

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor SOČ: 9. Strojírenství, hutnictví, doprava a průmyslový design

Obor studia: Strojírenství 23-41-M/01

Elektrická kytara

Radim Oulehla

VOŠ A SPŠ Žďár nad Sázavou

Studentská 1, 591 01 Žďár nad Sázavou

Vedoucí práce: Ing. Pavel Hájek

Žďár nad Sázavou 2017

Prohlášení

Prohlašujeme, že jsme svou práci vypracovali samostatně, použili jsme pouze podklady (literaturu, SW atd.), uvedené v příloženém seznamu a postup při zpracování a další nakládání s prací je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

Ve Žďáře nad Sázavou dne 15.3.2017

Podpis:.....

Poděkování

Děkuji firmě B&CH Music, s.r.o. za poskytnutí slev na součásti a komponenty, které jsme pro naši práci použili.

Dále děkuji panu učiteli Ing. Pavlu Hájkovi za podporu, tisk 3D modelu a pomoc s uskutečněním projektu.

Panu učiteli Ing. Petru Zahrádkovi za zapůjčení trhačky a pomoc při testování strun na tah.

Panu učiteli Ing. Tulisovi, který mi poskytnul cenné rady při vytváření CNC programu.

Děkuji panu učiteli Ing. Zdeňku Holemářovi za konzultaci při navrhování elektrického obvodu.

Děkuji také firmě Autoservis Dufek, která zajistila nalakování hudebního nástroje.

Další poděkování patří Pavlu Vítkovi za pomoc a zapůjčení tříosé obráběcí frézky.

Anotace

Cílem bylo vyrobit plně funkční elektrickou kytaru a její model. Celá kytara, včetně jejích komponentů, je vymodelovaná v programu Autodesk Inventor. Model těla a krku byl následně převedený do programu SurfCAM, ze kterého byl následně vygenerovaný CNC program pro obráběcí frézku. Pro funkční elektrickou kytaru bylo použito vyrobené tělo a koupený krk od již zmíněné firmy B&CH Music, s.r.o. Pro model elektrické kytary je krk i tělo vyrobené na CNC frézce. Komponenty použité na modelu jsou vytištěné za pomoci 3D tisku. Model je vyrobený v měřítku 1:1.

Klíčová slova:

Elektrická kytara, Autodesk Inventor, modelování, Surf Cam, 3D tisk, CNC

Obsah:

2. Úvod
3. Firma B&CH Music, s.r.o.
4. Příprava projektu
5. Modelování
 - 5.1 Modelování těla kytary
 - 5.2 Modelování krku kytary
 - 5.3 Modelování dalších částí kytary
 - 5.4 Vytvoření animace rozpadu sestavy
6. 3D tisk
7. Rýsování technických výkresů – tělo kytary
 - 7.1 Rýsování technických výkresů – krk kytary
8. Trhačka
 - 8.1 Pokus ladění tónů v závislosti velikosti zatížení
9. Vytvoření CNC programu pro výrobu těla kytary
 - 9.1 Vytvoření CNC programu pro výrobu krku modelu kytary
10. Vyrobení těla kytary na CNC obráběcí frézce
11. Inspekce těla kytary po frézování pomocí ATOS COMPACT SCAN 2M
12. Povrchové úpravy – Broušení
 - 12.1 Povrchové úpravy – Lakování
13. Návrh elektrického obvodu pro snímače
14. Montáž dílů
15. Ekonomické zhodnocení výroby kytary
16. Seznam obrázků
17. Závěr
18. Soupis použité literatury
19. Seznam obrázků

2. Úvod

Pro práci Studentské Odborné Činnosti – SOČ předkládám projekt Elektrické kytary a jejího modelu. Cílem bylo vytvořit Elektrickou kytaru s námi navrženým tvarem těla a krku. Krk kytary je z důvodu náročné a velmi přesné výroby pořízený u firmy B&CH Music, s.r.o., která poskytla projektu velikou slevu na nákup součástí a komponentů, kterých bylo při výrobě potřeba. Model jsme vyrobili proto, abychom mohli předcházet problémům při výrobě a zhotovit tak funkční elektrickou kytaru bez vad. Model elektrické kytary je naprosto totožný s originálem, jediným rozdílem je hlava krku nástroje, která se mírně liší.

3. Firma B&CH Music, s.r.o.

Firma B&CH Music, s.r.o. byla založena v roce 1999. Dříve se zaměřovala na prodej a obchodování v oblasti hudebních nástrojů. Nyní firma vyrábí a produkuje vlastní značku hudebních nástrojů pod obchodní značkou BaCH.

Její sortimentem nejsou pouze hudební nástroje, ale také kufry a povlaky na hudební nástroje. V roce 2005 začala firma s výrobou silně polstrovaných BaCH povlaků na kytary. Také se rozšířila nabídka kufrů – Jazz kytary, kufry tvaru kapky, kufry na Rickenbacker kytary a baskytary.

Firma sídlí na adrese:

B&CH Music, s.r.o.

Velkomoravská 87

695 01 Hodonín

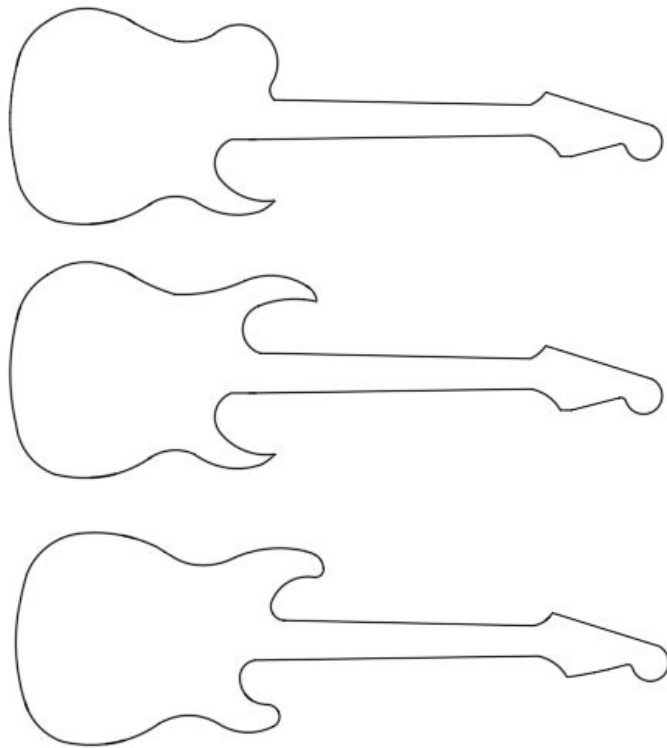
Tel./Fax: +420 518 344 430

e-mail: bachmusik@bachmusik.com

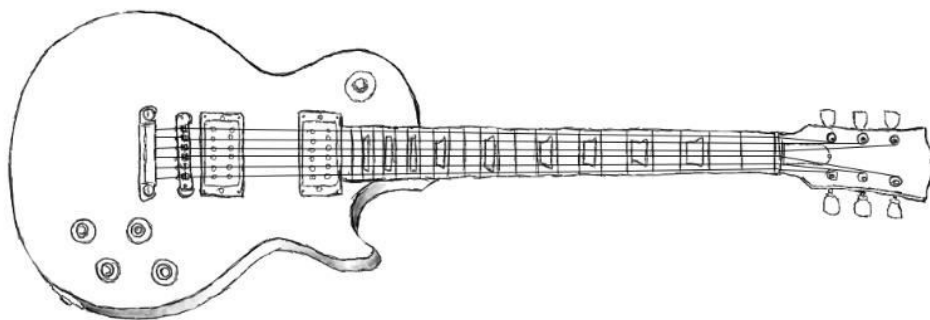


4. Příprava projektu

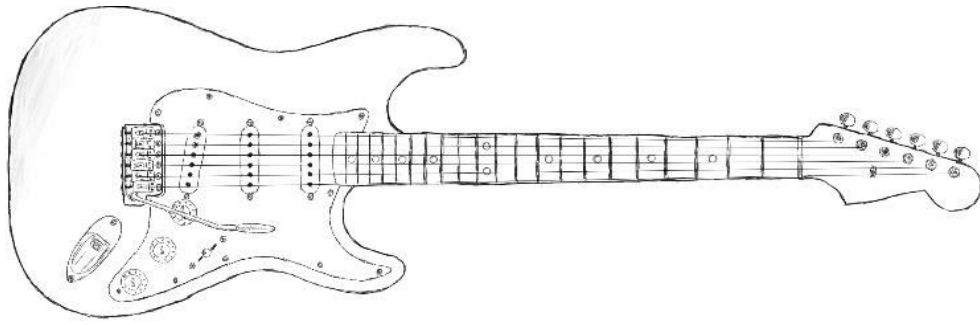
Pro budoucí elektrickou kytaru jsme chtěli vytvořit vlastní tvar jejího těla. Proto jsme připravili několik návrhů, ze kterých jsme následně vybírali ten nejvhodnější.



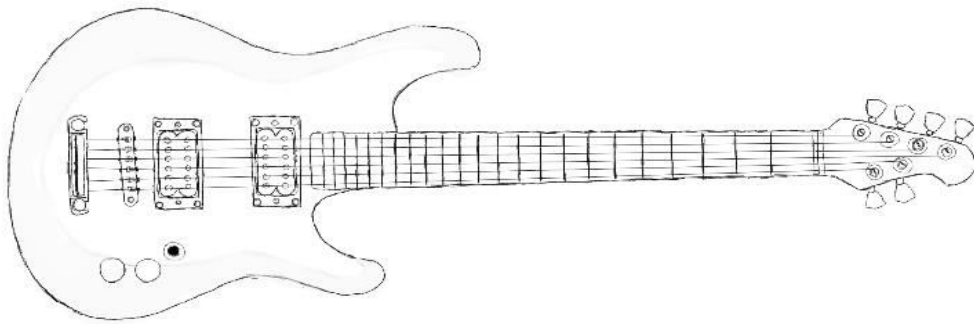
Obrázek 1 - Návrh tvaru těla kytary



Obrázek 2 - Návrh designu kytary-Typ Les Paul

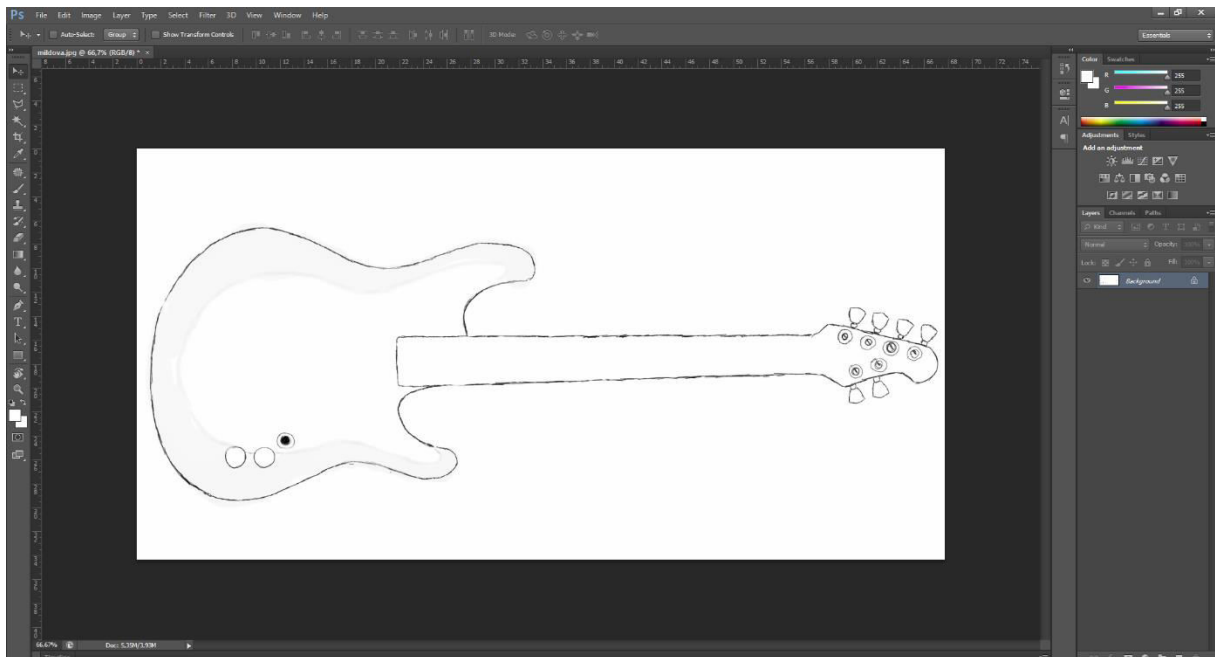


Obrázek 3 - Návrh designu kytary typ Stratocaster solo



Obrázek 4 - Návrh designu kytary typ Stratocaster

První problém nastal, při návrhu těla kytary. Pro kytaru bylo vytvořeno hned několik skic, jak by její tělo mohlo, nebo dokonce mělo vypadat. Po velmi důkladném zvážení jsme se ale rozhodli z vlastního designu těla upustit. Tělo elektrické kytary je totiž velmi důležitou částí, od které se odvíjí výsledný zvuk. Z tohoto důvodu jsme použili klasický tvar Stratocaster. Pro navržení designu kytary jsem použil program Adobe Photoshop CS6.



Obrázek 5 - Navrhování designu kytary v programu Adobe Photoshop

Bylo za potřebí pro tělo nástroje zvolit vhodný druh dřeva. Původní nápad byl, pořídit mahagonové dřevo, které se používá pro opravdu kvalitní hudební nástroje. Mahagon je ale velmi těžkým a drahým druhem dřeva, proto jsme nakonec vybrali dřevo jasanu, které je jeho skvělou alternativou. Tvrdé a levné. Zvolený materiál jsme pro začátek pouze zarovnali a opracovali na přesný rozměr pro snadnější upnutí do CNC obráběcí frézky.



Obrázek 7 - Materiál pro výrobu těla nástroje



Obrázek 6 - Opracování materiálu na polotovár

Dalším problémem byl krk nástroje. Jelikož je tato součást vyrobená s minimálními odchylkami. Byli jsme nuceni krk pro funkční kytaru koupit. Pro nákup jsme kontaktovali již zmíněnou firmu B&CH Music, s.r.o., která nám pomohla, jak z hlediska financí, tak i při výběru správného krku a dalších komponentů.

Pro model jsme ale chtěli krk přece jen vyrobít, jelikož se nebude jednat o funkční model, nemusí být krk vyrobený s naprosto přesnými rozměry. Pro výrobu krku jsme také využili vlastní zdroje a vybrali jsme dřevo dubu. I dřevo, ze kterého je krk vyrobený jsme pro začátek pouze opracovali na přesný rozměr.

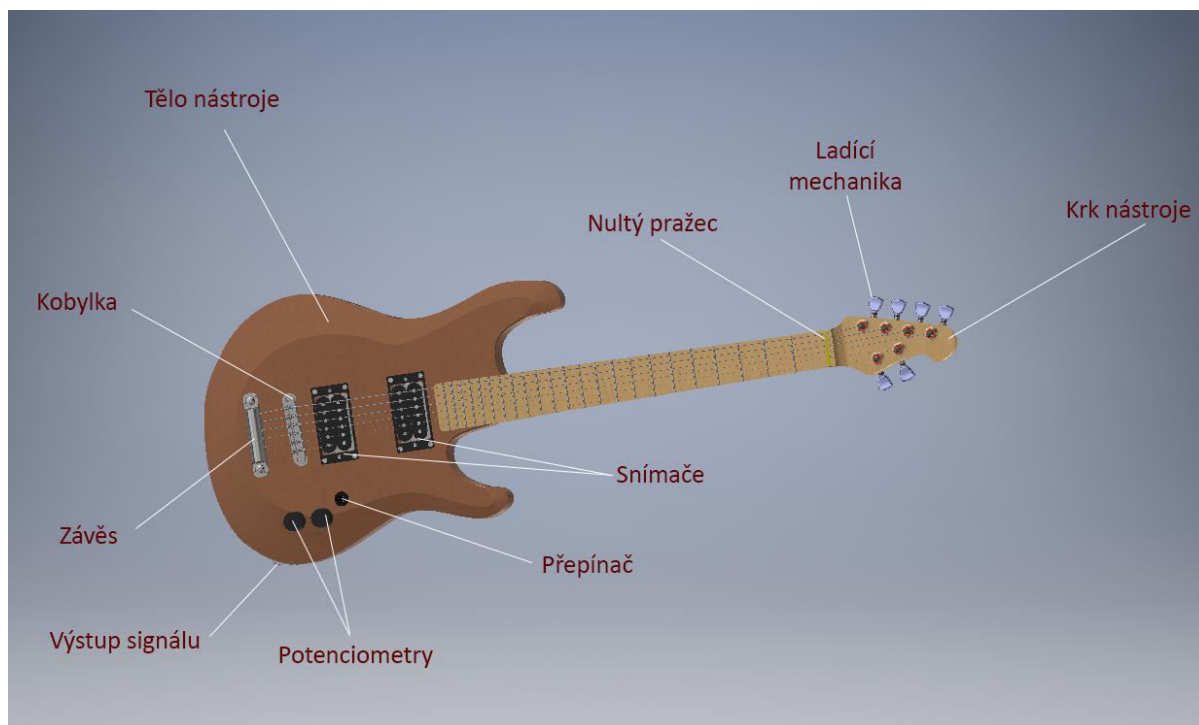


Obrázek 8 - Materiál pro výrobu krku nástroje

5. Modelování

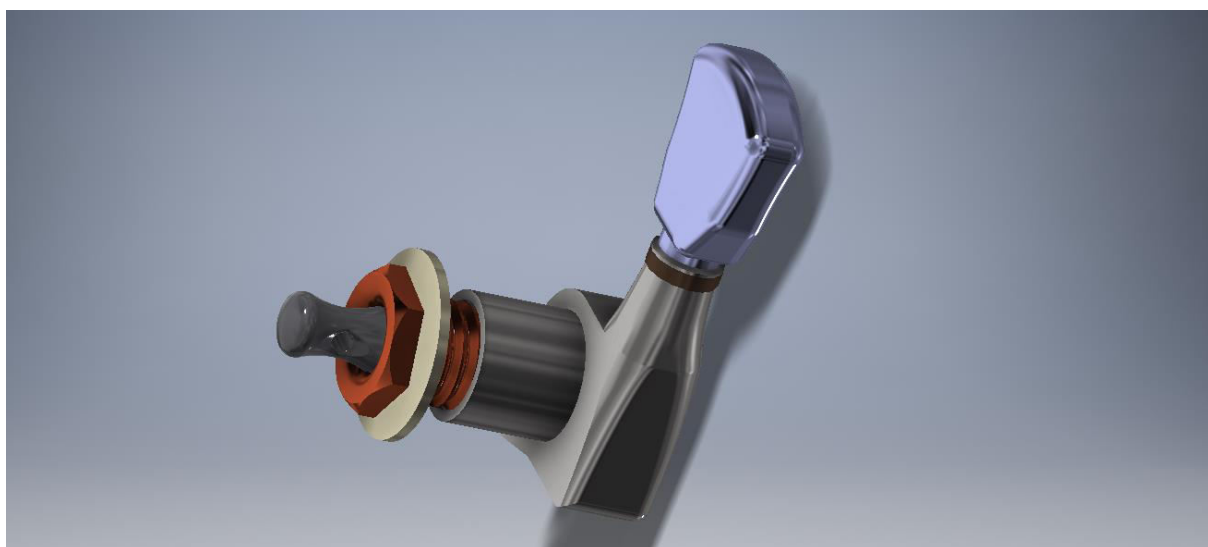
Pro vytvoření 3D modelu elektrické kytary jsem použil program Autodesk Inventor, se kterým jsem se naučil pracovat na naší škole. Program slouží pro vytvoření 3D modelů.

Model se skládá z mnoha částí. Všechny tyto části jsem vymodeloval. Na následujícím obrázku jsou vidět všechny části kytary včetně popisu.



Obrázek 9 - Popis částí kytary

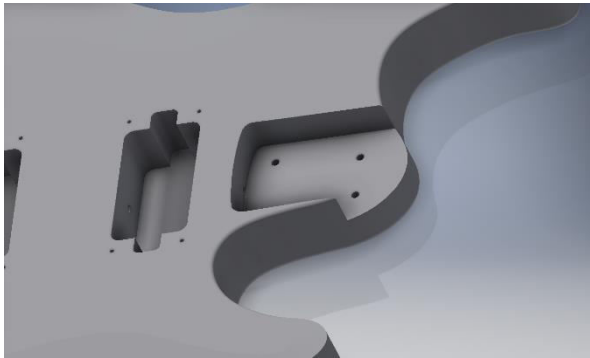
Model byl vytvořený pro snadnější práci s programem SurfCAM, který slouží pro řízení CNC obráběcí frézky. 3D model z Inventoru také pomohl při tištění zbylých komponentů pro model elektrické kytary na 3D tiskárně. Model byl proto vytvořený v měřítku 1:1.



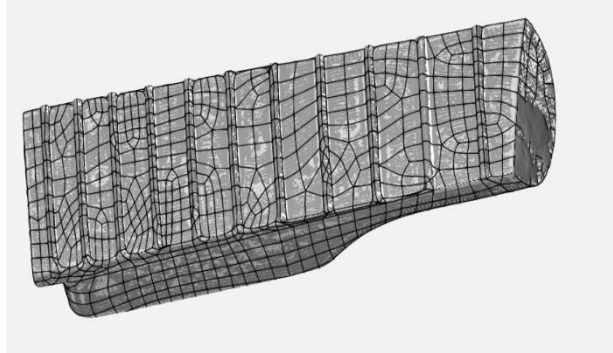
Obrázek 10 - Vymodelovaná ladící mechanika

5.1 Modelování těla kytary

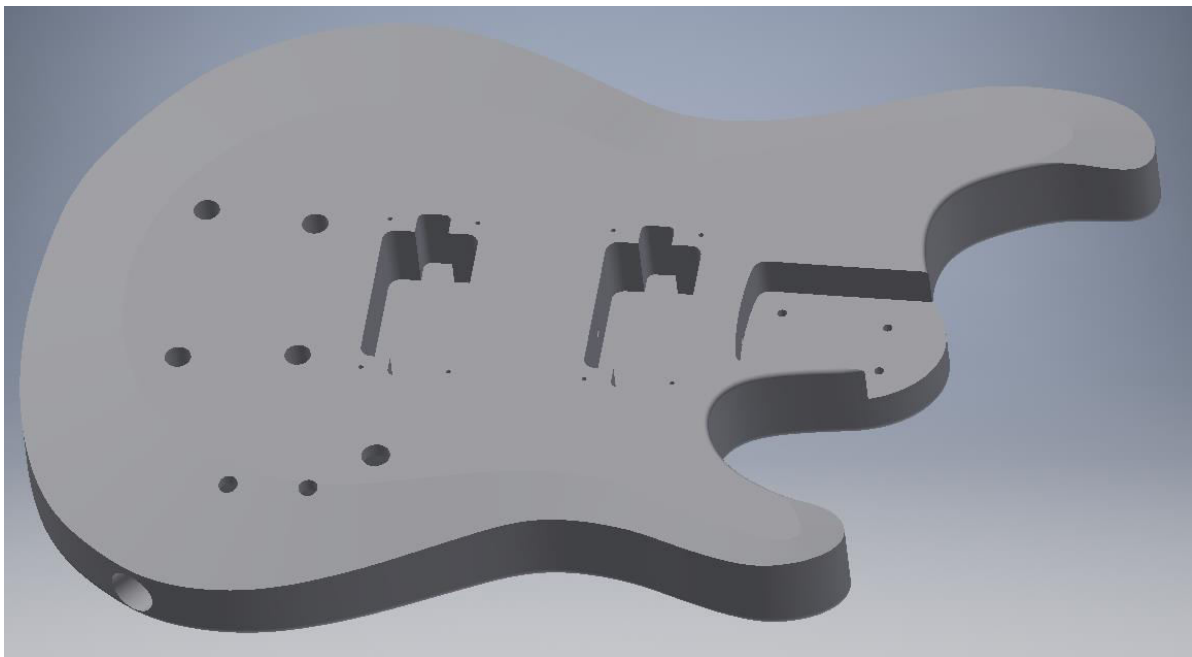
Model těla kytary je vytvořený podle polohy bodů s následným spojením těchto bodů nástrojem „spline“. Tak jsem získal tvar těla. Ten už zbývalo pouze vysunout a dodělat patřičné náležitosti, jako jsou kapsy pro uložení elektrického obvodu, potenciometrů, snímačů a dalších částí. Zároveň je zde také vymodelovaná kapsa pro uložení krku. Aby pata koupeného krku zapadla přesně do našeho těla kytary, využili jsme moderního 3D skeneru ATOS Compact, abychom zjistili její přesné rozměry. Oskenovanou součást jsem upravil v programu GOM Inspect, se kterým jsem se setkal ve výuce 4. ročníku. Dále jsme povrchové těleso převedli na objemové, abychom s ním mohli dále pracovat.



Obrázek 12 - Detail kapsy pro uložení paty krku



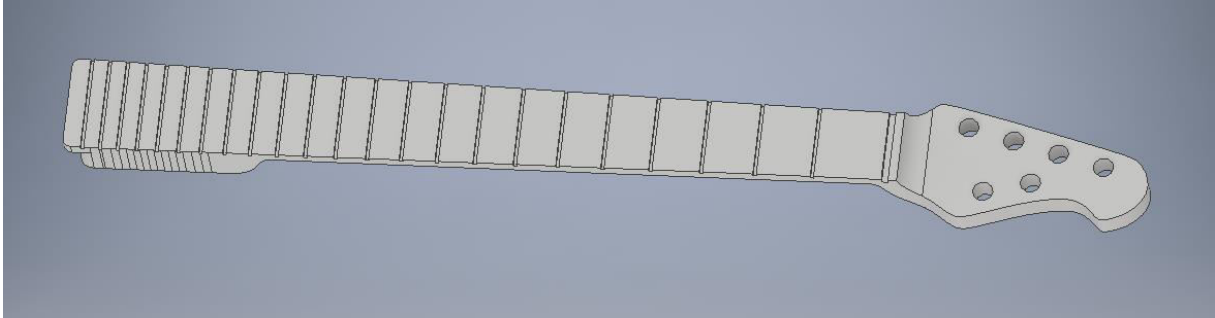
Obrázek 11 - Naskenovaná pata krku



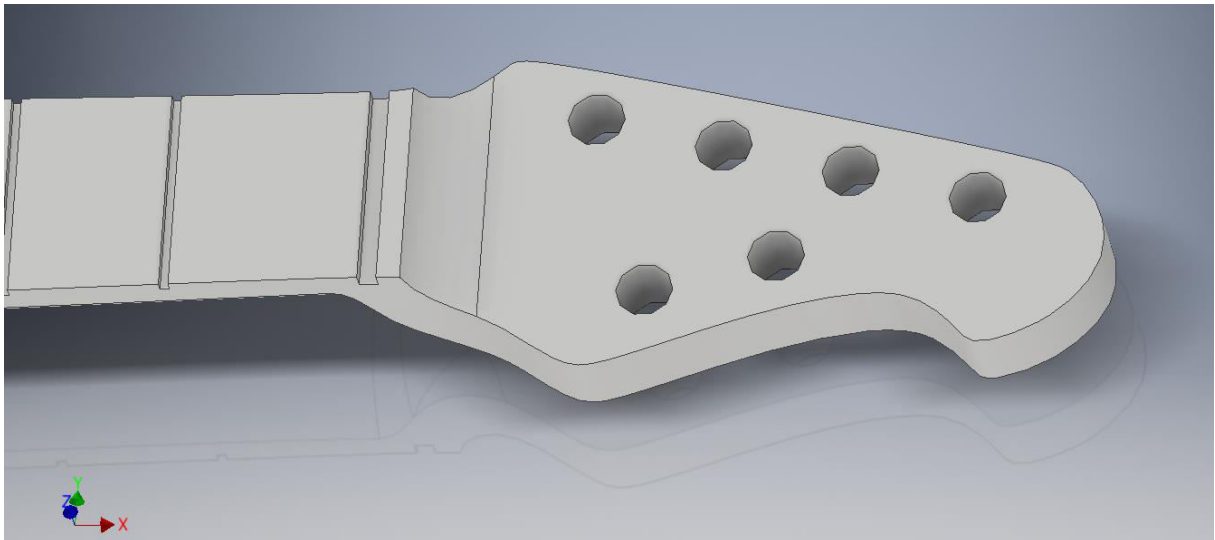
Obrázek 13 - Vymodelované tělo nástroje

5.2 Modelování krku kytary

Model krku je také vytvořený za pomoci bodů, které jsou spojené nástrojem „spline“. Polohu bodů u těla i krku kytary jsem převzal z internetových zdrojů a po-té upravil tak, aby krk seděl do vymodelovaného těla. Model krku není naprostou kopií krku použitého u funkční elektrické kytary. Kvůli zvětšené ladící mechanice jsem použil zvětšené otvory pro její usazení na hlavě krku.



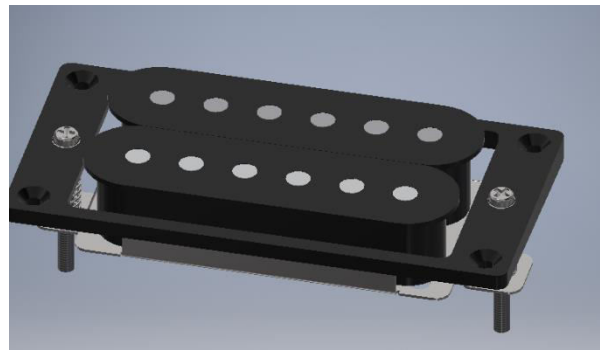
Obrázek 14 - Vymodelovaný krk nástroje



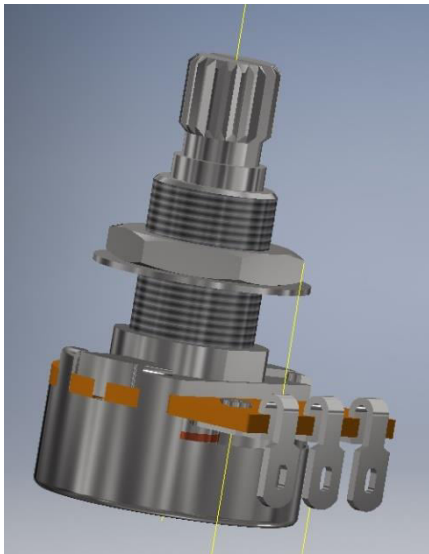
Obrázek 15 - Detail hlavy krku nástroje

5.3 Modelování dalších částí elektrické kytary

Další částí sestavy elektrické kytary byly snímače. Skládají se z šesti magnetů, které představují na obrázku č. 15 stříbrné válečky, ty jsou obalené plastovou krytkou. Spodní část snímače tvoří ocelové pouzdro, v tom jsou uloženy dva šrouby s pružinou, které jsou upevněny v plastové krytce po obvodu snímače. Tyto šrouby slouží k regulaci vzdálenosti snímače od strun nástroje. Plastová krytka je dále vybavena čtyřmi otvory pro upevnění snímače na těle kytary.

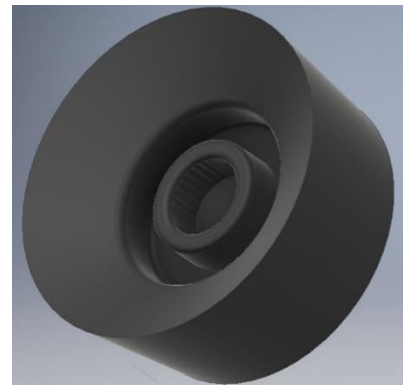


Obrázek 16 - Vymodelované snímače



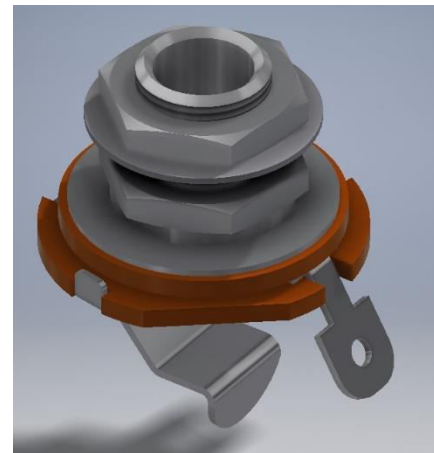
Obrázek 17 - Vymodelovaný potenciometr

Pokračoval jsem vytvořením potenciometru, který slouží k regulaci hlasitosti a zvukové clony nástroje. Oba potenciometry jsou totožné. Obsahují tři výstupy, které jsou uloženy v plastové odizolované krytce. Na potenciometru je vymodelovaný závit a matka s podložkou, která slouží k usazení v těle nástroje. Na vroubkované zakončení potenciometru se nasadí knoflík, pro lepší vzhled a regulaci viz. Obr. č. 17.



Obrázek 18 - Knoflík pro regulaci hlasitosti

Dále jsem pokračoval vymodelováním samice, tedy výstupu, ze kterého je signál odváděn kabelem do zesilovače. Samice obsahuje tři výstupy. Je zde vymodelované plastové odizolování součástí. Samice je zakončena závitem pro matku a podložku, která slouží ke spojení s tělem nástroje.

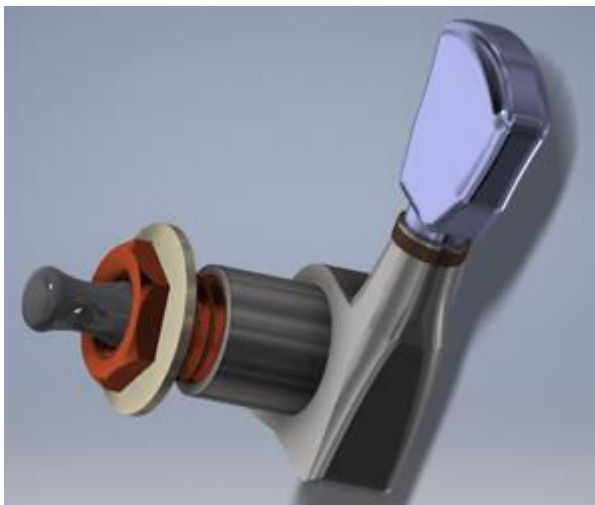


Obrázek 19 - Vymodelovaná samice



Obrázek 20 - Vymodelovaný přepínač

Přepínač slouží v elektrickém obvodu kytary pro přepnutí činnosti snímačů. Pokud je snímač sepnut směrem dolů, snímá zvuk pouze horní snímač, pokud je snímač sepnut na druhou stranu, snímá zvuk pouze spodní snímač a pokud je v poloze uprostřed, snímají oba zároveň. Přepínač obsahuje vývody kontaktů, které jsou uloženy v plastových krytkách. Ty izolují kontakty od ostatních částí přepínače. Na přepínači je vymodelován závit, na který se našroubuje matka s podložkou. To zajistí upevnění na těle nástroje. Dále je zde pro lepší manipulaci přepínání vymodelovaná páčka, která je také opatřena závitem. Dá se na konec přepínače zašroubovat.



Obrázek 21 - Vymodelovaná ladící mechanika

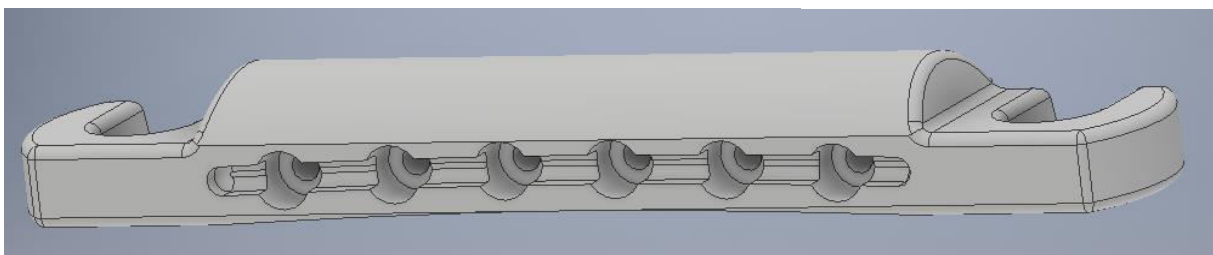
Ladící mechanika je tvořena šnekem, kolíkem pro upevnění strun, ozubeným kolem, pouzdem mechaniky, upevňovací matkou, krytkou a podložkami. Při prvním pokusu byl šnek naskenovaný 3D moderním skenerem ATOS-COMPACT 2M, který se nachází v prostorách naší školy. Jelikož je tato část velmi náročná na modelování. Ladící mechanika měla být vytištěna na 3D tiskárně. Naskenovaný šnek ale nebyl zcela přesně naskenován, a proto bylo potřeba šnek přece jen vymodelovat.

Po vymodelování ladící mechaniky jsem začal pracovat na vytvoření modelu kobylky. Na modelování byla kobylka poměrně složitá, jelikož obsahuje pohyblivé kameny, které nebylo snadné změřit. Tyto kameny se pohybují pomocí pružiny a šroubu, které jsou součástí sestavy kobylky. Ta dále obsahuje matky, které slouží pro její upevnění v těle nástroje. Do těchto matic se poté upevní šrouby, na kterých je kobylka usazena.

Další částí je závěs, za který se uchytí struny kytary. Pro zakončení strun je zde vyhotovená drážka, aby nerušilo vzhled nástroje. Závěs je v těle kytary upevněn obdobně, jako kobylka.



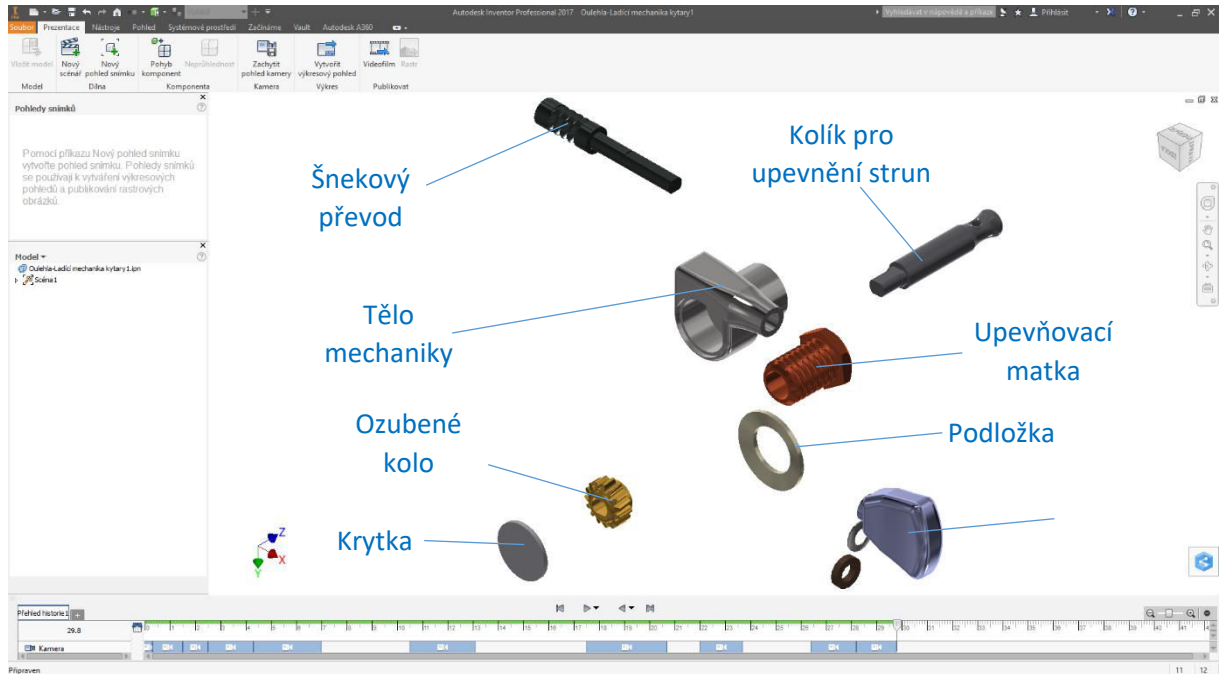
Obrázek 22 - Vymodelovaná kobylka



Obrázek 23 - Vymodelovaný závěs kytary

5.4 Vytvoření animace rozpadu sestavy

Pro lepší přehlednost jsem vytvořil animaci rozpadu sestavy celé vymodelované kytary v Autodesk Inventoru. V této animaci jsou zobrazeny všechny díly elektrické kytary. Animace zobrazuje, všechny jednotlivé části a jejich umístění v sestavě. Naleznete je na přiloženém CD.



Obrázek 24 - Rozložená sestava ladící mechaniky



Obrázek 25 - Sestava elektrické kytar

6. 3D tisk

3D tisk je proces, při kterém se z digitální předlohy (3D model) vytváří fyzický model. Je to proces aditivní, to znamená, že se materiál přidává. Na rozdíl od obráběcích strojů, kde se z celistvého bloku materiál odebírá, až zbyde jen požadovaný tvar.

Pro náš model kytary jsem využil 3D tiskárnu Fortus 250mc (Soluble Support Technology) – s technologií rozpustných podpor. Velikost modelovacího prostoru je maximálně 254x254x305mm. Tiskárna využívá stavební materiál ABS plus-P430 (plast). Je možné zvolit tloušťku vrstev 0,1778mm; 0,2540mm nebo 0,3302mm. Fortus 250mc umožňuje tisknout s přesností $\pm 0,241$ mm (výsledná přesnost je závislá na geometrii dílu). Tato tiskárna se nachází v prostorách školy.

3D tiskem byla vyrobena ladící mechanika, kde bylo zapotřebí zvolit větší závit, jelikož jemný závit naše 3D tiskárna nezvládne vytisknout. Pomocí 3D tisku byl vyroben 3D model snímačů, potenciometrů, pražců, kobylky, závěsu a krytek. Všechny součásti byly povrchově upraveny. Povrch součástí je tedy dokonale hladký.



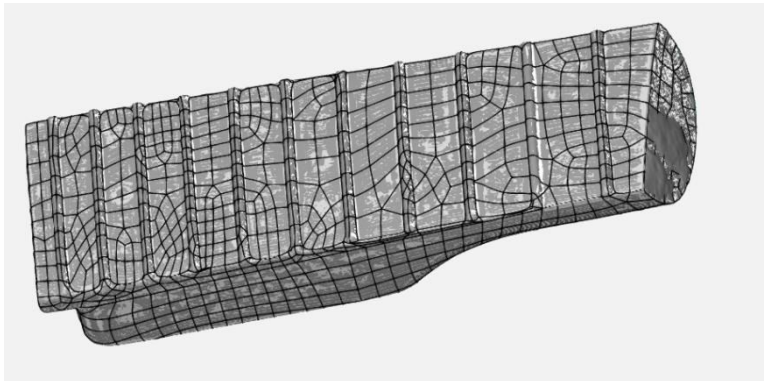
Obrázek 26 - Vytisknutá ladící mechanika pomocí 3D tiskárny



Obrázek 27 - Krytka elektroniky uložené v těle nástroje

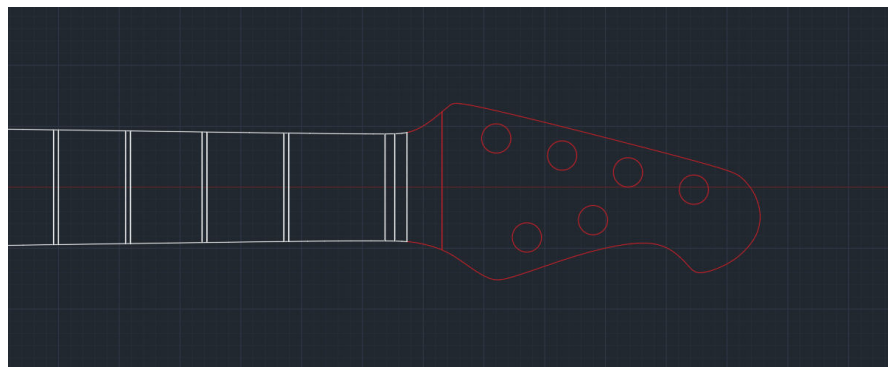
7.1 Rýsování technických výkresů – krk modelu kytary

Výkres krku byl vytvořený obdobně, jako výkres těla. Pomocí bodů jsem narýsoval požadovaný tvar. S tím rozdílem, že jsem upravil rozměry paty krku, aby dobře zapadnul do kapsy pro krk na těle kytary. Aby pata koupeného krku zapadla přesně do našeho těla kytary, využili jsme moderního 3D skeneru ATOS Compact, abychom zjistili její přesné rozměry. Oskenovanou součást jsme upravili v programu GOM Inspect, se kterým jsme se setkali ve výuce ve 4. ročníku. Dále jsme povrchové těleso převedli na objemové, abychom s ním mohli dále pracovat. Zde jsem změřil potřebné rozměry a zahrnul je do výkresu těla i krku kytary.

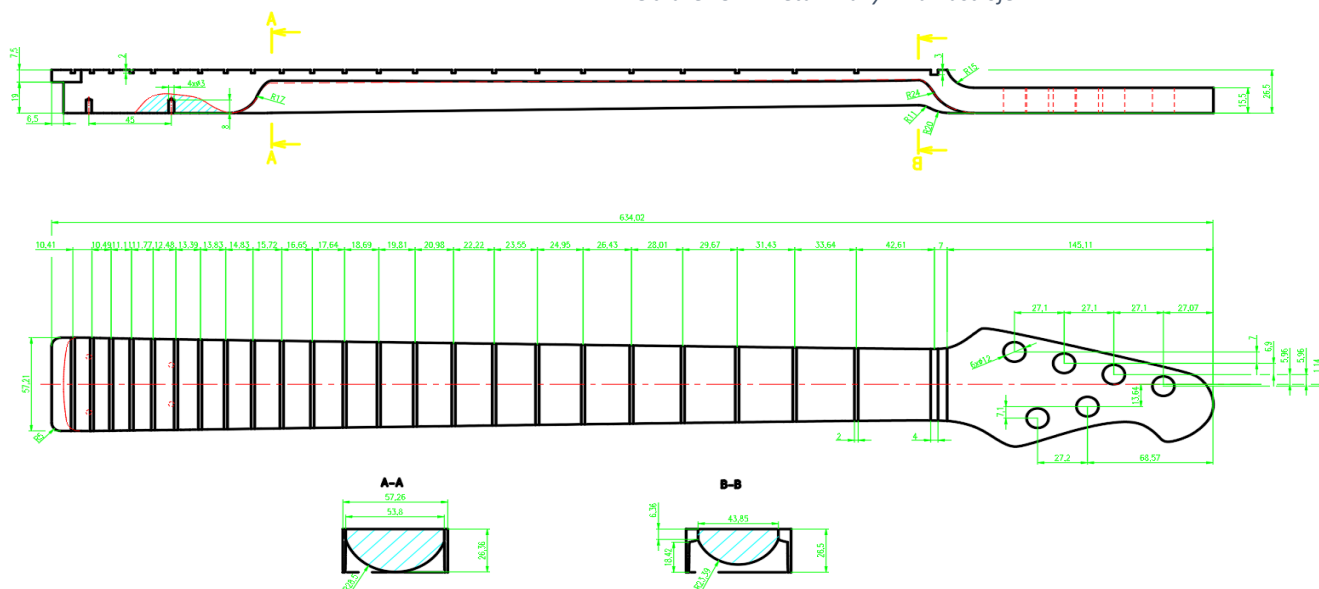


Obrázek 30 - Naskenovaná pata krku nástroje

Hlava rýsovaného krku je jiná než ta u krku, který bude použitý na funkční elektrické kytáře. Pro model jsme totiž zvolili tvar, který vypadá vzhledově lépe. Na krku jsou narýsované



Obrázek 31 – Detail hlavy krku nástroje



Obrázek 32 - Technický výkres krku nástroje

8. Trhačka

Zkouška tahem je často užívaná zkouška zatížením materiálu na tah. Výsledků této zkoušky lze použít při konstrukčních návrzích apod. Jedná se o statickou zkoušku (pomalu vzrůstající zátěžná síla, nebo konstantní síla). Zkoušený materiál je upraven do vzorku, jehož parametry stanoví ČSN. Vzorek se zkouší na trhacím zařízení, dle potřeby, často až do roztržení (trvalá plastická deformace). Stroj během zkoušení zaznamenává a vyhodnocuje celou řadu veličin například průběžné nebo maximální zatížení.

S trhacím zařízením jsem se naučil pracovat v laboratoři měření. Trhačku jsem použil pro tahovou zkoušku strun. Potřeboval jsem totiž zjistit jejich mez pevnosti v tahu. Ze zjištěných hodnot jsem vycházel při dimenzování kotevního materiálu pro uchycení krku k tělu hudebního nástroje. Postupně jsem každou strunu upnul do trhacího zařízení a zatížil ji do jejího přetržení. Při napínání strun jsem zároveň provedl pokus, kdy jsem změřil výšku tónu elektronickou ladičkou, který struna vydá u námi zvoleného zatížení. Všechny naměřené hodnoty, které jsem pomocí trhačky zjistil, jsem po-té zpracoval do přehledné tabulky.



Obrázek 33 - Trhací zařízení s upnutou strunou

Tabulka naměřených hodnot maximálního zatížení:

Struna:	E ₁	B	G	D	A	E ₆	Basová E
Tloušťka:	0,28mm	0,36mm	0,46mm	0,71mm	0,97mm	1,22mm	2,65mm
Mez pevnosti v tahu:	131 N	225 N	292 N	348 N	386 N	445 N	639 N

Při tomto měření jsem zároveň na jeho konci provedl pokus, kdy jsem do trhačky upnul basovou E strunu s průměrem obalu 2,65mm a s průměrem jádra 0,61. U této struny jsem naměřil maximální zatížení 639 N.

8.1 Pokus ladění tónů v závislosti velikosti zatížení

V průběhu zatěžování strun jsem postupně zastavoval jejich namáhání a změřil výšku tónu při aktuálním zatížením elektronickou ladičkou. Vše jsem opět zaznamenal do tabulky, ze které jsem poté zjistil pár zajímavostí.

Tabulka naměřených hodnot při pokusu závislosti zatížení na výšce tónu:

Struna:	E ₁	B	G	D	A	E ₆	Basové E
Zatížení:	38 N	98 N	263 N	200 N	157 N	231 N	457 N
Tón:	F	G#	A#	C	E	F	G#

Červená barva značí tón, který není čistě naladěný. Zelená barva značí tón, který se nám podařilo přesně naladit. Při pokusu jsem zjistil, že zatížení o velikosti cca 50 N, odpovídá zhruba jednomu celému tónu.



Obrázek 34 - Zkouška ladění tónů

9. Vytvoření CNC programu pro výrobu těla kytary

Pro vytvoření CNC programu těla hudebního nástroje jsme použili program SurfCAM, se kterým jsme se naučili pracovat na naší škole. Program SurfCAM je softwarovým CAM řešením umožňujícím řídit 2 až 5 osé frézky, soustruhy a soustružnická centra, drátořezy a další.

3D model, který jsme v Inventoru vymodelovali, jsem převedl do formátu „.sat“, se kterým dokáže program SurfCAM pracovat.

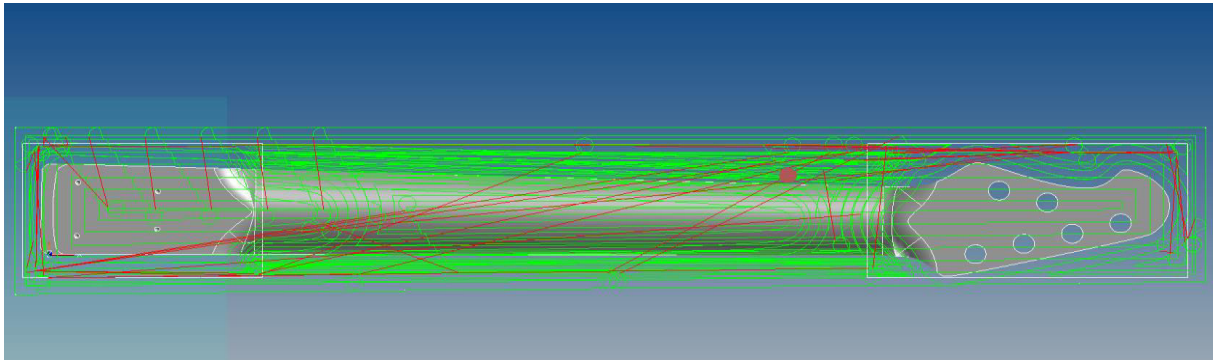
Z výuky jsem věděl, že musím výrobu rozdělit na dvě části, jelikož nelze obrábět horní i spodní stranu jedním CNC programem. Vytvořil jsem tedy nejprve CNC program pro horní stranu nástroje. Vrták by měl vyfrézovat otvory pro upevnění kobylky a závěsu, potenciometrů a přepínače, následně kapsy pro usazení snímačů a kapsu pro spojení krku s tělem kytary. Konečnou fází prvního programu bylo vytvořit sražení, které lemuje téměř celý obvod těla nástroje. Druhý program obsahoval vyfrézování kapsy pro elektrotechniku a zaoblení obvodu těla kytary.

```
28345 L X63.473 Y-20.144 Z-8.54
28350 L X62.034 Y-3.52 Z-10.
28355 L X60.595 Y13.105 FQ2
28360 CC X59.2 Y12.984
28365 C X59.547 Y14.34 DR+
28370 CC X63.997 Y31.781
28375 C X58.973 Y14.496 DR-
28380 CC X58.583 Y13.152
28385 C X57.968 Y14.409 DR+
28390 CC X50.049 Y30.574
28395 C X57.43 Y14.157 DR-
28400 CC X58.004 Y12.88
28405 C X56.61 Y12.76 DR+
28410 L X59.488 Y-20.489
28415 CC X60.882 Y-20.368
28420 C X60.536 Y-21.724 DR+
28425 CC X56.085 Y-39.165
28430 C X61.109 Y-21.881 DR-
28435 CC X61.499 Y-20.536
28440 C X62.114 Y-21.794 DR+
28445 CC X70.033 Y-37.958
28450 C X62.652 Y-21.541 DR-
28455 CC X62.078 Y-20.264
28460 C X63.473 Y-20.144 DR+
28465 L X62.034 Y-3.52
28470 CC X58.547 Y-3.821
28475 C X58.245 Y-.335 DR+ FQ3
28480 L Z-7.
28485 L Z10. F MAX
28490 L X259.896 Y166.934 FMAX
28495 L Z-7. F MAX
28500 L Z-10. FQ1
28505 CC X255.077 Y172.012
28510 C X250. Y167.193 DR-
28515 CC X86.844 Y12.347
28520 C X229.938 Y185.902 DR+ FQ2
28525 CC X225.486 Y180.5
28530 C X225.487 Y187.5 DR+
28535 L X193.426
```

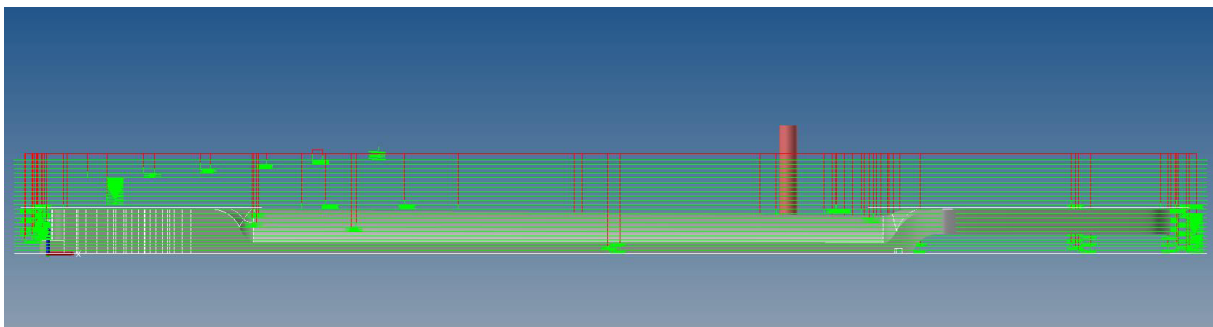
Obrázek 35 - Náhled CNC programu pro obrábění těla kytary

9.1 Vytvoření CNC programu pro výrobu krku modelu kytary

3D model krku nástroje jsme z Inventoru převedli do formátu „.sat“, se kterým dokáže SurfCAM pracovat. V programu jsme tedy vytvořili síť drah nástrojů, které polotovár obrobí. Obrábění krku kytary bylo zapotřebí také rozdělit do dvou částí. V první části jsem se zaměřil na obrobení horní části krku. Vrták nejdříve zarovnal plochu a následně vytvořil otvory pro upevnění ladící mechaniky. Druhý CNC program nejdříve vytvořil hrubý tvar krku nástroje. Po-té začal vytvářet kuželové zaoblení krku a následně rádiusy u hlavy a paty krku.

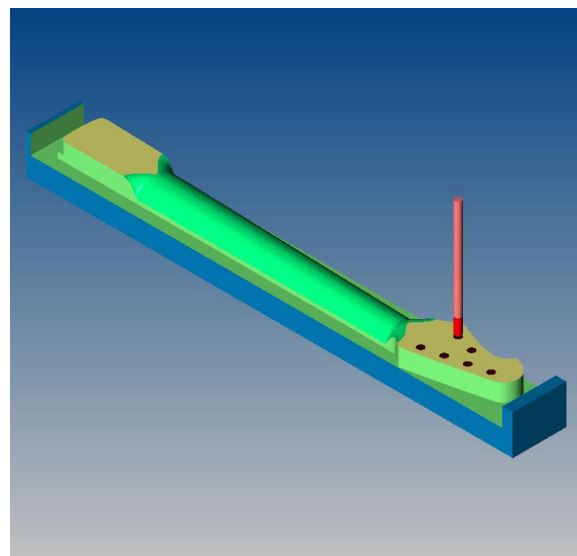


Obrázek 37 - Zobrazené dráhy krku nástroje v programu SurfCAM



Obrázek 36 - Zobrazené dráhy krku nástroje v programu SurfCAM

Dráhy, které jsme v SurfCAMU vytvořili, nám automaticky vygenerovaly CNC program pro obráběcí frézku. Pro kontrolu jsme spustili simulaci obrábění, abychom věděli, zda jsou dráhy nástroje nastavené správně. Po této kontrole přišlo na řadu samotné zhotovení krku kytary. Bohužel jsme na výrobu krku kytary neměly dostatek času, a tak jsme u této části výroby modelu skončili.



Obrázek 38 - Simulace výroby krku nástroje

10. Vyrobení těla kytary na CNC obráběcí frézce

Ve spolupráci s Pavlem Vítkem, který vlastní soukromou dílnu pro obrábění na CNC frézkách, nám nabídl pomoc při výrobě těla nástroje, za což mu tímto děkujeme.

Při výrobě prvního těla, který je určený pro model kytary, na CNC frézce došlo k malému osovému posunutí. Než jsme tedy začali vyrábět druhé tělo nástroje, zkontrolovali jsme, zda je polotovár upnutý tak, jak má a nedochází k žádnému dalšímu problému, se kterým jsme se potýkali u prvního výrobku. Obráběcí proces těla jsem rozdělil do dvou částí. V první části jsem potřeboval obrobít horní stranu těla. Frézka tedy prvně obrobila polotovár do požadovaného tvaru. Po-té vytvořila otvory pro snímače, potenciometry, kapsu pro usazení krku a nakonec sražení. Následující část vytvořila kapsy pro usazení zbylé elektroniky a kabeláže.



Obrázek 39 - Výroba těla nástroje na CNC frézce

Po dokončení obou obráběcích částí jsem potřeboval vyvrtat otvor pro kabeláž, která vede od snímačů až do kapsy, kde má být kabel spojený s potenciometry.



Obrázek 40 - Vrtání otvoru pro umístění kabeláže

11. Inspekce těla kytary po frézování pomocí ATOS COMPACT SCAN 2M

Pro kontrolu rozměrů vyrobeného těla kytary, jsem využil 3D skenovacího nástroje ATOS COMPACT 2M. S tímto přístrojem jsem se naučil pracovat ve čtvrtém ročníku, v předmětu konstrukčního cvičení. Skenér dokáže převést fyzické 2D nebo 3D předlohy do digitální podoby.

Ještě před tím, než se začalo tělo kytary skenovat. Bylo zapotřebí polepit výrobek referenčními body, které umožňují skenovacímu nástroji mnohem přesněji zachytit rozměry výrobku. Zároveň při vhodném rozmístění usnadní průběh skenování. Referenční body nejsou speciální záležitostí. Je to v podstatě malé kolečko papíru, které je po okraji obarveno černou barvou. Na tělo kytary jsem tady nalepil hned několik bodů na vhodná místa, tak aby sken vždy zachytil alespoň 3 referenční body. Pokud sken zachytí méně, jak tři body, je skenování méně přesné.



Obrázek 41 - Tělo nástroje polepené referenčními body

Po nalepení bodů bylo potřeba skenovací nástroj zkalibrovat, aby měření bylo přesné. Pro skenování jsem použil měřicí rozsah 500x380x380. Na jeden záběr ATOS Compact SCAN naměří dva miliony bodů. Při skenování jsem narazil na několik problémů. Skenér totiž nedokázal některé otvory, plochy nebo zaoblení naskenovat, proto bylo občas nutné snížit jas a kontrast.



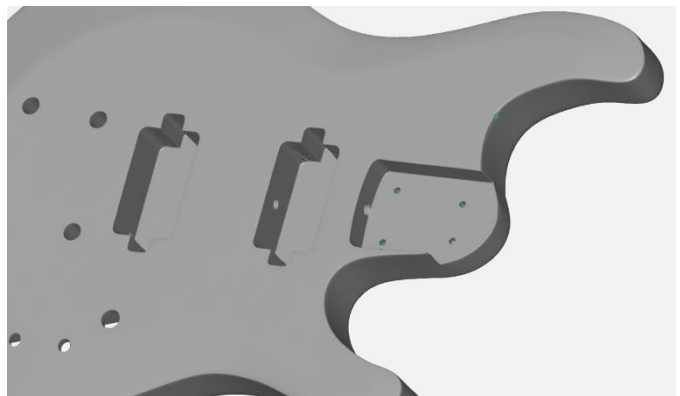
Obrázek 42 - Skenování těla nástroje pomocí ATOS-COMPACT 3D SCAN 2M

Po dokončení skenu bylo potřeba naskenovaný model upravit v programu GOM Inspect. Skener totiž nedokáže některé plochy zachytit, jsou to například otvory pro šrouby, zaoblení, sražení atd. Pro vytvoření inspekce těla kytary je dobré tyto otvory v programu GOM Inspect zalepit nástrojem „Close Hole“. Celkem skener nezachytil 25 ploch, všechny nezachycené plochy jsem zalepil. Nástroj „Close Hole“ se dá nastavit tak aby byla zalepená plocha, co nejvíce shodná se skutečným výrobkem.

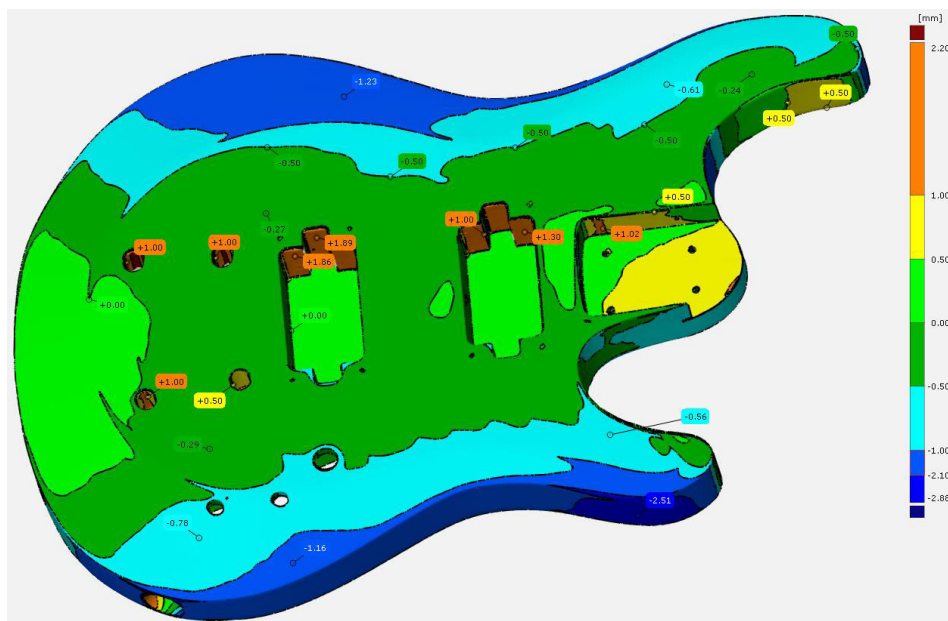
Information	
Selected elements: 1	telo kytary
Imported	
Name (imported):	telo kytary
Import source:	STL
Import file:	F:\telo kytary.stl
Points	
Number of points:	370500
Selected points:	0
Holes	
Number of holes:	25

Obrázek 43 - Tabulka počtu nalezených děr v programu GOM Inspect

Po upravení naskenovaného modelu jsem přešel k samotné inspekci těla kytary. V programu Autodesk Inventor jsem otevřel vymodelovanou součást a exportoval ji do formátu „.sat“, se kterým GOM Inspect dokáže pracovat. Soubor jsem tedy otevřel a provedl srovnání vyrobeného těla kytary a modelu vytvořeného v programu Autodesk Inventor. Po provedení inspekce jsem se dozvěděl, že největší odchylky nastaly při frézování otvorů pro snímače, kobylku a závěsu. Zde pravděpodobně došlo k posunutí osové vzdálenosti, jelikož všechny tyto otvory jsou posunuté v průměrně o 1,7mm. Protože jde o osové posunutí všech otvorů, mohu v projektu dále pokračovat, bez větších problémů. Kvůli broušení kytary bylo tělo vyrobeno s drobnou vůlí, proto jsou některé plochy vyrobeného těla větší než ty, které jsou vymodelované v Inventoru. Zadní strana těla je vyrobena s přesností na -0,3mm.



Obrázek 44 - Model těla nástroje v programu Autodesk Inventor



Obrázek 45 - Inspekce rozměrů těla nástroje

12. Povrchové úpravy-Broušení

Po vyrobení těla modelu kytary jsem potřeboval opracovat jeho povrch. Ke zjemnění povrchu jsem použil vibrační fréžku, se kterou jsem tělo opracoval tak, aby bylo dokonale hladké. Povrch je teď hladký a zároveň na něj bude možné nanést lak, který na tělo lépe přilne.

Lak je pro elektrické kytary také velmi důležitou částí, protože může zkreslit jejich výsledný zvuk. Dlouho jsme tedy přemýšleli, jaký lak bude na kytaru nanesen. Po důkladném rozhodování a srovnávání výhod a nevýhod jsme se rozhodli pro polyuretanový lak, který je nejlepší alternativou speciálních a drahých laků pro sériově vyráběné elektrické kytary. Další věc, kterou bylo nutné promyslet je vzhled kytary. Přesto, že jde o klasický tvar elektrické kytary, na barvě a jejím výsledném vzhledu bude záležet nejvíce. Abychom tuto situaci lépe zvládli, vytvořil jsem pro lepší představivost několik možností, jak by kytara mohla ve výsledku vypadat.



Obrázek 46 - Broušení těla nástroje vibrační bruskou



Obrázek 48 - Návrh designu těla v červené barvě



Obrázek 47 - Návrh designu těla v rudé barvě



Obrázek 49 - Návrh designu těla kytary s čirým lakem

12.1 Povrchové úpravy-Lakování

Nejvíce se nám zamlouvala varianta z posledního obrázku, tedy bezbarvý lak. Rozhodli jsme se pro něj, protože jde o vzhled, který se ve světě moc nevidí. Vyzkoušíme tak tedy něco nového.

Lak, který na těla kytar použijeme, je speciálním lakem používaný při výrobě lodí. Stejný lak se nanáší i na celosvětově známou značku elektrických kytar Gibson a spoustu dalších. Jde tedy o prvotřídní lak, který by měl být jasně průzračný, odolný proti otěru a škrábancům.

Jelikož jsme neměli dostatečné vybavení na přípravu a aplikaci takového laku na těla kytar. Rozhodli jsme se zažádat o pomoc firmu Autoservis Dufek, která nám mile ráda vyhověla. Tímto jí i děkujeme za skvělou spolupráci.

Před lakováním bylo potřeba těla kytar vybrousit, aby byl povrch krásně jemný. Po-té jsme zalepily otvory pro usazení snímačů, kobylky, závěsu i otvory pro mechaniku, aby do nich lak nezatekl. Zejména v místě, kde bude usazený krk kytary, mohlo by dojít k jeho malému vychýlení a kytara by nemusela správně ladit. Po zalepení těchto otvorů přišlo na řadu samotné nanášení laku.

Těla kytar bylo potřeba nalakovat pěti vrstvami, aby byl povrch takový, jak má být. Mezi každou vrstvou byla ponechána časová prodleva, aby lak dokonale zaschnul. Kdyby totiž některé místo nebylo správně zaschlé, nemusela by další vrstva dokonale přilnout. Po dokončení lakování jsme ještě jednou obě těla nástrojů přebrousili, aby byl povrch jemný a lesklý.



Obrázek 50 - Sušení těl nástrojů po lakování

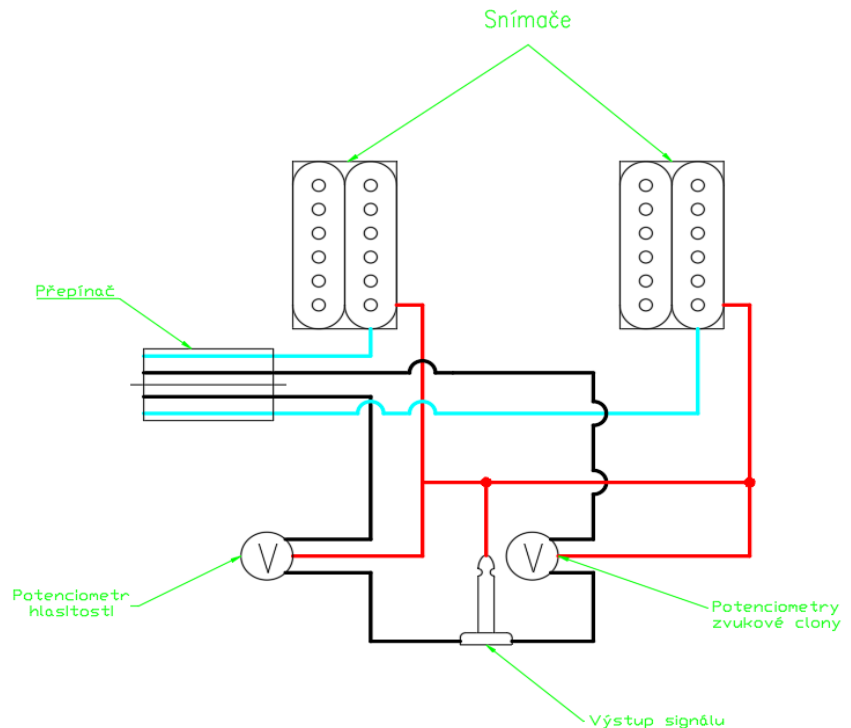


Obrázek 51 - Nalakovaná těla nástrojů

13. Návrh elektrického obvodu pro snímače

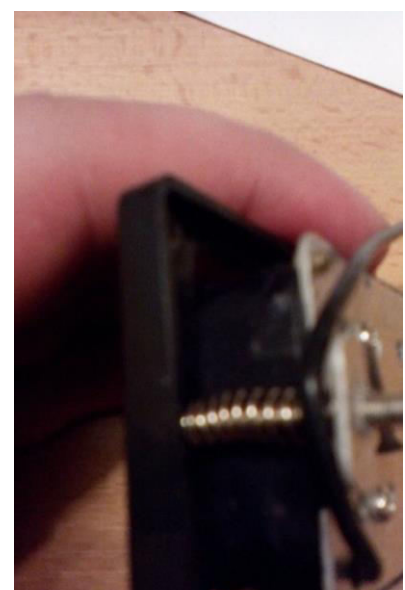
Další částí projektu bylo vytvořit elektrický obvod pro snímače na funkční elektrické kytarě. Pro správnou funkci kytary je potřeba zapojit dva potenciometry (jeden na zvýšení hlasitosti, druhý na regulaci zvukové clony), dva snímače a třípolohový přepínač mezi snímači. Elektrický obvod jsem navrhoval v programu AutoCAD. Abych si byl jistý, že obvod takto bude fungovat, konzultoval jsem jej s panem učitelem Ing. Zdeňkem Holemářem, který mi funkčnost obvodu potvrdil.

Signál, který je do snímačů přiveden, přechází dále do přepínače. V krajních polohách je zapojen buď přední, nebo zadní snímač samostatně. Pokud přepínač dáme do střední polohy, začnou hrát oba snímače současně (paralelní zapojení). Druhý výstup z obou snímačů je vedený na potenciometr, kterým se ovládá hlasitost a na potenciometr, který ovládá tónovou clonu. Zároveň je tento výstup propojený s konektorem pro výstup signálu z kytary (jack). Výstupy z přepínače přenášejí signál do obou potenciometrů, ze kterých je dále signál veden na výstup z kytary (samice)



Obrázek 52 - Schéma zapojení snímačů

Knoflíkem hlasitosti se ovládá celková hlasitost výstupního signálu. Knoflík tónové clony ubírá nebo zvyšuje signálové kmitočty. Díky tomu dosáhneme měkkého tónu. Snímač, který je usazený blíže ke krku zajistí plný tón, oproti snímači, který je usazený u kobylinky, díky němu získáme ostrý zvonivý tón. Snímače jsou osazeny šrouby, kterými se dá měnit jejich vzdálenost od strun. To umožňuje získat tón, který žádná jiná kytara nemá.



Obrázek 53 - Šrouby, které slouží pro změnu výšky snímače

14. Montáž dílů

Po lakování konečně došlo na část montáže. Všechny jednotlivé díly jsme tedy začali sestavovat.

Jako první jsme na svá místa upevnili matky závěsu do otvorů. Otvory byly vyvrtány s přesahem, proto jsme nepoužili žádné další lepidlo ke spojení. Stejně tak jsme upevnili na své místo i kobylku.

Dále jsme připevnili na svá místa ladící mechaniku. Odšroubovali jsme horní matku mechaniky a kolík, který slouží k upevnění strun jsme vložili do otvoru, který byl na krku zhotoven. Matku jsme opět usadili na své místo a mechaniku jsme ze zadní strany přišroubovali ke krku nástroje.

Dalším krokem bylo spojit tělo a krk nástroje. V tělu byly otvory pro šrouby předvrtány. Na krku bohužel otvory vyvrtány nebyly, proto jsme je zhotovili sami. Pro spojení jsme použili čtyři vruty a zároveň dvousložkové lepidlo, abychom zaručili perfektní spoj. Před lepením jsme ještě stykové plochy zabrousili jemným smirkovým papírem a plochy jsme očistili.



Obrázek 54 - Uložení závěsu a kobylky k tělu nástroje



Obrázek 57 - Přišroubování ladící mechaniky



Obrázek 56 - Přišroubovaná ladící mechanika



Obrázek 55 - Spojení krku kytary s tělem nástroje

Po-té přišlo na řadu zapojení navrženého elektrického obvodu.

Pro pájení jsme použili mikropájku ZD-8906, která je vhodná pro pájení drobné elektroniky. Provozní napětí mikropájky je 230V/50Hz. Dosahuje výkonu 48W a dokáže produkovat teplotu od 160 až do 480°C. Pro vyčištění hrotu mikropájky od mastnoty a oxidů jsme použili klasickou kalafunu, která se skládá ze slabých destilačních kyselin. Jako spojovací materiál jsme použili cín o průměru drátu 1 mm.

Před pájením jsme upevnili na své místo potenciometry a přepínač, aby se tyto části nemohly hnout a lépe se s nimi pracovalo. V druhém kroku jsme dva drátky připájeli na výstupy přepínače, anoda (tyto drátky jsou na obr. č. 6.1 znázorněny modrou barvou). Dalším krokem bylo připájet drátek na oba potenciometry, katoda, červené drátky. Celkem jsme tedy připájeli čtyři drátky, dva k výstupům přepínače, jeden na potenciometr, který ovládá hlasitost a jeden na potenciometr zvukové clony. Tyto drátky jsme poté vyvedli otvorem, který je v těle zhotoven, až do kapsy, kde budou usazené snímače. Tyto drátky jsme připájeli na výstupy snímačů a snímače jsme usadili na svá místa. Dalším drátkem jsme spojili kontakt, který vede na anodu samice (červený drátek). Tento kontakt jsme připojili k oběma potenciometrům. Po-té jsme připojili drátky, které vedou od přepínače na potenciometry (černé drátky). Posledním krokem bylo připojit kontakty na anodu potenciometrů a ty dále spojit výstupem. Všechny kontakty jsme po spájení očistili lihem a ovázali je elektrikařskou izolační páskou.



Obrázek 58 - Uložení elektroniky

Tímto jsme se dostali k poslednímu kroku sestavení hudebního nástroje, a to natažení strun. Použili jsme struny, které jsme měřili při zjišťování meze pevnosti.



Obrázek 59 - Natahování strun na elektrickou kytaru

15. Ekonomické hodnocení výroby kytary

Pro náš projekt jsme připravili ekonomické zhodnocení vyrobené kytary s průměrnou kytarou, která se dá běžně sehnat v kamenném obchodu. Sestavili jsme proto tabulku se všemi náklady, které byly pro výrobu a sestavení kytary potřeba. Zároveň jsme při nakupování komponentů a při výrobě nechtěli překročit náš rozpočet, který je také součástí tabulky. Na konec jsme porovnali námi stanovený rozpočet s celkovými náklady a s cenou nové průměrné elektrické kytary.

Části kytary:	Počet kusů:	Cena	Cena celkem:	Odhad:
Závěs strun	1	487,61 Kč	487,61 Kč	500 Kč
Kobylka	1	658,71 Kč	658,71 Kč	740 Kč
Ladicí mechanika	6	79,89 Kč	479,31 Kč	560 Kč
Jack samice	1	31,06 Kč	31,06 Kč	40 Kč
Přepínač, 3 poloh.	1	176,96 Kč	176,96 Kč	235 Kč
Knoflík, volume	2	40,08 Kč	80,15 Kč	100 Kč
Destička spoj. krku	1	38,12 Kč	38,12 Kč	70 Kč
Krycí destička, jack	1	26,90 Kč	26,90 Kč	50 Kč
Krk	1	1239,83 Kč	1239,83 Kč	1500 Kč
Plast. knob válec	2	53,9 Kč	106,19 Kč	130 Kč
Kabely	3	72,16 Kč	216,49 Kč	150 Kč
Držák popruhu	2	19,25 Kč	38,50 Kč	50 Kč
Snímače	1	850,00 Kč	850,00 Kč	1000 Kč
Dopravné	1	251,00 Kč	251,00 Kč	150 Kč

Výrobní náklady		0 Kč (své pomocí)	0 Kč	0 Kč
Lakování		0 Kč	0 Kč	1500 Kč
3D tisk		0 Kč	0 Kč	0 Kč

Rozpočet:	7 000 Kč
Cena kupované kytary:	6 990 Kč
Celkové náklady:	4 681,83 Kč

Odhadované náklady, které jsou v tabulce zaznamenány jsem označil zelenou barvou, pokud byla cena kupované součástky nižší nebo stejná. Pokud byla cena naopak vyšší, označil jsem ji červeně. Navrhovaný rozpočet, který jsme nechtěli překročit byl 7 500 Kč. K této částce jsme se ani zdaleka nepřiblížili. Cena kupované kytary je 6 990 Kč a ani tato částka nebyla překročena, což pokládáme za veliký úspěch.

Všechny faktury za nakoupené komponenty jsme přiložili do seznamu příloh.

16. Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 - NÁVRH TVARU TĚLA KYTARY	8
OBRÁZEK 2 - NÁVRH DESIGNU KYTARY-TYP LES PAUL.....	8
OBRÁZEK 3 - NÁVRH DESIGNU KYTARY TYP STRATOCASTER SOLO	9
OBRÁZEK 4 - NÁVRH DESIGNU KYTARY TYP STRATOCASTER.....	9
OBRÁZEK 5 - NAVRHOVÁNÍ DESIGNU KYTARY V PROGRAMU ADOBE PHOTOSHOP.....	9
OBRÁZEK 6 - OPRACOVÁNÍ MATERIÁLU NA POLOTOVAR.....	10
OBRÁZEK 7 - MATERIÁL PRO VÝROBU TĚLA NÁSTROJE.....	10
OBRÁZEK 8 - MATERIÁL PRO VÝROBU KRKU NÁSTROJE.....	10
OBRÁZEK 9 - POPIS ČÁSTÍ KYTARY.....	11
OBRÁZEK 10 - VYMODELOVANÁ LADÍČÍ MECHANIKA	11
OBRÁZEK 11 - NASKENOVANÁ PATA KRKU	12
OBRÁZEK 12 - DETAIL KAPSY PRO ULOŽENÍ PATY KRKU.....	12
OBRÁZEK 13 - VYMODELOVANÉ TĚLO NÁSTROJE	12
OBRÁZEK 14 - VYMODELOVANÝ KRK NÁSTROJE.....	13
OBRÁZEK 15 - DETAIL HLAVY KRKU NÁSTROJE.....	13
OBRÁZEK 16 - VYMODELOVANÉ SNÍMAČE.....	14
OBRÁZEK 17 - VYMODELOVANÝ POTENCIOMETR.....	14
OBRÁZEK 18 - KNOFLÍK PRO REGULACI HLASITOSTI.....	14
OBRÁZEK 19 - VYMODELOVANÁ SAMICE.....	14
OBRÁZEK 20 - VYMODELOVANÝ PŘEPÍNAČ.....	15
OBRÁZEK 21 - VYMODELOVANÁ LADÍČÍ MECHANIKA	15
OBRÁZEK 22 - VYMODELOVANÁ KOBYLKA.....	15
OBRÁZEK 23 - VYMODELOVANÝ ZÁVĚS KYTARY	15
OBRÁZEK 24 - ROZLOŽENÁ SESTAVA LADÍČÍ MECHANIKY	16
OBRÁZEK 25 - SESTAVA ELEKTRICKÉ KYTAR.....	16
OBRÁZEK 26 - VYTIŠTĚNÁ LADÍČÍ MECHANIKA POMOCÍ 3D TISKÁRNY.....	17
OBRÁZEK 27 - KRYTKA ELEKTRONIKY ULOŽENÉ V TĚLE NÁSTROJE.....	17
OBRÁZEK 28 - POPIS ČÁSTÍ TĚLA NÁSTROJE	18
OBRÁZEK 29 - TECHNICKÝ VÝKRES TĚLA NÁSTROJE	18
OBRÁZEK 30 - NASKENOVANÁ PATA KRKU NÁSTROJE	19
OBRÁZEK 31 - DETAIL HLAVY KRKU NÁSTROJE	19
OBRÁZEK 32 - TECHNICKÝ VÝKRES KRKU NÁSTROJE	19
OBRÁZEK 33 - TRHACÍ ZAŘÍZENÍ S UPNUTOU STRUNOU	20
OBRÁZEK 34 - ZKOUŠKA LADĚNÍ TÓNŮ	21
OBRÁZEK 35 - NÁHLED CNC PROGRAMU PRO OBRÁBĚNÍ TĚLA KYTARY	22
OBRÁZEK 37 - ZOBRAZENÉ DRÁHY KRKU NÁSTROJE V PROGRAMU SURFCAM	23
OBRÁZEK 36 - ZOBRAZENÉ DRÁHY KRKU NÁSTROJE V PROGRAMU SURFCAM	23
OBRÁZEK 38 - SIMULACE VÝROBY KRKU NÁSTROJE.....	23
OBRÁZEK 39 - VÝROBA TĚLA NÁSTROJE NA CNC FRÉZCE.....	24
OBRÁZEK 40 - VRTÁNÍ OTVORU PRO UMÍSTĚNÍ KABELÁŽE.....	24
OBRÁZEK 41 - TĚLO NÁSTROJE POLEPENÉ REFERENČNÍMI BODY.....	25
OBRÁZEK 42 - SKENOVÁNÍ TĚLA NÁSTROJE POMOCÍ ATOS-COMPACT 3D SCAN 2M	25
OBRÁZEK 43 - TABULKA POČTU NALEZENÝCH DĚR V PROGRAMU GOM INSPECT.....	26
OBRÁZEK 44 - MODEL TĚLA NÁSTROJE V PROGRAMU AUTODESK INVENTOR	26
OBRÁZEK 45 - INSPEKCE ROZMĚRŮ TĚLA NÁSTROJE.....	26
OBRÁZEK 46 - BROUŠENÍ TĚLA NÁSTROJE VIBRAČNÍ BRUSKOU	27
OBRÁZEK 47 - NÁVRH DESIGNU TĚLA V RUDÉ BARVĚ	27
OBRÁZEK 48 - NÁVRH DESIGNU TĚLA V ČERVENÉ BARVĚ	27
OBRÁZEK 49 - NÁVRH DESIGNU TĚLA KYTARY S ČIRÝM LAKEM	27
OBRÁZEK 50 - SUŠENÍ TĚL NÁSTROJŮ PO LAKOVÁNÍ	28
OBRÁZEK 51 - NALAKOVANÁ TĚLA NÁSTROJŮ	28

OBRÁZEK 52 - SCHÉMA ZAPOJENÍ SNÍMAČŮ	29
OBRÁZEK 53 - ŠROUBY, KTERÉ SLOUŽÍ PRO ZMĚNU VÝŠKY SNÍMAČE	29
OBRÁZEK 54 - ULOŽENÍ ZÁVĚSU A KOBYLKY K TĚLU NÁSTROJE	30
OBRÁZEK 55 - SPOJENÍ KRKU KYTARY S TĚLEM NÁSTROJE	30
OBRÁZEK 56 - PŘIŠROUBOVANÁ LADÍCÍ MECHANIKA	30
OBRÁZEK 57 - PŘIŠROUBOVÁNÍ LADÍCÍ MECHANIKY.....	30
OBRÁZEK 58 - ULOŽENÍ ELEKTRONIKY	31
OBRÁZEK 59 - NATAHOVÁNÍ STRUN NA ELEKTRICKOU KYTARU.....	31

17. Závěr

Elektrická kytara, kterou jsme vyrobili a sestavili je plně funkční hrající nástroj. Ve srovnání s kupovanou elektrickou kytarou si stojí velmi obstojně, jak z hlediska její ceny, tak i funkčnosti a kvalitě.

Kytara má dva potenciometry. Jedním se dá ovládat hlasitost a druhým zvuková clona. Nástroj dále obsahuje přepínač, díky kterému je možné vypnout jeden ze snímačů nebo nechat snímat oba. Kytara díky tomu získala další možnost upravit výsledný zvuk.

Model kytary je částečně rozpracovaný a v budoucnu jej chceme zcela dokončit.

V rámci tohoto projektu jsme se seznámili s praktickým využitím programů Showcase, Inventor a AutoCAD od společnosti Autodesk. Dále jsme se seznámili s programem Adobe Photoshop při navrhování designu kytary. Poznali jsme praktické využití programu SurfCAM při vytváření CNC programu. Využili jsme znalostí elektrotechniky při vytváření a navrhování elektrického obvodu. Více jsme si přiblížili práci s programem GOM Inspect a s moderním skenerem ATOS-Compact 2M. Dále jsme se naučili pracovat s trhačkou při zjišťování meze pevnosti. Poznali jsme praktické využití 3D tiskárny.

18. Soupis použité literatury

LEINVEBER, Jan a Pavel Vávra. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 5., upr. Vyd. Úvaly: Albra, 2011. ISBN 978-80-7361-081-4.

www.wikipedia.cz

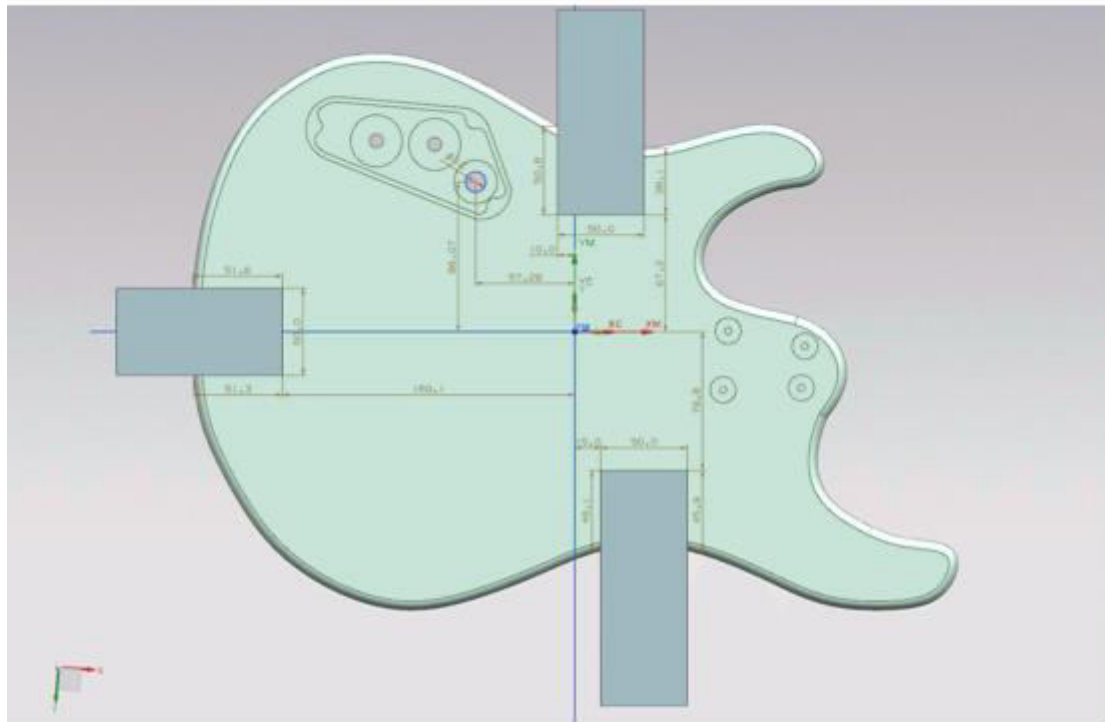
www.muzikus.cz

www.spszr.cz

<http://www.yitars.de/anleitung-mensur648+M5d637b1e38d.html>

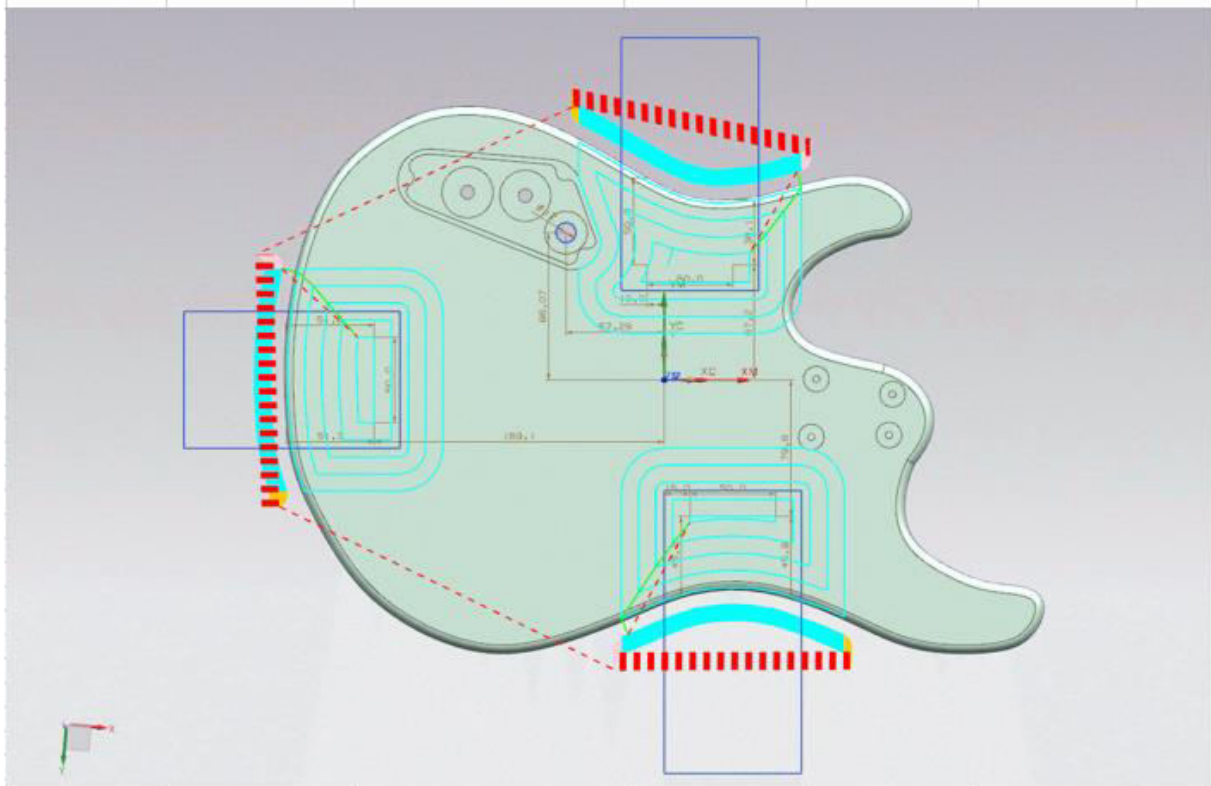
19. Seznam příloh

Programový list		TELO_SPOD_A			
Umístění projektu		D:\Milan\Maturita\Kytara\teło kytary 1.prt			
Datum	26.01.2017	Programátor	Hladik	Orientační čas	0:14:17



Nastrojový list						
T_zasobník	T_nastroj	Název nástroje	Změna	Výložení	Jméno držáku	Poznámka
	243	V35R5	-10.00	55.00	-	FIN DVO A
	50	V20	-25.80	55.00	-	HRUB SP OD.VYBR A
	80	V9.84	-34.00	55.00	-	FIN ZAHL .D25- 30 SPOD. VYBR A
	80	V9.84	-26.00	55.00	-	FIN SPO D.VYBR A
	76	V6-0.05	-3.00	35.00	-	FIN ZAHL .D15 A

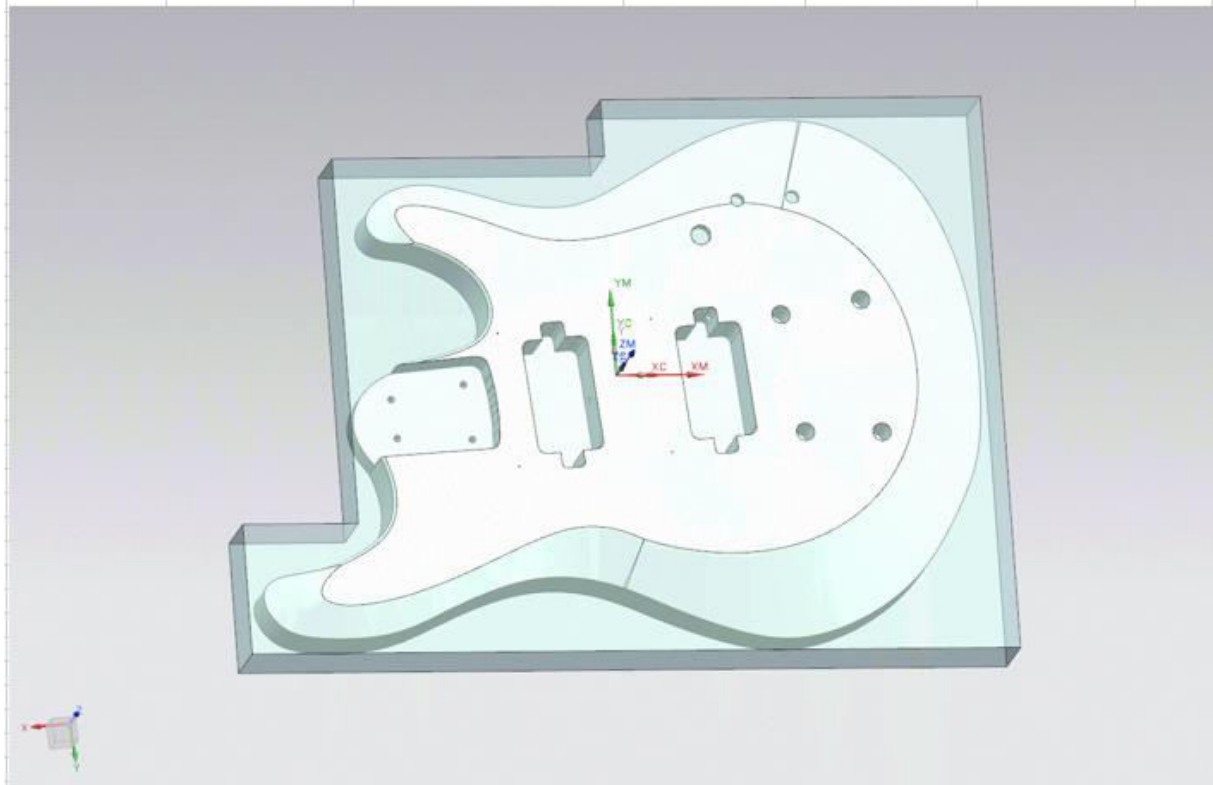
Programovy list		TELO_SPOD_B			
Umisteni projektu		D:\Milan\Maturita\Kytara\telo kytary 1.prt			
Datum	26.01.2017	Programator	Hladik	Orientacni cas	0:05:22



--	--	--	--	--	--

Nastrojovy list						
T_zasobnik	T_nastroj	Nazev nastroje	Zmin	Vylozeni	Jmeno drzaku	Poznamka
	243	V35R5	-10.00	55.00	-	FIN_DNO_B

Programovy list		TELO_VRCH			
Umistení projektu		D:\Milan\Maturita\Kytara\telo kytary 1.prt			
Datum	25.01.2017	Programator	Hladik	Orientacni cas	1:03:51



Nastrojovy list						
T_zasobnik	T_nastroj	Nazev nastroje	Zmin	Vylozeni	Jmeno drzaku	Poznamka
	423	V35R5	-41.00	55.00	-	HRUB_0.5
	423	V35R5	-16.00	55.00	-	FIN_CELO
	50	V20	-29.50	55.00	-	DOHRUB_VYBRANI
	80	V9.84	-41.00	55.00	-	FIN_OBVOD
	80	V9.84	-30.00	55.00	-	FIN_VYBRANI
	76	V6-0.05	-30.00	35.00	-	DOK_VYBRANI

Číslo pol.	Název - označení	Výkres - norma	Množ.	Hmot.
	Polotovar	Materiál	Jed.	[kg]
1	TĚLO KYTARY	A1-4.A-03.02	1	2,2
		48 0065		
2	KRK KYTARY	A1-4.A-03.03	1	0,6
		49 1200		
3	ŠROUB Ø4		4	0,1
4	LADÍČÍ MECHANIKA		6	0,22
5	NULTÝ PRAŽEC		1	0,01
6	ZÁVĚS		1	0,07
7	KOBYLKA		1	0,06
8	SNÍMAČ		2	0,1
9	KNOFLÍK		2	0,01
10	PŘEPÍNAČ		1	0,02
11	PODLOŽKA SAMICE		1	0,08
12	SAMICE		1	0,06
13	POTENCIOMETR		2	0,08
14	KRYTKA ELEKTRONIKY		1	0,02
15	STRUNY		1	0,08

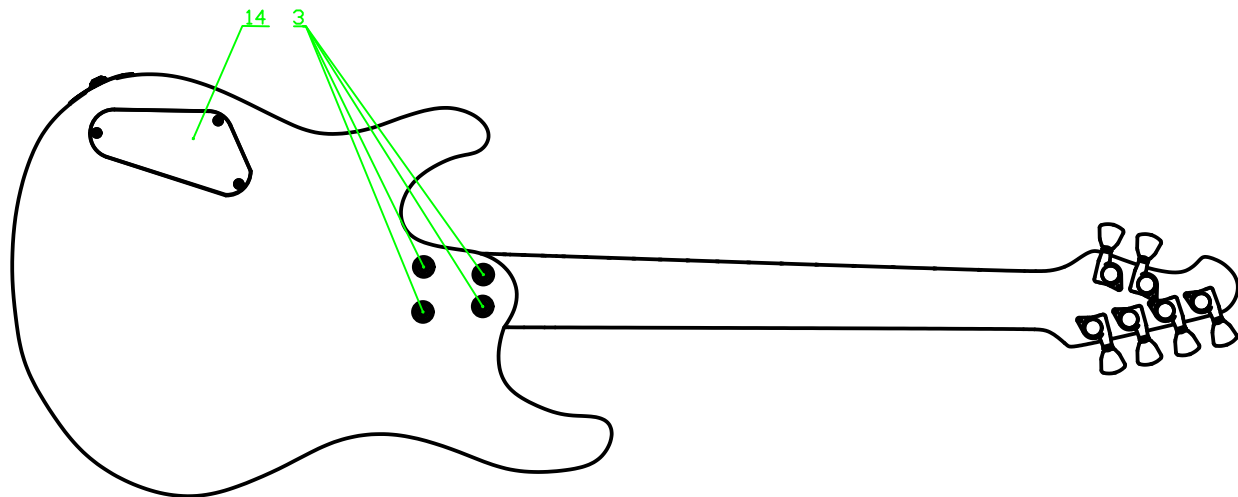
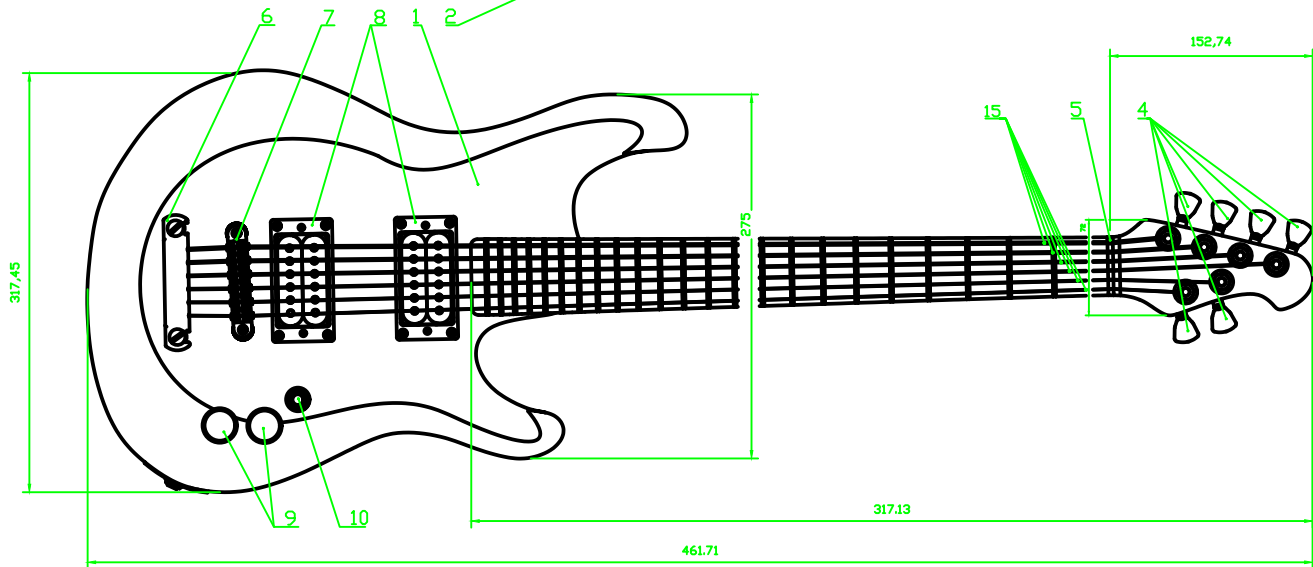
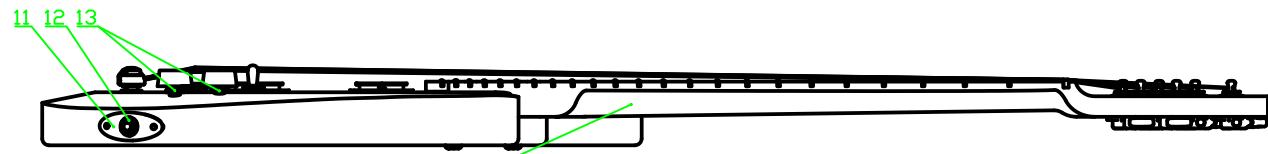
VYPRACOVAL Oulehla Radim
SCHVÁLIL _____ DATUM 3.3.2017
SESTAVA A1-4.A-01.00
HMOTNOST 3,71 kg

INDEX _____ ZMĚNA _____ DATUM _____ PODPIS _____

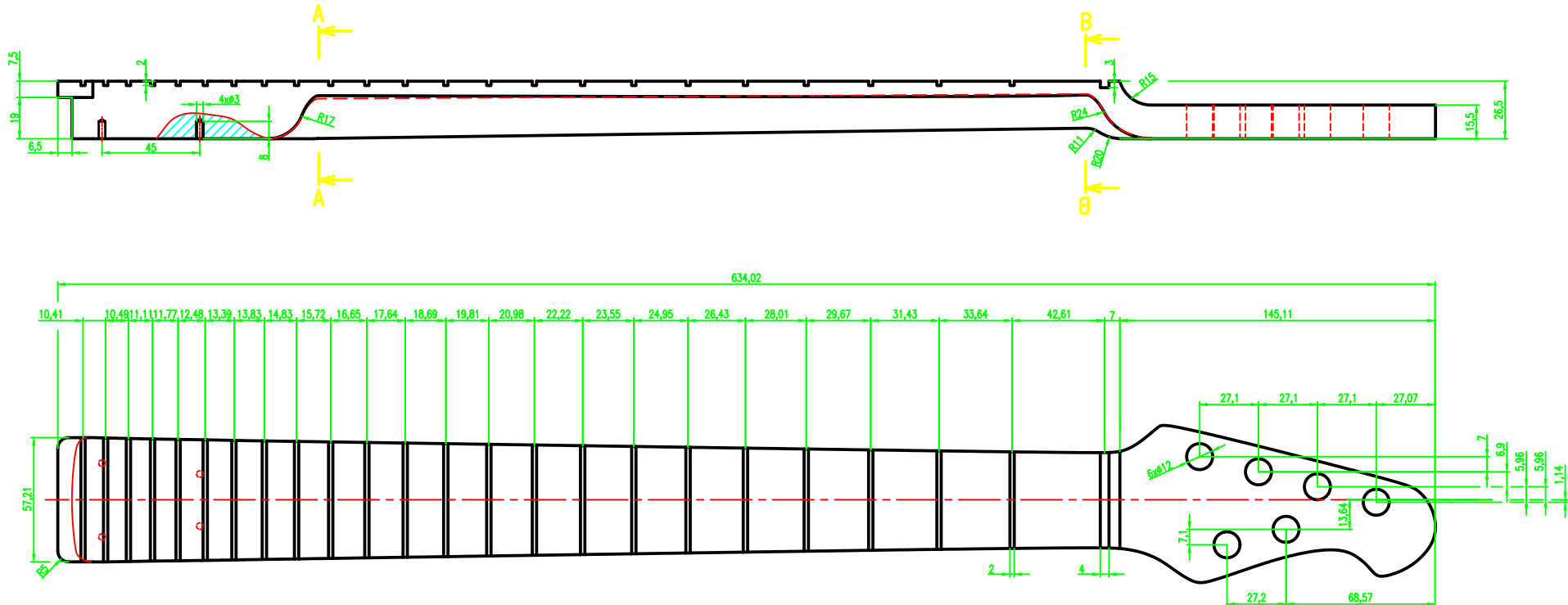


NÁZEV
ELEKTRICKÁ KYTARA

ČÍSLO KUSOVNÍKU
K-A4-00.01
LISTŮ 1 LIST 1

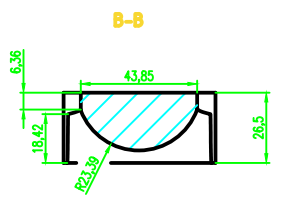
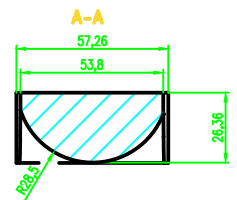


PROJEKT	ČÍSLO	VERZE	STAV	ROK	STR.
TELEFONNÍ SO. BOIS	25	AK	20	88	10
PROJEKT SO. ZAN	10	K	AK	88	10
PROJEKT	10	K	AK	88	10
KONSTR. DRUH DLEBA	SCHALL	PROJEKT	3,7	VERNO	51
SO. V	10	AK	88	10	10
VOŠ a SPŠ Zár nad Sázavou		TĚLO KYTARY		A1-4A-00.01	
VOŠ a SPŠ Zár nad Sázavou		TĚLO KYTARY		A1-4A-00.01	



634,02

10,41 10,49 11,11 11,77 12,48 13,39 13,83 14,83 15,72 16,65 17,64 18,69 19,81 20,98 22,22 23,55 24,95 26,43 28,01 29,67 31,43 33,64 42,61 7 145,11



PROJEKT	1:200	CS	AK	BR	BR	BR	BR	BR	BR
POLOŽENÍ	SOBIS	ZND	BR	BR	BR	BR	BR	BR	BR
PROJEKTANT	BR	K	BR	BR	BR	BR	BR	BR	BR
KONSTR.	BRNEK OUBERA	SCHALL	PROJEKT	0,6	BR	BR	BR	BR	BR
SOBIS	BRNEK OUBERA	SCHALL	PROJEKT	0,6	BR	BR	BR	BR	BR
SOBIS	BRNEK OUBERA	SCHALL	PROJEKT	0,6	BR	BR	BR	BR	BR

VOŠ SPŠ
VOŠ a SPŠ Zár nad Sázavou

KRK KYTARY
A1-4A-00.03