



Středoškolská technika 2023

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Laserový zvukový vizualizér ze starého HDD

Vojtěch Dušek

**Střední škola strojírenská a elektrotechnická,
Kumburská 846, 509 01 Nová Paka**

Autor práce: Vojtěch Dušek

Obor studia: 26-41-L/01 Mechanik elektrotechnik

Třída: R3

Školní rok: 2022/2023

Konzultanti: Ing. Luboš Malý

Pavel Šmíd

Nová Paka 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou ročníkovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze uvedené podklady a literaturu.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze ročníkové práce jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této práce 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.

V Nové Pace dne..... podpis.....

Anotace

Ročníková práce je zaměřena na zvukový vizualizér, který vibrováním laserového paprsku vizualizuje zvuk. Je určen pro zapojení např. mezi hudební přehrávač a výkonový zvukový zesilovač, nebo čistě jako „nekvalitní“ hlasitý reproduktor. Laser může být promítán např. na zeď. Popisuji zde proces vytváření krabičky pro výrobek, návrh a frézování desky tištěného spoje, úpravy komponentů a samotné skládání výrobku. Program pro 3D návrh: Autodesk Fusion 360, program pro návrh tištěného spoje: Autodesk EAGLE. Součástí práce je i samotný výrobek.

Annotation

My seminar work is focused on audio visualiser that projects sound with laser beam vibration. It's designed to be connected, for example between an audio player and amplifier. Or it can be used as a low quality loudspeaker. The laser beam can be projected, for example on a wall. The whole proces of creating the visualiser including machining PCB (printed circuit board) and putting all of the components together is described in this document. Used 3D software: Autodesk Fusion 360. Used PCB software: Autodesk EAGLE. The final product is attached into this seminar work.

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Luboši Malému a Pavlu Šmídovi za veškeré odborné rady a pomoc při vypracování mé práce. Také bych chtěl poděkovat Filipu Řezáčovi za pomoc při 3D tisku.

Obsah

1.	Úvod	5
2.	Hlavní část práce	6
1.	Princip funkčnosti	6
2.	Popisky na zařízení	6
3.	Návrh schémat pro tištěné spoje.....	6
4.	Tištěné spoje	10
5.	Úprava HDD	12
6.	3D krabice	13
7.	Sestavení a oživení	16
8.	Použité součástky	19
	Závěr	21
	Seznam použité literatury	22
	Přílohy	23

1. Úvod

Nápad a inspiraci k této práci jsem měl už rok dopředu. Občas jsem zkoušel zapojit různé zvukové zesilovače, následně mě napadlo zkusit ten zvuk nejen slyšet, ale i graficky zobrazit.

Ze začátku bylo těžké najít něco, co by se dalo použít k mému účelu. Ale následně se mi k ruce podařilo sehnat nefunkční HDD. Poté stačilo změřit aktivační cívku v ručce, která má za úkol hýbat s ručkou, co čte/zapisuje data. Náhodou měla stejný odpor jako klasický reproduktor. Následně jsem upravil HDD tak, aby vyhovoval mým požadavkům.

Cílem bylo vytvořit analogový zvukový vizualizér, který reaguje na elektroakustický signál a vyzobrazit přibližně zvuk, který slyšíme (např. vycházející z reproduktorů).

2. Hlavní část práce

2.1. Princip funkčnosti

Funkce je v podstatě jednoduchá. Elektrický zvukový signál jde skrze zařízení a putuje dále. V zařízení se nachází zvukový zesilovač, který snímá zvukový signál procházející zařízením. Po zesílení jde signál do cívky ručky HDD, která následně vibruje dle frekvence a síly zvukového signálu. Na ručce je přilepené zrcátko, které odráží laserový paprsek. Napájecí napětí je 12 V. Zvukový vstup je 3,5mm jack.

2.2. Popisky na zařízení

12V – Napájení 12 V.

ON/OFF – Zapínací/vypínací tlačítko.

I/O – Vstupní/Výstupní zdířka pro zvukový kabel (vstup může být jak na zelené, tak na růžové zdířce, stejně i výstup).

JAS – Určuje svítivost laseru.

VOL. – Nastavuje sílu signálu do ručky HDD.

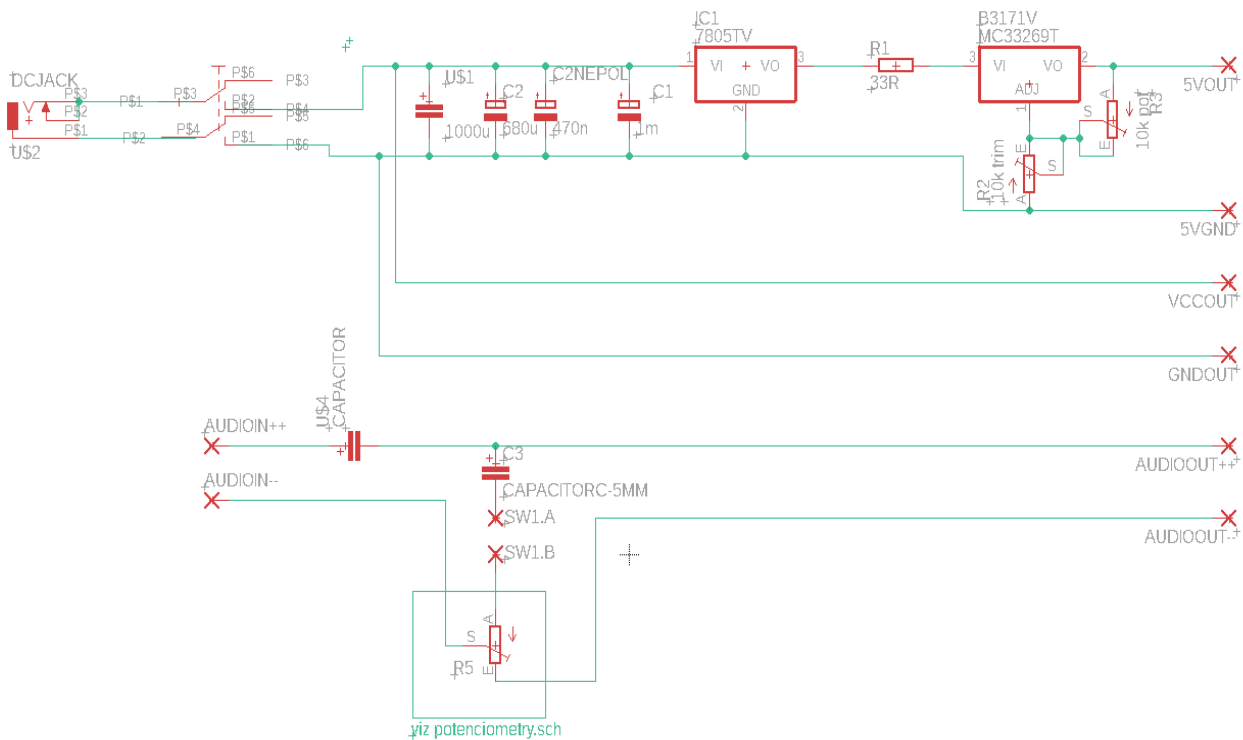
EQ – Určuje, zda do ručky půjdou jen vyšší frekvence (V), nebo celá škála (B).

BASS – Propouští do ručky pouze nízké frekvence (1), nebo celou škálu (0).

2.3. Návrh schémat pro tištěné spoje

Vytváření schématu bylo složitější, než se zdálo, jelikož jsem musel celé schéma navrhnout téměř bez podkladu. Jediný podklad jsem měl z datasheetu zesilovače KIA6210AH, který byl pouze testovací, jak jsem si mohl později všimnout, když jsem zapojení zkoušel. Pomohlo mi to alespoň tak, že jsem věděl, kde mám jaké součástky použít.

Po mnoha neúspěšných pokusech se mi zdařilo vytvořit funkční obvod, který je na obrázku 1.
 2. Výsledné schéma jsem rozdělil na dvě desky pro snazší vkládání do krabičky.



Obr. 1. Schéma napájecího/zvukového obvodu

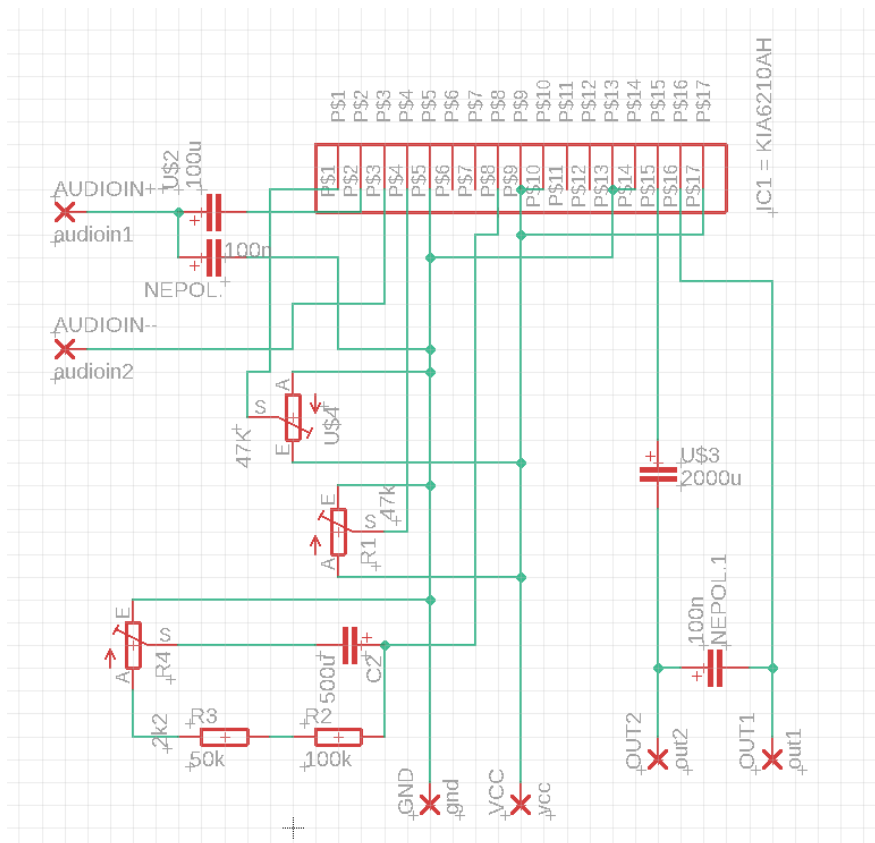
Na obrázku č. 1 je obvod rozdělen na napájecí sekci (nahore), a zvukovou sekci (dole).

V napájecí sekci jsou kondenzátory, které mají za úkol vyhladit proudové špičky, které se většinou objeví, pokud zesilovač zesílí nízké frekvence s vysokou amplitudou.

Obvod 7805TV stabilizuje napětí na 5 V pro laser. Obvod B3171V pomocí potenciometrů dále reguluje napětí, a tím určuje svítivost laseru. Rezistor R1 lehce omezuje proud, aby nedošlo k poškození laseru.

U\$4 je kondenzátor sloužící k propuštění pouze střídavého napětí, stejnosměrné napětí bude blokováno. Kondenzátor C3 zde pracuje jako tlumení vyšších frekvencí, při zapnutí vypínače SW1, který zde má znázorněné pouze zdířky pro vodiče.

R5 je samotný obvod, který je více popsán níže, viz obr. 3.



Obr. 2. Schéma obvodu se zesilovačem

Kondenzátory s označením NEPOL. a NEPOL.1 slouží k pohlcení rušivých vysokofrekvenčních signálů. Kondenzátor U\$2 má stejnou funkci jako u předchozího zapojení kondenzátor U\$4. Kondenzátor U\$3 slouží stejně jako předchozí U\$2 a U\$4, tudíž blokuje stejnosměrné napětí a propouští střídavé.

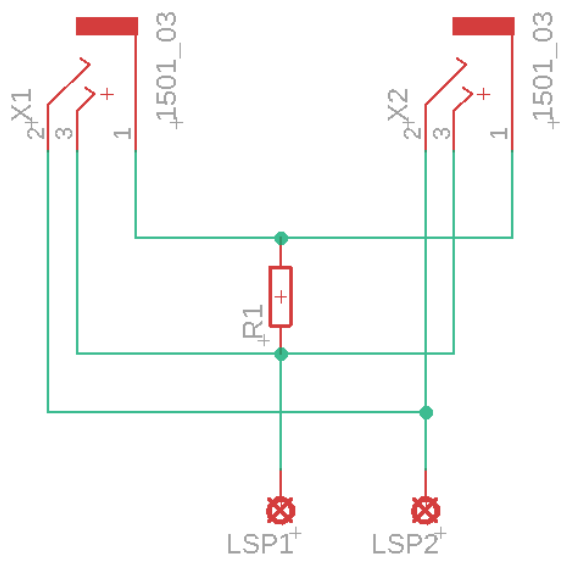
Sestava součástek C2, R4, R3, R2 slouží pro redukci zvlnění a zkreslení signálu na výstupu.

Odporové trimery U\$4 a R1 jsou zde pro referenční napětí pro zesilovač, v tomto případě je to funkce MUTE a STANDBY u zesilovače, jsou nastavené tak, aby zesilovač byl stále aktivní.

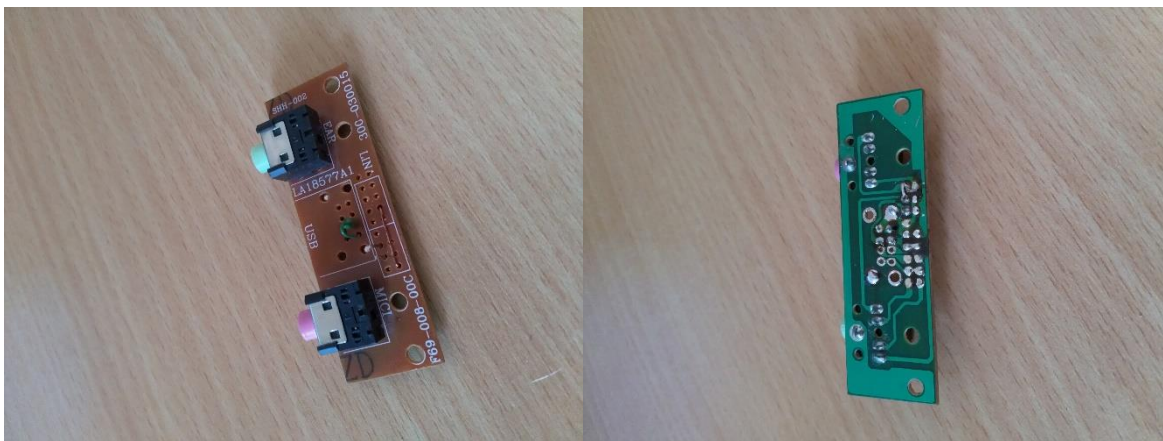
IC1 je samotný zesilovač.

Pro vstup zvukového signálu jsem vybral desku s 3,5mm jacky ze starého počítače, kterou jsem následně přepojil pro mé potřeby, viz obrázek 4.

Rezistor R1 má funkci hlavně pro starší mobilní telefony, aby dokázaly detekovat připojení kabelu.



Obr. 4. Schéma desky s 3,5mm jacky



Obr. 5. Přepracovaná deska s 3,5mm jacky

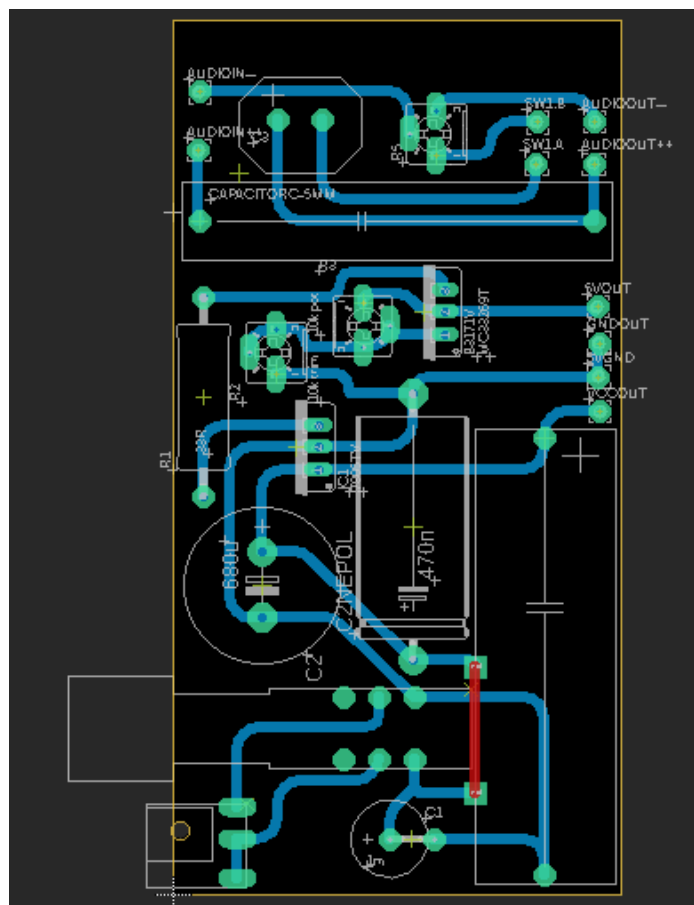
2.4. Tištěné spoje

Mnoho součástek jsem si musel navrhnout, jelikož nebyly dostupné v knihovnách EAGLU, viz jednoduché obrysy převážně kondenzátorů na obrázku 6 a 7.

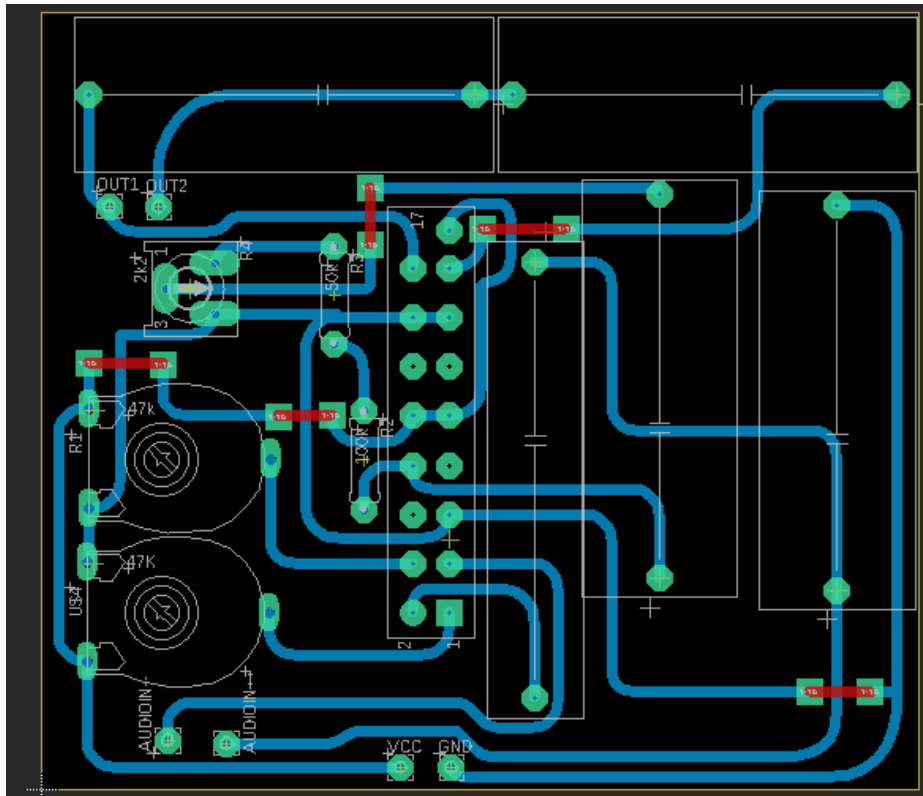
Další důvod byl, že jsem měl k dispozici staré TESLA součástky, na které jsem jinak neměl žádné budoucí využití.

Ještě před navrhováním desky jsem si vytvořil v 3D programu „náčrtovou“ krabičku, kterou jsem následně použil ke změření rozměrů pro obě desky tištěného spoje, viz obrázek 15 v kapitole 3D krabička.

Tištěné spoje jsem následně vyfrézoval na fréze desek tištěných spojů.



Obr. 6. Zapojení tištěného spoje napájecí/zvukové desky



Obr. 7. Zapojení tištěného spoje zesilovací desky

2.5. Úprava HDD

U pevného disku nebyla úprava nijak složitá, svrchní víčko nebylo potřeba, stejně jako komunikační elektronika, motorek a samotný diskový plát.

U ručky jsem odstranil čtecí/zapisovací magnetické hlavy, vyvrtal díru na šroub, za který se bude držet pružinka, a horkým lepidlem přilepil plexisklo jakožto zrcátko pro laserový paprsek.

Místo motorku nahradil laser, na který jsem navrhl držák, viz obrázek 9.

Na šasi HDD jsem vyvrtal dvě díry, jednu pro vodiče napájecí laser a druhou na šroubek pro druhý konec pružinky.

Na spodní straně stačilo připájet vodiče ke konektoru a připevnit šroubkem do závitů, který zde byl pro komunikační elektroniku.

Pružinka zde udržuje ručku vycentrovanou.



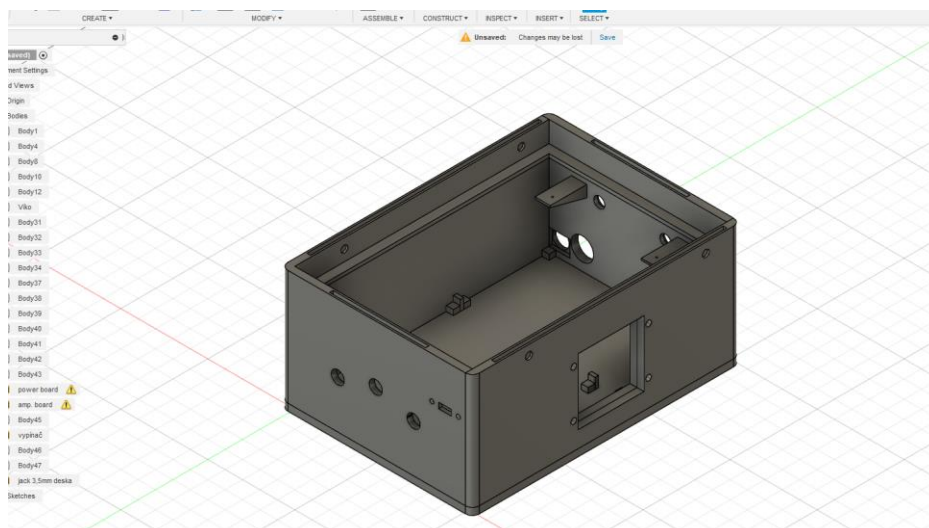
Obr. 9. Vrchní strana HDD



Obr. 10. Spodní strana HDD

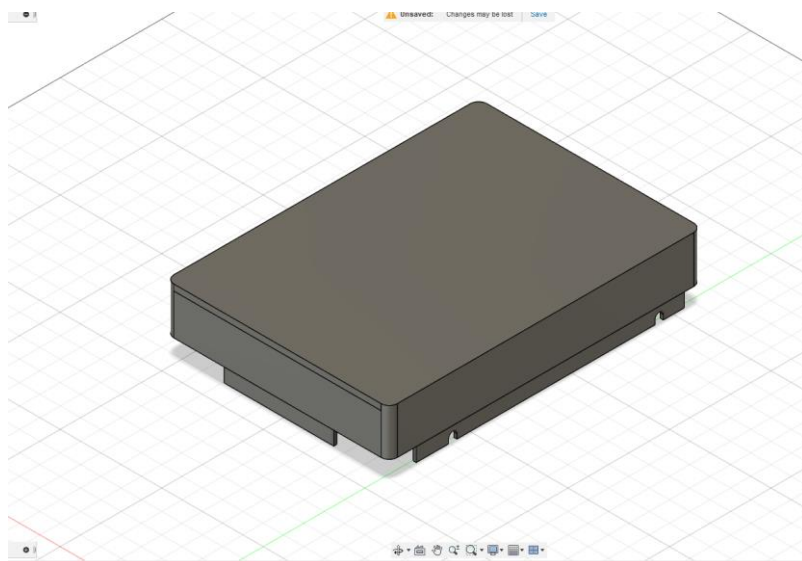
2.6. 3D krabička

Pro návrh krabičky byly nejprve použity rozměry samotného HDD. Následně jsem vytvořil stěny a vše potřebné k uchycení všech komponentů.



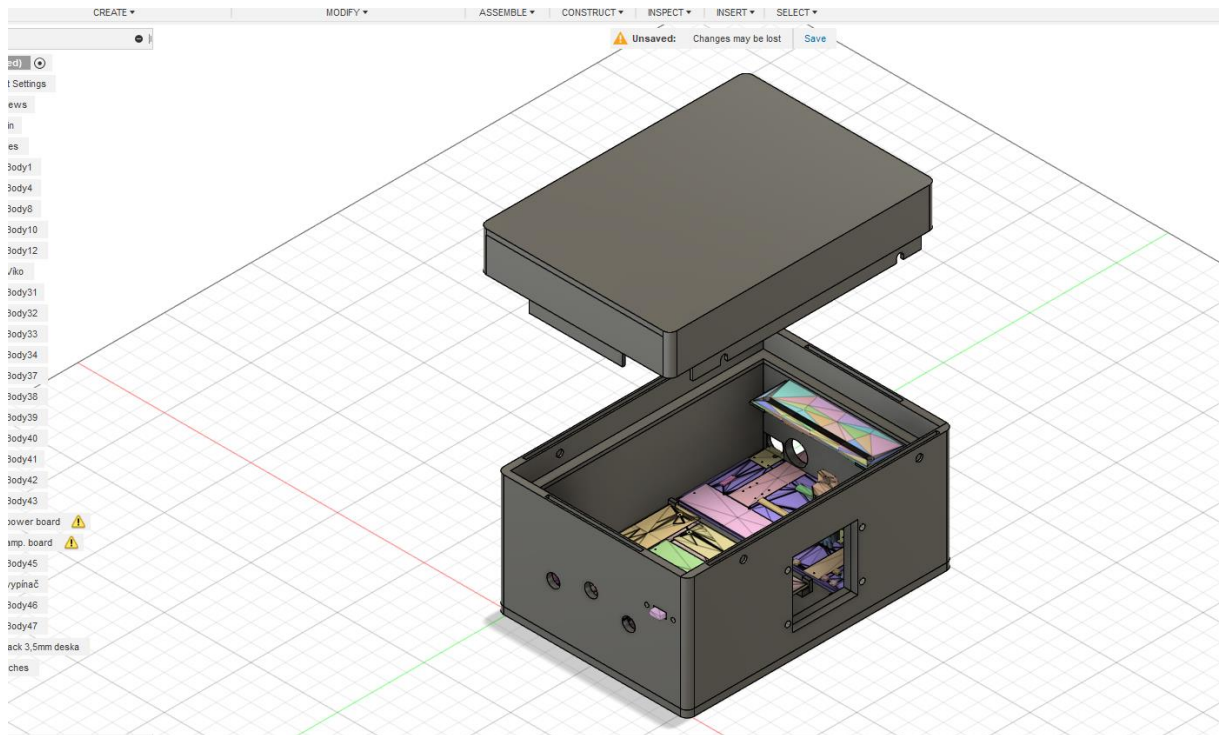
Obr. 11. Návrh krabičky v 3D programu, připravený na tisk

Pro uchycení víčka jsem vytvořil systém „kolíčků a důlků“, které následně do sebe zapadnou, vytvořil jsem také dírky pro šroubky, které se zašroubují přímo do šasi HDD, a při dotažení šroubků víčko drží.



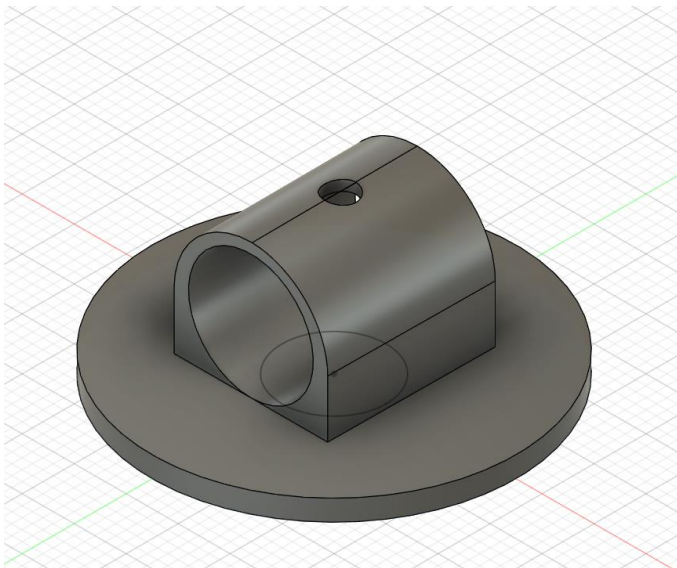
Obr. 12. Návrh víka v 3D programu, připraveno na tisk

Pro složitější komponenty jsem si zvlášť vytvořil 3D objekt, který jsem poté vložil do 3D návrhu krabičky.

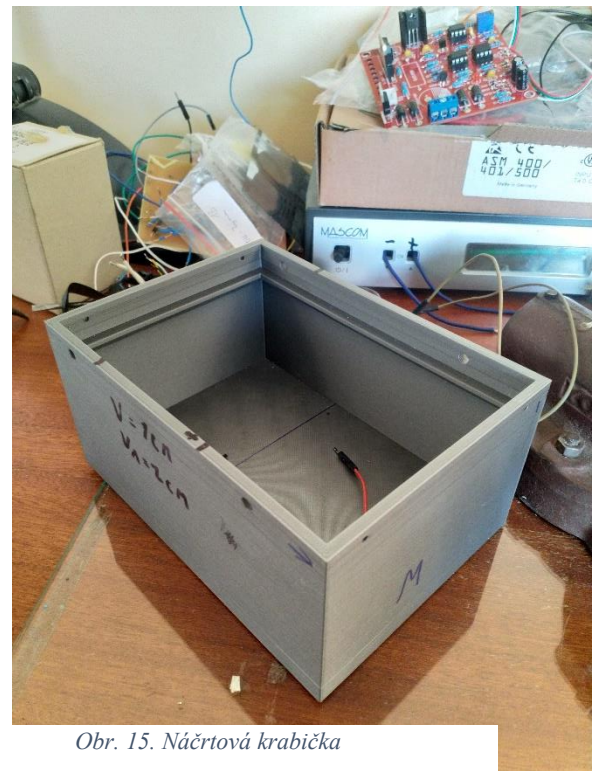


Obr. 13. 3D návrh krabičky s víkem a pomocnými komponenty

Pro držák laseru jsem si změřil průměr motorku a následně upravil tak, aby přesně zapadl mezi šroubky. Tímto způsobem lze laser natočit tak, aby paprsek svítil v požadovaném úhlu.



Obr. 14. Držák laseru



Obr. 15. Náčrtová krabička

2.7. Sestavení a oživení

Při sestavování jsem nejprve připájel vodiče do zesilovací a napájecí/zvukové desky, následně jsem je propojil. Poté byly připájeny vodiče potenciometrů, vodiče zesilovače, laseru a vodiče pro připojení desky s 3,5mm jacky.

Následně k vodičům pro zesilovač jsem připájel samotný zesilovač.

K zesilovači jsem připevnil chladič, poté jsem desky vložil do vytisknuté krabičky a připevnil horkým lepidlem.

Potenciometry a vypínač jsem vložil do svých otvorů a připevnil pomocí matek a šroubků. Následně jsem vyvázal vodiče od potenciometrů a vypínače. Poté byl vložen zesilovač s chladičem do svého místa a rovněž připevnen šrouby a matkami a vodiče svázaný.

Před finálním oživením jsem ještě svázal vodiče k laseru a vodiče do HDD a vložil jsem HDD na své místo v krabičce.



Obr. 15. Pohled do krabičky před vložením HDD



Obr. 16. Oživení se zkušebním signálem

Po úspěšném oživení jsem ke konci napsal popisky ke zdičkám, tlačítkům a potenciometrům. Na mé vlastní tiskárně jsem si ještě vytiskl nástavce pro potenciometry. 3D objekt nástavců jsem si našel na webu.



Obr. 17. Výsledný výrobek strana 1



Obr. 18. Výsledný výrobek strana 2

2.8. Použité součástky

Většinu součástek pro můj výrobek jsem již měl, nejčastěji jsou vymontované ze staré elektroniky. Nejsou nijak složité, ani těžké k sehnání, až na součástku KIA6210AH, která se pravděpodobně bude shánět velmi složitě. Jde o zesilovač, který jsem vymontoval ze starého autorádia.

Součástky nemusí být úplně shodné s těmi mými, ale musí to být stejné typy (např. elektrolytické kondenzátory).

Součástka	Počet	Typ
Rezistor 100kΩ	1x	
Rezistor 50kΩ	1x	
Rezistor 10kΩ	1x	
Rezistor 33Ω	1x	
Odporový trimer 2,2kΩ	1x	
Odporový trimer 47kΩ	2x	
Odporový trimer 10kΩ	1x	
Potenciometr 10kΩ	1x	
Potenciometr 2x10kΩ	1x	Dvojitý (Duál)
Kondenzátor 100μF	2x	Elektrolytický
Kondenzátor 1000μF	2x	Elektrolytický
Kondenzátor 2000μF	1x	Elektrolytický
Kondenzátor 500μF	1x	Elektrolytický
Kondenzátor 680μF	1x	Elektrolytický
Kondenzátor 35μF	1x	Elektrolytický
Kondenzátor 1μF	1x	Elektrolytický
Kondenzátor 470nF	1x	Papírový svitkový
Kondenzátor 100nF	2x	Papírový svitkový
Vypínač (přepínač)	2x	Dvoupolohový
DC jack	1x	12V
Audio jack	2x	3,5mm
B3171V	1x	napěťový regulátor
7805TV	1x	napěťový stabilizátor
Laser	1x	10mW
HDD	1x	

Cena součástek je jednoduchá. Objednával jsem pouze 10mW laser, který stál cca 130 Kč.

Do ceny není započítán 3D tisk krabičky a frézování desky tištěného spoje, ty jsou hrazené školou. Také zde nejsou započítány použité vodiče, tisk nástavců na potenciometry vlastní tiskárnou a spotřebovaná elektřina na výrobu a testování funkčnosti výrobku.

Závěr

Svůj cíl pro tuto práci jsem splnil. Při oživení jsem zjistil několik nedostatků, které by se mohly případně vyřešit, nejsou nijak závažné. Jeden z nedostatků je, že se někde šíří 50Hz síťové rušení, pravděpodobně ze špatně odizolovaného napájecího adaptéru. Také špatné odrušení zvukového vstupu, který reaguje také na 50Hz rušení vždy, když sáhnu na svůj mobilní telefon, ze kterého pouštím zvuk. Dalším nedostatkem je malý chladič, pravděpodobně jsem podcenil výkon zesilovače, tudíž se chladič celkem dost ohřeje, neměřil jsem teplotu, ale podle odhadu má cca 60°C, což je ještě v normě. Podle datasheetu je maximální teplota 85°C.

Komplikace se skládáním se také vyskytly, pravděpodobně z nepřesného měření. Musel jsem vyvrtat větší otvor pro napájecí konektor a odstranit trošku plastu, aby šla deska vložit.

Seznam použité literatury

Datasheet pro zesilovač KIA6210AH: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/69376/KEC/KIA6210AH.html>

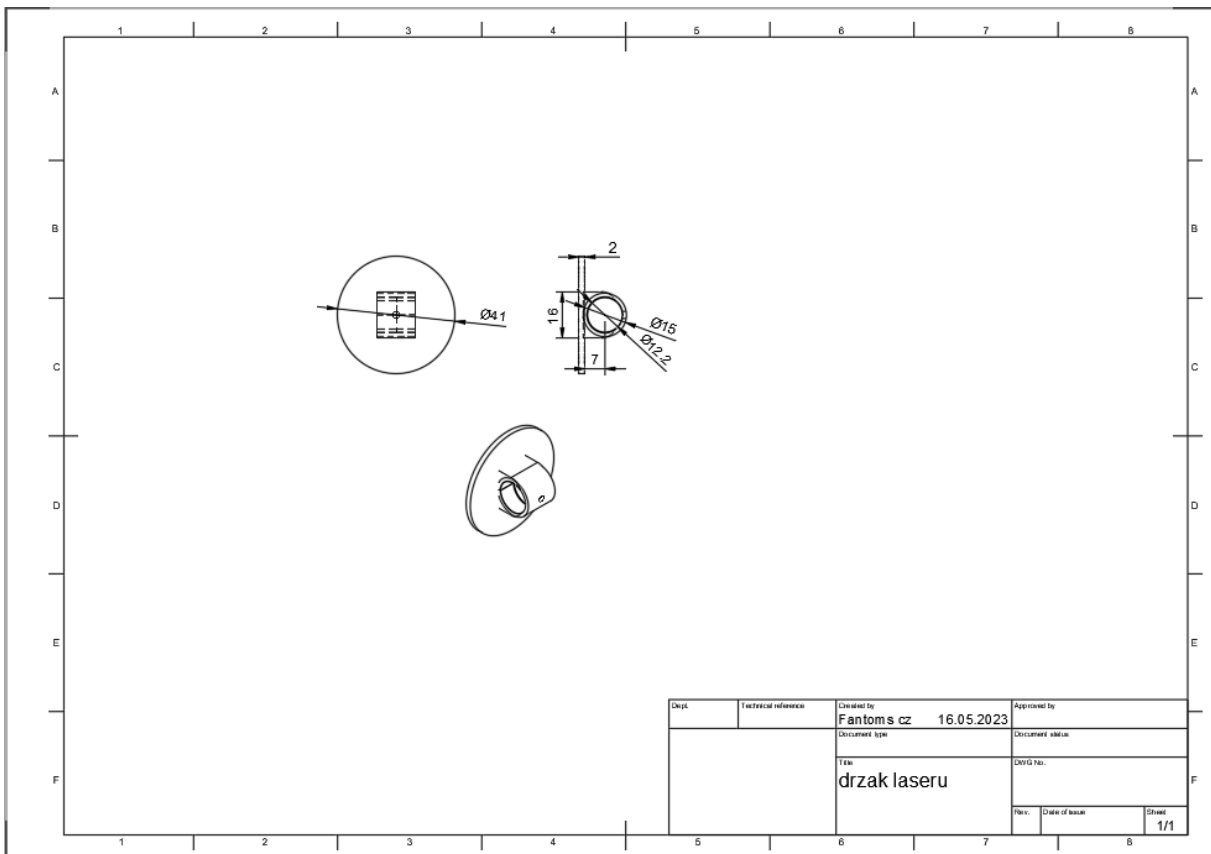
Datasheet pro stabilizátor 7805:

<https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/LM7805.pdf>

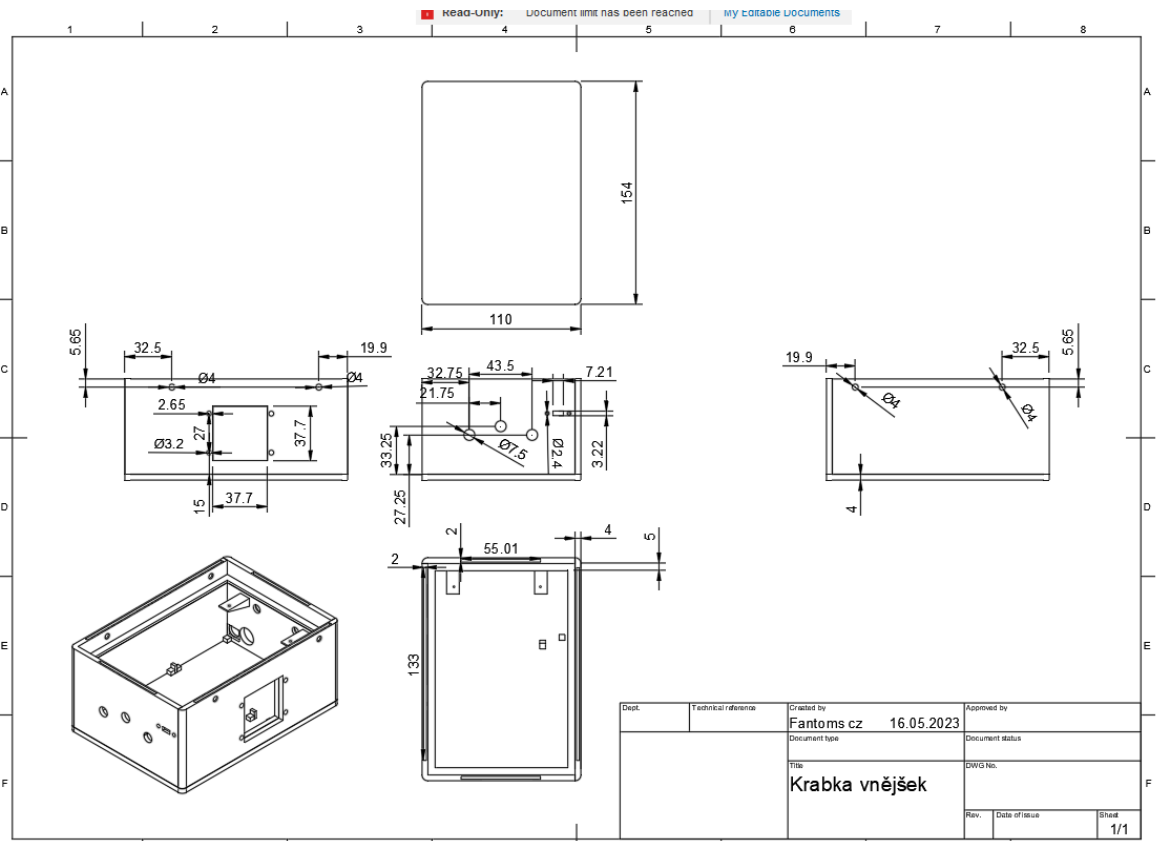
Datasheet pro regulátor 317: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm317.pdf>

Nástavec na potenciometry: <https://www.thingiverse.com/thing:2768923>

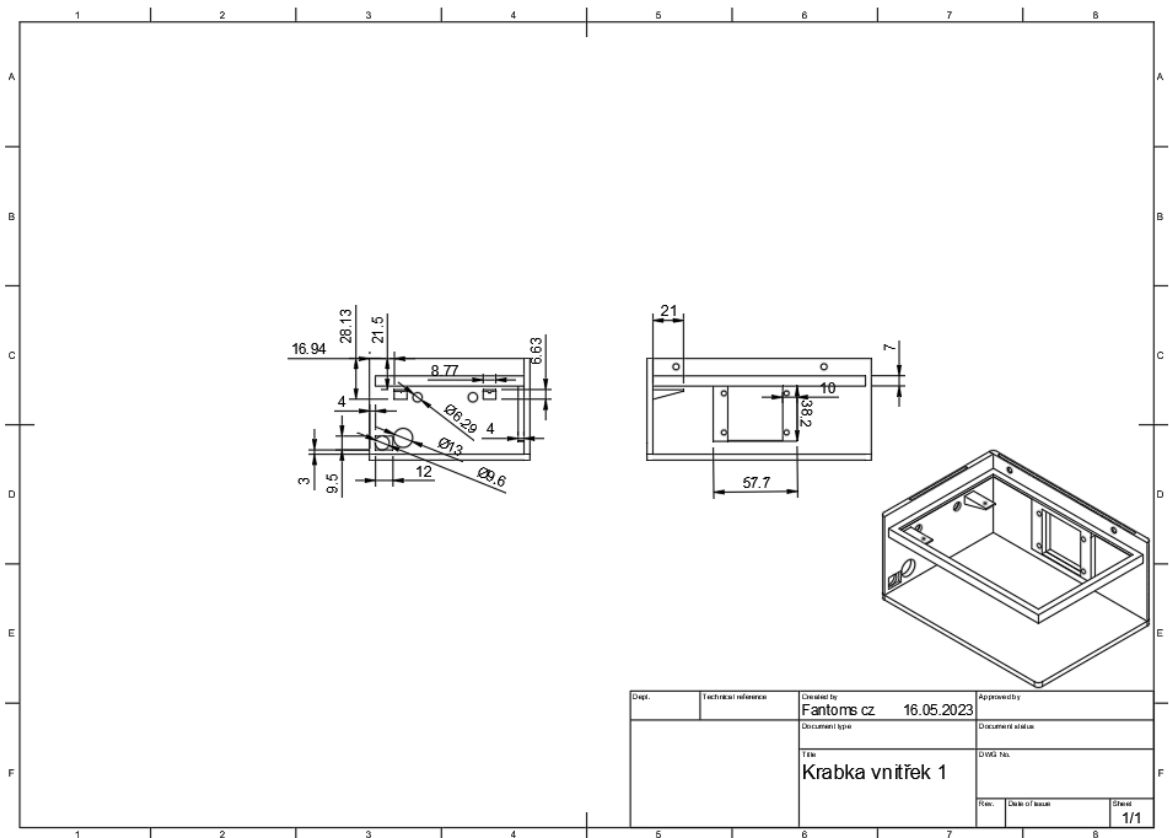
Přílohy



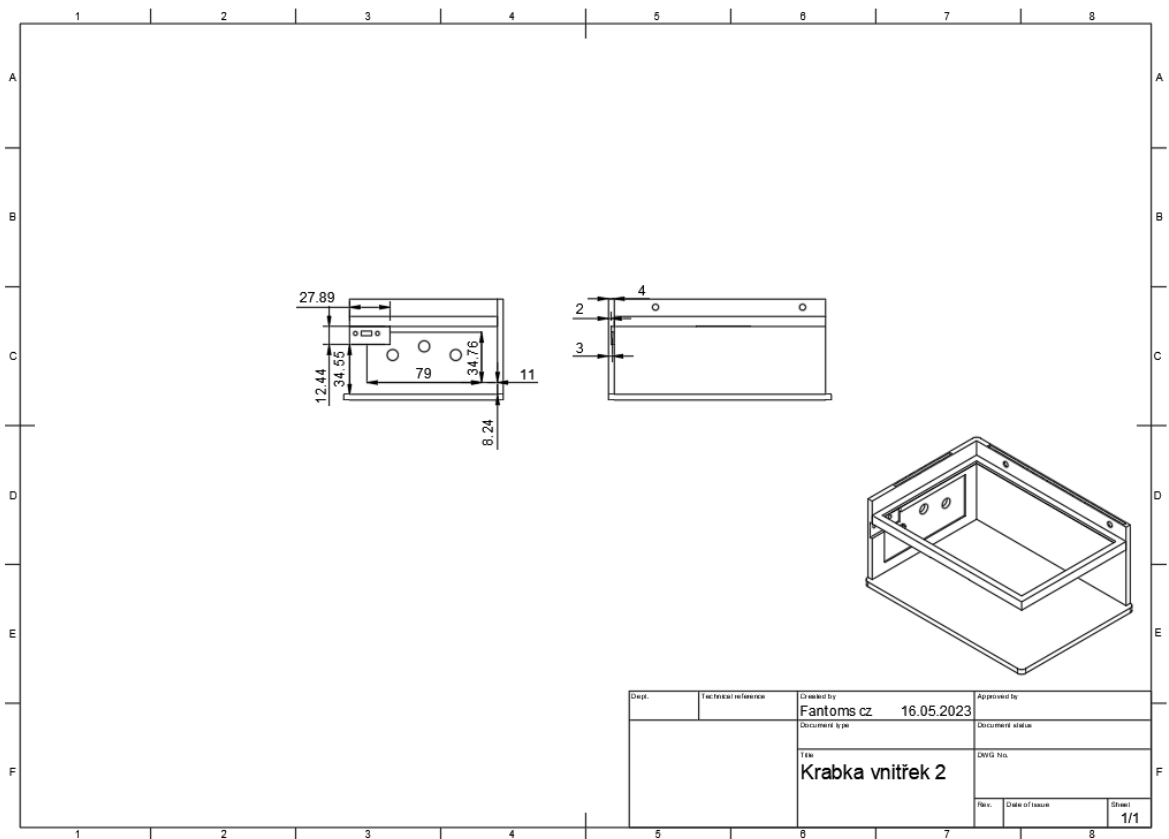
Obr. 19. Držák laseru



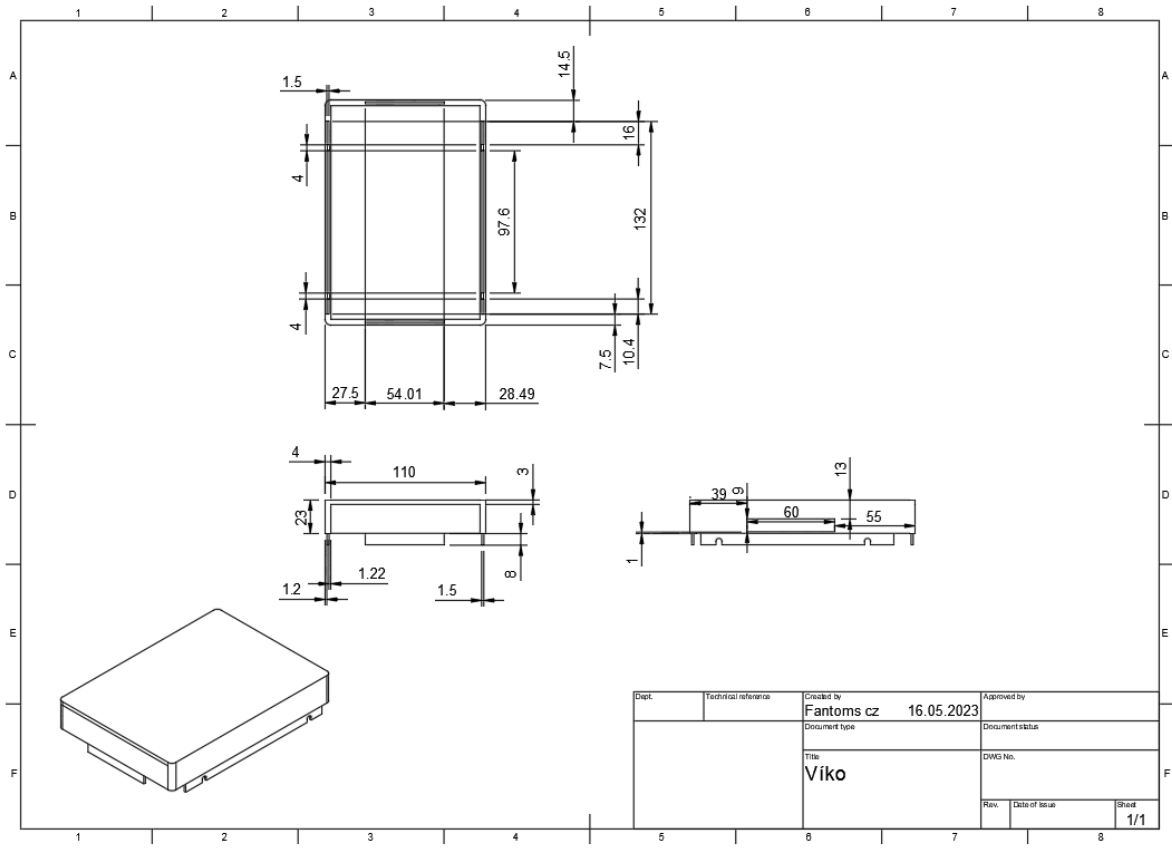
Obr. 20. Krabka vnější



Obr. 21. Krabka vnitřek 1



Obr. 23. Krabka vnitřek 2



Obr. 24. Viko