

1 Úvod

Na strednej škole som sa mal možnosť zoznámiť s programom na 3D modelovanie, ktorý sa mi natoľko zalúbil, že sa stal mojím koníčkom. Častokrát som hľadal podklady, ktoré by mi slúžili na modelovanie. Takto som sa dostal k československému časopisu *Udělej/ urob si sám*. V časopise som našiel model malého hrotového sústruhu. Po preštudovaní som videl, že pohon prevodovky sa skladá z dvoch klinových remeňových prevodov, ktoré majú tú nevýhodu, že sa nedajú rovnako napínať. Preto som sa rozhodol, že sa v mojej práci zameriam na túto nevýhodu prevodu. Rozhodol som sa pre inováciu prevodovej skrine spomínaného sústruhu.

2 Problematika a prehľad literatúry

2.1 Sústruženie

Sústruženie, ako výrobná metóda sa používala už pred našim letopočtom. Veľmi podobný dnešnému sústruhu bol sústruh, ktorý skonštruoval Leonardo da Vinci okolo roku 1500.

Z technologického hľadiska možno sústruženie pokladať za základný spôsob obrábania, pretože sa na skladbe strojového obrábania zúčastňuje takmer 30 percentami. Sústruženie má totiž všestranné použitie, pretože ním možno obrábať rozličné vonkajšie aj vnútorné rotačné plochy – valcovité, čelné, rovinné, kužeľovité, tvarové, guľovité, skrutkovité a iné.

2.1.1 Charakteristika sústruženia ako výrobnej metódy

Základom tohto spôsobu obrábania je rotačný pohyb obrobku (hlavný pohyb). Pohyb nástroja je zvyčajne priamočiary, a to buď v smere osi obrobku - pozdĺžny posuv (stopa noža obrobku je skrutková), alebo v smere kolmom na os obrobku - priečny posuv (stopa noža na obrobku je Archimedova špirála). Obidva pohyby sa môžu konať súčasne, napríklad pri kopírovacom sústružení.

Z kinematického hľadiska možno sústruženie charakterizovať pojmami:

Rezná rýchlosť v je obvodová rýchlosť obrobku na jeho maximálnom priemere

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \quad [m * \text{min}^{-1}]$$

kde D – priemer obrobku [mm]

n – otáčky obrobku [min^{-1}]

Pozdĺžny a priečny posuv s je dráha noža za jednu otáčku.

Posuv h je dráha, ktorou sa nastavuje hĺbka rezu nástroja.

2.1.2 Charakteristika sústruhov a ich rozdelenie

Sústružnícke obrábacie stroje tvoria podstatnú časť obrábacích zariadení strojárskych podnikov. Produktívne ekonomické obrábanie obrobkov rozličných tvarov a veľkostí v rozličných typoch výrob zabezpečuje náš priemysel obrábacích strojov širokým sortimentom sústruhov.

Sústruhy sa rozdeľujú na univerzálne, hrotové, čelné, revolverové, zvislé, poloautomatické a číslicovo riadené.

2.1.3 Univerzálne hrotové sústruhy

Na obrábanie vonkajších a vnútorných valcových plôch, čelných plôch, na obrábanie kuželov, rozličných tvarových rotačných telies a na rezanie závitov sú určené univerzálne hrotové sústruhy. Obrobky sa upínajú medzi hroty, do skľučovadla, na trne, upínaciu platňu a pod.

Univerzálne hrotové sústruhy majú vodiacu skrutku, ktorá umožňuje rezanie závitov nožom. Majú veľký rozsah otáčok aj posuvov, čo charakterizuje ich univerzálnosť.

Veľkosť univerzálnych hrotových sústruhov je daná obežným priemerom D_o nad lôžkom a najväčšou vzdialenosťou hrotov L_o .

Základnými časťami univerzálnych hrotových sústruhov sú: lôžko, vretenník a koník, ďalej suport, suportová skriňa, posuvové a závitové prevodovky, elektromotory a príslušenstvo.

2.2 Prevodovka

Prevodovka je technická realizácia prevodového mechanizmu vo forme samostatného pod systému strojov. Prevodovky sa používajú tam, kde je potrebné prispôbiť charakteristiku pohybu poháňajúceho zariadenia (napríklad motora) požadovanej charakteristike pohybu pracovného stroja (napríklad otáčky frézy pri obrábaní), alebo podmienkam prevádzky (napríklad jazda automobilu do kopca)

Rozdelenie:

Tak ako existuje množstvo typov prevodových mechanizmov, existuje aj množstvo typov prevodoviek. Preto nižšie uvedené rozdelenie nie je úplné.

Rozdelenie podľa konštrukcie:

1. Mechanické prevodovky - na premene pohybu sa podieľajú len mechanické časti.
 - Prevodovky s ozubenými kolesami - tvoria významnú skupinu prevodoviek a sú používané v rôznych technických oblastiach napríklad v dopravných prostriedkoch, obrábacích strojoch. Menia vstupný rotačný pohyb na rotačný pohyb so všeobecne inou uhlovou rýchlosťou a točivým momentom. Bežné typy prevodoviek umožňujú nastaviť jeden z niekoľkých rôznych prevodových stupňov. Tieto sa ďalej podľa charakteristiky pohybu rozdeľujú na:
 - predlohové prevodovky - ozubené kolesá vykonávajú iba rotačný pohyb okolo pevných osí.
 - planétové prevodovky - časť ozubených kolies vykonáva všeobecný pohyb zložený z otáčania okolo čapu unášača, ktorý vykonáva tiež rotačný pohyb.
2. Hydromechanické prevodovky - na premene pohybu sa podieľajú mechanické aj hydraulické časti.

2.3 Charakteristika vybraného sústruhu

Ako podklad k mojej práci som použil československý časopis *Udělej/ urob si sám*, v ktorom som našiel model malého hrotového sústruhu *obr. 1*. Preštudoval som celý sústruh a zistil som, že prevodovka je riešená klinovým prevodom. Napínanie remeňa môže byť pri dlhej prevádzke sústruhu problém. Na odstránenie tohto nedostatku som hľadal vlastné riešenie. Začal som študovať materiály na internete, kde som hľadal prednosti ozubených prevodov a dospel som k riešeniu, že nedostatok napínania remeňového prevodu by sa dalo odstrániť výmenou na ozubený prevod

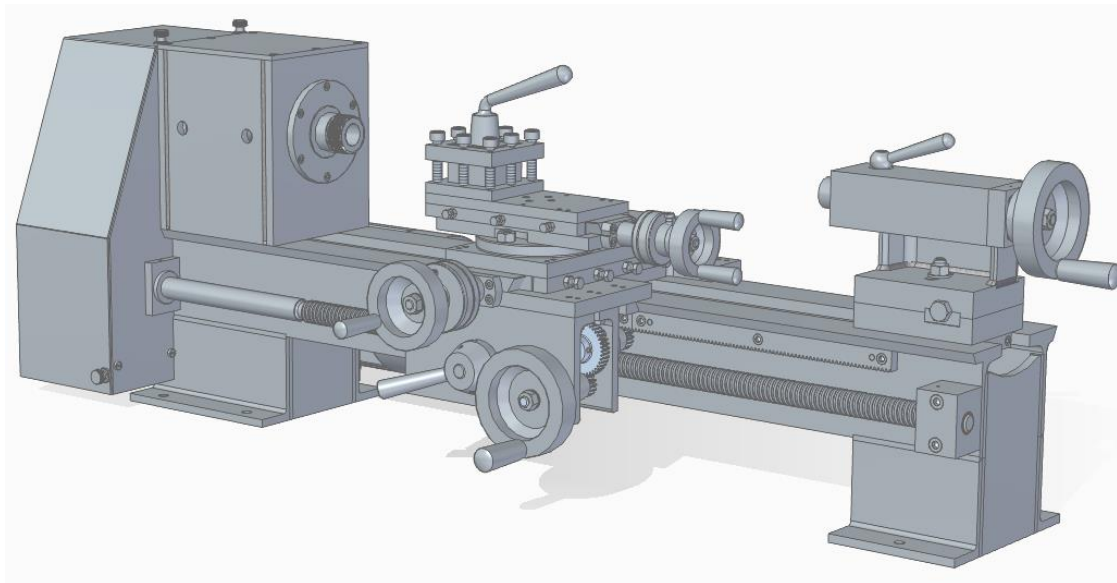
Výkresovú dokumentáciu sústruhu som hľadal vo vydaniach ročníkov 1970 až 1972..

2.3.1 Parametre sústruhu

- Vzdialenosť hrotov: 500 mm
- Obežný priemer nad lôžkom: 220 mm
- Príkion motora: 550 W
- Výška hrotu: 110 mm

Pôvodné otáčky vretena:

- motor s otáčkami 1400 min^{-1} : 160, 270, 450, 710, 1250, 2050 min^{-1}
- motor s otáčkami 930 min^{-1} : 100, 180, 300, 470, 830, 1360 min^{-1}



Obr. 1 Vybraný sústruh

3 Ciele práce

Model malého hrotového sústruhu SU 110/500, ktorý som našiel v časopise *Udělej/ urob si sám* mi slúžil ako východiskový podklad k mojej práci. Vymodeloval som tento sústruh a zameral som sa na prevodovú skriňu, kde som chcel vytvoriť vlastný variant.

Pred návrhom vlastného variantu som podrobne študoval dosiahnuteľné materiály [5],[6] na internete a dospel som k názoru, že výmena klinového prevodu na ozubený prevod bude návrh môjho vlastného variantu a bude najvýhodnejším riešením. Postupne som sa zahĺbil do výpočtov ozubených prevodov a zistil som, že by som mohol upraviť aj výstupné otáčky prevodovky. Pri týchto úvahách ma napadlo zmenšenie šírky ozubených kolies, čím by sa mi podarilo pridať ďalšie ozubené prevody, ktorými by bolo možné dosiahnuť presnejšie výstupné otáčky.

Súčasťou mojej práce je model prevodovky vo zmenšenej mierke.

4 Materiál a metodika

Model malého sústruhu v časopise *Udělej/ urob si sám* mi slúžil ako východiskový podklad k mojej práci. V tomto časopise publikovaný hrotového sústruh SU 110/500 mal riešenú prevodovku dvoma klinových prevodmi. Preštudovaním dostupných materiálov som vytvoril vlastný variant, kde som nahradil klinový prevod ozubenými prevodmi a súčasne som vo variante navrhol takú konštrukciu ozubených prevodov, kde je možné čo najpresnejšie nastaviť výstupné otáčky.

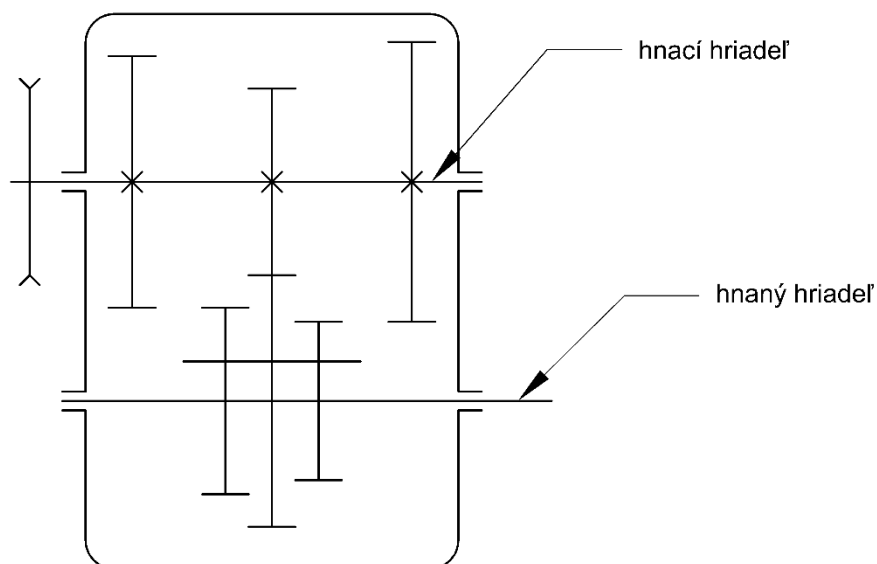
4.1 Postup pri návrhu konštrukcie prevodovky

Pri vypracovaní môjho zadania som začínal s konštrukciou prevodovky, ktorá pozostáva zo šiestich ozubených kolies na dvoch hriadeľoch.

Na schematickom znázornení *obr. 2*, ozubené kolesá na hnacom hriadeľi majú pevné uloženie .

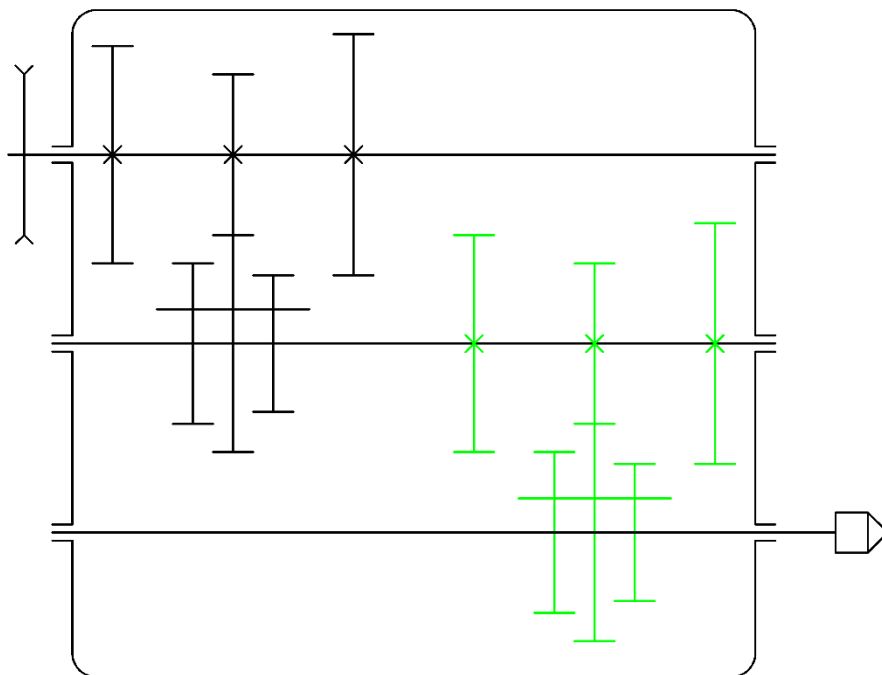
Uloženie ozubených kolies na hnacom hriadele je posuvné v axiálnom smere.

Takto prevodovka disponuje s 3 výstupnými otáčkami.



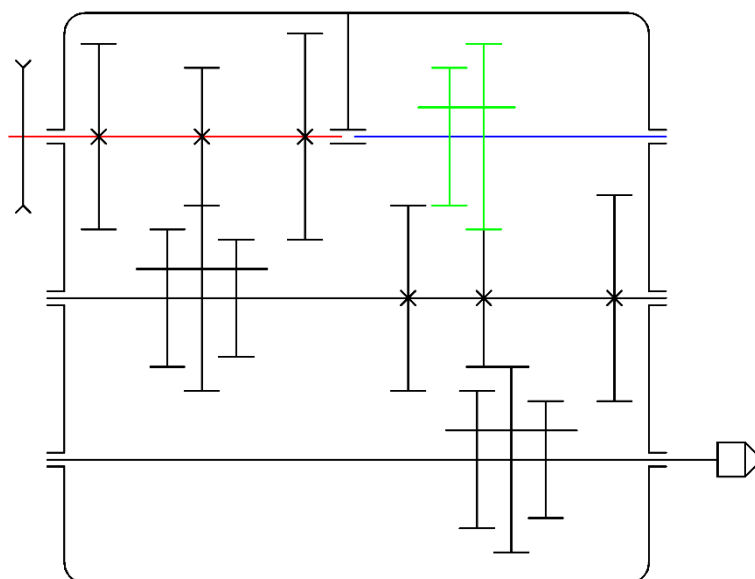
Obr. 2 Prevodovka so šiestými ozubenými kolesami

Na schematickom znázornení *obr.3*, som pracoval s ďalším variantom, kde som počet ozubených kolies zdvojnásobil (pridané ozubené kolesá sú označené farebne). Po zdvojení počtu ozubených kolies som získal deväť výstupný otáčok.



Obr. 3 Prevodovka so zdvojením počtom ozubených kolies (pridané ozubené kolesa sú farebne zvýraznené)

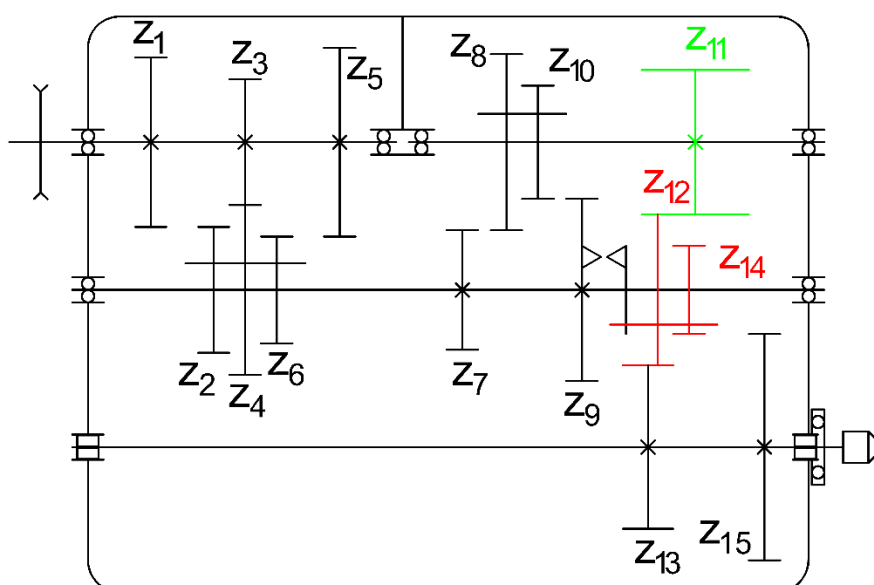
Na schematickom znázornení *obr. 4* som videl, že na hnacom hriadeľi zostalo voľné miesto. Preto som začal uvažovať, že skrátim vstupný hriadeľ (červená), a pridám ďalší predlokový hriadeľ (modrá), na ktorom umiestnim ozubené kolesá s posuvným uložením (zelená).



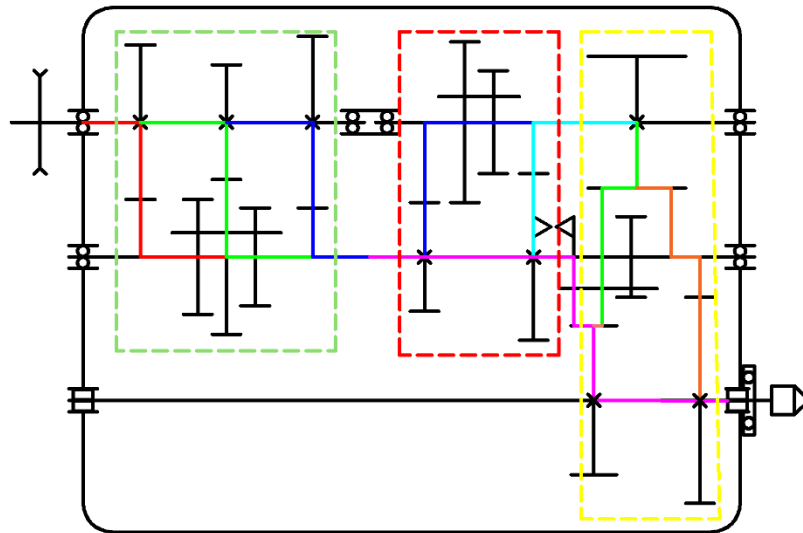
Obr. 4 Prevodovka s novým hriadaľom a ozubením kolesom

Na pôvodný predlohovú hriadeľ *obr. 5* som pridal ozubené koleso s posuvným uložením (červená) a súčasne na novo pridaný predlohovú hriadeľ som pridal ozubené koleso s pevných uložením (zelená). Na výstupnom hriadeľi som zmenil posuvné uloženie ozubených kolies na pevné uloženie.

Na čelnej ploche ozubených kolies z_9 a z_{12} som vytvoril zuby tak, aby fungovali ako ozubená spojka. Týmto riešením som získal možnosť rozšíriť pôvodné výstupné otáčky o tri ďalšie výstupné otáčky. Takto som získal prevodovku s pätnástimi výstupnými otáčkami.



Obr. 5 Prevodovka - pôvodné výstupné otáčky rozšírené o ďalšie tri výstupné otáčky.



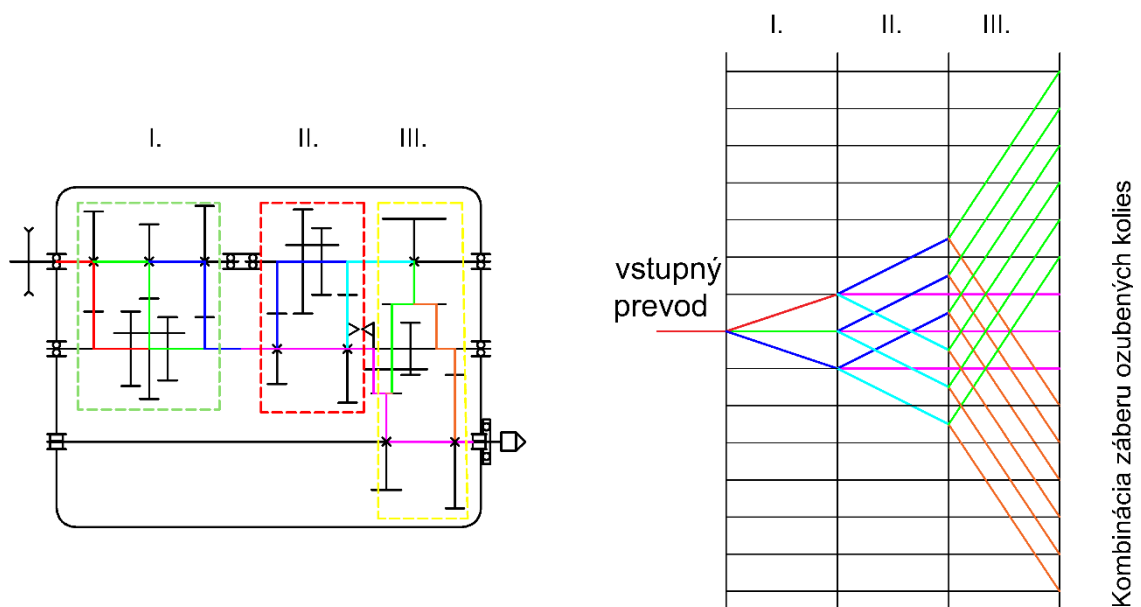
Obr. 6 Prevodovka – farebné vyznačenie možných kombinácií prevodov

Na obr. 6 vidíme farebné označenie možných kombinácií dosiahnuteľných výstupných otáčok.

Prevodovka je vytvorená z troch možných prevodov, kombináciou ktorých môžeme čo najpresnejšie nastaviť požadované výsledné otáčky.

Na základe môjho navrhnutého variantu obr. 7 som vypracoval **konštrukčný diagram**.

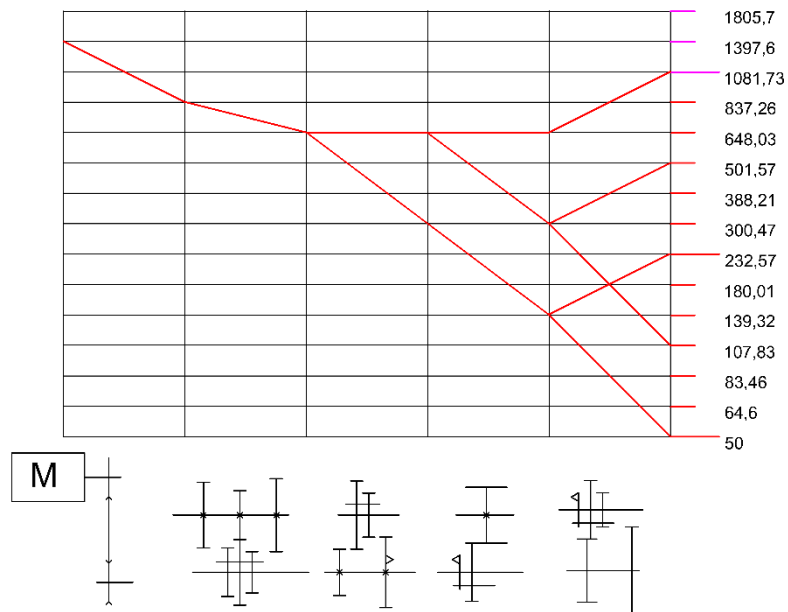
V diagrame stĺpy zobrazujú tri možné prevody: I, II, III. Farebne môžeme sledovať, ako sa dajú nastaviť výsledné otáčky.



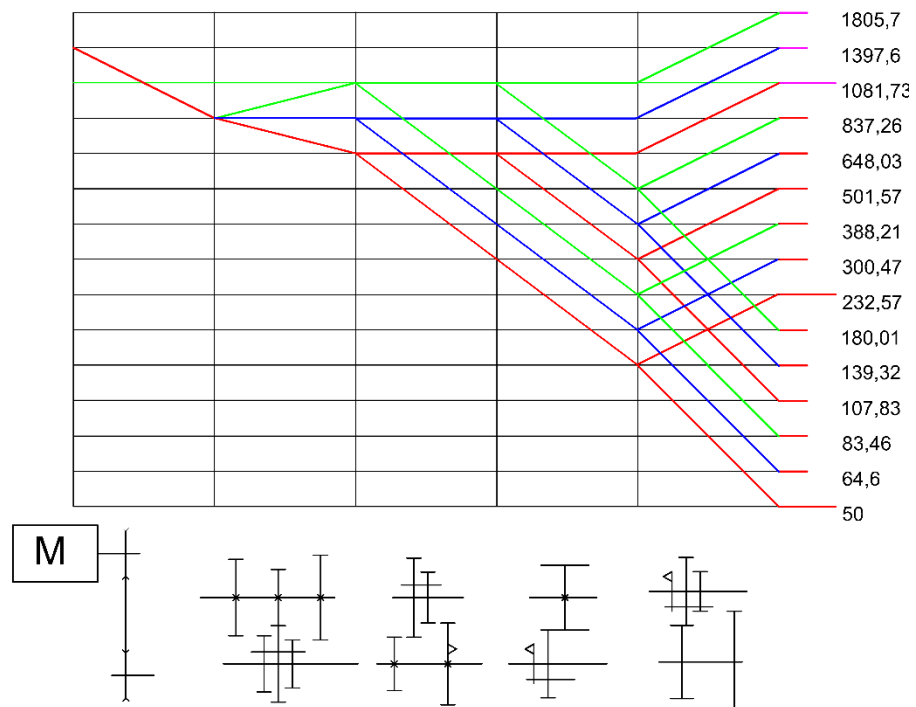
Obr. 7 Vybraný variant a konštrukčný diagram

4.2 Konštrukcia otáčkového diagramu

Otáčkový diagram zobrazuje kombináciu prevodoviek, ako sa zmenia otáčky a prevodový pomer.



Obr. 8 Konštrukčný diagram najmeších otáčok



Obr. 9 Vybrané varianty riešenia

Navrhol som viac variant otáčkových diagramov, z výpočtov ozubených kolies vyplýva, že riešením, ktoré je vidieť na obr. 9 dosiahneme najlepšiu konštrukciu prevodu, tj. minimalizáciu ich rozmerov.

4.3 Výpočet výstupných otáčok

Pri výpočtoch som vychádzal z najmenších otáčok $n_{14} = 50 \text{ min}^{-1}$

a najväčších otáčok $n_{15} = 1800 \text{ min}^{-1}$.

Počítal som otáčky s geometrickou postupnosťou, lebo som chcel dosiahnuť, aby prevodové číslo bolo konštantné.

Počet výstupných otáčok: **15**

$$n_{15} = n_1 * i^{15-1}$$

$$1800 = 50 * i^{14}$$

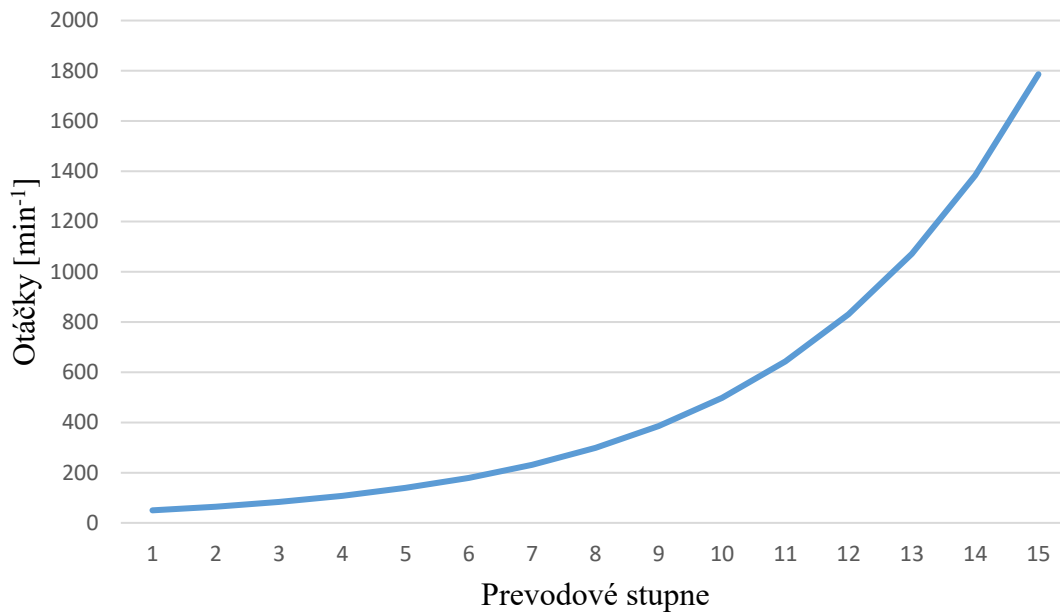
$$\sqrt[14]{\frac{1800}{50}} = i$$

$$i = 1,292$$

Výpočtom som zistil, že výstupné otáčky môžu byť:

50; 64,6; 83,46; 107,83; 139,32; 180; 232,57; 300,47; 388,21; 501,57; 648; 837,25; 1081,73; 1397,6; 1805,7 [min^{-1}]

Diagram: otáčky – prevodové stupne



4.3.1 Kontrola najmenších otáčok

Vypočítal som reznú rýchlosť pri najmenších otáčkach:

$$v_c = \frac{\pi * D_o * n_{min}}{1000} = \frac{\pi * 220 \text{ mm} * 50 \text{ min}^{-1}}{1000}$$
$$v_c = 34,55 \text{ m/min}^{-1}$$

Na základe rezných rýchlostí som z *tabuľky 1* zistil, že nad 40 mm priemeru obrobku je rezná rýchlosť $v_{ctab} = 32 \text{ m/min}^{-1}$.

4.4 Výpočet ozubených kolesách

V ďalšej kapitole, ktorá je súčasťou **Príloha A** som sa zamerlal na výpočet ozubených kolies.

4.5 Výpočet počtu zubov ostatných ozubených kolies

4.5.1 Výpočet počtu zubov ozubených kolies z_{12} a z_{13}

Osová vzdialenosť a_2 medzi ozubenými kolesami z_{14} , z_{15} a z_{12} , z_{13} bude konštatná.

$$a_2 = \frac{z_{14} + z_{15}}{2} * m = \frac{z_{12} + z_{13}}{2} * m$$

Z prevodového diagramu vyplýva, že prevodový pomer medzi otáčkami na ozubených kolesách z_{12} a z_{13} bude:

Prevodový pomer:

$$i_{12,13} = \frac{n_{12}}{n_{13}} = \frac{z_{13}}{z_{12}} = 1,292^{-2}$$

Z toho vyplýva:

$$z_{13} = 1,292^{-2} * z_{12}$$

$$a_2 = \frac{z_{12} + z_{13}}{2} * m$$

Osová vzdialenosť $a_2 = 82,5 \text{ mm}$

modul $m = 1,5$

$$82,5 = \frac{z_{12} + 1,292^{-2} * z_{12}}{2} * 1,5$$

$$z_{12} = 69$$

4.5.2 Počet zubov ozubeného kolesa z_{13}

$$z_{13} = 1,292^{-2} * z_{12}$$

$$z_{13} = 41$$

4.5.3 Výpočet počtu zubov ozubeného kolesa z_{11}

Z prevodového diagramu vyplýva, že prevodový pomer medzi otáčkami na ozubených kolesách z_{11} a z_{12} bude:

Prevodový pomer:

$$i_{11,12} = \frac{n_{11}}{n_{12}} = \frac{z_{12}}{z_{11}} = 1,292^3$$

Počtu zubov ozubeného kolies $z_{12} = 69$

$$\frac{z_{12}}{1,292^3} = z_{11}$$

$$\frac{69}{1,292^3} = z_{11}$$

$$z_{11} = 32$$

4.5.4 Výpočet osovej vzdialenosti a_1

Osová vzdialenosť a_1 medzi ozubenými kolesami z_{11} , z_{12} a z_9 , z_{10} a z_7 , z_8 a z_5 , z_6 a z_3 , z_4 a z_1 , z_2 bude konštatná.

$$a_1 = \frac{z_{11} + z_{12}}{2} * m$$

$$a_1 = \frac{32 + 69}{2} * 1,5$$

$$a_1 = 75,75 \text{ mm}$$

4.5.5 Výpočet počtu zubov ozubených kolies z_9 a z_{10}

Z prevodového diagramu vyplýva, že prevodový pomer medzi otáčkami na ozubených kolesách z_9 a z_{10} bude:

Prevodový pomer:

$$i_{9,10} = \frac{n_9}{n_{10}} = \frac{z_{10}}{z_9} = 1,292^0 = 1$$

Z toho vyplýva:

$$z_{10} = 1 * z_9$$

$$a_1 = \frac{z_9 + z_{10}}{2} * m$$

Osová vzdialenosť $a_1 = 75,75 \text{ mm}$

modul $m = 1,5$

$$75,75 = \frac{z_9 + z_{10}}{2} * 1,5$$

$$z_9 + z_{10} = 101$$

4.5.6 Výpočet počtu zubov ozubených kolies z_7 a z_8

Z prevodového diagramu vyplýva, že prevodový pomer medzi otáčkami na ozubených kolesách z_7 a z_8 bude:

Prevodový pomer:

$$i_{9,10} = \frac{n_7}{n_8} = \frac{z_8}{z_7} = 1,292^3$$

Z toho vyplýva:

$$z_8 = 1,292^3 * z_7$$

$$a_1 = \frac{z_7 + z_8}{2} * m$$

Osová vzdialenosť $a_1 = 75,75 \text{ mm}$

modul $m = 1,5$

$$75,75 = \frac{z_7 + 1,292^3 * z_7}{2} * 1,5$$

$$z_7 + 1,292^3 * z_7 = 101$$

$$z_7 = 32$$

Z toho:

$$z_8 = 1,292^3 * z_7$$

$$z_8 = 69$$

4.5.7 Výpočet počtu zubov ozubených kolies z_5 a z_6

Z prevodového diagramu vyplýva, že prevodový pomer medzi otáčkami na ozubených kolesách z_5 a z_6 bude:

Prevodový pomer:

$$i_{5,6} = \frac{n_5}{n_6} = \frac{z_6}{z_5} = 1,292^{-1}$$

Z toho vyplýva:

$$z_6 = 1,292^{-1} * z_5$$

$$a_1 = \frac{z_5 + z_6}{2} * m$$

Osová vzdialenosť $a_1 = 75,75 \text{ mm}$

modul $m = 1,5$

$$75,75 = \frac{z_5 + 1,292^{-1} * z_5}{2} * 1,5$$

$$z_5 + 1,292^{-1} * z_5 = 101$$

$$z_5 = 57$$

Z toho:

$$z_6 = 1,292^{-1} * z_5$$

$$z_6 = 44$$

4.5.8 Výpočet počtu zubov ozubených kolies z_3 a z_4

Z prevodového diagramu vyplýva, že prevodový pomer medzi otáčkami na ozubených kolesách z_3 a z_4 bude:

Prevodový pomer:

$$i_{3,4} = \frac{n_3}{n_4} = \frac{z_4}{z_3} = 1,292^0 = 1$$

Z toho vyplýva:

$$a_1 = \frac{z_5 + z_6}{2} * m$$
$$75,75 = \frac{z_3 + z_4}{2} * 1,5$$
$$z_3 + z_4 = 101$$

4.5.9 Výpočet počtu zubov ozubených kolies z_1 a z_2

Z prevodového diagramu vyplýva, že prevodový pomer medzi otáčkami na ozubených kolesách z_1 a z_2 bude:

Prevodový pomer:

$$i_{1,2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = 1,292^1$$

Z toho vyplýva:

$$z_2 = 1,292^1 * z_1$$

$$a_1 = \frac{z_1 + z_2}{2} * m$$

Osová vzdialenosť $a_1 = 75,75 \text{ mm}$, modul $m = 1,5$

$$75,75 = \frac{z_1 + 1,292^1 * z_1}{2} * 1,5$$

$$z_1 + 1,292^1 * z_1 = 101$$

$$z_1 = 44$$

Z toho:

$$z_2 = 1,292^1 * z_1$$

$$z_2 = 57$$

Pri výpočte počtu zubov z_3 a z_4 je prevodový pomer $i = 1$ a rovnako pri ozubených kolesách z_9 a z_{10} je prevodový pomer $i = 1$. Počet zubov vychádza na 101 , ktoré sa musia rozdeliť na 50 + 51. Pri tomto rozdelení zubov sa však mení prevodový pomer. Z tab. 2 vyplýva najlepšia kombinácia počtu zubov (zelený stĺpec). Volil som hodnoty

$z_3 = 51, z_4 = 50, a z_9 = 50, z_{10} = 51,$

$i_{3,4} = \frac{z_4}{z_3}$	$\frac{50}{51}$	$\frac{50}{51}$	$\frac{51}{50}$	$\frac{51}{50}$
$i_{9,10} = \frac{z_{10}}{z_9}$	$\frac{50}{51}$	$\frac{51}{50}$	$\frac{50}{51}$	$\frac{51}{50}$
Menovité otáčky	Kombinácia ozubených kolies			
50	49,76	49	49	49
64,6	65,76	65	63	63
83,4632	83,52	83	83	83
107,8345	109	105	109	105
139,3221	144	139	139	133
180,0042	183	176	183	176
232,5654	233	233	233	233
300,4745	309	309	297	297
388,213	392	392	392	392
501,5712	514	494	514	494
648,03	679	653	653	628
837,2548	893	829	863	829
1081,733	1087	1087	1087	1087
1397,599	1437	1437	1381	1381
1805,698	1825	1825	1825	1825

Tab. 2 Voľba počtu zubov z_3 , z_4 a z_9 , z_{10}

z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8	z_9	z_{10}	z_{11}	z_{12}	z_{13}	z_{14}	z_{15}
51	50	44	57	57	44	32	69	50	51	32	69	41	29	81

Tab. 3 Počet zubov na kolesách

5 Výsledky práce a diskusia

Porovnával som výsledné a predbežné otáčky a vypočítal som odchýlky.

Priemer odchýlky: 0,99 %

Názov Otáčky	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8
Výsledné otáčky [min⁻¹]	49,8	65,8	83,5	105,2	139	176,6	234	309
Predbežné otáčky [min⁻¹]	50	64,6	83,4	107,8	139,3	180	232,6	300

n_9	n_{10}	n_{11}	n_{12}	n_{13}	n_{14}	n_{15}
392,6	494,6	653,5	830	1087,8	1437,3	1825,5
388,2	501,6	648	837,3	1081,7	1397,6	1805,7

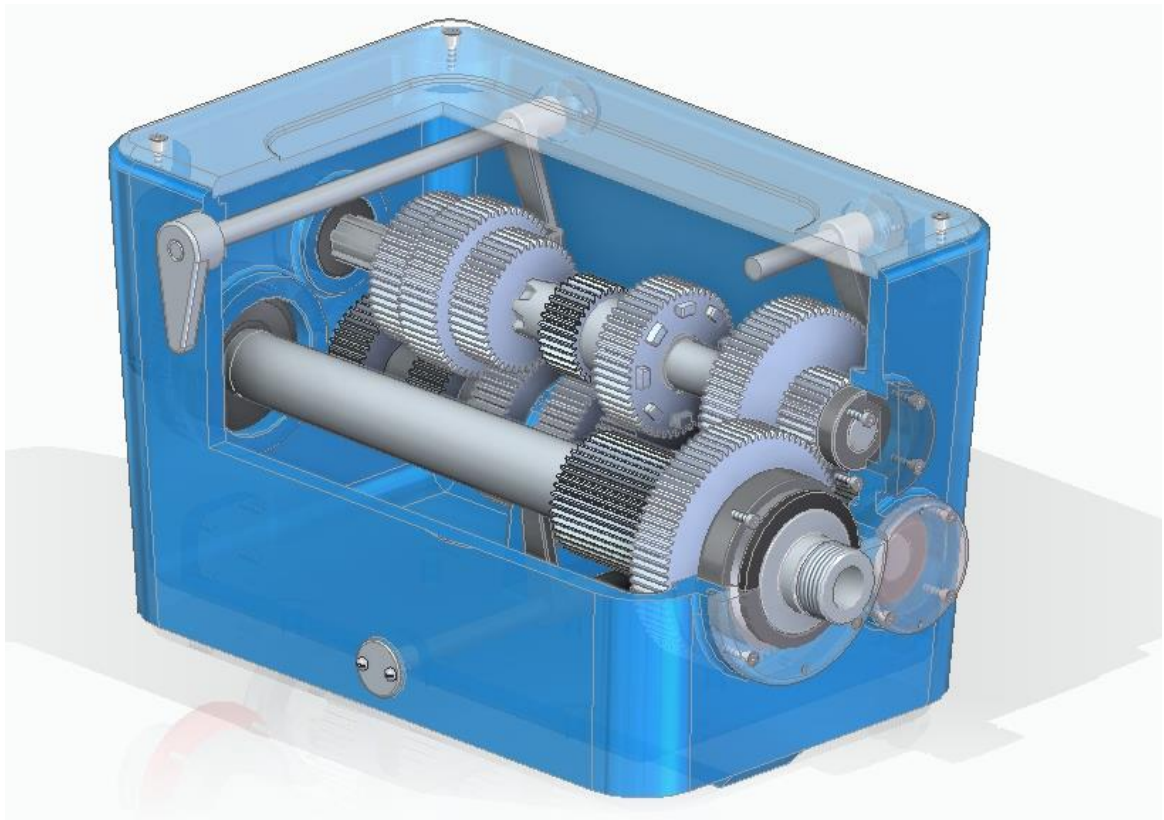
Tab. 4 Odchýlka medzi výslednými a predbežnými otáčkami

Použitím môjho variantu prevodovej skrine je rozmer lôžka krátky. Preto bolo nutné lôžko predĺžiť. Prevodový skriňu som navrhol ako odliatok a navrhol som aj mazanie ozubených kolies. Nakoniec som vyrobil pomocou 3D tlačiarne ozubené kolesa, a nastaviteľné disky s ovladacími ramenami a v školskej dielni hriadele som vyrobil hriadele. Model som poskladal a získal som animované prevedenie mojej prevodovky.

6 Závěre práce

Ako prednosti mojej práce by som uviedol, že naštudovaním problematiky o ozubených prevodoch sa mi veľmi podarilo rozšíriť moje vedomosti. Využitím týchto vedomostí som vedel navrhnuť inováciu prevodovej skrine tak, že som dosiahol veľmi presné nastavenia výstupných otáčok. Zmena prevodu medzi ozubenými kolesami je takto rýchlejšia. Prevodová skriňa má zabezpečené mazanie.

Ako nevýhodu by som uviedol, že tento variant prevodovej skrine má väčšie rozmery, viac súčiastok a z ekonomického hľadiska je sa výroba značne zvýši.



Obr. 10 Prevodová skriňa

7 Zhrnutie

V mojej práci som sa hlbšie zamerlal na ozubené prevody. Preštudoval som dostupnú literatúru na internete a aplikoval som svoje vedomosti na inováciu prevodu hrotového sústruhu SU 110/500 Najprv som chcel len odstrániť jeden klinový prevod kvôli napínaniu remeňa , ktorý by som nahradil ozubeným prevodom, ale postupne som prevodmi spresňoval výstupné otáčky. Takto som získal 15 stupňovú prevodovku, ktorou sa dajú veľmi presne nastaviť výstupné otáčky. Vypracovaním mojej práce som sa naučil navrhovať ozubené prevody, vypracovať otáčkový a konštrukčný diagram. Prehlbil som si znalosti v oblasti konštrukcie ozubených kolies, zdokonalil som sa v 3D modelovaní a vyhotovovaní výrobných výkresov.

8 Zoznam použitej literatúry

- ^[1] Němec, D. a kol: Strojárska technológia II- Bratislava 1985
- ^[2] Ing. Vávra, P. a kol: Strojnícke tabuľky pre SPŠ strojnícke, Bratislava 2009
- ^[3] Ing. Vávra, P. a kol: Strojnícke tabuľky pre SPŠ strojníccké , Praha 1983
- ^[4] Ing. Vávra, P. a kol: Strojnícke tabuľky, Praha 1999
- ^[5] <https://www.slideshare.net/dhirajbhaskar56/machine-tool-gear-box-71326804>
- ^[6] <https://www.slideshare.net/Abhi23396/design-of-gear-box-66549551>
- ^[7] Kříž, R. a kol: Strojárska konštrukcia 1, Bratislava 1989