

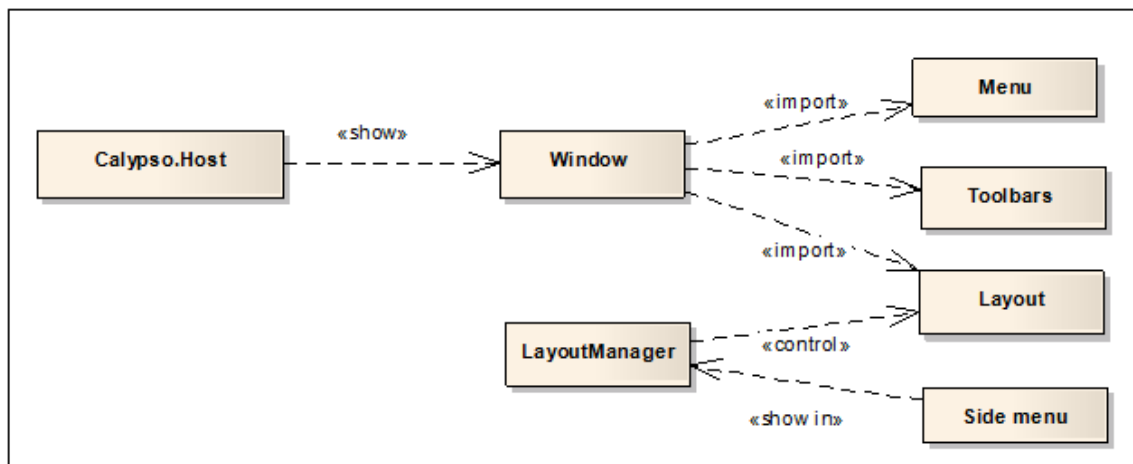
### Definovanie závislostí MEF

```
[Export(typeof(IInterface))]
public class InterFaceImpl : Interface
{
    ...
}

public class Trieda
{
    [Import(typeof(Interface))]
    Interface Iface { get; set; }
    ...
}
```

#### 4.3.3 Dynamické zostavenie

Pri spustení sa celá aplikácia pomocou MEF dynamicky zostavuje. Prechádzajú sa všetky dll knižnice v adresári a splňujú sa deklarované závislosti. Aplikácia (Calypso.Host) takto importuje viewModel zobrazovacieho okna (SoapBox.Core.Workbench). Do okna sa umiestní dockovací systém (Calypso.Layout). Pre prístup k dokovacíemu systému sa používa LayoutManger (Calypso.Layout), ktorý umožňuje programátorovi zobrazovať grafické súčasti. Aplikácia sa ďalej ovláda pomocou menu a bočného menu. Bočné menu sa v okne zobrazí pomocou LayoutManagera hneď po štarte.



Obr. 35 Náhl'ad zostavenia aplikácie

#### 4.3.4 Rozširovanie aplikácie

Architektúra projektu poskytuje programátorovi veľkú slobodu v implementácii novej funkcionality. Zvyčajne je novou funkcionalitou vykonanie nejakej akcie užívateľa. Akciu je možné previesť buď položkou v menu, alebo pomocou panelu nástrojov. Sloboda spočíva v tom, že programátor nemusí dodržiavať žiadne princípy programovania, len deklaruje menu položku alebo panel nástrojov dohodnutým

spôsobom a priloží skompilovanú dll knižnicu do adresára aplikácie. Nová funkcionálnosť sa prejaví ihneď po štarte.

Vďaka SoapBox filozofie, je každá položka v menu, panel nástrojov, settings položka pluginom systému a tak umožňuje roztrieštiť aplikáciu na minimálne kusy. Tento prístup je použitý aj vo viacerých vývojárskych prostrediach<sup>2</sup>. Na rozdiel od týchto Calypso nerieši bezpečnosť spúšťaného kódu. Funkcionálnosť nebola požadovaná a ani sa neočakáva, že by niekedy v budúcnosti bola potrebná.

## 4.4 Moduly

### 4.4.1 Funkcionálnosť SoapBox

#### Ponúkaná funkcionálnosť

<i>Funkcia</i>	<i>Popis</i>
Menu	Možnosť definovať položky hlavného menu a relatívne pozície voči sebe
Panel nástrojov	Možnosť definovať, panely nástrojov, ktoré sa zobrazujú v hornej časti aplikácie
Logovanie	Definuje službu pre logovanie aplikácie
Súborové dialógy	Obsahuje službu pre používanie dialógových okien
Správy	Možnosť užívateľovi zobrazovať správy a prijímať vstupy
Nastavenia	Definovanie položiek zobrazujúcich sa v nastaveniach aplikácie
Dokumenty	Možnosti zobrazovania dokumentov v systéme AvalonDock
Štart, Finish služby	Definícia služieb spúšťaných po štarte alebo pred vypnutím aplikácie

#### Rozšírená funkcionálnosť

<i>Funkcia</i>	<i>Popis</i>
Bočné menu	Definície položiek bočného menu a kontextového menu
Súborové dialógy	Pridané možnosti otvoriť adresár, alebo viac súborov.
Správy	Definovanie vstupného formulára pre užívateľa
Panel nástrojov	Automatické načítavanie „settings“ súborov a možnosť ich úpravy v aplikácii.
Dokumenty	Pridané udalosti „GotFocus“ a „LostFocus“
Odchyťovanie výnimiek	Možnosť definovania odchyťovania výnimiek pre aplikáciu
Ukladanie súborov	Služba pre ukladanie objektov do súborov, možnosti definície spôsobu uloženia a nástroja pre ukladanie.
Menu	Možnosť asynchrónneho spúšťania položiek menu, možnosť definície viacerých závislostí pri usporiadaní

<sup>2</sup> Napríklad eclipse, visual studio...

Triedenie	Zmenená funkcionálnosť triediacej služby. Triedenie podľa viacerých závislostí. Na usporiadanie použité topologické triedenie.
-----------	--

#### 4.4.2 Štruktúra modulov

Vytvorené moduly v Calypso majú špecifickú štruktúru. V nasledujúcej tabuľke je prehľad adresárovej štruktúry modulov s popisom obsahu v nich.

<i>Názov adresára</i>	<i>Popis</i>
Calculations	Triedy realizujúce výpočty
Controls	Grafické prvky
Debug	Pomocné ladiace nástroje
Documents	Dokumenty zobrazované v pracovnom priestore
Editors	Dialógy vstupu od užívateľa.
Loaders	Ukladanie a načítanie zo súboru
Menu	Položky menu pre modul
Model	Modely
Options	Položky zobrazujúce sa v nastaveniach aplikácie
Resources	Obrázky ikony
Service	Obslužná funkcionálnosť modulu
SideMenu	Položky v bočnom menu
Themes	Šablóny grafických prvkov
ToolBox	Panel nástrojov
ViewModel	ViewModel triedy

V každom module je prísne dodržiavaná adresárová štruktúra. V adresári Calculations sa nachádzajú triedy realizujúce výpočty pre daný modul. V prípade, že je potrebné prepočítať súradnice bodov prepočet sa realizuje cez niektorú z tried v tomto adresári. V adresári sa nachádzajú taktiež vykresľovacie triedy, ktoré realizujú vykresľovanie pomocou rozhrania `IDrawingAdapter`. Tieto triedy je možné používať v tomto module alebo v moduloch realizujúcich vykresľovanie do iného kontextu.

Adresár Controls obsahuje grafické prvky. Sú to buď prvky typu `CustomControl` alebo `UserControl`, ktoré sú vytvárané priamo s XAML šablónou.

Do adresára debug boli pri vývoji ukladané takzvané „after start“ služby, ktoré priamo inicializovali potrebné dáta, alebo spustili príslušnú ladenú funkcionálnosť.

V adresári Documents sú ukladané dockovacie okná. Každé okno má definovanú svoju `viewModel` triedu a príslušnú šablónu. Tieto okná sa potom môžu užívateľovi zobrazovať pomocou rozhrania `ILayoutManager`.

V adresári Editors sú ukladané vstupné dialógové `viewModel`y, ktoré sú zobrazované pomocou `PropertyControl`u či už ako dialógové okno, alebo ako napríklad editačná tabuľka príslušného bodu vo valcoch.

V adresári menu deklarujeme položky menu. Položky menu môžu vykonávať akúkoľvek akciu. Zvyčajne však delegujeme volanie do servisnej služby modulu pre oddelenie business logiky.

Adresár Loaders obsahuje implementované rozhrania pre ukladanie príslušných objektov modulu do súboru. V tomto adresári sú uložené aj implementácie rozhraní pre ukladanie súborov spätnej kompatibility.

V adresári Model ukladáme všetky používané modelové triedy. Triedy sú serializovateľné ukladajú sa do súborov projektu.

V adresári options deklaruje panely nastavení. Pre každý panel nastavení existujú dve triedy. Prvá sa zobrazí v nastaveniach ako popis nastavení a druhá je takzvaným nastavovacím oknom, kde príslušné vlastnosti nastavujeme.

Service obsahuje zvyčajne len jednu triedu a to službu, ktorá sa stará o business logiku modulu. Všetky dôležité úkony sú implementované tu.

SideMenu adresár obsahuje položku bočného menu. Položka často importuje položku v normálnom menu a dvojkliku zavolá metódu Run.

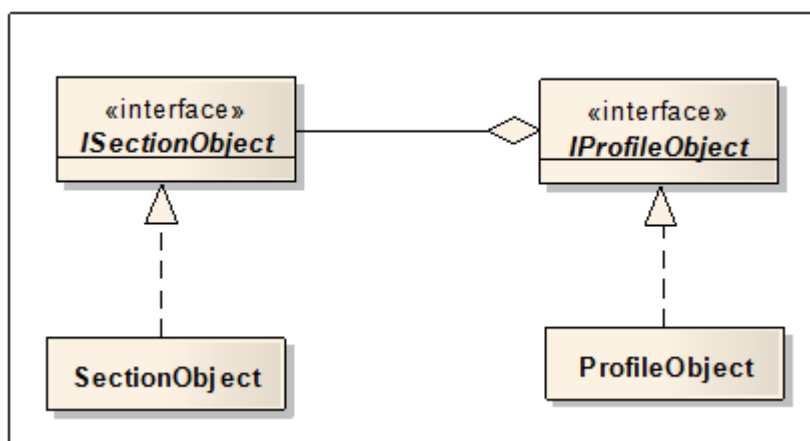
Themes adresár obsahuje šablóny vlastných prvkov. Zvyčajne sa tam nachádza len jeden súbor a to themes.xaml. Ale pri veľkých súboroch sme ho radšej rozdelili na viac logických častí, ktoré sú do neho importované. Všetky rozdelené súboru sa nachádzajú tiež tu.

Do ToolBox adresára deklaruje viewModel triedy panelov nástrojov. V tomto adresári sa nachádzajú aj viewModely pre toolBar, ktoré jednotlivé položky importujú. V prípade, že modul obsahuje viac panelov nástrojov sú vhodne členené do podadresárov.

V adresári viewModel sa nachádzajú viewModel triedy pre modelové triedy. Tieto sú pomenované rovnakým názvom ako model trieda, ale s príponom ViewModel.

### 4.4.3 Model

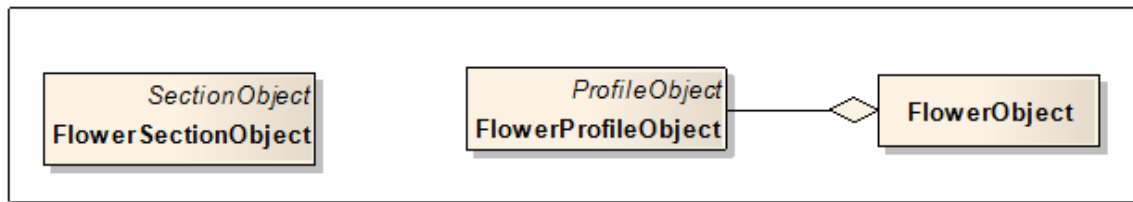
#### 4.4.3.1 Profil



Obr. 36 Diagram tried pre profil

<i>Názov triedy</i>	<i>Popis</i>
ISectionObject	Interface reprezentujúci jeden úsek profilu
SectionObject	Trieda reprezentujúca jeden úsek v profile
IProfileObject	Interface reprezentujúci profil. Profil agreguje úseky
ProfileObject	Trieda reprezentujúca profil

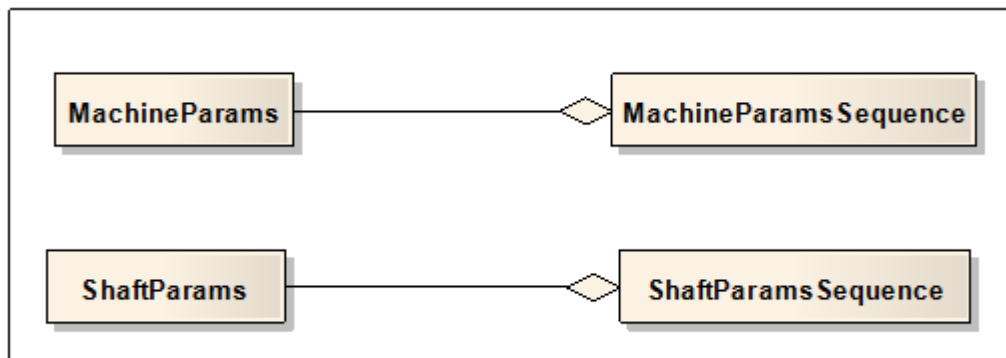
#### 4.4.3.2 Kytička



Obr. 37 Diagram tried pre kytičku

Názov triedy	Popis
FlowerSectionObject	Trieda reprezentujúca úsek jedného priechodu kytičky. Dedí od SectionObject.
FlowerProfileObject	Trieda reprezentujúca jeden priechod kytičky.
FlowerObject	Trieda reprezentujúca celú kytičku. Agreguje jednotlivé priechody

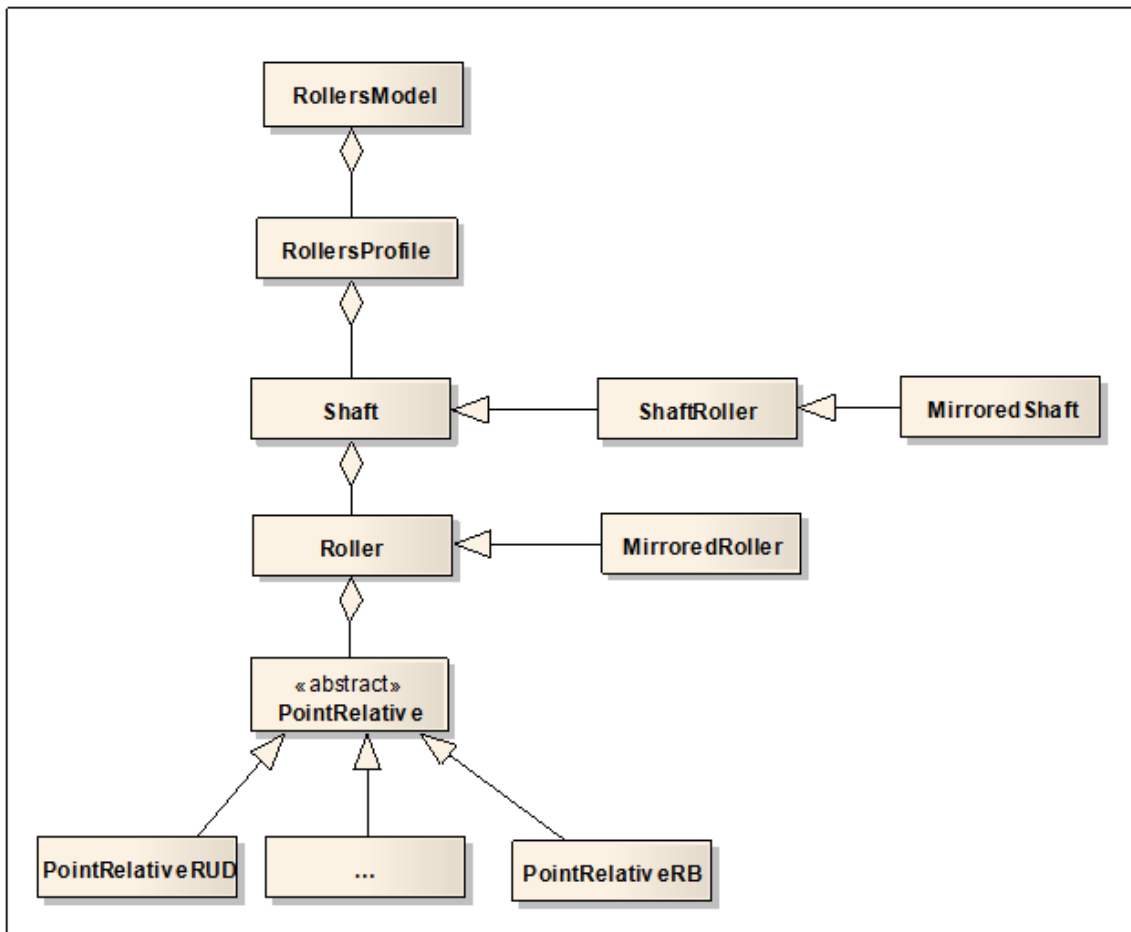
#### 4.4.3.3 Parametre stroja



Obr. 38 Diagram tried pre parametre stroja

Názov triedy	Popis
MachineParams	Reprezentuje jedny parametre stroja
MachineParamsSequence	Reprezentuje zoznam parametrov stroja. Agreguje jednotlivé parametre stroja
ShaftParams	Reprezentuje jedny parametre rolny
ShaftParamsSequence	Reprezentuje zoznam parametrov rolien. Agreguje parametre rolien projektu

#### 4.4.3.4 Valce



Obr. 39 Diagram tried pre valce

Názov triedy	Popis
RollersModel	Reprezentuje dáta pre valce. Agreguje zoznam stolíc
RollersProfile	Reprezentuje jednu stolicu. Agreguje zoznam hriadelí a rolien
Shaft	Reprezentuje hriadel'. Agreguje zoznam valcov
ShaftRoller	Reprezentuje rolnu.
MirroredShaft	Reprezentuje zrkadlenú rolnu
Roller	Reprezentuje valec. Agreguje zoznam relatívnych bodov
MirroredRoller	Reprezentuje zrkadlený valec.
PointRelative	Abstraktná trieda pre rôzne typy relatívnych bodov. Relatívne body sa vo view modeli valca prepočítavajú na absolútne.
PointRelativeRUD	Reprezentuje bod typu „RUD“
PointRelativeRB	Reprezentuje bod typu „RB“

#### 4.4.3.5 PDF a DXF výstupy

Oproti analýze bol model trochu PDF výstupov trochu pozmenený, hlavne pri renderovaní grafiky do PDF. Spomínaný vykresľovač podporuje okrem vykresľovania

na stránku aj vykresľovanie do už inicializovanej triedy XGraphics<sup>3</sup>. Trieda sa vytvára z objektu PdfPage a jej inicializácia je časovo náročná z toho dôvodu sa vytvára už v triede „Report“ a predáva sa vykresľovačom priamo. V nasledujúcej tabuľke je uvedený prehľad rozhraní z kapitoly [3.5.2].

### Rozhrania používané pri výstupe do PDF

```
public interface IReportCreator : IExtension
{
    IReport CreateReport();
    bool CanCreate();
}
public interface IReport
{
    void Print(PdfDocument pdfDocument);
}
public interface IPdfPageRenderer
{
    void RenderToPage(PdfPage page, object context);
    void RenderToGraphics(XGraphics graphics, object context);
}
```

Rozhrania zodpovedajú po rade „Vytvárač pdf reportu“, „Report“, „Vykresľovač“. Trieda PDF Manager z analýzy neexistuje. Namiesto toho je vytvorená abstraktná položka menu, ktorá importuje príslušnú implementáciu IReportCreator podľa stringového identifikátora reportu.

### 4.4.4 Dôležité súčasti

#### 4.4.4.1 Notifikácia vlastností objektu

Notifikácia vlastnosti prebieha implementáciou INotifyPropertyChanged[31]. Modelové triedy dedia od CalypsoNotifyBase, ktorá poskytuje metódy pre notifikovanie vlastností objektu. Na nasledujúcej ukážke kódu si môžeme všimnúť, že notifikácie sú „type safe“. Teda ak sa zmení názov položky, nastane kompilačná chyba<sup>4</sup>.

#### Notifikácia vlastností objektu

```
public class Model : CalypsoNotifyBase
{
    private string fieldName;

    public string PropertyName
    {
        get
        {
            return fieldName;
        }
        set
        {
            ChangeAndNotify(ref fieldName, value, () => PropertyName);
            Notify(() => OtherProperty)
        }
    }
}
```

<sup>3</sup> Súčasť knižnice PDFSharp. Používa sa na vykresľovanie grafiky do PDF dokumentu.

<sup>4</sup> Poznámka autora: Štandardne sa interface INotifyPropertyChanged implementuje tak, že sa predáva meno property ako stringový reťazec.



#### 4.4.4.2 ViewModel

Triedy pre viewmodely v aplikácii dedia od triedy `CalypsoViewModel<T>`. Trieda sleduje zmeny v modelovej triede a automaticky notifikuje zmenu vo viewmodeli. Vlastnosti triedy by mali mať rovnaké meno ako vlastnosti modelu. Model sa predáva v konšuktore.

##### Trieda pre viewmodel

---

```
public class ViewModelClass
    : CalypsoViewModel<ModelObject>
{
    public ViewModelClass(ModelObject model)
        : base(model)
    { }

    public int PropertyName
    {
        get { return model.PropertyName; }
        set { model.PropertyName = value; }
    }
}
```

---

#### 4.4.4.3 Deklarácia menu

Menu sa deklaruje ako samostatná trieda, ktorá sa vyexportuje pomocou atribútu „Export“. Do atribútu `export` sa pridáva identifikátor nadradenej položky menu. Takto môžeme vytvoriť z menu celý strom. Po kliknutí na menu sa zavolá metóda `Run`, ktorú je potrebné preťažiť. Každá menu položka má vlastnosti:

- `ID`: Identifikátor položky
- `InsertRelativeToID`: Identifikátor relatívnej položky voči
- `BeforeOrAfter`: Definuje, či sa položka vloží za, alebo pred relatívnu položku
- `Header`: Nadpis menu

##### Ukážka deklarácie menu

---

```
[Export(Workbench.MainMenu.FileNewMenu, typeof(IMenuItem))]
[Export(Workbench.ContextMenu.Project, typeof(IMenuItem))]
class NewProfileMenuItem : AbstractMenuItem
{
    public NewProfileMenuItem()
    {
        ID = "ID";
        InsertRelativeToID = "RELATIVE_ID";
        BeforeOrAfter = RelativeDirection.After;
        Header = Resources.NewProfile;
    }

    [Import]
    protected Lazy<ProfileService> ProfileService { get; set; }

    protected override void Run()
    {
        ProfileService.Value.CreateNewProfile();
    }
}
```

---

#### 4.4.4.4 Renderovanie

Calypso grafiku renderuje v troch rôznych grafických kontextoch (Obrazovka, PDF, DXF). Vystačíme si však len s kreslením čiar, častí kružnice a obdĺžnikov. Preto bol navrhnutý interface `IDrawingAdapter`, a boli vytvorené implementácie pre každý

grafický kontext. Algoritmom starajúcim sa o vykresľovanie sa podsunie konkrétny adapter.

### Interface IDrawingAdapter

```
public interface IDrawingAdapter
{
    void DrawLine(object pen, Point left, Point right);
    void DrawArc(object pen, Point center, Point startPoint,
                Point endPoint, double arc, bool clockwise);
    void DrawRect(object pen, object Brush, Rect rectangle,
                double difference);
}
```

#### 4.4.4.5 Licencie

Licencia je xml súbor, ktorý obsahuje dátum vypršania licencie, meno užívateľa, meno spoločnosti a identifikátor. Tento súbor je podpísaný tajným privátnym kľúčom pomocou algoritmu RSA[32]. Pri overovaní licencie má Calypso k dispozícii verejný kľúč a podpis xml licencie overí. V prípade, že boli zmenené niektoré položky xml dokumentu, podpis nebude vyhovovať a licencia sa prehlási za neplatnú.

#### Ukážková licencia

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<License>
  <Cislo>bbf2422a-ac64-4ad3-9a09-6cff0738eb59</Cislo>
  <Uzivatel>Jmeno pouzivatele</Uzivatel>
  <Spolecnost>Jméno společnosti</Spolecnost>
  <PlatnostDo>2013-07-29T23:27:50</PlatnostDo>
  <Signature xmlns="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#">
    <SignedInfo>
      <CanonicalizationMethod
        Algorithm="http://www.w3.org/TR/2001/REC-xml-c14n-20010315" />
      <SignatureMethod
        Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#rsa-sha1" />
      <Reference URI="">
        <Transforms>
          <Transform
            Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#enveloped-signature" />
        </Transforms>
        <DigestMethod Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#sha1" />
        <DigestValue>UNxd4E3CgjWI7cwD4ku47PWIScM=</DigestValue>
      </Reference>
    </SignedInfo>

    <SignatureValue>AY7Kc74knuoNqevwtuXGIP8OafS3oq2cNOIOB+raagHZwQCka6Z
u5/TTgbzdXeG0YB8z8S+Xq6mvd6v2bh71Vla9JuTTEBR3EfpJszvPgT7FDYBRW13T
STdLgK4Wtm8Dg1StGo2KxmSWbegG4BLt0atfSyipD2LKY8DBHb8nouk=</Signatu
reValue>
  </Signature>
</License>
```

#### 4.4.4.6 Nastavenia aplikácie

Pre vytvorenie jednej položky v nastaveniach aplikácie je potrebné deklarovať špeciálnu triedu, ktorá dokáže nastavenia automaticky načítavať z „settings“ súborov. Triede je potrebné priradiť atribút `TypeDescriptorProvider`, ktorý indikuje, že táto trieda používa vlastného providera pre popis vlastností objektu. Ako parameter sa predáva provider typu: `SettingsTypeDescriptorProvider<TYP>`, kde `TYP` je deklarovaná trieda. Tento provider zaisťuje, aby deklarovaná trieda mala tie isté vlastnosti, ako súbory s nastaveniami predávané v konštruktoze predka.

#### Deklaracia triedy nastavení

```
[Export("PdfProfileDataPad", typeof(PdfProfileDataOptionsPad))]
[TypeDescriptionProvider(typeof( SettingsTypeDescriptorProvider<PdfProfileDataOptionsPad>))]
public class PdfProfileDataOptionsPad : AbstractPdfOptionsPad
{
    public PdfProfileDataOptionsPad()
        : base(new[] { ProfileDataSettings.Default })
    {
        ID = "PdfProfileDataOptionsPad";
        InsertRelativeToID = "ProfileOptionsPad";
        BeforeOrAfter = RelativeDirection.After;
    }
}
```

#### 4.4.4.7 Projektová služba

Projektová služba (`IProjectService`) ponúka možnosti práce s projektom. Pri vytvorení niektorej časti projektu (profil, kytička, parametre stroja, valce) sa táto musí v projekte zaregistrovať. Do projektu sa o nej zaznačia informácie. Pri načítaní projektu tento automaticky používané moduly vytvorí.

#### Interface IProjectService

```
public interface IProjectService
{
    event EventHandler ProjectChanged;
    void CreateProject();
    bool CanCreateProject();
    void SaveProject();
    void OpenProject();
    void LoadFromFile(string filename);
    void DeleteProject();
    void RegisterModulePart(IModuleSerializable moduleInfo);
    void UnregisterModulePart(IModuleSerializable moduleInfo);
    string DirectoryPath { get; }
    string CreateFilename(string relativePath);
    T LoadObjectFromFileBackCompatibility<T>();
    T LoadObjectFromFileBackCompatibility<T>(string filename);
    void SaveObjectToFileBackCompatibility<T>(T objectToSave);
    void SaveObject<T>(string relativeFilePath, T objectToSave);
    void SaveObject<T>(T objectToSave);
    T LoadObject<T>(string relativeFilePath);
    T LoadObject<T>(string filePath, bool isFullPath);
    T LoadObject<T>();
    List<T> LoadObjects<T>();
    bool? DeleteObject<T>(T deletedObject);
}
```

#### Popis metód

Názov	Popis
<code>ProjectChanged</code>	Udalosť zmeny projektu
<code>CreateProject</code>	Vytvorí projekt. Ponúkne užívateľovi vytvárací dialóg
<code>CanCreateProject</code>	Vráti, či je možné projekt vytvoriť

---

SaveProject	Uloží projekt a jeho súčasti
OpenProject	Otvorí projekt zo súboru. Užívateľovi ponúkne možnosť vybrať súbor
SaveProject	Uloží projekt a jeho súčasti
DeleteProject	Zmaže projekt
RegisterModulePart	Zaregistruje modul v projekte
UnregisterModulePart	Odregistruje modul z projektu
DirectoryPath	Absolútna cesta do adresára projektu
CreateFileName	K relatívnej ceste vytvorí absolútnu do projektového adresára
LoadObjectFromFile	Vyzdvihne objekt zo súboru. Vo verzii bez parametrov sa postará o vyhľadanie triedy, ktorá zobrazí dialóg otvárania súboru a triedy, ktorá vie objekt zo súboru načítať. LoadObjectFromFileBackCompatibility funguje podobne, akurát vyhľadáva triedy, ktoré sú označené ako triedy spätnej kompatibility. Ukladá súbory tak, aby boli spätne kompatibilné s Calypso QBasic
SaveObjectToFile	Uloží objekt do súboru. Vo verzii bez parametrov sa postará o vyhľadanie triedy, ktorá zobrazí dialóg uloženia súboru a triedy, ktorá vie objekt do súboru zapísať.
DeleteObject	Vyhľadá triedu, ktorá sa stará o vymazávanie súborov pre daný typ objektu

---

#### 4.4.4.8 Objekty a súbory

Pre načítanie a ukladanie objektov z/do súborov sa používa projektová služba. Pre objekt je však potrebné definovať triedy, ktoré sa o príslušný úkon postarajú. Pre načítanie súborov je potrebné implementovať rozhranie `IObjectFileOpener<T>` a `IObjectFileReader<T>`. Pre zápis objektu do súboru zase `IObjectSaver<T>` a `IObjectWriter<T>`. Otváranie súboru potom funguje tak, implementácia `IObjectFileOpener` zobrazí užívateľovi dialóg pre otvorenie súboru s konkrétnou potrebnou príponou. O načítanie zo súboru sa potom postará implementácia `IObjectReader`. Podobne aj pre ukladanie do súboru.

#### Rozhrania pre ukladanie a načítanie suborov

---

```

public interface IObjectFileOpener<T>
{
    T ReadObjectFromFile(IObjectReader<T> objectReader);
}
public interface IObjectReader<T>
{
    T ReadObjectFromFile(string filename);
}
public interface IObjectFileSaver<T>
{
    void WriteObjectToFile(T objectToSave, IObjectWriter<T> objectWriter);
}
public interface IObjectWriter<T>
{
    void WriteObjectToFile(string filename, T objectToSave);
}

```

---

## Ukážka implementácie ukladania objektu profil

---

```
[Export(typeof(IObjectFileOpener<ProfileObject>))]
[Export(typeof(IObjectFileSaver<ProfileObject>))]
public class ProfileObjectFileOpener
    : OneObjectFileOpenerAndSaver<ProfileObject>
{
    public ProfileObjectFileOpener()
    {
        DefaultExtension = ".profile";
        addExtension = true;
        checkFileExists = true;
        checkPathExists = true;
        Filters.Add("profile", "Soubory s příponou");
    }
}
[Export(typeof(IObjectWriter<ProfileObject>))]
[Export(typeof(IObjectReader<ProfileObject>))]
class ProfileFileWorker : IObjectReader<ProfileObject>,
    IObjectWriter<ProfileObject>
{
    [Import(Services.Serialization.XmlSerializationService,
        typeof(ISerializationService))]
    private Lazy<ISerializationService> SerializationService { get; set; }

    public ProfileObject ReadObjectFromFile(string filename)
    {
        ProfileObject result = null;
        result = SerializationService.Value
            .DeserializeObject<ProfileObject>(filename);
        return result;
    }

    public void WriteObjectToFile(string filename,
        ProfileObject objectToSave)
    {
        this.SerializationService.Value
            .SerializeObject(filename, objectToSave);
    }
}
```

---

### 4.4.4.9 Utility a „best practices“

V rámci aplikácie bolo vyvinuté veľké množstvo pomocných tried nachádzajúcich sa v projekte Calypso.Utils. V celom projekte sú často používané. V tejto kapitole sa zmienime o akejsi filozofii vývoja používaním týchto nástrojov. Dost' často sa používa návrhový vzor Observer[33], ktorý práve udržiava akúsi hygienu kódu.

Ako bolo povedané už v predchádzajúcich kapitolách, každý model má svoj ViewModel. Dost' často sa stáva, že model ešte obsahuje kolekciu ďalších modelových tried ( valec obsahuje body ). Hodilo by sa nám v triede ViewModelu mať kolekciu ViewModelových tried. A ešte odpovedajúcu kolekciu modelových tried v modeli. K tomuto účelu sa hodí trieda CollectionsSynchronizer<Source, Dest> nachádzajúca sa v Utils/Collections. Triede špecifikujeme dve kolekcie, ktoré má synchronizovať a ona sa už o to postará.

Ďalším dôležitým nástrojom je PropertyObserver<T>. V tejto triede typovo definujeme názvy vlastností na ktorých zmeny chceme reagovať. A špecifikujeme delegáta, ktorého kód sa má vykonať pri zmene danej vlastnosti. Observer pre odpočúvanie zmien vlastností používa menej známy návrhový vzor tzv. WeakReference [34]. Z toho dôvodu po zániku objektu dochádza k uvoľneniu pamäti<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Poznámka Autora: Pri reakciách na zmenu vlastností priamo pomocou zaregistrovania sa na event „PropertyChanged“ operátorom „+=“ vytvára tzv. „strong reference“ medzi objektami a v prípade uvoľnenia objektu a neodregistrovaní udalosti môže vzniknúť memory leak. Nehovoriac o tom, že reagujeme na zmeny „switchom cez stringy“.

S predchádzajúcou triedou sme sa dostali ešte o jeden krok ďalej, kde môžeme zdefinovať reakcie na zmenu konkrétnych vlastností objektov uložených v kolekcii. Ako príklad použitia sa dá použiť objekt valec s relatívnymi bodmi. Chceme reagovať na zmenu vlastnosti „HasUpdate“. V prípade zmeny môžeme vykonať prepočet. Oba uložené v Utils/Patterns.

V aplikácií sme niekedy potrebovali komunikovať pomocou globálnych udalostí. Tu bola vyvinutá trieda tzv. EventBroker, u ktorého je možné sa zaregistrovať na odpočúvanie globálnej udalosti. Príkladom skrývanie a zobrazovanie položiek v menu podľa toho či už je modul vytvorený alebo nie. Mohli sme použiť existujúce implementácie, ale potrebovali sme špeciálnu funkcionality vrátenie hodnoty na požiadanie. V prípade, že sender ešte neposlal správu, dostaneme defaultnú hodnotu. Využíva sa návrhový vzor Mediátor[35]. Uložený v Utils/EventBroker.

Implementované boli niektoré algoritmy z analytickej geometrie, napríklad prienik dvoch priamok, úsečiek, priamky a kružnice... Algoritmy sú uložené v Utils/Geometry.

Pre ukladanie niektorých stavov objektov bol použitý návrhový vzor Memento [36].

## 5 Existujúci software

### 5.1 Calypso QBasic

O Calypso QBasic sme sa zmienili už v kapitole [2.1].

### 5.2 UBECO PROFIL

„UBECO PROFIL“ [37] je software nemeckej spoločnosti Ubeco. Podporuje návrh profilu, kytičky valcov a rolien. Je schopný vytvárať programy pre CNC stroj vo formáte DXF, alebo priamych inštrukcií. Umožňuje odsimulovať proces ohýbania plechu. Podľa typu materiálu dokáže určiť možné poškodenia.

### 5.3 COPRA® RF

„COPRA® RF“ je software nemeckej spoločnosti „data M Sheet Metal Solutions GmbH“. Funguje ako modul do systému AutoCAD [38], vďaka čomu ponúka bohaté návrhárske prostriedky. Software dokáže vygenerovať 3D model výrobných liniek a proces ohýbania plechu simulovať. Taktiež ponúka možnosti simulácie deformácií plechu a zisťovanie možných poškodení počas ohýbania.

### 5.4 Porovnanie jednotlivých software

Hodnotené kritérium	COPRA	UBECO	Calypso Q	Calypso
Návrh profilu	áno	áno	áno	áno
Výpočet nulového vlákna	áno	áno	áno	áno
Podpora M1-M3	?	áno	áno	áno
Podpora symetrických profilov	áno	áno	nie	nie
Šablóny profilov „U“, „C“, „Z“	nie	áno	nie	zo starého projektu
Definícia vlastností materiálu	áno	áno	nie	nie
Výstup do PDF	áno	cez autocad	nie	áno
Výstup do DXF	áno	áno	áno	áno
Návrh kytičky	áno	áno	áno	áno
Zmena metódy ohýbania pre priechod	?	áno	nie	nie
Predĺženie úseku v priechode	?	áno	nie	nie
Kontrola poškodenia pri ohýbaní	áno	áno	nie	nie
Automatické generovanie kytičky	nie	áno	nie	nie
Reakcia na zmeny v profile	nie	nie	nie	áno
Návrh valcov a rolien	áno	áno	áno	áno

Calypso je vyrovnaným konkurentom komerčného software v designe. Zaostáva však v simuláciách a výpočtoch tlakov na plech, čo je jeho hlavnou nevýhodou. Téma je tak rozsiahla, že by bola zrejme vhodná ešte aj pre ďalšiu diplomovú prácu<sup>6</sup>. Projektant by pomocou týchto nástrojov dokázal zistiť úroveň namáhania plechu pri ohýbaní. Dôsledkom čoho by bolo ešte dodatočné upravenie rýchlosti ohýbania. Do profilu sa v niektorých prípadoch ešte vyvrávajú diery. Dost' často sa toto deje ešte

<sup>6</sup> Poznámka autora: Jednalo by sa o implementáciu metódy konečných prvkov [45], ktorá sa používa v praxi práve na výpočty deformácií.

pred tým ako plech vstúpi do výrobnéj linky. Potrebovali by sme vypočítať či vyvrtaná diera nie je zdeformovaná a tým nezodpovedá zadaniu.

Výhodou Calypsa oproti komerčnému software je práve automatické prepočítavanie valcov. Ktoré zatiaľ zrejme ešte nebolo implementované a projekt po návrhu valcov nie je schopný prepočítať zadané hodnoty. Toto je práve ťažiskom zrýchlenia práce na design podobných profilov, kde je potrebné previesť len minimálne úpravy.

Veľmi zriedkavo sa stáva, že je niekedy potrebné u konkrétneho úseku zmeniť jeho dĺžku. Čím sa porušuje invariant stále rovnako dlhého nulového vlákna v profile a každom priechode. Calypso túto funkcionality zatiaľ nepodporuje, ale takáto zmenová požiadavka už bola vznesená a začne sa na nej pracovať v dohľadnej dobe.



## Záver

V rámci práce sa nám podarilo vytvoriť konkurencie schopný software určený pre design profilov plechu. Stanovené ciele projektu sme splnili, dokonca sme funkcionality rozšírili o automatické prepočítavanie bodov valca, čo je v software podobného typu rarita. Projektant tým pádom môže navrhnuť profil podobného tvaru rýchlejšie. Oproti Calypso QBasic sme trikrát zvýšili produktivitu práce. Design profilu je užívateľský prívetivý a reflektuje potreby z praxe.

Calypsu oproti konkurenčnému software chýba možnosť vytvorenia 3D simulácie tvarovania plechu a výpočty možných deformácií plechu počas výroby profilu. Táto rozsiahla téma by bola vhodná aj na ďalšiu diplomovú prácu.

Projekt Calypso sa bude aj naďalej rozširovať pridávať novú funkcionality.

## Slovník pojmov

<b>Profil plechu:</b>	Pohľad spredu na vytvarovaný plech. V texte sa často používa skrátený výraz „profil“. Profil sa skladá z jednotlivých úsekov.
<b>Priechod:</b>	Označujeme stav, ktorým prejde plech pri ohýbaní do finálneho tvaru.
<b>Rovný úsek plechu:</b>	Vodorovná časť profilu.
<b>Rádus</b>	Polomer časti kružnice, nachádzajúcej sa buď na profile, alebo valci.
<b>Dĺžka rádiusu</b>	Dĺžka časti kružnice
<b>Valec</b>	Špeciálne tvarovaný kus železa, rotujúci okolo jednej osi, podľa ktorej je súmerný.
<b>Hriadeľ</b>	Valcová súčiastka, umožňujúca a prenášajúca rotačný pohyb.
<b>Pero hriadeľu, pero</b>	Železný kváder upevnený na pozdĺžnej ploche hriadele.
<b>Stolica</b>	Horný a dolný hriadeľ spolu s valcami.
<b>Výrobná linka</b>	Niekoľko stolíc zapojených za sebou, umožňujúcich ohnúť plech do výsledného tvaru.

## Zoznam použitých zdrojov

- [1] Wikipedia, „Computer-aided design,“ [http://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided\\_design](http://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided_design). [Cit. 17 7 2012].
- [2] Wikipedia, „Numerical control,“ [Online]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Computer\\_numerical\\_control](http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_numerical_control). [Cit. 17 07 2012].
- [3] K. Janoušek, „Osobná zbierka fotografií,“ Praha, 2012.
- [4] „Construction week online,“ 17 07 2012. [Online]. Available: [http://www.constructionweekonline.com/pictures/CG%20Pix/Steel-rolls\\_for\\_web\\_1.gif](http://www.constructionweekonline.com/pictures/CG%20Pix/Steel-rolls_for_web_1.gif).
- [5] „DXF Reference,“ Autodesk, [Online]. Available: <http://www.autodesk.com/techpubs/autocad/dxf/>. [Cit. 17 07 2012].
- [6] D. Oehler a F. Schnitt, „Stanz- und Ziehwerkzeuge,“ 7. Auflage. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1993.
- [7] I. Pahole, S. Bonifarti, M. Ficko, B. Vaupotic, S. Kovacic a J. Balic, „Bending of sheet metal of complicated shapes (for 90° angle and more) in combined tools,“ *Journal Amme*, pp. 90-91, 2005.
- [8] Wikipedia, „Computer-aided manufacturing,“ [Online]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided\\_manufacturing](http://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided_manufacturing). [Cit. 24 07 2012].
- [9] Peška & Brtna Computer Service s.r.o, „O Kovoprogu,“ [Online]. Available: [http://www.kovoprogram.cz/index.php?src=static&pg=about\\_kovoprogram&lang=cz](http://www.kovoprogram.cz/index.php?src=static&pg=about_kovoprogram&lang=cz). [Cit. 24 07 2012].
- [10] „QBasic,“ Wikipedia, [Online]. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/QBasic>. [Cit. 30 07 2012].
- [11] „Printer Command Language,“ Wikipedia, [Online]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Printer\\_Command\\_Language](http://en.wikipedia.org/wiki/Printer_Command_Language). [Cit. 30 07 2012].
- [12] „Visitor,“ [Online]. Available: <http://www.dofactory.com/Patterns/PatternVisitor.aspx>.
- [13] „Composite,“ [Online]. Available: <http://www.dofactory.com/Patterns/PatternComposite.aspx>.
- [14] „.NET Framework Developer Center,“ Microsoft, [Online]. Available: <http://msdn.microsoft.com/en-us/netframework/aa496123.aspx>.
- [15] „Windows Presentation Foundation,“ [Online]. Available: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms754130>.
- [16] „AvalonDock,“ [Online]. Available: <http://avalondock.codeplex.com/>.
- [17] „Soapbox Automation,“ [Online]. Available: <http://soapboxautomation.com/>.
- [18] „PDFsharp & MigraDoc,“ [Online]. Available: <http://www.pdfsharp.net>.
- [19] „CadLib 4.0 DWG DXF .NET Library,“ [Online]. Available: <http://www.woutware.com/cadlib.html>.
- [20] „.net dxf Reader-Writer,“ [Online]. Available: <http://netdxf.codeplex.com/>.
- [21] „Extensible Markup Language (XML),“ [Online]. Available: <http://www.w3.org/XML/>.

- [22] „DataContractSerializer Class,“ Microsoft, [Online]. Available: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.runtime.serialization.datacontractserializer.aspx>.
- [23] „PropertyTools for WPF,“ [Online]. Available: <http://propertytools.codeplex.com/>.
- [24] „Extended WPF Toolkit,“ [Online]. Available: <http://wpftoolkit.codeplex.com/>.
- [25] „WPF Extensions,“ [Online]. Available: <http://wpfextensions.codeplex.com/>.
- [26] „.net dxf Reader-Writer,“ [Online]. Available: <http://netdxf.codeplex.com/>.
- [27] „MVVM Light Toolkit,“ [Online]. Available: <http://mvvmlight.codeplex.com/>.
- [28] Microsoft, „Managed Extensibility Framework,“ Microsoft Corporation, [Online]. Available: <http://mef.codeplex.com/>.
- [29] „WPF Apps With The Model-View-ViewModel Design Pattern,“ Microsoft, [Online]. Available: <http://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/dd419663.aspx>.
- [30] „XAML in WPF,“ Microsoft, [Online]. Available: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms747122.aspx>.
- [31] „INotifyPropertyChanged Interface,“ Microsoft, [Online]. Available: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.componentmodel.inotifypropertychanged.aspx>.
- [32] „RSA (algorithm),“ Wikipedia, [Online]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/RSA\\_%28algorithm%29](http://en.wikipedia.org/wiki/RSA_%28algorithm%29).
- [33] „Observer,“ [Online]. Available: <http://www.dofactory.com/Patterns/PatternObserver.aspx>.
- [34] „Weak Event Patterns,“ Microsoft, [Online]. Available: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa970850.aspx>.
- [35] „Mediator,“ [Online]. Available: <http://www.dofactory.com/Patterns/PatternMediator.aspx>.
- [36] Memento. [Online]. Available: <http://www.dofactory.com/Patterns/PatternMemento.aspx>.
- [37] „UBECO PROFIL - Rollform Design Software,“ UBECO, [Online]. Available: <http://www.ubeco.com/profil.htm>.
- [38] „Autocad,“ Autodesk, [Online]. Available: <http://usa.autodesk.com/autocad/>.
- [39] „Finite element method,“ Wikipedia, [Online]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Finite\\_element\\_method](http://en.wikipedia.org/wiki/Finite_element_method).

## Zoznam obrázkov

UKÁŽKA VYROBENÉHO PROFILU [3] .....	9
UKÁŽKA KOTÚČOV ROVNÉHO PLECHU [4] .....	10
UKÁŽKA VÝROBNEJ LINKY [3] .....	10
UKÁŽKA NÁVRHU PROFILU A ROZDELENIA NA ÚSEKY .....	11
VÝPOČET DĹŽKY NULOVÉHO VLÁKNA V RÁDIUSE [7] .....	12
UKÁŽKA NÁVRHU KYTIČKY .....	13
M1 KONŠTANTNÝ RÁDIUS .....	13
M2 KONŠTANTNÝ RÁDIUS .....	14
M3 KONŠTANTNÁ DĹŽKA RÁDIUSU .....	14
SCHÉMA STOLICE .....	15
PRIEREZ HRIADELOM S PEROM .....	16
NÁKRES VALCOV NA JEDNOM PRIECHODE .....	17
KONTÚRA VALCA .....	18
NÁHLED NA UCHO VALCA .....	18
NÁHLED NA ZÁMOK VALCA .....	19
UKÁŽKA SEGEROVÝCH KRÚŽKOV .....	20
NÁKRES „ROLNA PRVÉHO TYPU“ .....	20
NÁKRES „ROLNA DRUHÉHO TYPU“ .....	20
ODSTRÁNENIE ŠPICATEJ ČASTI VALCA .....	22
CALYPSO QBASIC .....	24
VZŤAHY DÁTOVÉHO MODELU PROFILU A KYTIČKY .....	27
VZŤAHY MODELU PARAMETROV STROJA .....	28
VZŤAHY MODELU VÝROBNEJ LINKY .....	28
REPREZENTÁCIA ÚSEKU .....	29
KONŠTRUKCIA RUD BODU .....	31
KONŠTRUKCIA U1U2 BODU .....	31
KONŠTRUKCIA DXU BODU .....	32
KONŠTRUKCIA BODU RB .....	33
DIAGRAM MODELU TVORBY PDF DOKUMENTU .....	34
DIAGRAM VYTŤAVANIA PDF DOKUMENTU .....	35
DÁTOVÁ ZÁVISLOSŤ MEDZI MODULMI .....	38
IDEÁLNY NÁVRH FYZICKÉHO ROZDELENIA MODULOV .....	38
ZVOLENÝ NÁVRH FYZICKÉHO ROZDELENIA MODULOV .....	39
MODEL VIEW VIEWMODEL .....	41
NÁHLED ZOSTAVENIA APLIKÁCIE .....	42
DIAGRAM TRIED PRE PROFIL .....	45
DIAGRAM TRIED PRE KYTIČKU .....	46
DIAGRAM TRIED PRE PARAMETRE STROJA .....	46
DIAGRAM TRIED PRE VALCE .....	47

## **Prílohy**

### **Príloha 1 Užívateľská dokumentácia Calypso**

Univerzita Karlova v Praze  
Matematicko – fyzikální fakulta

## **Užívateľská dokumentácia**

### **CALYPSO**

### **Designer profilovania plechu**

2012

Bc. Peter Lapin

## Obsah

<b>DESIGNER CALYPSO .....</b>	<b>3</b>
1.1 INŠTALÁCIA .....	3
1.1.1 Nahranie licencie .....	3
1.2 PRACOVNÉ PROSTREDIE .....	3
1.2.1 Nastavenie prostredia .....	3
1.2.2 Pomocné funkcie .....	5
1.3 ZAČÍNAME PRACOVAŤ .....	5
1.3.1 Vytvorenie projektu .....	5
1.3.2 Vytvorenie projektu zo starého projektu .....	6
1.4 DESIGN PROFILU .....	6
1.4.1 Zadávanie dát profilu .....	6
1.4.2 Zobrazenie profilu .....	8
1.4.3 Výstupy .....	8
1.4.4 Typy a triky .....	9
1.5 DESIGN „KYTIČKY“ .....	9
1.5.1 Zadávanie dát „Kyticky“ .....	10
1.5.2 Zobrazenie „Kyticky“ .....	11
1.5.3 „Otvoriť kyticku (priechody)“ .....	11
1.5.4 Výstupy .....	12
1.6 PARAMETRE STROJA A ROLIEN .....	13
1.6.1 Parametre stroja .....	13
1.6.2 Parametre rolien .....	14
1.7 DESIGN VALCOV .....	14
1.7.1 Body valcov .....	15
1.7.2 Valce .....	21
1.7.3 Dištancie .....	21
1.7.4 Rolny .....	21
1.7.5 Panely nástrojov .....	23
1.8 ROZPIS MATERIÁLU .....	25
1.8.1 Programy, programové listy a Technické výkresy .....	26
1.8.2 Panel nástrojov rozpis materiálu .....	27
<b>ZOZNAM OBRÁZKOV .....</b>	<b>28</b>



# Designer Calypso

V tejto časti popíšeme designer Calypso a prácu v ňom.

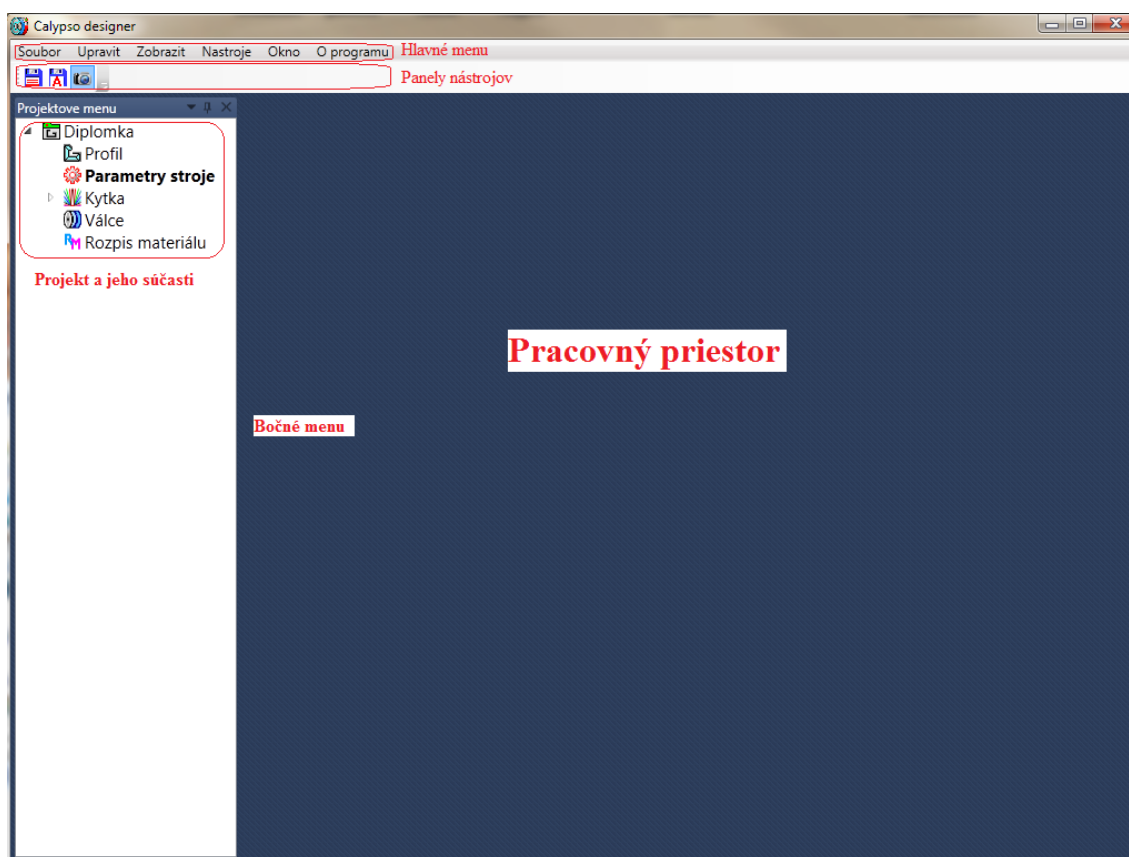
## 5.5 Inštalácia

Software je možné nainštalovať z priloženého média príkazom „setup.exe“.

### 5.5.1 Nahranie licencie

Pre prácu s designerom je potrebné získať licenciu, ktorá umožní software používať. Bez tejto licencie je funkcionlita Calypsa obmedzená. Po spustení programu je možné zadať text získanej licencie v menu O programu → nahrať licenciu.

## 5.6 Pracovné prostredie

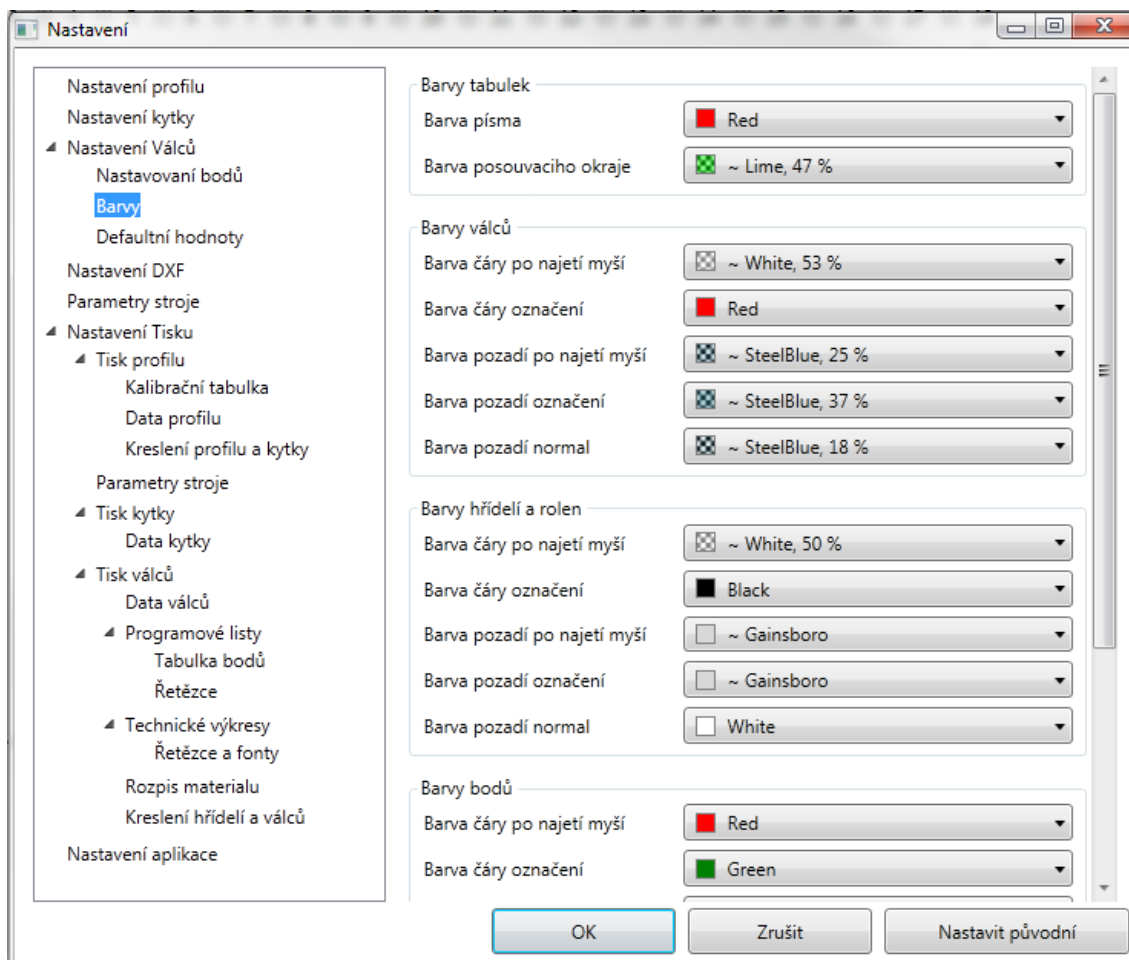


Obr. 40. Pracovné prostredie designera

Pracovné prostredie sa skladá z „hlavného menu“, „panelu nástrojov“, „bočného menu“ a „pracovného priestoru“.

### 5.6.1 Nastavenie prostredia

Calypso poskytuje širokú škálu nastavení prostredia, ktoré si tak užívateľ môže upraviť presne podľa svojho vkusu.



Obr. 41 Ukážka nastavení prostredia

### Nastavenie profilu

V profile môžeme nastaviť farby úsekov a rádiusov, hrúbku čiar a defaultnú konštantu pre výpočet nulového vlákna, ktorá sa po zadaní rádiusu v dátach profilu automaticky pred vyplní.

### Nastavenie kytičky

U kytičky sa dá dávať ako v profile nastavovať farby úsekov a rádiusov pre každý priechod zvlášť. V prípade, že vytvoríme viac priechodov ako máme nastavených farieb, tieto sa začnú opakovať.

### Nastavenie parametrov stroja

V týchto nastaveniach môžeme vkladať do databáze parametre stroja a parametre rolien, ktoré sa dajú neskôr využiť pre rýchlejšie zadávanie.

### Nastavenia valcov

V nastavení valcov môžeme kompletne zmeniť farbenú škálu ich zobrazovania. Defaultné hodnoty, ktoré budú dopredu vyplnené pri zadávaní rôznych typov bodov. Užívateľovi je umožnené taktiež nastaviť veľkosti krokov pre detailnú editáciu bodov pomocou smerových šípok.

## Nastavenie tlače (PDF)

Tu je možné kompletne meniť texty výstupov do PDF, ich fonty, zarovnanie odsadenia. U tabuliek môžeme zmeniť šírky stĺpcov, ich poradie a taktiež aj farby striedania riadkov.

### 5.6.1.1 Nastavenie aplikácie

Môžeme meniť parametre približovacieho prostredia v pracovných plochách profilu, kytičky a valcov. Máme k dispozícii máme na výber niekoľko tém prostredia.

### 5.6.1.2 Import export nastavenia

Nastavenia je možné v hlavnom menu „Nástroje“ exportovať do súboru, preniesť na iný počítač a tam znovu naimportovať. Zároveň sa prenesie aj databáza parametrov stroja.

### 5.6.2 Pomocné funkcie

Medzi pomocné funkcie programu radíme automatické ukladanie projektu v nastavenom časovom intervale. Ďalej je možné odfoťiť kompletne celú obrazovku systému Calypso a túto uložiť ako obrázok do súboru.

## 5.7 Začíname pracovať

Po spustení systému Calypso a zadaní licencie je ho možné okamžite používať. Pracovný postup pri vypracovávaní projektu je nasledovný: Na začiatku vytvoríme nový projekt. Do projektu pridávame jednotlivé súčasti (moduly). Do projektu sa na začiatku pridáva modul profil. Po zadaní dát profilu pridáme kytičku, alebo parametre stroja. Pre kalibračné listy kytičky je potrebné mať parametre stroja zadané. Kytičku je možné navrhnuť aj bez nich. Po zadaní parametrov stroja a kytičky sa pridáva modul valce. Okrem vytvárania nových súčastí v sekcii „Súbor“ „Nový“ je možné do projektu otvoriť aj už niekedy vytvorenú časť projektu v menu „Súbor“ „Otvoriť“. Okrem týchto dvoch možností existuje ešte tretia možnosť a to je importovať v režime spätnej kompatibility so starou verziou Calypsa „Calypso QBasic“.

### 5.7.1 Vytvorenie projektu

Projekt v hlavnom menu „Súbor“ „Nový“ „Nový projekt“. Po vybraní tejto možnosti zadáme názov projektu cestu do adresára, kde bude projekt uložený. V bočnom menu sa nám zobrazí ikona projektu s jeho názvom vedľa.

#### 5.7.1.1 Štruktúra projektu

V adresári projektu sa vytvorí pod adresár, ktorý nesie meno nového projektu. Do neho sa umiestni súbor s rovnakým názvom a príponou „prj“. Tento projektový súbor je možno priamo otvárať systémom Calypso. V prípade dokončenia celého projektu a pridaní všetkých modulov v adresári projektu vzniknú ďalšie pod adresáre nasledovne:

<i>Modul</i>	<i>Názov podadresára</i>	<i>Súbory</i>
Profil	profile	profile.profile
Kytička	flower	flower.flower
Parametre stroja	machineparameters	machineparameters.machineparameters
Valce	rollers	rollers.rollers – zoznam valcov patriacich k projektu

	Označenie.xml – každý valec, rolna alebo dištancia je v samostatnom súbore. Súbor je pomenovaný podľa valca.
--	--

## 5.7.2 Vytvorenie projektu zo starého projektu

V prípade, že máme vypracovať projekt, s podobným tvarom aký už vypracovaný máme a líši sa len v rozmeroch profilu. Je možné použiť funkciu vytvorenia projektu zo starého projektu, zmeniť parametre profilu a prepočítať prípadne upraviť valce. Funkcia sa nachádza v hlavnom menu „Súbor“ „Nový“ „Projekt zo starého projekt“.

## 5.8 Design Profilu

Design profilu začneme vytvorením nového profilu v menu: Súbor → Nový → Nový profil. Po zobrazení dialógového okna zadáme hrúbku plechu, pre ktorý budeme profil konštruovať. V bočnom menu sa nám zobrazí ikona profilu. V profile sú k dispozícii dve pracovné okná a to „Zobraziť profil“ a „Upraviť profil“. Prvé môžeme zobraziť dvojklikom v bočnom menu na nadpis „Profil“. Druhé zobrazíme pravým tlačítkom na ikonu profilu a z vyskakovacieho menu vyberieme „Upraviť profil“.

### 5.8.1 Zadávanie dát profilu

P	Z	Délka	Uhel	Poloměr	Konstanta	Skutečná délka
1	0	19.80	90.00	3.00	0.45	16.80
2	0	18.00	90.00	3.00	0.45	12.00
3	0	6.30	-90.00	1.00	0.45	2.30
4	0	20.00	90.00	3.00	0.45	16.00
5	0	13.00	0.00	0.00	0.00	10.00
6	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0	13.00	90.00	3.00	0.45	10.00
8	1	20.00	-90.00	1.00	0.45	16.00
9	1	6.30	90.00	3.00	0.45	2.30
10	1	18.00	90.00	3.00	0.45	12.00
11	1	19.80	0.00	0.00	0.00	16.80

Obr. 42 Ukážka okna „Zadávanie dát profilu“

Pri zadávaní dát profilu vyplníme horné parametre:

- Počet úsekov: počet úsekov na ktoré profil rozdelíme
- Hrúbka plechu: aký hrubý plech budeme tvarovať
- Zvislý úsek: stred tohto úseku bude ležať v bode 0 na y-ovej ose.
- Možnosť zaškrtnúť ťažisko: Určuje, že bodom, ktorý bude ležať v 0 x-ovej osi, bude ťažisko profilu
- Vodorovný úsek: stred tohto úseku bude ležať v bode 0 na x-ovej osi
- Rozvin: Nedá sa zadať. Informatívna hodnota dĺžky nulového vlákna.

Ďalej sa zadávajú dáta profilu. Profil je rozdelený na jednotlivé úseky. Každý úsek sa skladá z parametrov: „P“, „Z“, „Dĺžka“, „Uhol“, „Polomer“, „Konštanta“, „Skutočná dĺžka“.

#### 5.8.1.1 „P“, „Z“

Tieto parametre sa používa pri výpočte ohybu plechu. Ich nastavenie určuje jednu z metód ohýbania plechu M1 – M3<sup>7</sup>.

##### „P“

Parameter môže nadobúdať hodnoty 0, 1. Jeho defaultná hodnota je 0. Môžeme ho nastaviť na hodnotu 1 len v prípade, že v predchádzajúcom úseku máme nastavený rádius. Po nastavení na túto hodnotu sa pri ohýbaní úsekov použije metóda M1. Teda rádius v predchádzajúcom úseku, bude nadobúdať svoju dĺžku z aktuálneho úseku.

##### „Z“

Parameter „Z“ môže nadobúdať hodnoty 0, 1 alebo 9. Jeho defaultná hodnota je 0. Môžeme mu nastaviť hodnotu 1 alebo 9 len v prípade, že aktuálnemu úseku nastavíme parameter rádius. Pri nastavení hodnoty 1 sa pri ohýbaní úsekov použije metóda M2. Teda rádius aktuálneho úseku bude nadobúdať svoju dĺžku z aktuálneho úseku. Pri nastavení hodnoty 9 sa pri ohýbaní úsekov použije metóda M3. Teda rádius, bude vždy rovnako dlhý a bude sa podľa uhlu medzi úsekmí meniť jeho polomer.

##### „Dĺžka“

V parametri dĺžky sa nastaví dĺžka úseku. Táto je zadávaná tak, ako keby tam rádius vôbec nebol a úseky mali medzi sebou ostré uhly bez rádiusu. Zadáva sa vždy dĺžka spodnej časti plechu.

##### „Uhol“

Zadáваме uhol, ktorý zvierá aktuálny úsek s nasledujúcim úsekom.

##### „Polomer“

Zadáваме polomer rádiusu, ktorý bude vpísaný medzi aktuálny a nasledujúci úsek.

##### „Konštanta“

Tento parameter slúži pre výpočet dĺžky nulového vlákna. Označuje aproximáciu parametra  $\xi^8$  zadanou konštantou z intervalu  $\langle 0|1 \rangle$ .

<sup>7</sup> Vid' kapitoly: 1.4.1, 1.4.2 a 1.4.3

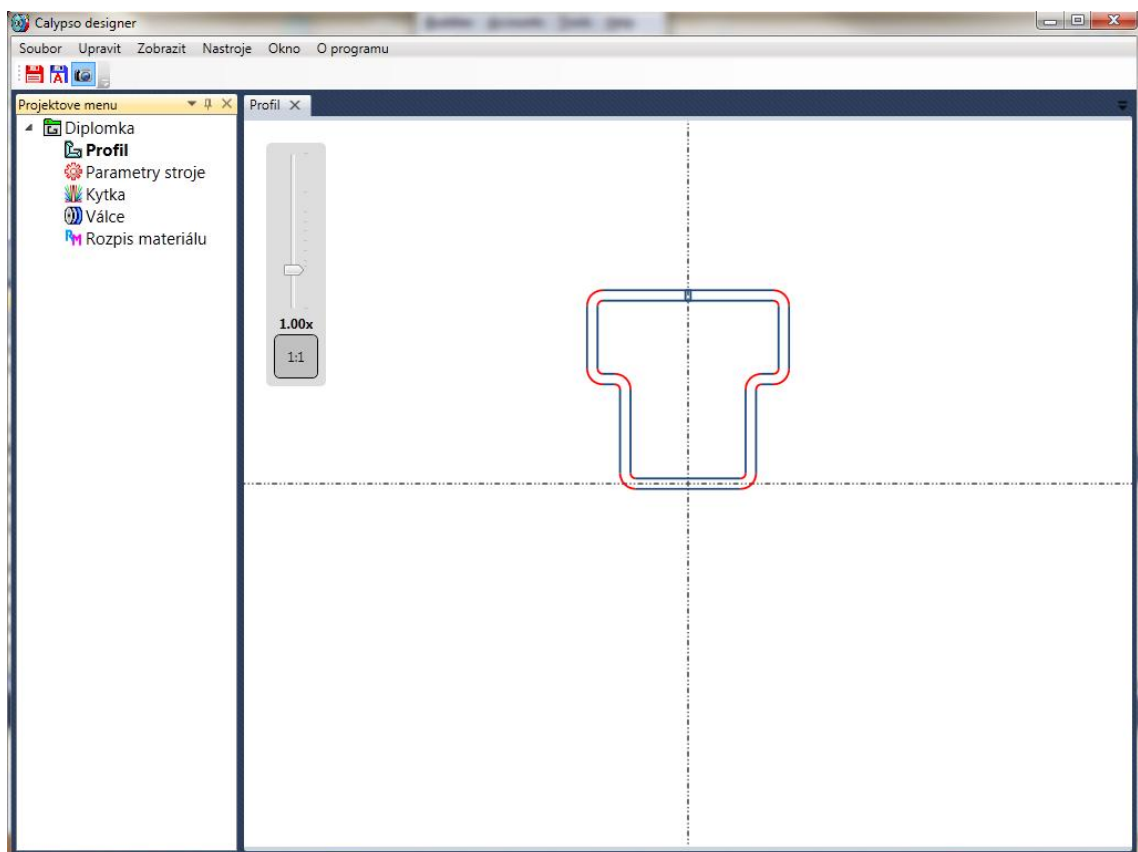
<sup>8</sup> Vid'. Kapitola 1.3.1 „Nulové vlákno“

### „Skutočná dĺžka“

Tento parameter zobrazuje aktuálnu dĺžku rovného úseku po odpočítaní rádiusu. Túto dĺžku je možné aj nastaviť, ale musia byť vyplnené parametre rádius, uhol a konštanta.

### 5.8.2 Zobrazenie profilu

Profil môžeme zobraziť buď dvojklikom na ikonu profilu v bočnom menu, alebo v po vybratí možnosti „zobraziť profil“ v hlavnom menu v časti „Zobraziť“. Pri zobrazení môžeme kolieskom myši profil zväčšovať a oddiaľovať. Profil sa môže myšou aj posúvať do všetkých smerov.



Obr. 43 Ukážka okna „Zobrazenie profilu“

### 5.8.3 Výstupy

#### 5.8.3.1 PDF výstupy

K profilu je možné do PDF formátu exportovať: „Profil“, „Dáta“ a „Kalibračný list“. Všetky tieto je možné exportovať v bočnom menu klikneme pravým tlačítkom myši na ikonu profilu a vyberieme sekciu „Tlačiť“.

#### Export profilu

Pri vybraní exportu profilu sa nám zobrazí dialógové okno. Tu môžeme myšou upraviť polohu profilu na papieri formátu A4. Profil je možné aj zväčšiť alebo zmenšiť. Ukážku PDF výstupu je možné vidieť v prílohe [Príloha 2].

## Export dát

Do PDF sa exportujú dáta, ktoré boli profilu zadané<sup>9</sup>. Ukážku PDF výstupu je možné vidieť v prílohe [Príloha 3].

## Export kalibračného listu

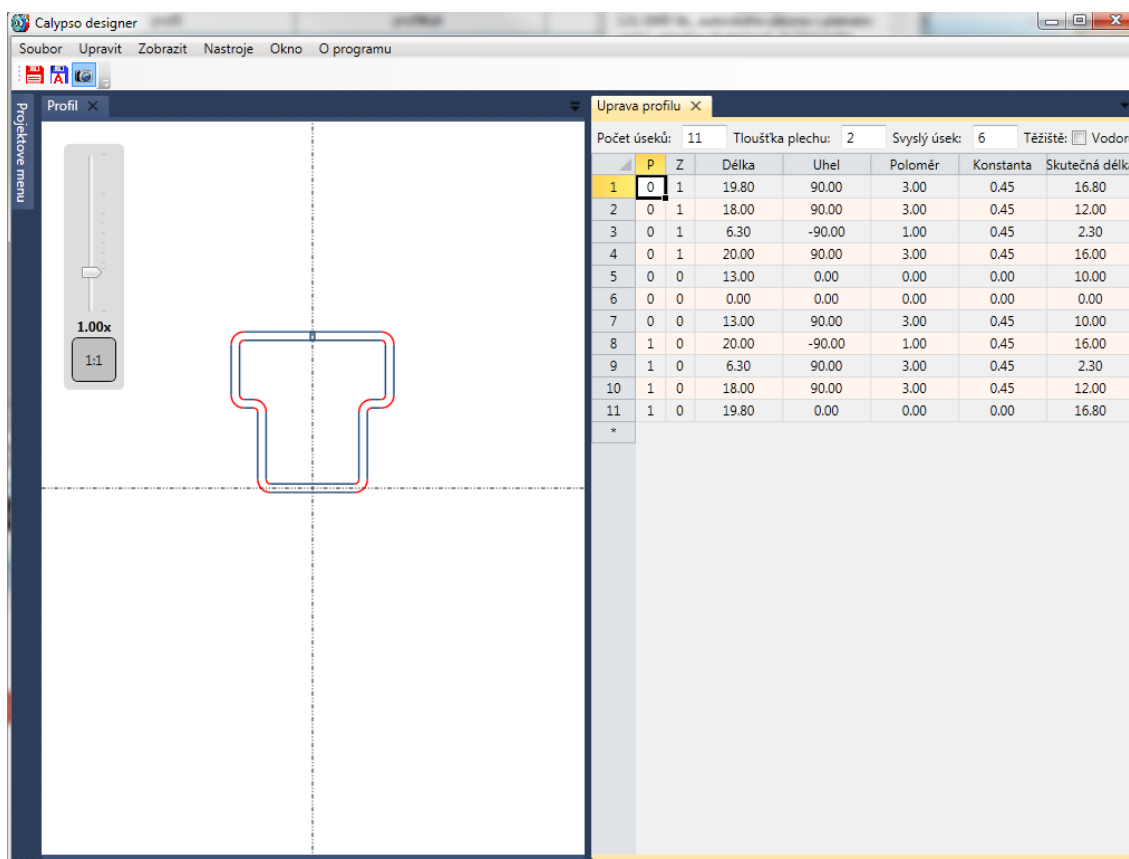
Do PDF sa exportuje špeciálna tabuľka s presnými informáciami o súradniciach každého začiatočného a koncového bodu úseku profilu. Túto tabuľku je možné použiť pre nastavenie stolíc na výrobnnej linke. Ukážka PDF výstupu je v prílohe [Príloha 4].

### 5.8.3.2 DXF výstupy

Profil je možné exportovať aj do formátu DXF. (Pravým tlačítkom na ikonu profil export do DXF)

### 5.8.4 Typy a triky

Užívateľ si môže otvoriť naraz dve okná v pracovnom priestore a jedno z nich prilepiť na niektorú stranu. Tým pádom je možné okamžite vidieť zadané dáta na nakreslenom profile. Profil sa automaticky natáča a tvaruje už počas zadávania dát.



Obr. 44 Ukážka zobrazenia dvoch okien vedľa seba

## 5.9 Design „Kytičky“

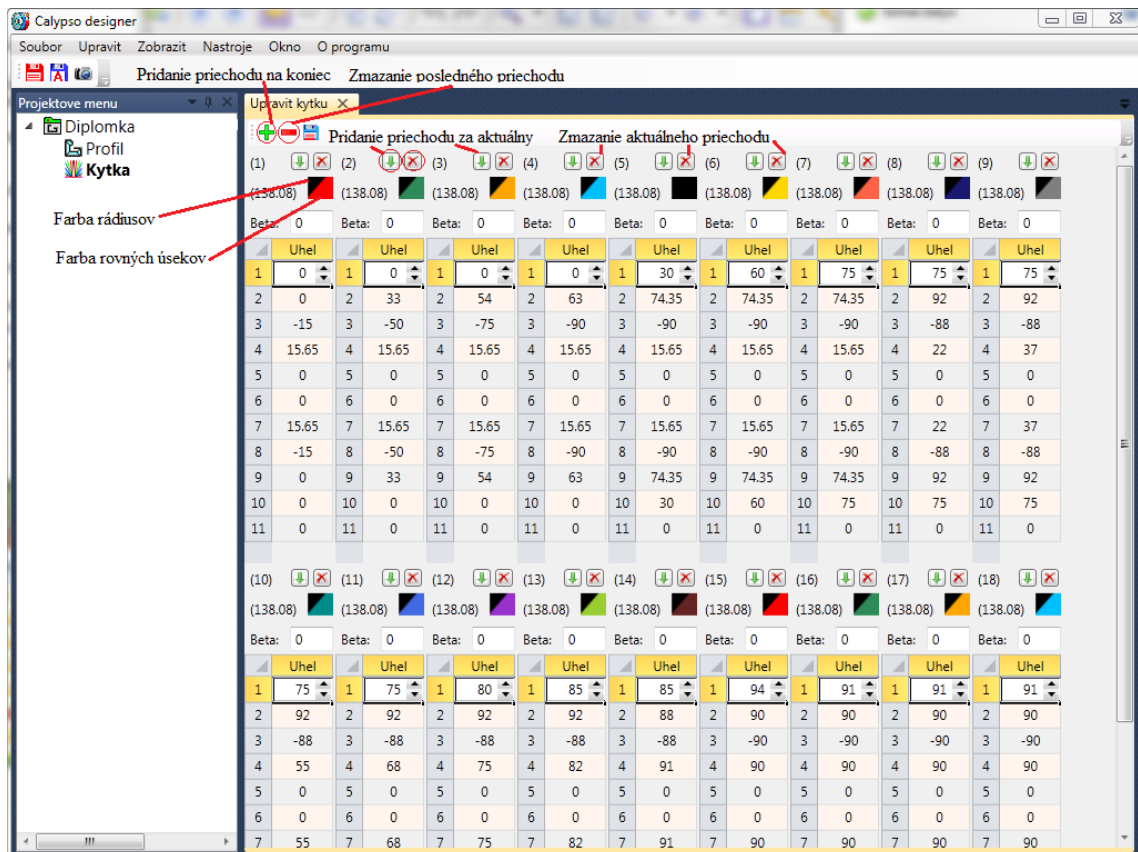
Pokiaľ sme zadali dáta profilu, môžeme pokračovať v zadávaní dát pre kytičku. Jednotlivé ohýbanie plechu, je potrebné navrhnuť tak aby sa plech počas ohybu valcami

<sup>9</sup> Vid'. Kapitola 5.8.1 Zadávanie dát profilu

nezlomil. Aby sme mohli kytičku navrhnuť, musíme ju najprv pridať do projektu. V hlavnom menu vyberieme Súbor novy Nová kytka.. Po vytvorení novej kytičky sa nám v bočnom menu zobrazí ikona kytičky.

### 5.9.1 Zadávanie dát „Kytičky“

Pre zadávanie dát kytičky, klikneme pravým tlačítkom myši na ikonu kytičky a vyberieme upraviť kytičku. Zadávajú sa len uhly, medzi jednotlivými úsekmi. Automaticky sa potom dopočítavajú rádiusy podľa zvolenej metódy v profile. U jednotlivých priechodov, je možné zadať ešte uhol „Beta“. Tento sa využíva u zložitejších profilov, kedy je potrebné, kvôli lepšiemu prístupu, natočiť celý priechod o zadaný uhol. Tento priechod sa otočí podľa stredu osi súradníc.



Obr. 45 Zadávanie dát kytičky

#### 5.9.1.1 Pridanie priechodu

Nový priechod je možné pridať buď zelenou ikonou „+“ v paneli nástrojov, alebo pomocou ikony šípky dole u konkrétneho priechodu. Pri prvom spomínanom sa pridá priechod na koniec a skopírujú sa všetky hodnoty uhlov posledného priechodu. Pri druhej možnosti sa skopírujú uhly aktuálneho priechodu a nový priechod sa pridá priamo za neho. Toto všetko má tú výhodu, že pri postupnom ohýbaní meníme zvyčajne, len niektoré uhly a ostatné ostávajú nezmenené oproti predchádzajúcemu priechodu.

#### 5.9.1.2 Úprava uhlov

Uhly medzi dvoma úsekmi jednotlivých priechodov, môžeme zadávať buď ručne alebo pomocou smerových šípok v konkrétnej kolónke úpravy uhla.

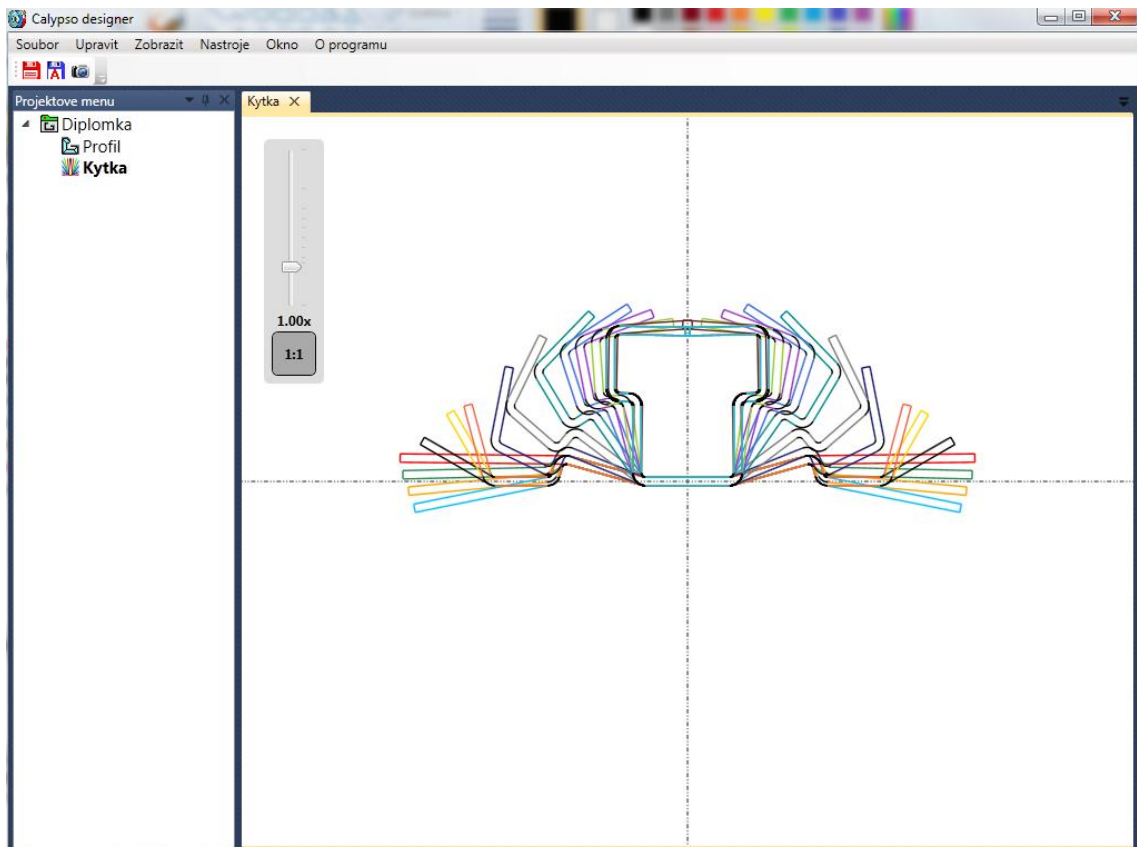


### 5.9.2 Zobrazenie „Kytičky“

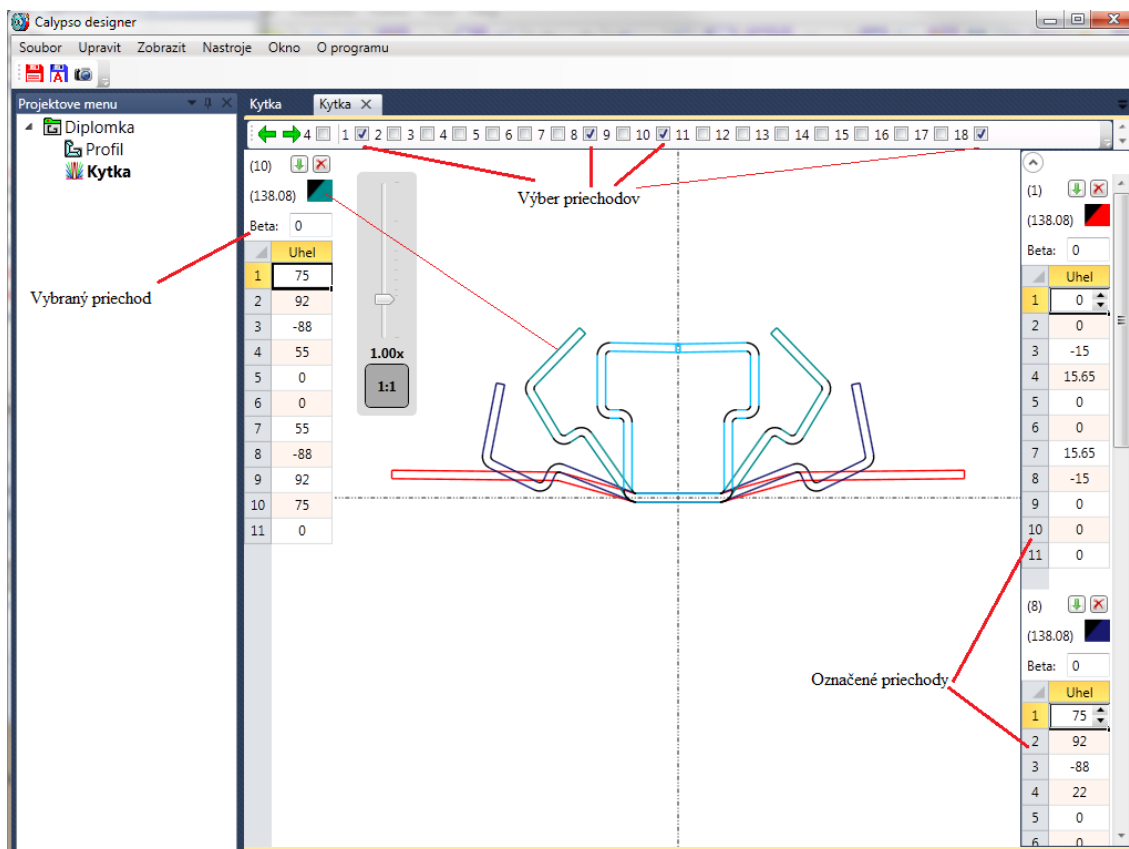
Nakreslenie kytičky zobrazíme dvojklikom na ikonu kytičky v bočnom menu. Po zobrazení môžeme kytičku približovať a vzdďalovať, aby bolo možné vidieť detaily ohýbania. V tomto okne je vidieť kompletne všetky priechody.

### 5.9.3 „Otvoriť kytičku (priechody)“

Toto okno je možné použiť pre finálne doladenie uhlov jednotlivých úsekov. Je tu možnosť označiť a zobraziť len niektoré vybrané priechody, ktoré je možné na mieste doladiť. Po kliknutí na konkrétny priechod sa v ľavej časti obrazovky zobrazí možnosť jeho úpravy.



Obr. 46 Zobrazenie kytičky



Obr. 47 Ukážka obrazovky „Otvoriť kytičku (priechody)“

## 5.9.4 Výstupy

### 5.9.4.1 PDF výstupy

Ku kytičke je možné do PDF formátu exportovať: „Kytičku“, „Dáta“ a „Kalibračné listy“. Všetky tieto je možné exportovať v bočnom menu klikneme pravým tlačítkom myši na ikonu kytičky a vyberieme sekciu „Tlačiť“

#### Export kytičky

Po výbere exportu kytičky, sa nám zobrazí dialógové okno, v ktorom môžeme vybrať jednotlivé priechody, priblížiť detail alebo posunúť papierom na miesto, ktoré chceme vytlačiť. [Príloha 2]

#### Export dát

Pri exporte dát sa nám vygeneruje tabuľka so zadanými uhlami pre každý priechod.[Príloha 6]

#### Export kalibračných listov

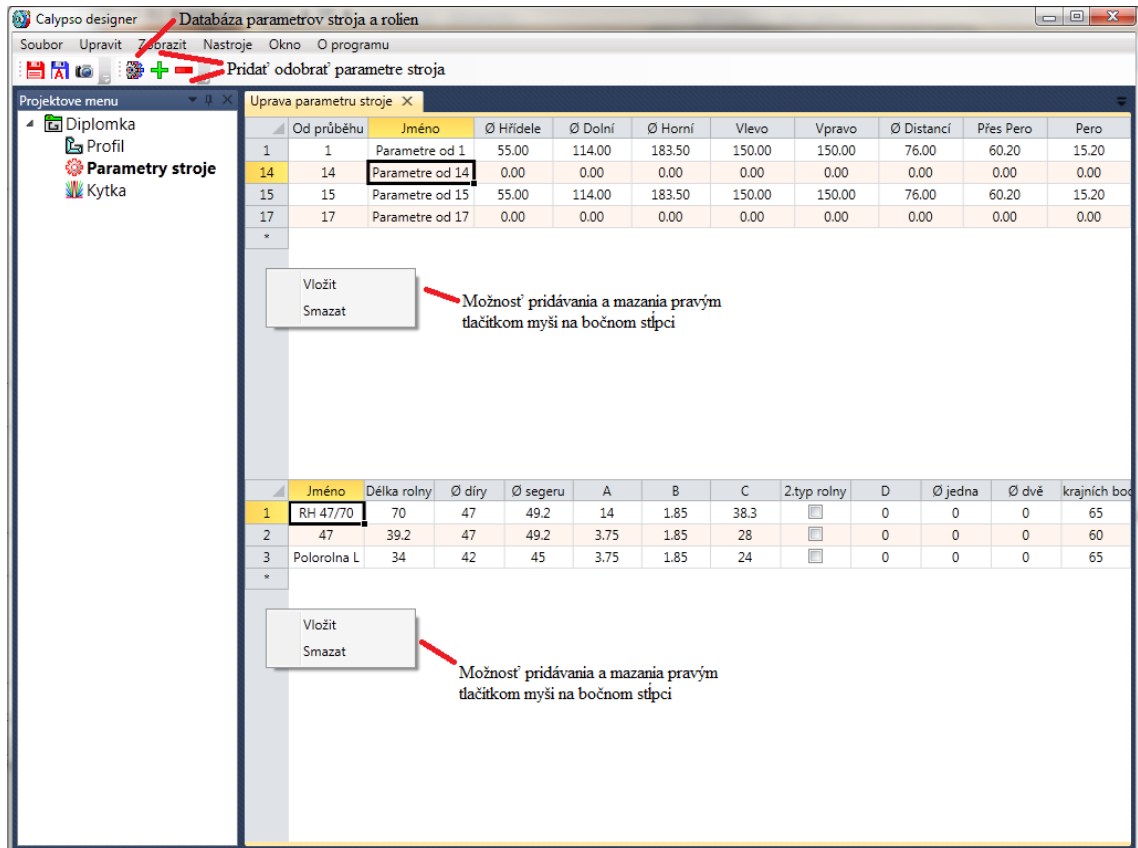
Ku každému priechodu sa vytvorí jeden kalibračný list. Podobný ako v profile. Každý kalibračný list je označený číslom priechodu.[Príloha 7]

### 5.9.4.2 DXF výstupy

Kytičku môžeme exportovať taktiež do DXF formátu. Možnosť exportu nájdeme po kliknutí pravým tlačítkom myši na ikonu kytičky v bočnom menu.

## 5.10 Parametre stroja a rolíen

Pred pokračovaním v návrhu valcov musíme pridať parametre stroja. Tieto pridáme v menu „Súbor“ „Nový“ „Parametre stroja“. Po vytvorení parametrov stroja môžeme otvoriť okno úpravy parametrov stroja (dvojklikom na ikonu parametrov stroja). Parametre stroja ako aj parametre rolíen, je možno priamo vybrať z databázy parametrov, kliknutím na ikonu v paneli nástrojov, hneď vedľa ikony „+“.



Obr. 48 Ukážka obrazovky parametrov stroja

### 5.10.1 Parametre stroja

Parametre stroja určujú nastavenie jednej stolice. Musia byť zadané pre každú stolicu. Pre jednoduchšie zadávanie sa špecifikuje, od ktorej stolice chceme parametre aplikovať. Tieto sa aplikujú od zadaného čísla stolice až po nasledujúce parametre, alebo po poslednú stolicu. Parametre je dobré pre lepšiu identifikáciu pomenovať vhodným menom. Do parametrov stroja sa zadávajú v poradí:

- Priemer hriadeľov
- Dolný menovitý priemer
- Horný menovitý priemer
- Odsadenie zľava
- Odsadenie sprava
- Priemer dištančných krúžkov na stolici
- Priemer hriadele spolu s veľkosťou pera
- Šírka pera

Bližší význam parametrov stroja je uvedený v [1.5]

## 5.10.2 Parametre rolien

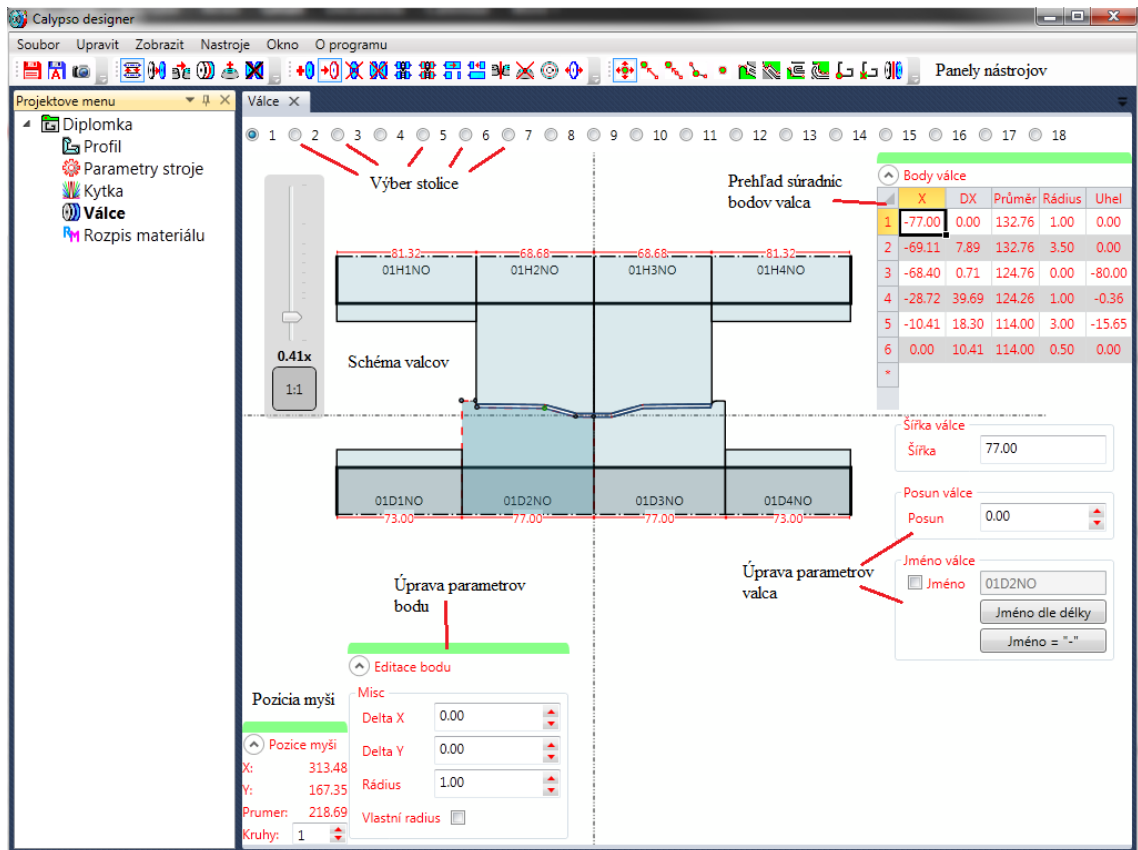
Z dôvodu, že sa v jednom projekte veľmi často navrhujú rolly s rovnakými parametrami, bolo mi nutné každú rolnu vytvárať separátne. Vznikla preto možnosť ba dokonca povinnosť zadávať parametre rolien separátne v sekcii parametrov stroja. Parametre rolien je dobre vhodné pomenovať, pretože tieto názvy budeme používať pri konštrukcii rolien. Okrem mena rolien sa po rade zadávajú nasledujúce parametre:

- Dĺžka rolly
- Priemer diery v rolne
- Priemer segerových krúžkov
- A, B, C, D, priemer 1, priemer 2 podľa obrázkov [Obr. 17] a [Obr. 18]

Rolny sa často vytvárajú tak, že krajné body rolnového valca ležia na okrajoch rolly a majú často rovnaký priemer, preto do parametrov rolien bol pridaný ešte parameter „priemer krajných bodov“.

## 5.11 Design valcov

Pri návrhu valcov musíme vytvoriť nové valce. Z menu vyberieme „Súbor“ „nový“ „Nove valce“. Zobrazí sa nám dialógové okno v ktorom zadáme kód pre automatické pomenovanie 9viac automatické pomenovanie9. Po vytvorení valcov otvoríme pracovné okno valcov, dvojklikom na ikonu valcov v bočnom menu. Po vytvorení nových valcov máme v bočnom menu k dispozícii aj ikonu rozpis materiálu. 9referencia9. Na nasledujúcom obrázku môžeme vidieť ukážku pracovného okna pre valce.



Obr. 49 Ukážka pracovného okna pre valce

Na hornej lište sa nachádzajú panely nástrojov pre prácu s valcami. Na pracovnej ploche v hornej časti označením vyberáme stolicu s ktorou chceme pracovať. Vľavo dole sa po označení hriadeľu zobrazuje tabuľka s pozíciou myši voči hriadeľu. Hneď vedľa tejto tabuľky je možné vidieť tabuľku pre úpravu označeného bodu. V pravom hornom rohu pracovnej plochy je prehľadová tabuľka súradníc bodov označeného valca. Hneď pod touto tabuľkou sú možnosti úpravy parametrov valca. Valec môžeme posúvať do strán alebo zmeniť jeho meno na vlastné pomenovanie.

### 5.11.1 Body valcov

Valce sa vytvárajú zadávaním bodov valca. Vložiť môžeme buď jeden bod, alebo naraz skupinu bodov, ktoré sú parametrizované tak, aby vystihli žiadaný tvar. Jednou z predností Calypsa sú body viazané na body profilu či iné body valcov. Pri zmenách parametrov v profile, kytičke alebo parametroch stroja sa body valca dokážu prepočítať tak, aby opäť sedeli na správnom mieste. Tým sa veľmi urýchľuje práca na profiloch podobného tvaru, kde sa zmenia len rozmery profilu a valce sa automaticky prepočítajú.

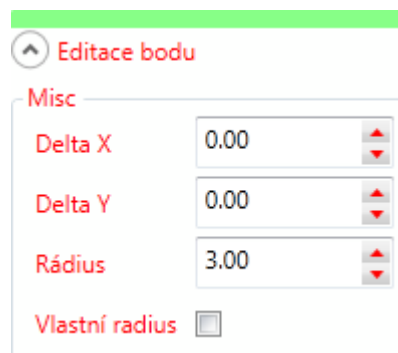
V tejto kapitole popíšeme a predstavíme rôzne možnosti typov bodov, ktoré sú k dispozícii pod popisom jednotlivých bodov bude zobrazená tabuľka pre úpravu jeho parametrov. U niektorých bodov si ukážeme aj náčrt s popisom jednotlivých parametrov. U väčšiny bodov sa opakujú spoločné vlastnosti, ktoré sa dajú zmeniť. Nasledujúce vlastnosti nebudeme uvádzať u jednotlivých bodov, pretože ak sa niektorá z nich u niektorého bodu vyskytne, jej význam bude nasledujúci:

- Rádus: veľkosť zaoblenia valca v danom bode
- X: x-ová súradnica v danom bode
- Priemer: priemer valca v danom bode

#### 5.11.1.1 Profilový bod

Bod je viazaný na pozíciu bodu medzi dvoma susednými úsekmi na konkrétnom priechode. Okrem súradníc z bodu na priechode získava aj veľkosť rádiusu v danom bode. Najjednoduchší spôsob ako vytvoriť valec je pospájaním bodov na priechode. Ďalšie parametre, ktoré môžeme nastaviť sú:

- Delta X: relatívny posun bodu v x-ovej súradnici voči súradniciam bodu na priechode
- Delta Y: relatívny posun bodu v y-ovej súradnici voči súradniciam bodu na priechode
- Vlastný rádus: Užívateľ môže prestaviť hodnotu rádiusu, ktorá bola prevzatá z profilu.



Obr. 50 Editačná tabuľka profilový bod

### 5.11.1.2 „XD“ bod

Bod nie je viazaný na žiadny z profilových bodov. Neprepočítava sa pri zmene profilu. Môžeme ho umiestniť na ľubovoľné miesto na ploche. Vlastnosti, ktoré sa dajú zmeniť sú:

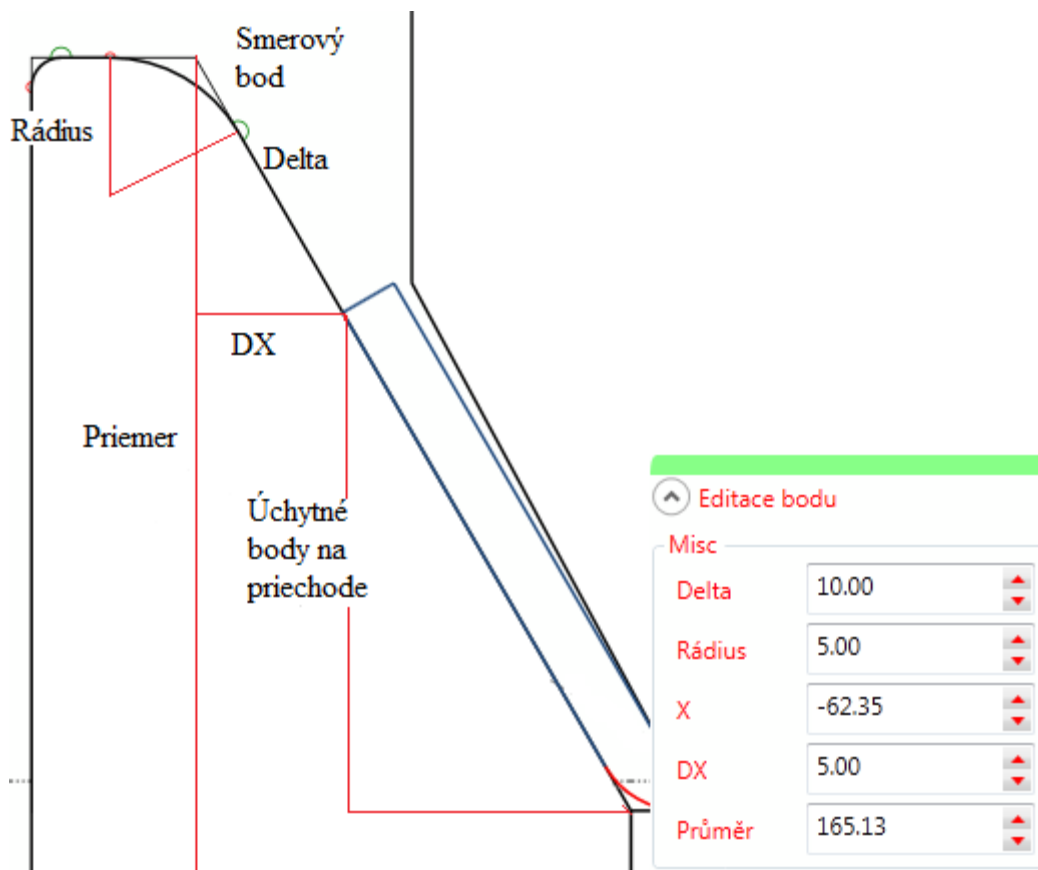
Editace bodu	
Misc	
X	-117.75
Průměr	154.07
Rádus	0.00

Obr. 51 Editačná tabuľka XD bod

### 5.11.1.3 Smerový bod

Bod sa viaže na dva profilové body. Jeho poloha je na priamke prechádzajúcej týmito bodmi. Parametrizuje sa nasledujúcimi parametrami:

- Delta: relatívna vzdialenosť na priamke od druhého bodu, udávajúceho jeho počiatočnú polohu.
- DX: Vzdialenosť od druhého profilového bodu v horizontálnom smere.
- Priemer: Môžeme nastaviť priemer valca v tomto bode. Bod sa posunie po priamke tak aby jeho priemer mal danú hodnotu.

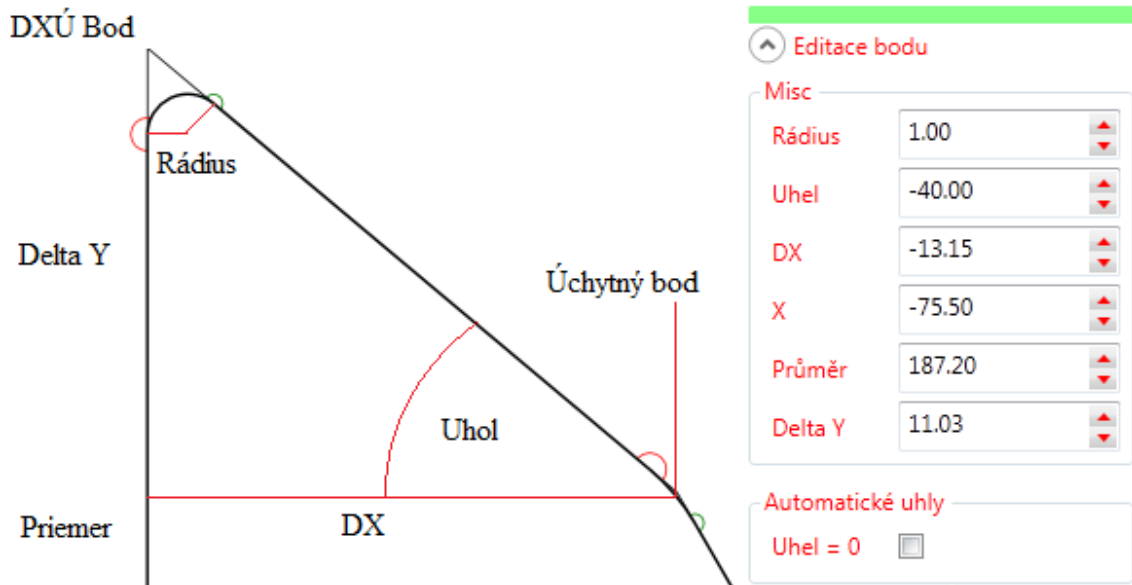


Obr. 52 Nákres smerový bod a editačná tabuľka

#### 5.11.1.4 „DXÚ“ Bod

Bod sa naviaže na niektorý z okrajových bodov valca. Z tohto bodu, bude vedená priamka pod zadaným uhlom. Výslednú súradnicu bodu určí ďalší z parametrov. Možné parametre sú:

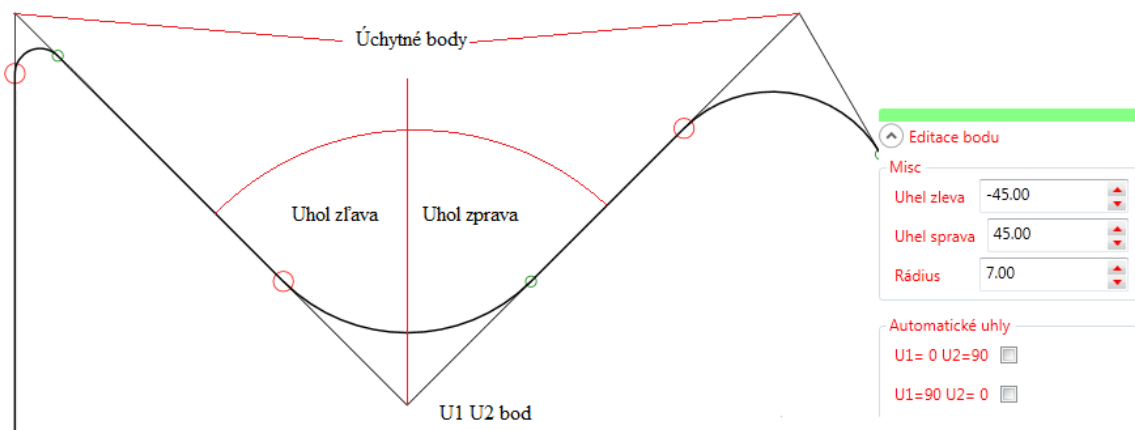
- DX: Relatívna horizontálna poloha voči úchytnému bodu.
- Delta Y: Relatívna vertikálna poloha voči úchytnému bodu.



Obr. 53 Nákres DXÚ bodu a editačná tabuľka

#### 5.11.1.5 U1 U2 bod

Bod sa vkladá vždy medzi dva existujúce body valca. Jeho súradnice sa relatívne určia zadaním dvoch uhlov, ktoré sú definované úsečkou vedenou bodom a úchytným bodom a vertikálnou osou. V praxi dosť často využívame hodnoty, kde jeden z uhlov je  $0^\circ$  a druhý  $90^\circ$ . Uživateľovi je preto k dispozícii skratka, kde môže tieto hodnoty zaškrtnúť v editačnej tabuľke v sekcii automatické uhly.

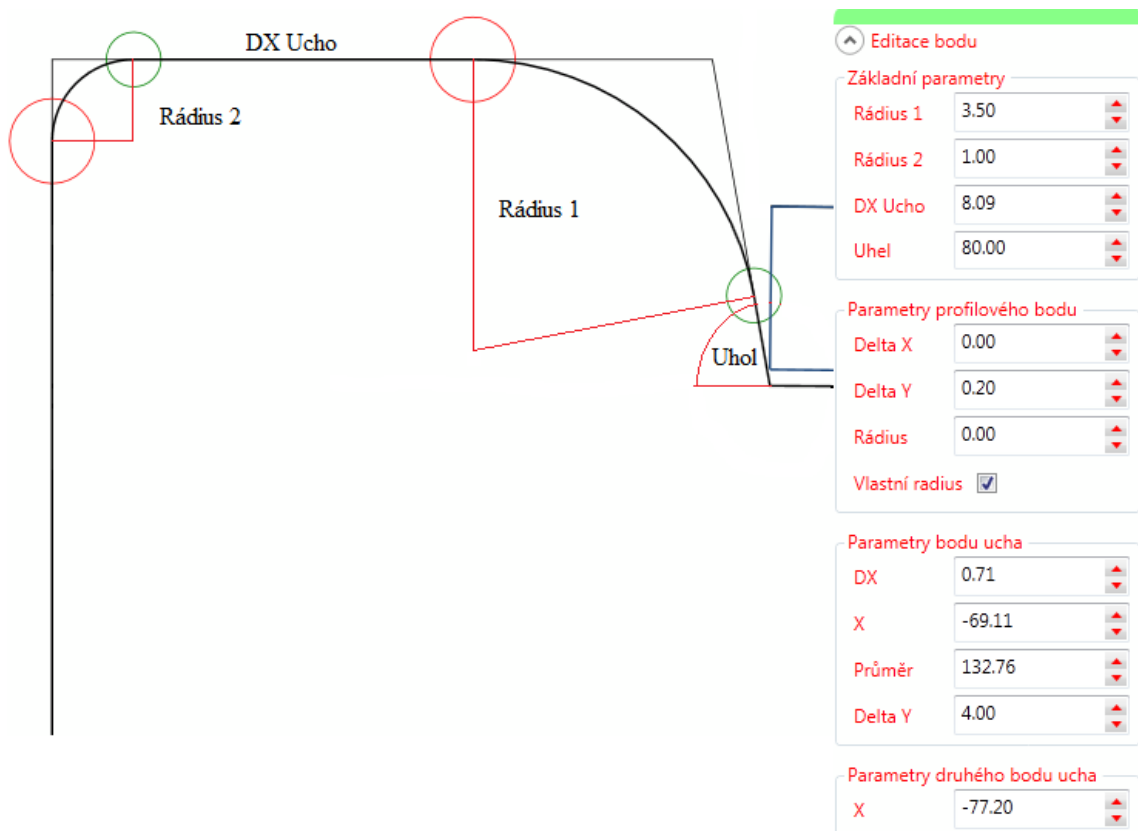


Obr. 54 U1 U2 bod a editačná tabuľka

### 5.11.1.6 Ucho

Jednou z dôležitých funkcií Calypsa je automatické pridávanie ucha. Ucho sa skladá z troch bodov. Prvým je bod na profile na ktorý sa ucho uchyť. Druhý bod nazývame bodom ucha a leží na priamke zvierajúcej s horizontálnou osou zadaný uhol. Tretím bodom je bod nazývaný „druhý bod ucha“. Tento leží v jednej rovine s prvým bodom ucha v presne danej vzdialenosti. Keďže sa pri tvorbe valcov často používajú uši s rovnakými parametrami je možné presné parametre ucha nastaviť v nastaveniach. Pri pridání ucha sa tieto automaticky nastavujú. Parametre bodu ucha:

- Základné parametre: definujúce polohy oboch bodov ucha
  - Rádus 1, Rádus 2: po rade rádiusy prvého a druhého bodu.
  - Uhol: uhol zvieraný úsečkou vedenou profilovým bodom ucha a prvým bodom ucha a horizontálnou priamkou.
  - DX Ucho: Rovinná vzdialenosť bodov ucha.
- Parametre profilového bodu: Môžeme upraviť relatívnu polohu bodu ležiaceho na profile.
- Parametre bodu ucha: parametre prvého bodu ucha
  - DX: horizontálna vzdialenosť medzi profilovým bodom a prvým bodom ucha
  - Delta Y: vertikálna vzdialenosť medzi profilovým bodom a prvým bodom ucha.
- Parametre druhého bodu: pre zrýchlenie nastavovania je možnosť nastaviť ešte x-ovú súradnicu druhého bodu ucha. Zvyšné parametre sa automaticky prepočítajú.



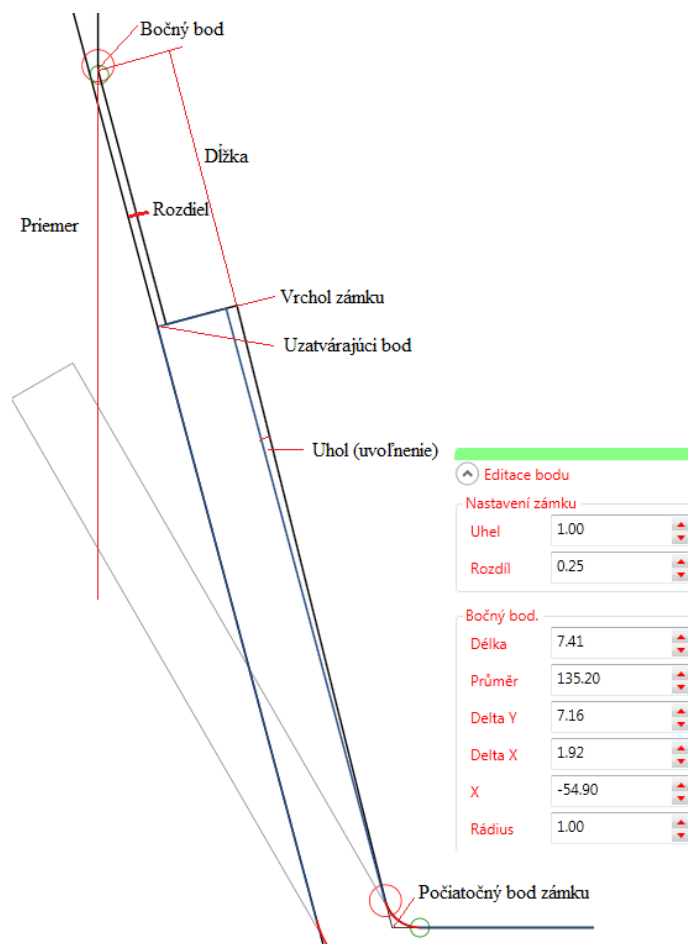
Obr. 55 Nákres ucha a editačná tabuľka



### 5.11.1.7 Zámok

Ďalšou výhodou Calypsa je automatické pridávanie a parametrizovanie zámku. Zámok sa skladá z troch alebo štyroch bodov. V prípade, že je parameter „Dĺžka“ nastavený na hodnotu 0, sú to tri body, inak štyri (pridá sa bočný bod ako na [Obr. 56]). Zámok je potrebné uchytiť až na 3 body profilu. Prvým bodom je počiatočný bod zámku, druhým je vrchol zámku a tretím je bod uzatvárajúci zámok. Parametre zámku sú:

- Uhol: Definuje uhol medzi profilom a zámkom. Používajú sa malé hodnoty, pre uvoľnenie tlaku zámku na plech.
- Rozdiel: Definuje oddialenia zámku od okraja profilu. Často malé hodnoty pod 1 mm aby nedochádzalo k dotyku medzi spodným a horným valcom.
- Dĺžka: vzdialenosť medzi uzatvárajúcim bodom zámku a bočným bodom.
- Delta X, Delta Y: Po rade horizontálna a vertikálna vzdialenosť medzi uzatvárajúcim bodom zámku a bočným bodom.



Obr. 56 Nákres zámku a editačná tabuľka

### 5.11.1.8 „RB“ bod

Tento bod je najzložitejšou možnosťou pridania typu bodu. Viazé sa na tri profilové body. Prvé dva určujú spodnú dotyčnicu k rádiusu priechodu, ktorý je umiestnený v druhom z nich. Z tretieho bodu sa spustí priamka, ktorá s vertikálnou priamkou zvierá zadaný uhol. Priamka musí preŕať rádius. Pretínajúcim bodom je vedená dotyčnica k rádiusu. Tým nám vzniká valec, ktorý kopíruje tvar rádiusu, ale má

jednu ostrú hranu, ktorá môže do plechu vyryť drážku. Z toho dôvodu sa pridáva ešte jeden malý rádius na zrazenie tejto hrany. Veľký a malý rádius sa dotýkajú v jednom spoločnom bode. Bod je síce najzložitejšou možnosťou, ale parametrizuje sa len dvoma parametrami:

- Rádius: hodnota malého rádiusu
- Uhol: uhol, ktorý zvierá priamka vedená z tretieho bodu s vertikálnou osou.

Táto možnosť sa používa pri valcovaní oblých tvarov, kedy sa horný valec spustí do profilu a opisuje tak jeho tvar z vnútra.



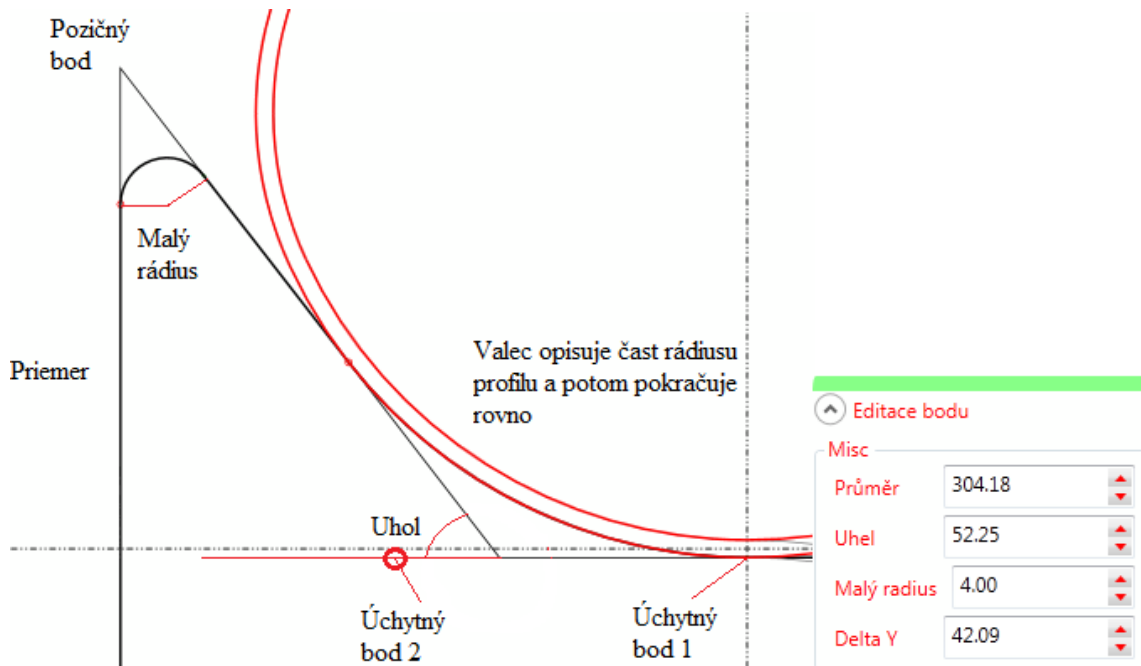
Obr. 57 Nákres RB bod a editačná tabuľka

### 5.11.1.9 RÚD bod

Tento typ bodu, je druhou najzložitejšou možnosťou pridania typu bodu. Uchycuje na tri body, z toho dva sú profilové. Tieto určujú dotyčnicu k rádiusu profilu, ktorého veľkosť určuje druhý zadávaný bod. Ďalej pod zadaným uhlom s úsečkou prvých dvoch bodov vedieme dotyčnicu k rádiusu. Takýmto spôsobom dosiahneme toho, že valec opíše časť rádiusu profilu a ďalej pokračuje rovno. Táto metóda sa taktiež často používa u oválnych profilov. Najčastejšie sa profil pritlačí z hornej strany valcom tvoreným pomocou metódy „RB“ bodu. Bod parametrizujeme nasledujúcimi parametrami:

- Malý rádius: Rádius v treťom bode.
- Uhol: Uhol, ktorý zvierá dotyčnica k rádiusu s úsečkou prvých dvoch bodov.

- Delta Y: Možnosť nastaviť vertikálny rozdiel medzi druhým a tretím bodom. Uhol sa dopočíta automaticky.



Obr. 58 Nákres RÚD bod a editačná tabuľka

## 5.11.2 Valce

### 5.11.2.1 Automatické pomenovávanie

Valce a dištancie sa automaticky pomenovávajú podľa nasledujúceho vzoru [číslo stolice][hriadeľ][pozícia na hriadeľi][identifikácia valcov].

- Číslo stolice: poradové číslo stolice
- Hriadeľ: „D“ v prípade dolného hriadeľu, „H“ v prípade horného hriadeľu
- Pozícia na hriadeľi: Poradie valca na hriadeľi počítané zľava
- Identifikácia valcov: Často dvojpísmenové pomenovanie zadávané pri vytváraní nových valcov. Toto je možné kedykoľvek premenovať pravým tlačítkom na ikonu valcov v bočnom menu a vybratím možnosti premenovať valce

### 5.11.2.2 Úprava parametrov

U valcov môžeme v editačnej tabuľke valca zmeniť jeho názov na vlastný, alebo tento valec posunúť. Editačnú tabuľku pre valec je možné vidieť na [Obr. 49].

### 5.11.3 Dištancie

Dištancné krúžky dokáže systém Calypso generovať a upravovať automaticky. Tieto sú definované už v parametroch stroja priemerom. Bližšie informácie o práci s dištanciami sú uvedené v kapitole [5.11.5.1].

### 5.11.4 Rolny

Po vložení rolly do projektu [5.11.5.1]. Môžeme v editačnej tabuľke upraviť parametre rolly. Upraviť môžeme:

- Koreňový bod: súradnice x, y a uhol.

- Smer rolny: V prípade, že sa jedná o ľavú rolnu zaškrtneme políčko.
- Parametre: Vyberáme parametre, ktoré sú zadané v parametroch rolíen.
- Šírka: Rolne nastavíme vlastnú šírku. Šírka v parametroch stroja sa ignoruje.
- Nastaviť šírku: Nastaví šírku rolny podľa vzdialeností okrajových bodov valca. Používa sa po zadaní bodov valca a zistení, že valec presahuje okraje rolny.

Po úprave parametrov môžeme pokračovať zadávaním bodov na rolne. Po označení valca sa celá sústava natočí tak, že ľavá rolna bude umiestnená v dolnej časti pracovnej plochy. Pravá rolna bude umiestnená v hornej časti pracovnej plochy. Rolny budú umiestnené tak, aby ich osi boli rovnobežné s horizontálnou osou. Rolna obsahuje vždy práve jeden valec. Meno tohto valca určuje zároveň aj meno rolny.

The image shows two side-by-side software windows for editing roller parameters. The left window is titled 'Rolna' and the right one 'Zrkadlená rolna'. Both have a 'Misc' section with fields for X, Y, Uhel, and Směr rolny. Below that is a 'Parametry Rolny' section with fields for Délka rolny, Průměr rolny, Průměr segeru, and A, B, C. At the bottom is a 'Soubor' field. Red arrows point from text labels to specific fields in both panels.

Parameter	Rolna Value	Zrkadlená rolna Value
X	-64.00	-
Y	1.00	-
Uhel	90.00	-
Směr rolny	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Delta	<input checked="" type="checkbox"/> 0.00	<input type="checkbox"/> 0.00
Vzálenost os	<input type="checkbox"/> 128.00	<input type="checkbox"/> 128.00
Parametry	47	47
Šírka	<input type="checkbox"/> 39.20	<input type="checkbox"/> 39.20
Délka rolny	39.20	39.20
Průměr rolny	47.00	47.00
Průměr segeru	49.20	49.20
A	3.75	3.75
B	1.85	1.85
C	28.00	28.00
Soubor	RO02VB1	RO01VA1

Obr. 59 Editačná tabuľka rolny a zrkadlenej rolny

#### 5.11.4.1 Zrkadlená rolna

Zadanú rolnu je možné prezrkadliť cez vertikálnu os sústavy. Nová rolna má opačný smer ako rolna, ktorú zrkadlíme. Môžeme jej nastaviť nasledujúce parametre:







- Iné valce: v prípade zaškrtnutia tohto políčka sa nebude zrkadliť valec na rolne, ale môžeme zadať nový valec.
- Vzdialenosť osí: Tento parameter má špeciálny význam. Rolna sa prestane zrkadliť cez vertikálnu os. Namiesto toho sa rolna umiestni tak, aby osi oboch rolíen boli rovnobežné a koreňové body týchto rolíen boli od seba vzdialené o presnú hodnotu uvedenú v parametre.

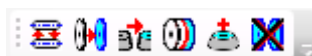
- Parametre: Novej rolne môžeme zmeniť parametre rolny. Koreňový bod ostane naďalej zrkadlený.
- Šírka: Rolne môžeme nastaviť vlastnú šírku

## 5.11.5 Panely nástrojov

### 5.11.5.1 Panel nástrojov „Úprava stolice“

Po vybratí konkrétnej stolice sa zobrazí panel nástrojov pre jej úpravu. Poskytuje nasledujúcu funkcionality.








-  Označiť hriadeľ: po označení tlačítka je možné myšou označiť hriadeľ alebo rolnu. Zobrazí sa možnosť ich úpravy.
-  Kopírovať valce na stolicu: umožňuje skopírovať všetky valce z danej stolice na inú stolicu. Po stlačení sa zobrazí dialógové okno, kde vyplníme číslo stolice z ktorej kopírujeme a číslo stolice na ktorú kopírujeme.
-  Prepočítať valce, hriadele, dištancie a rolny: Pri dodatočných úpravách profilu, kytičky, alebo parametrov stroja sa z výkonnostných dôvodov valce neprepočítavajú automaticky. Po stlačení tohto tlačítka sa prepočítajú všetky valce podľa nových nastavení.
-  Kopírovať rolny na stolicu: umožňuje skopírovať všetky rolny z danej stolice na inú stolicu. Po stlačení sa zobrazí dialógové okno, kde vyplníme číslo stolice z ktorej kopírujeme a číslo stolice na ktorú kopírujeme.
-  Pridať rolnu: Po označení umožní myšou na pracovnú plochu vložiť novú rolnu, ktorú je možné neskôr upraviť.
-  Zmazať všetky valce a rolny: Z celého projektu zmaže všetky valce a rolny.








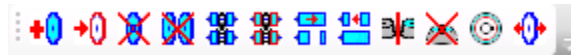
Obr. 60 Panel nástrojov „Úprava stolice“

### 5.11.5.2 Panel nástrojov „Úprava hriadeľu alebo rolny“

Po označení hriadeľu alebo rolny sa zobrazí panel nástrojov pre jej úpravu. Poskytuje nasledujúcu funkcionality:

-  Pridať valec: Umožní pridávanie nového valca na označený hriadeľ. Nasledujúcim výberom zvolíme pridanie niektorého typu bodu.
-  Upraviť valec: Umožní označiť a upravovať vytvorený valec. Nasledujúcim výberom, môžeme označiť a upraviť bod valca, zmazať bod valca, alebo pridať nový bod.
-  Zmazať valec: Po označení tlačítka myšou vyberieme valec, ktorý chceme zmazať.
-  Zmazať všetky valce: Po stlačení a potvrdení sa z vybraného hriadeľu zmažú všetky valce.
-  Vytvoriť dištancie: Systém dokáže automaticky na hriadeľi vyplniť prázdne miesta bez valcov doplniť dištančnými krúžkami. Priemer dištančných krúžkov sa berie z parametrov stroja pre danú stolicu.
-  Opraviť dištancie: Po dodatočných úpravách valcov môžu vzniknúť na hriadeľi prázdne miesta, alebo sa valce môžu prekryvať s dištančnými krúžkami. Po stlačení tlačítka systém automaticky upraví šírky dištančných krúžkov.
-  Rozdeliť dištancie: Po označení, je možné vybrať dištančný krúžok a ten rozdeliť na dve časti. Zobrazí sa dialógové okno, v ktorom sa vyplnia príslušné nové šírky dištančných krúžkov.













-  Spojiť dištancie: Dva dištančné krúžky je možné opäť spojiť dokopy. Po označení tlačítka, na hriadeľi vyberieme dva dištančné krúžky, ktoré sa spoja do jedného.
-  Zrkadliť roľnu: V prípade, že sme v označení hriadeľu označili roľnu, môžeme ju prezrkadliť, cez vertikálnu stredovú os. Vznikne nová roľna, ktorá bude zrkadlená.
-  Zmazať roľnu: stlačením zmažeme označenú roľnu.
-  Zmeniť priemery všetkých „XD“ bodov: V prípade, že sú valce tvorené bodmi typu „XD“ na celom hriadeľi sa zmenia ich priemery o delta zadané v dialógovom okne.
-  Prepočítať posun valca: Posunuté valce sa ťažšie upravujú. Preto je tu možnosť, prepočtu posunu bodov. Posun valca sa nastaví na hodnotu 0.





Obr. 61 Panel nástrojov „Úprava hriadeľu alebo roľny“

### 5.11.5.3 Panel nástrojov „Pridanie valca“

Po označení tlačítka s pridávaním valca, sa zobrazí panel nástrojov pre pridávanie bodov valca. Pre pridávanie bodov valca, musíme vybrať jednu z možností pridanie bodu. Poskytuje nasledujúcu funkcionality:

-  Profilový bod: Umožní pridať nový bod, ležiaci na profile. Po označení tlačítka sa zobrazia profilové body, z ktorých je možné vybrať.
-  Ďalší profilový bod: Pokiaľ už na valci bol pridaný profilový bod, táto funkcia do valca vloží ďalší profilový bod v poradí. Pokiaľ doteraz nebol pridaný žiadny bod, do valca sa pridá bod s číslom 1. Na hornom hriadeľi prvý horný bod sprava.
-  Zrušiť naposledy pridaný profilový bod: Funkcia zruší automaticky pridaný profilový bod. Po ďalšom použití funkcie automatického pridania profilového bodu sa pridá až nasledujúci.
-  Zmazať bod valca: Po označení tejto funkcie, môžeme vybrať bod, ktorý chceme z valca odstrániť.
-  „DxÚ“ bod: Funkcia umožní pridanie nového bodu typu „DxÚ“. Myšou sa vyberá bod na voľnej ploche na jednom z okrajov valca. Tento bod sa automaticky naviaže na jeden z krajných bodov valca.
-  „Smerový“ bod: Funkcia umožní pridanie nového smerového bodu. Myšou sa označujú dva body na profile. Prvým označeným je počiatočný bod smeru. Druhým je počiatočná poloha smerového bodu.
-  „U1 U2“ bod: Funkcia umožní pridanie nového bodu typu „U1 U2“. Tento bod, je možné myšou vložiť len medzi dva body valca. Zvierajúce uhly sa dopyčítajú automaticky.
-  „XD“ bod: Funkcia umožní pridanie nového bodu typu „XD“. Myšou klikneme na ľubovoľné miesto na pracovnej ploche, na ktoré sa nový bod vloží.
-  Upraviť bod: Po označení môžeme vybrať bod, ktorého parametre chceme upraviť. Bod upravujeme v tabuľke parametrov bodu.
-  Pridať „Ucho“ Funkcia umožní pridanie ucha na okraj valca. Pre vloženie ucha, vyberieme ľubovoľný bod na profile. Ucho sa automaticky natočí v správnom smere.
-  Pridať „Zámok“ Funkcia umožní pridanie zámku. Po označení tejto funkcie vyberáme 3 profilové body, na ktorých sa zámok vytvorí. Prvým je počiatočný bod zámku. Druhým je vrcholový bod zámku. Tretím koncový bod zámku.
-  „RÚD“ bod: Funkcia umožní pridanie bodu typu „RÚD“. Po označení tejto funkcie vyberáme 3 body. Prvé dva z nich ležia na profile, posledný na pracovnej

ploche. Prvý bod udáva smer valca, druhý udáva koniec vodorovnej plochy a tretí leží pod zadaným uhlom mimo profilu.


-  „RB“ bod: Funkcia umožní prídanie bodu typu „RB“. Po označení tejto funkcie vyberáme 3 profilové body. Prvé tvoria priamku pod „veľkým rádiusom“ druhý v poradí musí byť profilový bod s veľkým rádiusom a tretí musí ležať tak, aby zvislá čiara, vedená z tohto bodu prešla veľkým rádiusom profilu.
-  Valec OK: Stlačením tohto tlačítka potvrdíme prídanie valca a pokračujeme pridávaním valca ďalšieho. Novo pridaný valec musíme vždy týmto potvrdiť.



Obr. 62 Panel nástrojov „Pridanie valca“

#### 5.11.5.4 Panel nástrojov „Úprava valca“

Po označení valca, je možné jeho body opätovne upravovať. Panel nástrojov má pre pridávanie bodov rovnaké funkcie ako pri pridávaní valca. Chýba funkcia „Valec OK“ a automatické pridávanie profilového bodu. Navyše sa tam nachádza možnosť zrkadlenia vybraného valca.

-  Zrkadlenie valca: Táto funkcia prezrkadlí aktuálny valec, cez stredovú os. Každá nová zmena v aktuálnom alebo novom zrkadlenom valci sa odrazí na oboch súčasne.



Obr. 63 Panel nástrojov „Úprava valca“

## 5.12 Rozpis materiálu

Rozpis materiálu je úzko spätý s modulom valcov. Grafický oddelený je z dôvodu, že v niektorých prípadoch sa pre jedného zákazníka vypracováva viac projektov, ale rozpis materiálu sa dodáva spoločne. Rozlišujeme rozpis materiálu dištancií, valcov a rolíen. Do jednotlivých rozpisov je nám preto umožnené vkladať aj súčiastky aj ručne. U každej jednej položky špecifikujeme:

- Priechod: Číslo priechodu
- Priemer: Maximálny priemer valca, rolny alebo dištancie
- Šírka: Šírka valca, rolny alebo dištancie
- Označenie: Zvyčajne meno valca, rolny alebo dištancie
- Vnútorý: Priemer hriadeľu, alebo rolny. Špecifikuje priemer diery vo valci, rolne alebo dištancii.

U každého individuálneho rozpisu sa pre výpočet hmotnosti vyrábaných súčiastok špecifikuje hustota materiálu. Ďalej zadávame ešte doporučený materiál. Pre výpočet potrebných polotovarov zadávame ešte:

- Ohrubovanie: Hodnota, ktorá sa pripočíta k maximálnemu priemeru valca a kompenzuje tak možné nedostatky pri výrobe valca.
- Prierez: Hodnota, ktorá sa pripočíta k šírke valca a kompenzuje tak možné nedostatky pri rozdeľovaní polotovaru na jednotlivé celky.

Vytvorený rozpis materiálu je možné uložiť do súboru a neskôr načítať. Výstupom rozpisu materiálu je PDF súbor s rozpisom materiálu. Príklady rozpisov materiálu je možné nájsť v prílohách [Príloha 10] a [Príloha 11].



Ochrubování 4					Válc					Rolny							
Hustota 8 Dopř. Materiál 11 600					Hustota 8 Dopř. Materiál 19 312					Hustota 8 Dopř. Materiál 19 312							
	Průchod	Průměr	Šíř	Označení	Vnitřní		Průchod	Průměr	Šíř	Označení	Vnitřní		Průchod	Průměr	Šíř	Označení	Vnitřní
1	1	76.00	81.32	01H1NO	55	1	1	183.50	68.68	01H2NO	55	1	11	103.94	39.20	11LNO	47
2	1	76.00	81.32	01H4NO	55	2	1	183.50	68.68	01H3NO	55	2	11	103.94	39.20	11LNO	47
3	1	76.00	73.00	01D1NO	55	3	1	132.76	77.00	01D2NO	55	3	12	103.40	39.20	12LNO	47
4	1	76.00	73.00	01D4NO	55	4	1	132.76	77.00	01D3NO	55	4	12	103.40	39.20	12LNO	47
5	2	76.00	73.00	02H1NO	55	5	2	187.91	47.60	02H4NO	55	5	13	102.78	39.95	13LNO	47
6	2	76.00	73.00	02H5NO	55	6	2	183.50	58.80	02H3NO	55	6	13	102.78	39.95	13LNO	47
7	2	76.00	81.99	02D1NO	55	7	2	187.91	47.60	02H2NO	55	7	14	101.96	34.00	14H1MB	42
8	2	76.00	81.99	02D4NO	55	8	2	124.44	68.01	02D2NO	55	8	14	101.96	34.00	14H1MB	42
9	3	76.00	74.28	03H1NO	55	9	2	124.44	68.01	02D3NO	55	9	14	114.59	70.00	14LMB	47
10	3	76.00	74.28	03H5NO	55	10	3	195.72	45.45	03H2NO	55	10	14	98.00	70.00	14D1MB	47
11	3	76.00	83.42	03D1NO	55	11	3	195.72	45.45	03H4NO	55	11	14	114.59	70.00	14LMB	47
12	3	76.00	83.42	03D4NO	55	12	3	183.50	60.53	03H3NO	55	12	15	104.00	39.20	15LMB	47
13	4	76.00	75.58	04H1NO	55	13	3	124.60	66.58	03D2NO	55	13	15	104.00	39.20	15LMB	47
14	4	76.00	75.58	04H5NO	55	14	3	124.60	66.58	03D3NO	55	14	16	104.00	39.20	16LMB	47
15	4	76.00	84.92	04D1NO	55	15	4	203.94	43.48	04H2NO	55	15	16	104.00	39.20	16LMB	47
16	4	76.00	84.92	04D4NO	55	16	4	203.94	43.48	04H4NO	55	16	17	114.00	70.00	17LMB	47
17	5	76.00	88.00	05H1NO	55	17	4	183.50	61.88	04H3NO	55	17	17	114.00	70.00	17LMB	47
18	5	76.00	88.00	05H5NO	55	18	4	124.72	65.08	04D2NO	55	18	17	98.00	70.00	17D1MB	47
19	5	76.00	23.35	05D1NO	55	19	4	124.72	65.08	04D3NO	55	19	17	102.57	70.00	17H1MB	47
20	5	76.00	23.35	05D6NO	55	20	5	183.50	61.88	05H3NO	55	20	18	114.00	70.00	18LMB	47
21	6	76.00	95.00	06H1NO	55	21	5	183.51	31.06	05H2NO	55	21	18	114.00	70.00	18LMB	47
22	6	76.00	95.00	06H5MB	55	22	5	183.51	31.06	05H4NO	55	22	18	98.00	70.00	18D1MB	47
23	6	76.00	67.42	06D1NO	55	23	5	206.36	80.00	D30/80	55	23	18	102.57	70.00	18H1MB	47
24	6	76.00	67.42	06D6NO	55	24	5	124.72	46.65	05D3NO	55						
25	7	76.00	95.00	07H1NO	55	25	5	124.72	46.65	05D4NO	55						
26	7	76.00	95.00	07H5NO	55	26	5	206.36	80.00	D30/80	55						
27	7	76.00	76.86	07D1NO	55	27	6	183.50	61.88	06H3NO	55						
28	7	76.00	76.86	07D6NO	55	28	6	183.51	24.07	06H2NO	55						

Obr. 64 Ukážka obrazovky Rozpis materiálu

### 5.12.1 Programy, programové listy a Technické výkresy











V rozpise materiálu sa taktiež nachádzajú možnosti tvorby programov pre výrobu valcov na CNC stroji. Alebo tvorby technických výkresov pre výrobu valcov ručne na sústruhu. Ku každému programu sa dodávajú podporné programové listy, kde sú valce ešte bližšie popísané tabuľkou a je tu znázornený aj obrýs valca. Ukážka programového listu pre valec je v prílohe [Príloha 12] a ukážka technického výkresu v prílohe [Príloha 13].

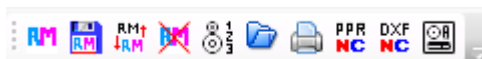
Calypso podporuje tvorbu programov pre CNC stroj v dvoch formátoch a to DXF formát a „PPR“ formát. Bližšie informácie o formátoch programov pre CNC stroj sú v kapitole [1.8.4.1]. Príklad PPR programu vygenerovaného systémom Calypso je možné vidieť v prílohe [Príloha 14].



## 5.12.2 Panel nástrojov rozpis materiálu

Jednotlivé možnosti modulu rozpis materiálu sú opísané v tejto časti. Pri tvorbe programov a programových listov sa tieto vytvárajú z aktuálnych valcov, ale len tých, ktoré sú uvedené v rozpise materiálu. Valce sa s rozpisom materiálu párujú podľa označenia.

-  Vytvoriť rozpis materiálu z valcov: Vygeneruje rozpis materiálu z vytvorených valcov a spojí ho s aktuálne zobrazeným.
-  Uložiť materiál: Uloží rozpis materiálu do súboru.
-  Otvoriť materiál a spojiť s aktuálnym: Otvorí materiál zo súboru a spojí ho s aktuálne zobrazeným
-  Vyčistiť rozpis: Vymaže zobrazený rozpis materiálu
-  Triediť podľa priemeru a šírky: Triedi rozpis materiálu podľa zadaného priemeru a šírky
-  Otvoriť materiál ako nový: Otvorí rozpis materiálu zo súboru a nahradí aktuálne zobrazený
-  Tlač materiálu: Vytvorí PDF s rozpisom materiálu
-  PPR programy a programové listy: Z aktuálneho rozpisu materiálu vytvorí programové listy a programy vo formáte „PPR“.
-  DXF programy a programové listy: Z aktuálneho rozpisu materiálu vytvorí programové listy a programy vo formáte DXF
-  Technické výkresy: Vytvorí technické výkresy valcov uvedených v rozpise materiálu.

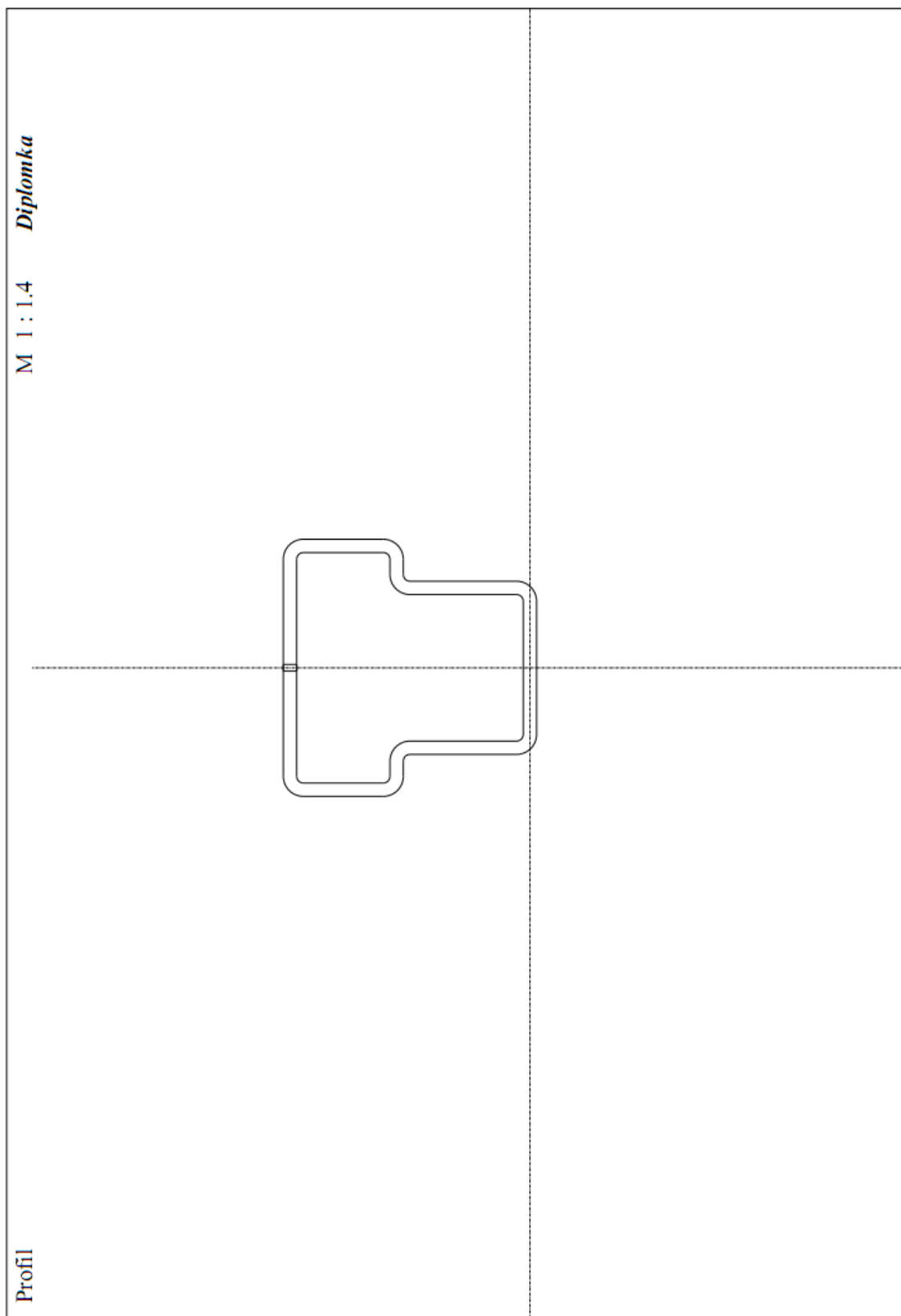


Obr. 65 Ukážka panelu nástrojov Rozpis materiálu

## Zoznam obrázkov

PRACOVNÉ PROSTREDIE DESIGNERA.....	3
UKÁŽKA NASTAVENÍ PROSTREDIA .....	4
UKÁŽKA OKNA „ZADÁVANIE DÁT PROFILU“ .....	6
UKÁŽKA OKNA „ZOBRAZENIE PROFILU“ .....	8
UKÁŽKA ZOBRAZENIA DVOCH OKIEN VEĎEA SEBA .....	9
ZADÁVANIE DÁT KYTIČKY .....	10
ZOBRAZENIE KYTIČKY.....	11
UKÁŽKA OBRAZOVKY „OTVORIŤ KYTIČKU (PRIECHODY)“ .....	12
UKÁŽKA OBRAZOVKY PARAMETROV STROJA .....	13
UKÁŽKA PRACOVNÉHO OKNA PRE VALCE.....	14
EDITAČNÁ TABUĽKA PROFILOVÝ BOD .....	15
EDITAČNÁ TABUĽKA XD BOD .....	16
NÁKRES SMEROVÝ BOD A EDITAČNÁ TABUĽKA .....	16
NÁKRES DXÚ BODU A EDITAČNÁ TABUĽKA.....	17
U1 U2 BOD A EDITAČNÁ TABUĽKA .....	17
NÁKRES UCHA A EDITAČNÁ TABUĽKA .....	18
NÁKRES ZÁMKU A EDITAČNÁ TABUĽKA .....	19
NÁKRES RB BOD A EDITAČNÁ TABUĽKA .....	20
NÁKRES RÚD BOD A EDITAČNÁ TABUĽKA .....	21
EDITAČNÁ TABUĽKA ROLNY A ZRKADLENEJ ROLNY .....	22
PANEL NÁSTROJOV „ÚPRAVA STOLICE“ .....	23
PANEL NÁSTROJOV „ÚPRAVA HRIADELU ALEBO ROLNY“ .....	24
PANEL NÁSTROJOV „PRIDANIE VALCA“ .....	25
PANEL NÁSTROJOV „ÚPRAVA VALCA“ .....	25
UKÁŽKA OBRAZOVKY ROZPIS MATERIÁLU .....	26
UKÁŽKA PANELU NÁSTROJOV ROZPIS MATERIÁLU .....	27

## Príloha 2. Ukážka PDF výstupu „Export profilu“



### Príloha 3. Ukážka PDF výstupu „Dáta profilu“

Kalibrace profilu: Diplomka Varianta: 1  
 Datum a čas: 24.07.2012 20:20:05  
 Zpracoval: Peter Lapin

Úsek	P	Z	Délka	Uhel	Poloměr	K
1.	0	1	16.80	90.00	3.00	0.45
2.	0	1	12.00	90.00	3.00	0.45
3.	0	1	2.30	-90.00	1.00	0.45
4.	0	1	16.00	90.00	3.00	0.45
5.	0	0	10.00	0.00	0.00	0.00
6.	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
7.	0	0	10.00	90.00	3.00	0.45
8.	1	0	16.00	-90.00	1.00	0.45
9.	1	0	2.30	90.00	3.00	0.45
10.	1	0	12.00	90.00	3.00	0.45
11.	1	0	16.80	0.00	0.00	0.00

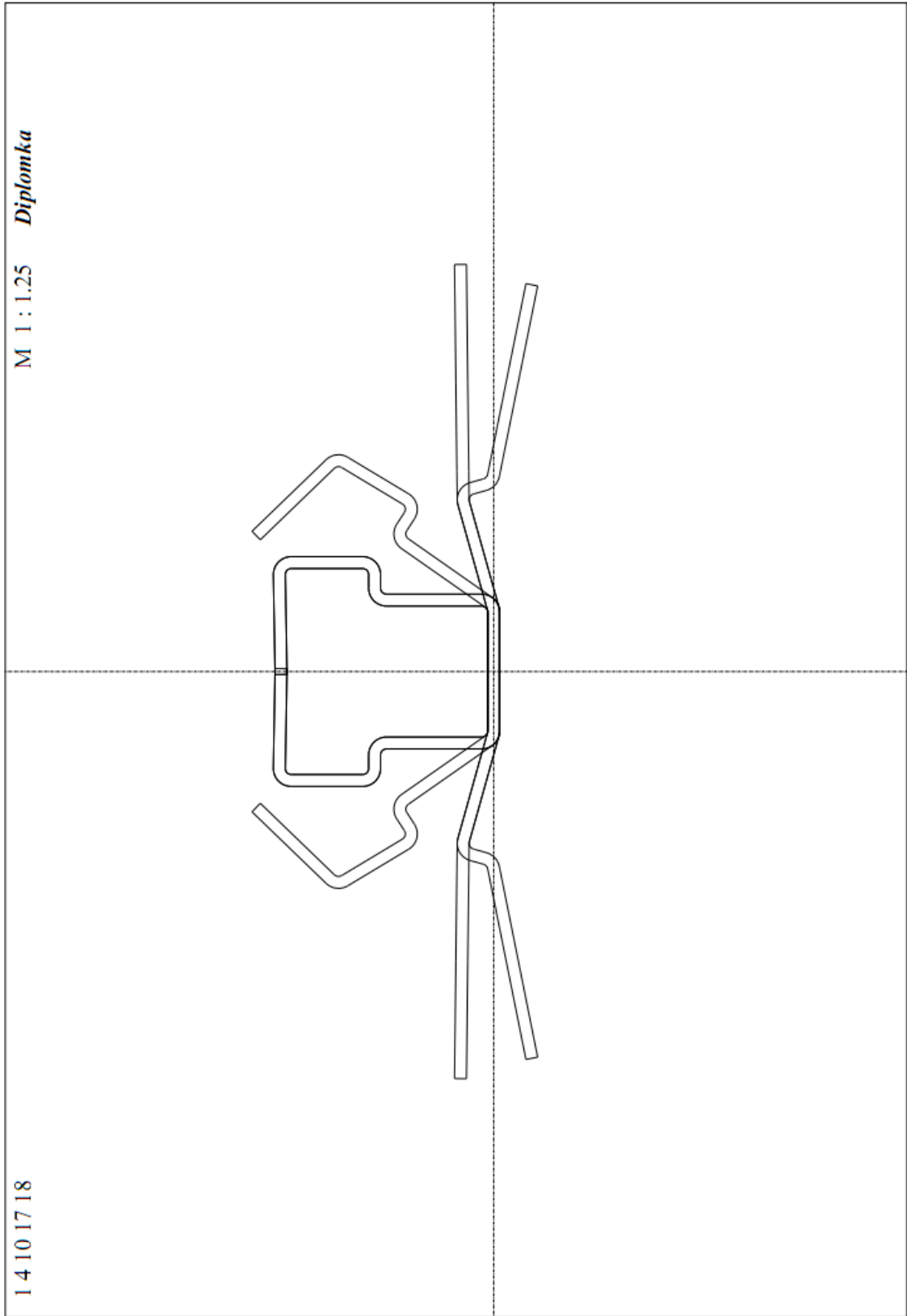
Tloušťka plechu : 2 mm Rozvin: 138.08 mm Váha : 2.21 kg/bm

### Príloha 4. Ukážka PDF výstupu „Kalibračná tabuľka“ profilu

Kalibrace profilu: Diplomka Varianta: 1  
 Datum a čas: 24.07.2012 20:20:06  
 Zpracoval: Peter Lapin  
 Průchod č: Profil Stolice: Profil

Úsek	Beta	DX	X1	oA	oB	R1	A1	LU	X1	Y1	RX	RY
1.	-180.00	0.00	0.50	-72.00	76.00	0.00	0.00	0.00	0.50	37.00	0.00	0.00
2.	-90.00	19.80	-19.30	-72.00	76.00	3.00	90.00	19.80	-19.30	37.00	-16.30	34.00
3.	0.00	0.00	-19.30	-36.00	40.00	3.00	90.00	18.00	-19.30	19.00	-16.30	22.00
4.	-90.00	6.30	-13.00	-36.00	40.00	1.00	-90.00	6.30	-13.00	19.00	-14.00	18.00
5.	0.00	0.00	-13.00	4.00	0.00	3.00	90.00	20.00	-13.00	-1.00	-10.00	2.00
6.	0.00	13.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	13.00	0.00	-1.00	0.00	0.00
7.	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00
8.	90.00	13.00	13.00	4.00	0.00	3.00	90.00	13.00	13.00	-1.00	10.00	2.00
9.	0.00	0.00	13.00	-36.00	40.00	1.00	-90.00	20.00	13.00	19.00	14.00	18.00
10.	90.00	6.30	19.30	-36.00	40.00	3.00	90.00	6.30	19.30	19.00	16.30	22.00
11.	180.00	0.00	19.30	-72.00	76.00	3.00	90.00	18.00	19.30	37.00	-16.30	34.00
12.	-90.00	19.80	-0.50	-72.00	76.00	0.00	0.00	19.80	-0.50	37.00	0.00	0.00
13.	0.00	0.00	-0.50	-68.00	72.00	0.00	0.00	2.00	-0.50	35.00	0.00	0.00
14.	-90.00	17.80	17.30	-68.00	72.00	1.00	-90.00	17.80	17.30	35.00	16.30	34.00
15.	-180.00	0.00	17.30	-40.00	44.00	1.00	-90.00	14.00	17.30	21.00	16.30	22.00
16.	-90.00	6.30	11.00	-40.00	44.00	3.00	90.00	6.30	11.00	21.00	14.00	18.00
17.	-180.00	0.00	11.00	0.00	4.00	1.00	-90.00	20.00	11.00	1.00	10.00	2.00
18.	-180.00	11.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	11.00	0.00	1.00	0.00	0.00
19.	-180.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
20.	90.00	11.00	-11.00	0.00	4.00	1.00	-90.00	11.00	-11.00	1.00	-10.00	2.00
21.	180.00	0.00	-11.00	-40.00	44.00	3.00	90.00	20.00	-11.00	21.00	-14.00	18.00
22.	90.00	6.30	-17.30	-40.00	44.00	1.00	-90.00	6.30	-17.30	21.00	-16.30	22.00
23.	0.00	0.00	-17.30	-68.00	72.00	1.00	-90.00	14.00	-17.30	35.00	-16.30	34.00
24.	90.00	17.80	0.50	-68.00	72.00	0.00	0.00	17.80	0.50	35.00	0.00	0.00

## Príloha 5. Ukážka PDF výstupu kytičky



## Príloha 6. Ukážka PDF výstupu Dáta kytičky

Kalibrace profilu: Diplomka Varianta: 1

Datum a čas: 24.07.2012 22:39:38

Zpracoval: Peter Lapin

Pru.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Beta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	60.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
2	0.00	33.00	54.00	63.00	74.35	74.35	74.35	92.00	92.00	92.00	92.00
3	-15.00	-50.00	-75.00	-90.00	-90.00	-90.00	-90.00	-88.00	-88.00	-88.00	-88.00
4	15.65	15.65	15.65	15.65	15.65	15.65	15.65	22.00	37.00	55.00	68.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	15.65	15.65	15.65	15.65	15.65	15.65	15.65	22.00	37.00	55.00	68.00
8	-15.00	-50.00	-75.00	-90.00	-90.00	-90.00	-90.00	-88.00	-88.00	-88.00	-88.00
9	0.00	33.00	54.00	63.00	74.35	74.35	74.35	92.00	92.00	92.00	92.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	60.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## Príloha 7. Ukážka PDF výstupu kalibračné listy.

Kalibrace profilu: Diplomka Varianta: 1

Datum a čas: 24.07.2012 22:48:16

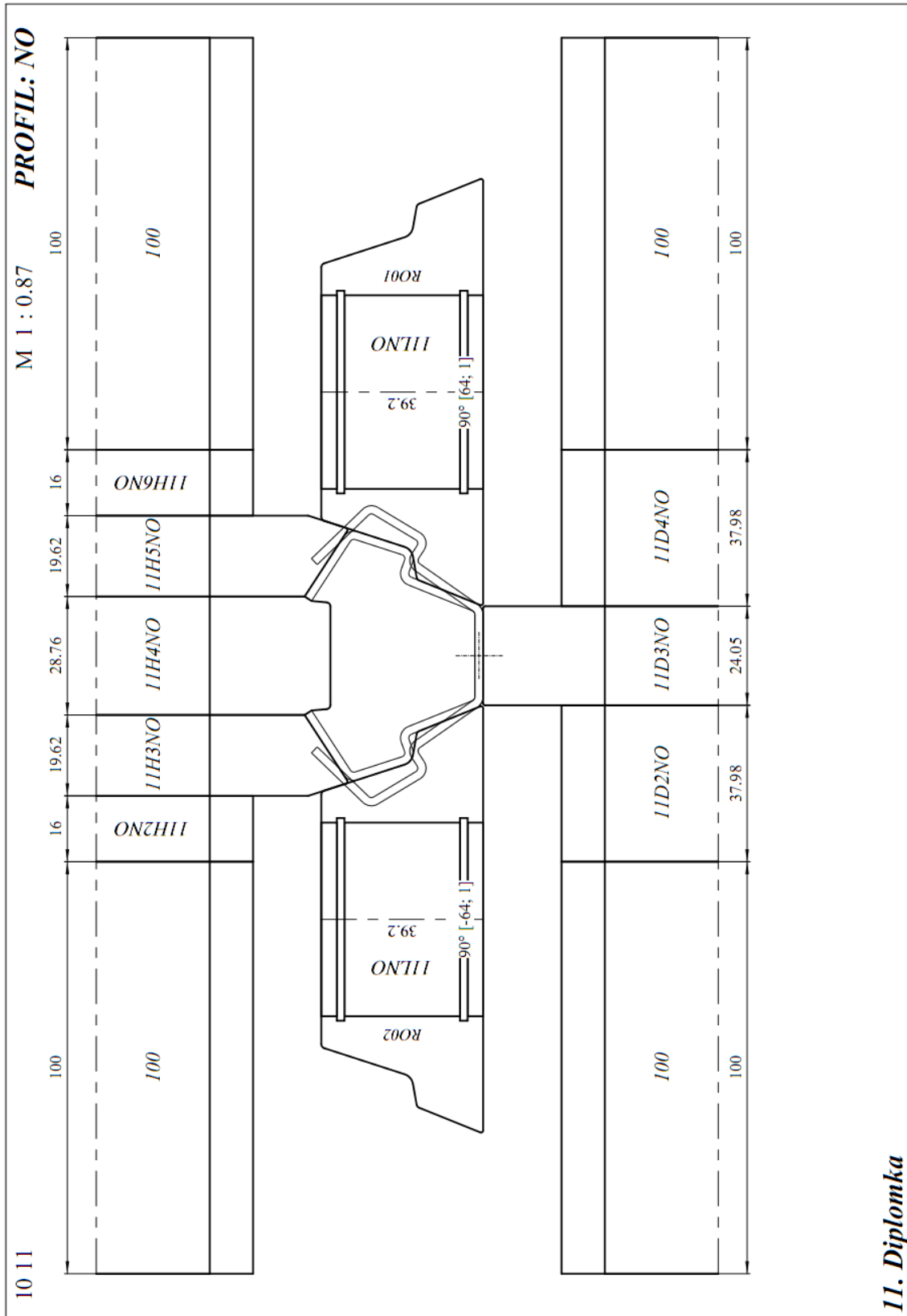
Zpracoval: Peter Lapin

Průchod č: 1 Stolice: 1

Úsek	Beta	DX	X1	oA	oB	R1	A1	LU	X1	Y1	RX	RY
1.	-0.65	0.00	-68.40	176.34	125.16	0.00	0.00	0.00	-68.40	4.58	0.00	0.00
2.	-0.65	19.78	-48.62	176.79	124.71	3.00	0.00	19.78	-48.62	4.35	-45.62	4.54
3.	-0.65	14.98	-33.64	177.13	124.37	3.00	0.00	14.98	-33.64	4.18	-36.47	5.16
4.	-15.65	4.92	-28.72	177.24	124.26	1.00	-15.00	4.92	-28.72	4.13	-28.86	3.13
5.	0.00	18.30	-10.41	187.50	114.00	3.00	15.65	19.01	-10.41	-1.00	-10.00	2.00
6.	0.00	10.41	0.00	187.50	114.00	0.00	0.00	10.41	0.00	-1.00	0.00	0.00
7.	0.00	0.00	0.00	187.50	114.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00
8.	15.65	10.41	10.41	187.50	114.00	3.00	15.65	10.41	10.41	-1.00	10.00	2.00
9.	0.65	18.30	28.72	177.24	124.26	1.00	-15.00	19.01	28.72	4.13	28.86	3.13
10.	0.65	4.92	33.64	177.13	124.37	3.00	0.00	4.92	33.64	4.18	36.47	5.16
11.	0.65	14.98	48.62	176.79	124.71	3.00	0.00	14.98	48.62	4.35	45.62	4.54
12.	90.65	19.78	68.40	176.34	125.16	0.00	0.00	19.78	68.40	4.58	0.00	0.00
13.	-179.35	0.02	68.38	172.34	129.16	0.00	0.00	2.00	68.38	6.58	0.00	0.00
14.	-179.35	19.78	48.60	172.79	128.71	1.00	0.00	19.78	48.60	6.35	0.00	0.00
15.	-179.35	14.98	33.61	173.13	128.37	1.00	0.00	14.98	33.61	6.18	0.00	0.00
16.	-164.35	5.18	28.43	173.25	128.25	3.00	15.00	5.18	28.43	6.12	28.86	3.13
17.	-180.00	18.29	10.14	183.50	118.00	1.00	-15.65	19.00	10.14	1.00	10.00	2.00
18.	-180.00	10.14	0.00	183.50	118.00	0.00	0.00	10.14	0.00	1.00	0.00	0.00
19.	-180.00	0.00	0.00	183.50	118.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
20.	164.35	10.14	-10.14	183.50	118.00	1.00	-15.65	10.14	-10.14	1.00	-10.00	2.00
21.	179.35	18.29	-28.43	173.25	128.25	3.00	15.00	19.00	-28.43	6.12	-28.86	3.13
22.	179.35	5.18	-33.61	173.13	128.37	1.00	0.00	5.18	-33.61	6.18	0.00	0.00
23.	179.35	14.98	-48.60	172.79	128.71	1.00	0.00	14.98	-48.60	6.35	0.00	0.00
24.	-90.65	19.78	-68.38	172.34	129.16	0.00	0.00	19.78	-68.38	6.58	0.00	0.00

Rozvin : 138.08 mm Převodový poměr: 1.60965 Zakladní průměr : 114.00 mm

**Príloha 8. Ukážka PDF výstupu valce**



## Príloha 9. Ukážka PDF výstupu Dáta valcov

Datum a čas: 24.07.2012 22:54:28 OSAZENÍ STOLICE: 1

### D I S T A N C E

	Průměr	Délka	Označení
Levé dolní	76.00	73.00	01D1NO
Pravé dolní	76.00	73.00	01D4NO
Levé horní	76.00	81.32	01H1NO
Pravé horní	76.00	81.32	01H4NO

### S P O D N Í V Á L C E

Umíst'ovací bod: -77.00 Max. průměr: 132.76 Celková šířka: 77.00 Označení : 01D2NO

Bod	dX	D	R	X	Uhel
1.	0.00	132.76	1.00	-77.00	0.00
2.	7.89	132.76	3.50	-69.11	0.00
3.	0.71	124.76	0.00	-68.40	-80.00
4.	39.69	124.26	1.00	-28.72	-0.36
5.	18.30	114.00	3.00	-10.41	-15.65
6.	10.41	114.00	0.50	0.00	0.00

Umíst'ovací bod: 0.00 Max. průměr: 132.76 Celková šířka: 77.00 Označení : 01D3NO

Bod	dX	D	R	X	Uhel
1.	0.00	114.00	0.50	0.00	0.00
2.	10.41	114.00	3.00	10.41	0.00
3.	18.30	124.26	1.00	28.72	15.65
4.	39.69	124.76	0.00	68.40	0.36
5.	0.71	132.76	3.50	69.11	80.00
6.	7.89	132.76	1.00	77.00	0.00

### H O R N Í V Á L C E

Umíst'ovací bod: -68.68 Max. průměr: 183.50 Celková šířka: 68.68 Označení : 01H2NO

Bod	dX	D	R	X	Uhel
1.	0.00	172.34	0.00	-68.68	0.00
2.	40.25	173.25	3.00	-28.43	-0.65
3.	18.29	183.50	1.00	-10.14	-15.65
4.	10.14	183.50	0.50	0.00	0.00

Umíst'ovací bod: 0.00 Max. průměr: 183.50 Celková šířka: 68.68 Označení : 01H3NO

Bod	dX	D	R	X	Uhel
1.	0.00	183.50	0.50	0.00	0.00
2.	10.14	183.50	1.00	10.14	0.00
3.	18.29	173.25	3.00	28.43	15.65
4.	40.25	172.34	0.00	68.68	0.65



## Príloha 10. Rozpis materiálu pre valce

### ROZPIS MATERIÁLU PRO PROFIL : Diplomka

---

---

VÁLCE :      Vnitřní průměr : 55H8 mm  
Doporučený materiál : 19 312

Průměr	Kusy	Šíře	Označení
112.07	2.	38.60	15H4NO, 16H4NO
113.50	1.	28.76	11H4NO
114.00	1.	24.05	11D3NO
	1.	24.60	12D3NO
	1.	25.22	13D3NO
114.06	2.	20.46	13H3NO, 13H5NO
114.50	1.	17.39	12H4NO
116.00	2.	79.84	16D2YV, 17D2YV
117.50	1.	7.08	13H4NO
117.74	2.	21.30	12H3NO, 12H5NO
122.35	2.	19.62	11H3NO, 11H5NO
124.44	2.	68.01	2D2NO, 2D3NO
124.60	2.	66.58	3D2NO, 3D3NO
124.72	2.	46.65	5D3NO, 5D4NO
	2.	47.58	6D3NO, 6D4NO
	2.	48.15	7D3NO, 7D4NO
	2.	65.08	4D2NO, 4D3NO
132.76	2.	77.00	1D2NO, 1D3NO
135.06	2.	50.00	8D2NO, 8D3NO
161.10	2.	50.00	9D2NO, 9D3NO
182.83	2.	50.00	10D3NO, 10D2NO
183.50	1.	30.00	10H3NO
	2.	32.04	9H3NO, 9H4NO
	2.	38.00	8H3NO, 8H4NO
	1.	58.80	2H3NO
	1.	60.53	3H3NO
	4.	61.88	4H3NO, 5H3NO, 6H3NO, 7H3NO
	2.	68.68	1H2NO, 1H3NO
183.51	2.	24.06	7H2NO, 7H4NO
	2.	24.07	6H2NO, 6H4NO
	2.	31.06	5H2NO, 5H4NO
187.91	2.	47.60	2H4NO, 2H2NO
195.72	2.	45.45	3H2NO, 3H4NO
203.94	2.	43.48	4H2NO, 4H4NO
206.36	2.	80.00	D30/80, D30/80
216.00	2.	24.99	D75/25U, D75/25U
	2.	35.00	D60/35U, D60/35U

Válců bude celkem : 67 kusů

## Príloha 11. Potrebné priemery polotovarov

### ROZPIS MATERIÁLU PRO PROFIL : Diplomka

---

---

#### POTŘEBNÉ PRŮMĚRY POLOTOVARŮ ROLEN A VÁLCŮ, JEJICH DÉLKY A HMOTNOSTI

---

---

Na čistý max. průměr přidáno : 4 mm na ohrubování

Na čistou šířku přidáno : 4 mm na přež

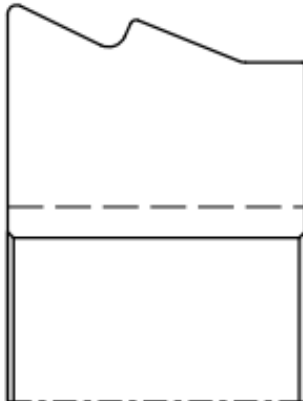
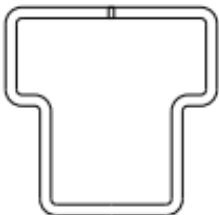
Průměr [mm]	Délka [mm]	Hmotnost [kg]	Počet řezaných kusů
105.00	222.00	15.38	3
110.00	657.50	49.99	14
120.00	885.82	80.15	17
125.00	61.69	6.06	3
130.00	779.36	82.76	14
140.00	270.00	33.25	4
170.00	108.00	19.61	2
190.00	1016.67	230.60	21
195.00	103.20	24.66	2
200.00	98.90	24.86	2
210.00	94.97	26.31	2
215.00	167.99	48.79	2
220.00	135.97	41.35	4

Celková hmotnost polotovarů na rolny a válce bude : 683.76 kg.

---

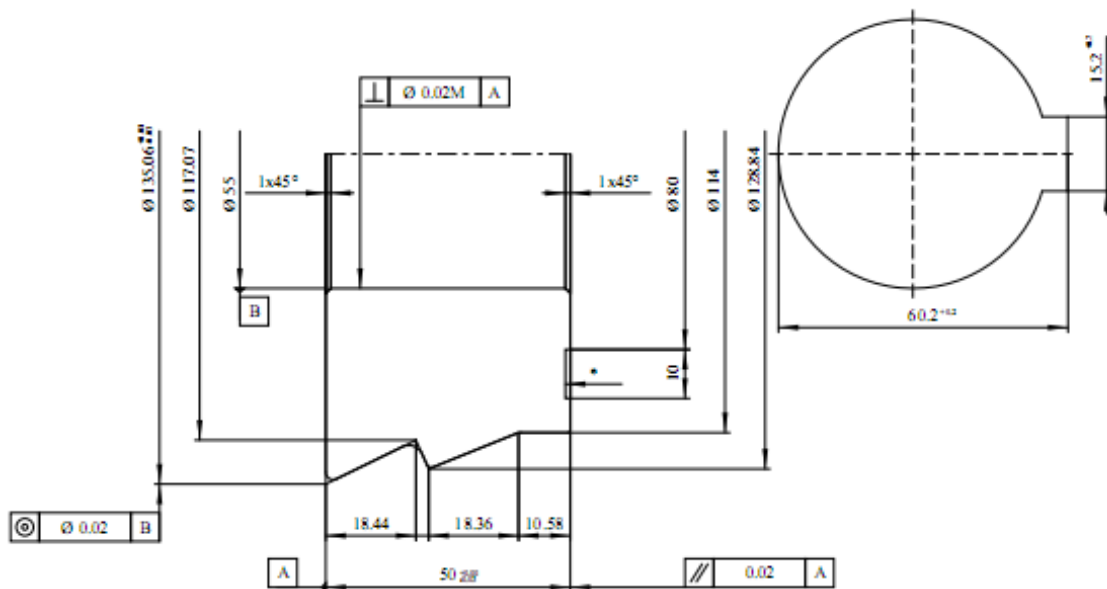
---

## Príloha 12. Ukážka PDF programových listov

Průměr otvoru : 55H8 x 60.2 x 15.2		Drsnost : 0.4																																					
																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bod</th> <th>dX</th> <th>D</th> <th>R</th> <th>X</th> <th>Uhel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>0.00</td> <td>135.06</td> <td>1.50</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>18.44</td> <td>117.07</td> <td>3.00</td> <td>18.44</td> <td>-26.00</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>2.62</td> <td>128.84</td> <td>1.00</td> <td>21.06</td> <td>66.00</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>18.36</td> <td>114.00</td> <td>3.00</td> <td>39.42</td> <td>-22.00</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>10.58</td> <td>114.00</td> <td>0.50</td> <td>50.00</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>				Bod	dX	D	R	X	Uhel	1.	0.00	135.06	1.50	0.00	0.00	2.	18.44	117.07	3.00	18.44	-26.00	3.	2.62	128.84	1.00	21.06	66.00	4.	18.36	114.00	3.00	39.42	-22.00	5.	10.58	114.00	0.50	50.00	0.00
Bod	dX	D	R	X	Uhel																																		
1.	0.00	135.06	1.50	0.00	0.00																																		
2.	18.44	117.07	3.00	18.44	-26.00																																		
3.	2.62	128.84	1.00	21.06	66.00																																		
4.	18.36	114.00	3.00	39.42	-22.00																																		
5.	10.58	114.00	0.50	50.00	0.00																																		
																																							
CAD - grafika pomocí počítařového programu AutoCAD 2011, kreslící aplikace a PostScript																																							
Měřítko	19 312	1	Ø 135.06 - 50.00	PO ODKOŠENÍ KALIT-POPUSTIT NA 55 HRC																																			
1 : 1	Material	ks	Rozměr	Poznámka																																			
	Zpracoval		Datum: 24.07.2012	Odber. Diplomka																																			
KOVOPROFIL Ing. Jiroušek konstrukce a profilování tenkostěnných profilů Hradecká 1372 ČERNOŠICE 602 379 124		Název-vyrazit na pravý bok rolny <b>8D2NO</b>		Číslo výkresu <b>38NO</b>																																			

# Príloha 13. Ukážka technického výkresu

0.8 // 1.6 //



PO ODZKOUŠENÍ  
KALIT - PROPUSTIT  
NA 59° HRC

\* OZNACIT : 8D2NO

NETOLEROVANÉ ROZMĚRY TVARU : ± 0.05 mm

Poz.	Číslo výkresu	Název	ks	Material	Rozměr	Poznámka
		VÁLEC	1	19 312	Ø 135.06 - 50.00	
Měřítko	1 : 0.85					
	Konstruoval: Ing. JANOUSEK					
	Schválil:		Datum: 24.07.2012	Starý výkres:	Diplomka	
KOVOPROFIL Ing. Janousek Hradecká 1372 ČERNOŠICE	Název výrobku: <b>VALEC 8D2NO</b>				Č. výkresu: <b>4-3312-38</b>	

## Príloha 14. Ukážka programu pre systém Kovoprog

```
! Calypso zdravi
g,-10,67.6022,-10,113.9573
b,1,1,0,0,27.5
b,2,1,0,0,93.9573
b,3,1,0,8.5419,93.9573
b,4,1,0,9.2472,89.9573
b,5,1,0,43.2087,89.357
b,6,1,0,47.6022,86.3543
b,7,1,0,47.6022,32.5
pv,'a',1..7
zaobl,'a',5,0.98
zaobl,'a',3,3.48
zaobl,'a',2,0.98
! Tohle je pro rolnu: 2H2NO s cislem vykresu :7NO
! Max. prumer : 187.9146 mm
! Max. sirka : 47.6022 mm
! Vnitřni otvor ma prumer : 55 mm
! Drazka pro pero : 15.2 mm
! Cela kontura
! PV,'a',0;27.5,0;92.9573,r-1,1;93.9573,5.605;93.95
t,150,450,h,150
nas1
hb,10,2,57.6022,202.9146,1.7,o
odj,252.9146,150,a
nas7
kt,10,3,0,5
km
odj,252.9146,450,a
end
! Upraveno podle dohody ze dne 8.4.2012
! Vytvořeno v novém programu Calypso 2012 !
```