

Stredná priemyselná škola technická
Hviezdoslavova 6, 052 01 Spišská Nová Ves

Babetta trojkolka

Strojár inovátor

Č. odboru: 1. Konštrukcie strojov a zariadení, automobily,
biomedicínske inžinierstvo

Spišská Nová Ves
2021

Riešiteľ:
Pavol Hrušovský

Ročník štúdia:
štvrtý

Obsah

Obsah	2
1. Úvod.....	3
2. Ciele práce.....	3
3. Praktická časť	4
3.1. Rám.....	4
3.2. Kolesá	4
3.3. Hriadeľ.....	4
3.4. Pevnostný výpočet hriadeľa	5
3.5. Riadidlá a predná vidlica	6
3.6. Brzdové ústrojenstvo	6
3.7. Elektroinštalácia	6
3.8. Postup výroby trojkolky	7
3.9. Vyčíslenie nákladov	9
4. Závery	10
Prílohy.....	11

1. Úvod

Ako predmet stredoškolskej odbornej činnosti sme si vybrali stavbu Babetty trojkolky, pretože nás už dlhší čas fascinovali všeobecne trojkolky a mali sme aj praktické skúsenosti ohľadne mopedu typu Babetta. Táto trojkolka je určená pre spevnený, ale aj nespevnený povrch a má veľkú stabilitu vďaka trom kolesám.

Existuje veľa typov trojkoliek, pri ktorých je využitý či už spaľovací motor alebo elektromotor. My sme navrhli trojkolku s dvojtaktným spaľovacím motorom z Babetty 225, ktorá je doplnená o niektoré bezpečnostné prvky ako kryt hriadeľa, mriežku, pevnosť a taktiež o zväčšenie veľkosti úložného priestoru.

Trojkolky podobného typu sme už videli skôr, a tak nám napadlo zhotoviť niečo podobné, ale vylepšené o bezpečnosť a priestor pre jazdca. Prostredie na výrobu konštrukcie a taktiež prostriedky sme mali celkom ideálne. Taktiež sme si túto tému vybrali preto, aby sme ukázali naše praktické a aj teoretické skúsenosti, ktoré sme nadobudli počas štúdia na strednej škole, na výrobu niečoho užitočného a použiteľného v praxi.

2. Ciele práce

Naším hlavným cieľom bolo to, aby sme si vyskúšali návrh a konštruovanie nejakého výrobku na základe našich vedomostí, ktoré sme nadobudli počas štúdia. Chceli sme vytvoriť funkčnú trojkolku, ktorá by slúžila na prevoz ľahšieho materiálu a na rekreačné účely. Mnohí ľudia majú strach ísť na dvojkoľosových motocykloch, pretože nevedia udržať stabilitu. Na trojkolke tento strach nemusia mať, pretože majú oveľa väčšiu stabilitu vďaka trom kolesám. Taktiež sa nám naskytla dobrá príležitosť na kúpu nefunkčných Babiett a motora, z ktorých sme trojkolku vyrobili.

Stanovili sme si tieto čiastkové ciele:

- navrhnuť a skonštruovať trojkolku s použitím materiálov, ktoré by sa mohli nájsť v domácnosti a z nefunkčných Babiett,
- navrhnuť a vyrobiť hnaný hriadeľ,
- urobiť pevnostný výpočet hriadeľa,
- urobiť pevnostný výpočet kútového zvaru,
- navrhnuť a vyrobiť rám s úložným priestorom(košom),

- spracovať výkresovú dokumentáciu,
- zmontovať všetky komponenty a otestovať funkčnosť trojkolky.

3. Praktická časť

Na zhotovenie základnej konštrukcie sme použili oceľové profily prierezu: obdĺžnikového, štvorcového, rovnoramenného L a tyč plochú z ocele 11 343, ktorá sa radí medzi konštrukčnú oceľ so zaručenou zvariteľnosťou.

Ako prvé sme vyhotovili zostavný výkres základného rámu konštrukcie v software AutoCAD, ku ktorému sme následne vložili osobité komponenty, ako napríklad kolesá, nádrž, motor, prednú vidlicu, hriadel, sedadlo a riadidlá. Tento výkres sme okótovali a popísali.

3.1. Rám

V dnešnej dobe sa prevažne využívajú rámy vyrobené z hliníka. Okrem hliníka sa na výrobu rámov využíva oceľ. Síce nie sú hrubostenné, ale ich tenšia stavba zaistuje pružnosť konštrukcie. Niekedy sa na konštrukciu rámu požívala oceľ, ako v tomto prípade na Babettu, preto sme sa rozhodli zachovať rovnaký materiál na celej konštrukcii trojkolky.

3.2. Kolesá

Aby sa zaistil menší odpor a ľahšie kĺzanie po vozovke, vpredu sme použili originálny cestný plášť z Babetty s rozmermi 225 x 16''. Na zadné dve kolesá sme použili taktiež cestné plášte pre väčšiu stabilitu a nosnosť trojkolky s väčšími rozmermi 250 x 16''. Na uchytenie kolies slúžia zadné časti rámu z Babetty a to klzná vidlice, ktoré tlmia nerovnosti a otrasy terénu spolu so zadným pérovaním.

3.3. Hriadel

Hriadel bolo potrebné navrhnuť tak, aby prenášal krútiaci moment M_k od motora (reťazového kolesa) cez valčekovú reťaz smerom ku zadnému reťazovému kolesu (rozeta). Poháňané bude iba jedno koleso a to ľavé zadné, aby sa bolo možné otáčať s trojkolkou na vozovke. Hriadel je uložený v ložiskových domcoch typu UCP 202

s vnútorným priemerom pre hriadeľ $d = 15$ mm, pretože reťazové kolesá majú vnútorný priemer osadenia $d = 15$ mm s vybraním na unášač 10 mm.

V hriadeli sú vyfrézované unášače na obidvoch stranách, do ktorých sú následne osadené reťazové kolesá. Reťazové kolesá sú zaistené dvomi maticami M10 STN 02 1401.45 zatočenými proti sebe na závite M10, ktorý je vyrobený na obidvoch koncoch hriadeľa. Ložiskové domce s hriadeľom sú uložené na pružinách STN 02 6003 uchytené k rámu štyrmi skrutkami M8x80 STN 02 1101.15 a ôsmimi maticami M8 STN 02 1401.45. Pružiny sú určené na tlmenie rázov a otrasov, tým sú ložiskové domce menej namáhané ako pri pevnom uchytení. Výsledný hriadeľ je odstupňovaný z priemeru polovýrobku $d = 30$ mm a materiálu 11 423.

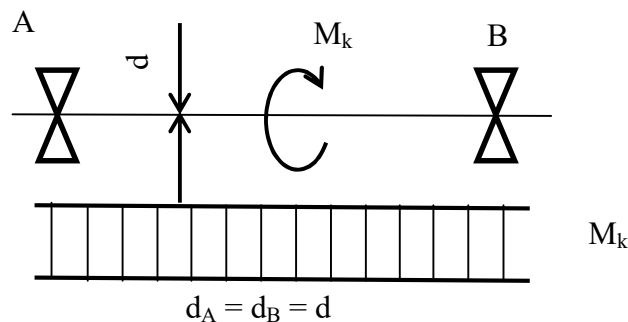
3.4. Pevnostný výpočet hriadeľa

Z dôvodu bezpečnosti volím priemer hriadeľa pod reťazovým kolesom $d = 10$ mm.

D: $P = 1,75 \text{ kW} = 1750 \text{ W}$

$$n = 5000 \text{ ot/min} = 83,3 \text{ s}^{-1}$$

materiál 11 423 $\Rightarrow \tau_{D_{kII}} = (45 - 70) \text{ MPa}$



Kontrola priemeru na krut:

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} \leq \tau_{D_k}$$

$$M_k = \frac{P}{\omega}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n = 2 \cdot \pi \cdot 83,3 \text{ s}^{-1} = 523,4 \text{ s}^{-1}$$

$$M_k = \frac{1750 \text{ W}}{523,4 \text{ s}^{-1}} = 3,344 \text{ Nm} = 3344 \text{ Nmm}$$

$$W_k = 0,2d^3 = 0,2 \cdot 10^3 \text{mm} = 200\text{mm}^3$$

$$\tau_k = \frac{3344 \text{ Nmm}}{200\text{mm}^3} = 16,7 \text{ MPa}$$

$$\tau_k = 16,7 \text{ MPa} < \tau_{D_{kII}} = (45 - 70) \text{MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

3.5. Riadidlá a predná vidlica

V dnešnej dobe sa na výrobu riadidiel a vidlice využíva hliník a materiály z uhlíkových vlákien. V minulosti sa na ich výrobu využívala oceľ s povrchovou úpravou. Podľa výrobcov určeného spôsobu využívania motocyklov do terénu, alebo na cesty majú riadidlá rôzny tvar. Na cestnom motocykli sa využívajú zahnuté riadidlá, tzv. "barany", na terénnom sa využívajú rovné, resp. jemne zahnuté riadidlá, tzv. "lastovičky".

Pri všetkých motocykloch sa využíva odpružená vidlica. Zdvih prednej odpruženej vidlice sa pohybuje od 60 mm.

V našom prípade predné pérovanie tvorí teleskopická vidlica bez tlmiča so zdvihom 60 mm použitá z Babetty 210, tak ako aj zahnuté riadidlá, pretože jazdec má pohodlnejšiu polohu pri jazde a taktiež lepšiu stabilitu.

3.6. Brzdové ústrojenstvo

Na prenos brzdiacej sily sa používa oceľové lanko, ktoré sa vedie od brzdovej páky umiestnenej na riadidlách až po čeľuste brzdy. Po stlačení brzdovej páky dôjde k pritlačaniu čeľustí, ktoré trením sa o vnútro náboja kolesa zabezpečujú brzdenie.

Keďže sme mali všetky tri kolesá na trojkolke z Babetty 210, tak sme taktiež použili mechanické bubnové (čeľust'ové) brzdy ovládané pákami na riadidlách z tohto mopedu. Predné koleso je samostatne brzdené jednou pákou. Zadné kolesá majú lanká spojené oceľovou svorkou a od svorky je vedené jedno lanko ku druhej páke.

3.7. Elektroinštalácia

Na trojkolke je použitá pôvodná elektroinštalácia Babetty 210. Trojkolka je určená prevažne na jazdu po vozovkách, preto je osvetlená a berie sa ohľad aj na bezpečnosť a pohodlie jazdca. Na trojkolke je doplnená pôvodná elektroinštalácia

o nasledovné prvky zvyšujúce bezpečnosť jazdy: predné svetlo, zadné svetlá, klaksón a smerovky.

Tieto jednotlivé elektrické zariadenia sa zapínajú a vypínajú na riadidlách trojkolky. Smerovky a klaksón sú napájané zo 6V batérie, ktorá je umiestnená pod sedadlom jazdca. Svetlá sú napájané z elektrických rozvodov napájaných z alternátora trojkolky.

3.8. Postup výroby trojkolky

Ako prvé bolo potrebné vyrobiť hlavnú konštrukciu, ku ktorej sa neskôr popripájali ostatné dôležité časti a na to sme použili profily prierezu: obdĺžnikového STN 42 5720, štvorcového STN 42 5520, rovnoramenného L STN 42 5541 a tyč plochú STN 42 5522 z ocele triedy 11 343 STN 42 6937.

Postup bol nasledovný:

- meranie a rezanie konštrukcií Babiett 210,
- meranie a rezanie profilov,
obdĺžnikový prierez - 60x40x3, 60x30x3, 30x20x2 [mm]
štvorcový prierez - 20x20x2 [mm]
rovnoramenný L profil - 20x20x3 [mm]
mriežka - oko 30x30x3 [mm]
tyč plochá - 120x50x4 [mm]
- spájanie polotovaru zvaraním,
- výroba hriadeľa,
- brúsenie zvarov,
- pieskovanie a gitovanie,
- nanášanie farby.

Najprv bolo potrebné rozobrať Babetty, aby sme ich súčiastky použili na výrobu konštrukcie trojkolky. Potom nasledovalo meranie a rezanie časti rámov. Na rezanie sme použili 150 mm rezný kotúč s hrúbkou 1 mm.

Po následnom premeraní všetkých základných výškových a dĺžkových rozmerov konštrukcie 1850 x 1050 x 1100 [mm], prebrúsení, nasledovalo bodové zvaranie, ktoré sme si zvolili pomocou obalenej elektródy základných častí a to rutilovú elektródu na ručné zvaranie 2,5 mm x 300 mm. Je to proces oblúkového zvarania, na základe ktorého

vznikajú spojenia kovov, za pomoci ich zahrievania elektrickým oblúkom, ktorý vzniká medzi obalenou elektródou a zvarom.

Po kontrole správne pospájaných častí nasledovalo úplné zváranie spojov konštrukcie so šírkou zvaru 6 mm. Na zvýšenie pevnosti medzi prednou a zadnou časťou rámu sme v danom mieste na konštrukciu privarili oceľovú plochú tyč s rozmermi 120x50x4 [mm].

Ako ďalšie sme vyrobili zo štvorcového profilu a rovnoramenného profilu L rám pre úložný priestor (kôš) s rozmermi 60x49x50 [mm]. Následne sme ho privarili ku zvyšku konštrukcie (medzi kolesami) so šírkou zvaru 6 mm. Pre lepšie využitie a pevnosť sme po obvode k rámu úložného priestoru pripevnili mriežku s rozmermi oka 30x30x3 [mm], ktorá zároveň plní aj bezpečnostnú funkciu.

Ďalej sme vyrobili z obdĺžnikového profilu držiaky na brzdové lanká a na výfuk, ktoré sme taktiež pripevnili pomocou zvárania. Medzitým sme nainštalovali elektrické káble na osvetlenie vo vnútri konštrukcie cez diery priemeru $d = 6,5$ mm, ktoré sme vyvrtali ručnou elektrickou vrtačkou a skrutkovým vrtákom s valcovou stopkou STN 22 1121 priemeru $d = 6,5$ mm.

Po výrobe konštrukcie sme v školských dielňach začali s výrobou hriadeľa podľa výkresu za pomoci pána učiteľa Mgr. Jozefa Švača. Odrezali sme polovýrobok, kruhovú tyč priemeru 30 mm, materiálu 11 423 na výrobu hriadeľa a sústružili na "Univerzálnom hrotovom sústruhu SV 18 Ra".

Obrobok je upnutý medzi dvoma hrotmi a sústruží sa na jedno upnutie. Tento hriadeľ je odstupňovaný od najväčšieho priemeru $d = 30$ mm na dĺžke 500 mm. Kvôli nerovnostiam sa hriadeľ osústružil na priemer $d = 26$ mm a dĺžku 430 mm (funkčná časť).

Po vysústružení hriadeľa sa na koncoch hriadeľa urobili drážky pre poistné krúžky a závit M10 so závitovou čeľusťou STN EN 22 3216.

Po vysústružení sa vyfrézujú na konzolovej zvislej frézovačke s použitím čelnej valcovej frézy unášače na oboch stranách hriadeľa pomocou deliaceho prístroja.

Potom sme všetky zvárané spoje prebrúsili. Použili sme na to elektrickú uhlovú brúsku s kotúčom priemeru $d = 125$ mm pre lepšiu prístupnosť k skrytým zvarom. Na brúsenie dobre dostupných zvarov a väčších plôch sme použili 150 mm brúsny kotúč. Nasledovalo pieskovanie nádrže, prednej vidlice a gitovanie blatníkov.

Vyrobili sme kryt hriadeľa z plastu. Použili sme starý zvyšok odkvapového žľabu, ktorý sme postupným nahrievaním vytvarovali do požadovaného tvaru. Tento kryt je uchytený so šiestimi skrutkami M5x20 STN 02 1101.15 o rám trojkolky, kde sme vyrobili závit M5.

Nakoniec prišlo na rad nanášanie základnej a vrchnej farby. Vybrali sme si spôsob striekania pomocou kompresora a striekacej pištole, pretože ich výhodami sú:

- rýchlejšia a precíznejšia práca,
- znížený odpad materiálu,
- šetrenie materiálu,
- rýchlejšie vysychanie farby.

Pomocou striekacej pištole je možné nanášať rôzne polyuretánové farby, syntetické pigmentové laky, prípravky na ochranu dreva, syntetické disperzie, akrylátové pigmentové laky, farby s obsahom hliníka, kladivkové farby, automobilové laky, riedidlá, rozpúšťadlá ale aj rôzne tuky a oleje.

Nasledovalo odmastenie povrchu a striekanie základnou farbou. Použili sme dvojzložkový akrylátový plnič, ktorý sme zriedili akrylátovým riedidlom a tužidlom.

Ako vrchnú farbu sme použili dvojzložkovú polyuretánovú zelenú s tužidlom, ktorá je na celej konštrukcii, vidlici a nádrži. Riedili sme ju riedidlom U-605. Táto farba sa používa ako vrchný náter na kovové podklady strojárskych výrobkov, ako sú cestné a stavebné stroje, dopravné prostriedky, mosty, konštrukcie, nádrže a všade tam, kde sa vyžaduje vysoko kvalitná povrchová úprava a odolnosť náteru. Na plastový kryt hriadeľa sme použili ako vrchnú farbu akrylátovú čiernu lesklú.

Počas toho ako schla farba sme využili čas a čistili diely, ktoré sme potom použili pri kompletizácii trojkolky (kolesá, výfuk, nosiče,...). Taktiež sme začali s opravou a čistením nefunkčného motora, ktorý bolo potrebné rozobrať kvôli zlomenej pružine v oblasti štartovacieho mechanizmu. Následne sme vymenili odstredivé spojky a osadili nový piest, piestny čap, ihlové ložisko a piestne krúžky.

3.9. Vyčíslenie nákladov

V tab. 1 sme vyčísľili náklady, ktoré sme do trojkolky investovali a taktiež predané zvyšné diely z Babiett 210, ktoré sme nepotrebovali a boli funkčné pre ďalšie použitie.

Celkové náklady na výrobu našej trojkolky sú 320,60€, aj keď veľkú časť skutočných nákladov sme ušetrili, pretože sme použili materiál z domácich zdrojov. Tiež sme do nákladov nezahrnuli cenu práce a energetické náklady.

4 Závery

Naším hlavným cieľom bolo zhotoviť Babettu trojkolku z nefunkčných mopedov, aby sme ukázali, že aj zo starých nepotrebných a nefunkčných vecí sa dá zostrojiť niečo nové, funkčné a užitočné pre každodenné použitie. Veríme, že tento výrobok ľudí pohne k tomu, že si budú aj taký stroj ako je Babetta vážiť, a že sa dá upraviť na niečo užitočnejšie, ako len na vozenie.

V konštrukcii tejto trojkolky sme chceli zachovať základné črty Babetty, aby bolo viditeľné, že základ tohto výrobku tvorí Babetta. Chceli sme trojkolku pripomenúť starším ale aj nám mladým, že Babetta bola jedným zo známych, kvalitných výrobkov slovenského strojárstva.

Prílohy

Príloha A - zostavný výkres konštrukcie

Príloha B - výrobný výkres hriadeľa

Príloha C- 3D model

Príloha D - fotodokumentácia

Príloha E - výpočet zvarového spoja

Príloha F - finančné náklady

Príloha D



Obr. 1 Základný rám [foto: Hrušovský, P., 2020]

1 - rám, 2 - nádrž, 3 - motor, 4 - predné koleso, 5 - predná vidlica, 6 - riadidlá,
7 - hriadeľ, 8 - zadné kolesá, 9 - úložný priestor (kôš), 10 - sedadlo



Obr. 2 Hotová trojkolka - pohľad spredu [foto: Hrušovský, P., 2020]



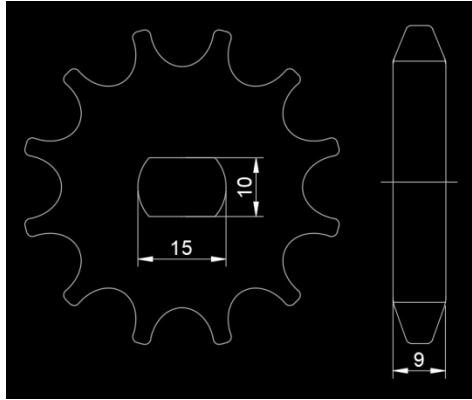
Obr. 3 Hotová trojkolka - pohľad zľava [foto: Hrušovský, P., 2020]



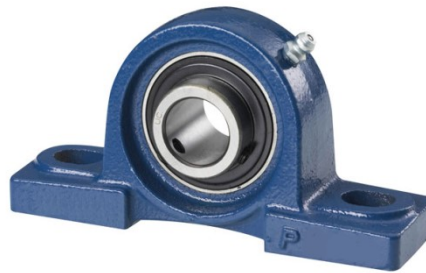
Obr. 4 Hotová trojkolka - pohľad sprava [foto: Hrušovský, P., 2020]



Obr. 5 Hotová trojkolka - pohľad zozadu [foto: Hrušovský, P., 2020]



Obr. 6 Reťazové koleso [foto: Hrušovský, P., 2020]



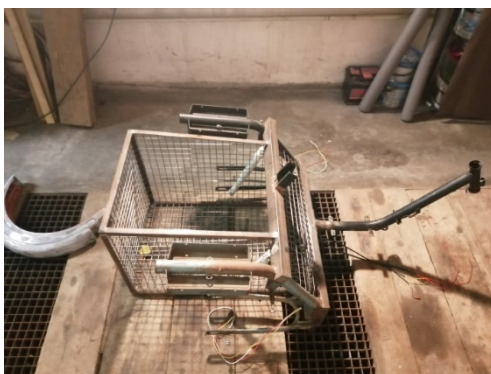
Obr. 7 UCP 202 Ložiskový domec [foto: Hrušovský, P., 2020]



Obr. 8 Rezanie rámov Babiett 210 [foto: Hrušovský, P., 2020]



Obr. 9 Zváranie rámu [foto: Hrušovský, P., 2020]



Obr. 10 Privarenie úložného priestoru a nainštalovanie elektrických káblov [foto: Hrušovský, P., 2020]



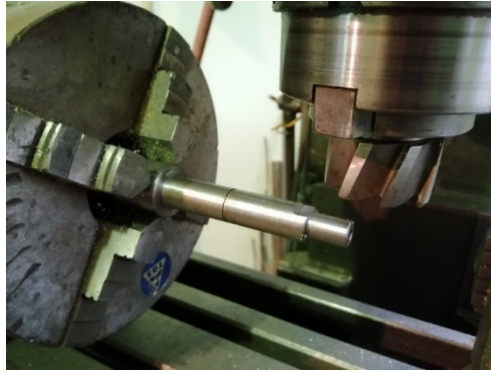
Obr. 11 Sústruženie hriadeľa [foto: Hrušovský, P., 2020]



Obr. 12 Výroba závitů [foto: Hrušovský, P., 2020]



Obr. 13 Dokončovanie hriadeľa [foto: Hrušovský, P., 2020]



Obr. 14 Frézovanie unášačov [foto: Hrušovský, P., 2020]



Obr. 15 Finálny hriadeľ [foto: Hrušovský, P., 2020]



Obr. 16 Pieskovanie a gitovanie [foto: Hrušovský, P., 2020]



Obr. 17 Tvarovanie krytu z plastu nahrievaním [foto: Hrušovský, P., 2020]



Obr. 18 Nanášanie základnej farby [foto: Hrušovský, P., 2020]



Obr. 19 Nanášanie vrchnej farby [foto: Hrušovský, P., 2020]

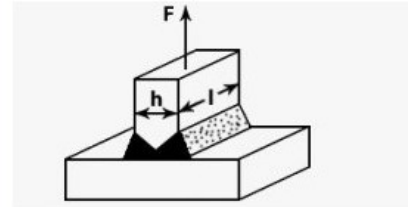
Príloha E

PEVNOSTNÍ VÝPOČET KOUTOVÉHO SVARU

hodnota meze kluzu v tahu pro běžnou konstrukční ocel (11 373) $Re=220$ MPa

Vstupní parametry

<u>h šířka</u>	<input type="text" value="6"/>	mm
<u>l délka</u>	<input type="text" value="15"/>	mm
<u>F síla</u>	<input type="text" value="1,7"/>	kN
<u>Re mez kluzu v tahu základního materiálu</u>	<input type="text" value="210"/>	MPa



VYPOČÍTAT

Výstupní hodnoty

<u>σ napětí ve svaru</u>	<input type="text" value="18.889"/>	MPa
<u>k koeficient bezpečnosti</u>	<input type="text" value="8.338"/>	-

Obr. 20 Výpočet zvarového spoja [foto: Hrušovský, P., 2020]

Príloha F

Tab. 1 Finančné náklady [Hrušovský, P., 2020]

Materiál	Množstvo	Cena celkom(€)
Babetta 210	2ks	250,00
Motor Babetta 225	1ks	100,00
Profily	8m	13,00
Povrchová úprava	-	20,00
Smerovková sada	1ks	50,00
Mriežka	1,5m ²	20,00
Ložiskové domce	2ks	13,60
Náhradné diely – iné náklady	-	130,00
Investícia Σ	-	606,60
Predané diely Σ	-	286,00
Výsledná suma Σ	-	320,60