



Vyšší odborná škola  
a Střední průmyslová škola elektrotechnická  
Plzeň, Koterovská 85

## **DLOUHODOBÁ MATURITNÍ PRÁCE S OBHAJBOU**

Téma:  
**Model automatické linky**

**Autor práce:** Lukáš Egr  
**Třída:** 4.L  
**Vedoucí práce:** Jiří Švihla  
**Dne:** 31.3.2025  
**Hodnocení:**



## Zadání dlouhodobé maturitní práce

Žák: Lukáš EGR  
Třída: 4. L  
Studijní obor: 78-42-M/01 Technické lyceum  
Zaměření: bez zaměření

Školní rok: 2024 - 2025

Téma práce: ***Model automatické linky***

### ***Pokyny k obsahu a rozsahu práce:***

Cílem práce je navrhnout a vytvořit model pásové linky, která bude využívat robotickou ruku na manipulaci se zásilkami.

1. Návrh celého modelu a výběr potřebných součástek (31.10.)
2. Návrh a vytvoření jednotlivých pásů (28.11.)
3. Seznámení se s fungováním robotického ramena (19.12.)
4. Vývoj softwaru pro řízení celého modelu (30.1.)
5. Kompletování modelu a následné testování (27.2.)
6. Zpracování dokumentace (24.3.)

Termín odevzdání: **31. března 2025**

Čas obhajoby: **15 minut**

Vedoucí práce: **Jiří Švihla**

Projednáno v **katedře ODP**, a schváleno ředitelem školy.

V Plzni dne: 30. září 2024

Mgr. Jan Syřínek  
Zástupce ŘŠ, zástupce statutárního orgánu  
Vedoucí organizace VOŠ, SŠ, DM

## **Anotace**

Tato maturitní práce se zabývá návrhem a sestavení modelu automatické třídící linky, která simuluje proces třídění příchozích výrobků. Linka se skládá z pásového dopravníku a robotického ramene, které se stará o manipulaci s výrobky a jejich následné třídění do určených pozic.

Cílem projektu je vytvořit funkční systém, který umožní automatické rozpoznávání a třídění výrobků podle definovaných pravidel. Díky tomu můžeme nahlédnout do světa průmyslové automatizace a její složitosti.

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a použil literárních pramenů a informací, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury a zdrojů informací.

Prohlašuji, že jsem nástroje UI využil v souladu s principy akademické integrity a že na využití těchto nástrojů v práci vhodným způsobem odkazuji.

Souhlasím s využitím mé práce učiteli VOŠ a SPŠE Plzeň k výuce.

V Plzni dne 31. 3. 2025

Podpis: .....

## **Annotation and acknowledgements**

This graduation thesis deals with the design and implementation of a model of an automatic sorting line that simulates the process of sorting of incoming products. The line is composed of a conveyor belt, and a robotic arm that takes care of the manipulation of products and their subsequent sorting into certain positions.

The aim of the project is to create a functional system that allows automatic recognition and sorting of products according to defined rules. This will give us an insight into the world of industrial automation and its complexity.

I declare that I have prepared this thesis independently and have used literature sources and information, which I cite and list in the list of used literature and sources of information.

I declare that I have used the UI tools in accordance with the principles of academic integrity and that I have appropriately referenced the use of these tools in my work.

I agree to the use of my work by the teachers of the Higher School of Education and Secondary School of Education Pilsen for teaching.

In Pilsen 31. 3. 2025

Podpis: .....

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>6</b>
<b>1 Hardware</b>	<b>7</b>
1.1 Rameno . . . . .	7
1.2 Dopravníkový pás . . . . .	8
1.3 Napájení . . . . .	13
<b>2 Software</b>	<b>15</b>
2.1 Inicializace . . . . .	15
2.2 Setup . . . . .	16
2.3 Hlavní smyčka . . . . .	16
2.4 Funkce . . . . .	16
<b>3 Závěr</b>	<b>19</b>
<b>Literatura</b>	<b>20</b>
<b>Přílohy</b>	<b>I</b>

## Úvod

V dnešní době se stále více firem spoléhá na automatizaci, která jim umožňuje zvýšit efektivitu a přesnost logistických procesů. Se zvyšujícím se objemem online objednávek roste i tlak na co nejrychlejší a nejspolehlivější třídění a doručování zásilek.

Automatizované systémy třídění se proto využívají nejen v logistice, ale také v průmyslové výrobě, kde je potřeba efektivně rozřazovat produkty podle různých kritérií, například podle barvy, hmotnosti nebo rozměrů. Klíčovou součástí těchto systémů jsou dopravníky, senzory a robotická ramena, která umožňují manipulaci s objekty a jejich přesné umístění na požadovaná místa.

## Cíl práce

Cílem této práce je navrhnout a realizovat model automatické třídící linky, která demonstruje principy moderních třídících systémů. Linka bude využívat dopravní pás, senzorický systém a robotickou ruku k rozřazování objektů představujících balíčky či výstupy z výroby. V rámci projektu bylo nutné nejen navrhnout a sestavit mechanickou konstrukci linky, ale také vyvinout odpovídající software, který zajistí její správné fungování – od inicializace, přes detekci objektů, až po jejich přesné umístění do předem definovaných pozic.

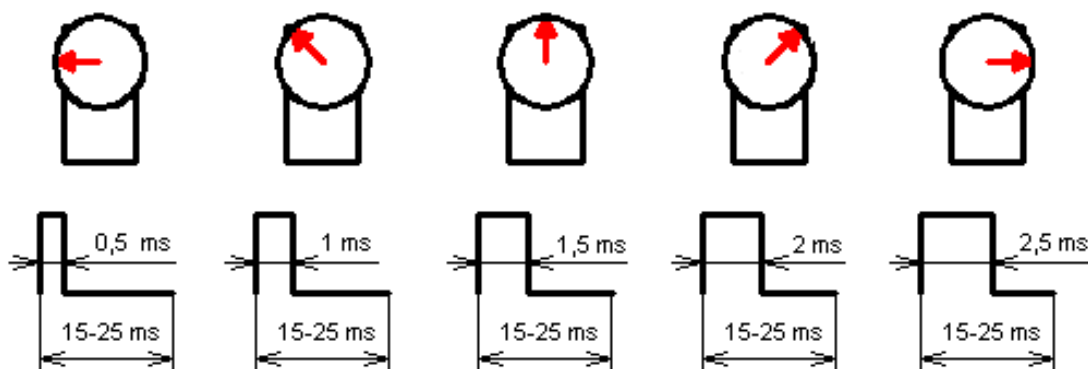
Tento projekt ukazuje, jak lze pomocí kombinace mechanických a elektronických prvků spolu s programovým řízením vytvořit efektivní třídící systém, který může sloužit jako základ pro větší a komplexnější automatizační řešení.

# 1 Hardware

Pro realizaci automatické třídící linky bylo nutné navrhnout a sestavit jednotlivé hardwarové komponenty tak, aby společně tvořily funkční celek. Každá část linky plní specifickou úlohu a simuluje tím reálný automatický systém, který dokáže pracovat bez nutnosti uživatelského zásahu. Klíčovými prvky jsou robotické rameno, které manipuluje s objekty, dopravníkový pás, zajišťující jejich přesun a identifikaci, a napájecí systém dodávající energii všem komponentám.

## 1.1 Rameno

Robotické ramena ruky jsou obvykle, jako i v mém případě, poháněna servomotory, které umožňují přesný a rychlý pohyb. Řídicí signál, který servo přijímá, je často ve formě délky impulzu neboli PWM (Pulse Width Modulation). Elektronická deska serva tento signál přijme a poté měří šířku daného impulsu v čase, která určuje požadovanou polohu motoru (viz. Obrázek 1.1). Motor pak reaguje na tento signál otáčením do určitého úhlu, který se servo snaží udržet nepřetržitou korekcí polohy [1]. Tímto způsobem lze servo motory napozicovat podle potřeb do předem definovaných pozic.



Obrázek 1.1: Příklady PWM signálu [2]

Robotická ruka je vybavena šesti servomotory MG996R, které umožňují pohyb v rozsahu 120 stupňů, tedy 60 stupňů na každou stranu. Tento rozsah otáčení poskytuje dostatečnou flexibilitu pro manipulaci s objekty v pracovním prostoru ramene. Maximální dosah ruky činí až 35 cm, což je pro model více než dostačující.

Základna robotické ruky je konstruována z dvou hliníkových profilů, které zajišťují stabilní uchycení celé konstrukce ramena. Tyto profily jsou upevněny na desku pomocí několika úhelníků, šroubů M8 a závrtných matic. Díky tomu je garantována vysoká stabilita robotického ramene, což je klíčové pro jeho přesné a spolehlivé fungování.

## 1.2 Dopravníkový pás

Dopravníkový pás je jedna z hlavních prvků modelu třídící linky, je složen z 3D tištěných dílů, ložisek, hlazených tyčí, gumového pásu a hliníkových profilů. Právě použití těchto dílů umožňuje variabilní sestavení pásu. Například je možné veškeré díly jednoduše z konstrukce pásu demontovat nebo je naopak na konstrukci přidat.

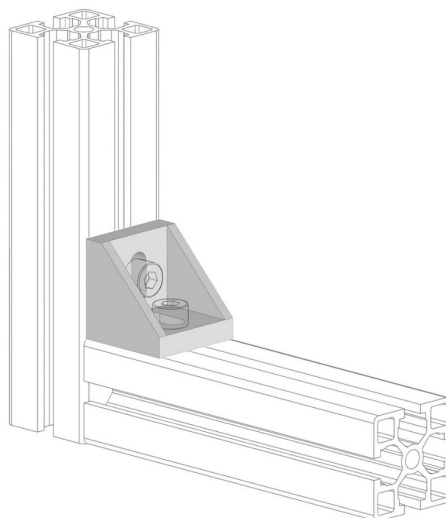
Díky 3D tisku jsem mohl veškeré modely přizpůsobit pro potřeby jednotlivých komponent a potřeb celého modelu. Byla v bránu potaz jak velikost součástí, tak i jejich umístění, myslelo se ale i na množství spotřebovaného materiálu nebo cirkulaci vzduchu, abych zamezil přehřívání součástí. Veškeré díly jsou do hliníkových profilů umístěny pomocí šroubů M6 s válcovou hlavou a zajištěny příslušnou maticí.

## Konstrukce dopravníku

Hlavní konstrukce dopravníku je tvořena čtyřmi hliníkovými profily různých délek. Specificky mají rozměry 30x30 a délku 2x 400 mm a 2x 40mm a navzájem jsou spojeny tzv. úhelníky (*viz. Obrázek 1.2*). Střed konstrukce dopravníkového pásu je vyztužena několika žebry, které zajišťují celkovou pevnost celého pásu a zároveň zabraňují prověšení pásu ve středě mezi profily (*Přílohy 1 a 2*).

Nohy dopravníkového pásu jsou také 3D tištěné (*Příloha 3*). Model jako takový je navržen





Obrázek 1.2: Nastínění spojení profilů [3]

tak, aby přesahoval o 2 mm nad plochu profilů. To napomáhá pro plynulý chod gumového pásu, kterému přesah slouží jako "kolejnice" do kterých pás plynule zajede. Zabraňují tedy ve vyklouzávání gumového pásu a udržuje ho ve správné poloze.

## Krokový motor

Gumový pás je poháněn díky krokovému motoru NEMMA 17, který disponuje silou  $40 \text{ N} \cdot \text{cm}$ . Motor je na konstrukci dopravníku upevněn díky tištěnému 3D modelu (*Příloha 4*) a abych co nejvíce eliminoval vibrace, spojené s pohybem motoru, je mezi model a motor vložena gumová vložka.

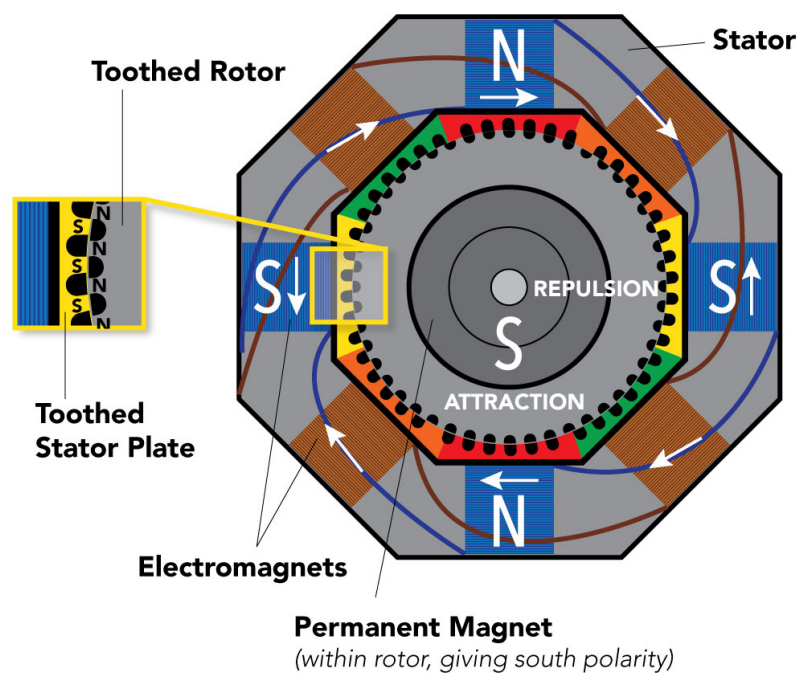
Z důvodu velikosti a váze motoru je motor umístěn pod samotným dopravníkem. Točivý moment motoru je na hlazenou tyč převáděn pomocí převodu složeného ze dvou řemeníček a řemenu.

Abych zvětšil poloměr otáčení, je na hlazené tyči umístěn tištěný válec (*Příloha 5*). Tyč je zároveň umístěna do ložisek, která jsou zabudovaná do 3D modelu nohy, pro snížení odporu, díky čemuž se gumový pás dokáže pohybovat plynuleji. Na koncích profilů jsou rovněž vsazeny záslepky profilů (*Příloha 6*), jež zahlazují hrany profilů, tím pádem

zabraňují poškození gumového pásu a snižují odpor, který by hrana kladla proti pásu. Tímto vším také celkově snižují spotřebu energie, kterou by motor musel pro pohyb použít.

Krokové motory jako takové, jsou často využívány v robotice a automatizaci pro svou schopnost přesného pohybu. Na rozdíl od servomotorů, které využívají PWM signál k určení úhlu natočení, krokové motory pracují na principu sekvenčního napájení jednotlivých vinutí statoru.

Řídicí jednotka motoru, v mém případě A4988, která je na dopravník připevněna pomocí krabičky a víčka (*Příloha 7 a 8*). Ta vysílá sérii elektrických impulzů do vinutí motoru v přesném pořadí, což způsobuje, že rotor postupně mění svou polohu po malých úhlových krocích. Počet těchto kroků určuje celkový úhel otočení motoru (*viz. Obrázek 1.3*).



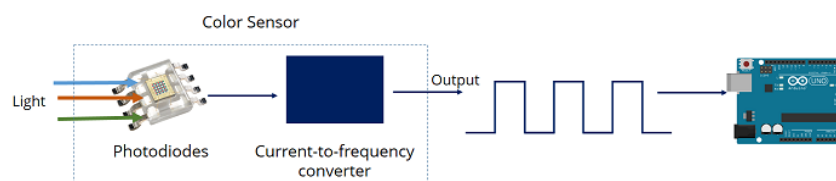
Obrázek 1.3: Diagram krokového motoru [4]

## Senzor barvy

Součástí dopravníku je také portál se senzorem barvy (*Prílohy 9 a 10*), který identifikuje barvu kostičky, podle čehož se odvíjí další kroky procesu třídění. My využíváme senzor TCS3200, ten má pole fotodiod se 4 různými filtry:

- 16 fotodiod s červeným filtrem – citlivým na červenou vlnovou délku
- 16 fotodiod se zeleným filtrem – citlivých na zelenou vlnovou délku
- 16 fotodiod s modrým filtrem – citlivým na modrou vlnovou délku
- 16 fotodiod bez filtru

Signál z fotodiod prochází přes převodník, který hodnoty převede na analogový signál s frekvencí. Ta nám určuje intenzitu světla snímané barvy (*viz. Obrázek 1.4*).



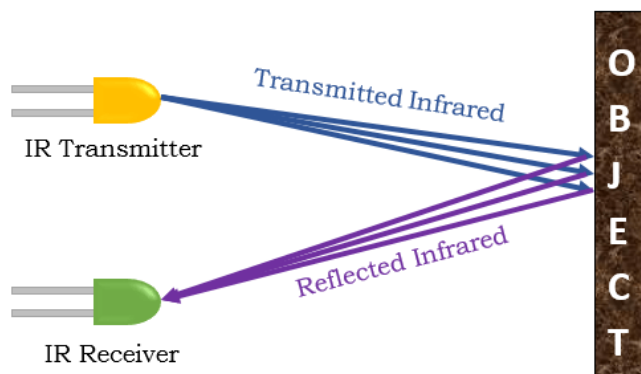
Obrázek 1.4: Diagram převodu signálu [5]

Pro zjištění snímané barvy jednoduše porovnávám jednotlivé hodnoty ze všech filtrů. Abych získal transparentnější výsledky, rozpoznávám barvy červené, zelené a modré. Rozpoznávaná barva se tak zpravidla projevuje nízkou hodnotou na konkrétním filtru. Pokud tedy například přiložíme k senzoru červenou kostku, odražené světlo, které vyzařují bílé diody na stranách senzoru, bude obsahovat nejvíce červenou barvu, a ta vygeneruje nejvíce proudu skrze fotodiody s červeným filtrem [6].

## IR senzory

IR senzor má na své desce dvě diody. Vysílací diodu, která neustále vysílá infra červené světlo, a přijímací diodu, jenž kontroluje jestli nějaké nedetekovala. Pokud se tedy před

senzor postaví nějaký objekt, odrazí vysílané infra červené světlo zpátky k senzoru a přijímací dioda ho zaznamená. Po zaznamenání vyšle elektrický signál, který se přes převodník změní na digitální výstup (viz. *Obrázek 1.4*) [7].



Obrázek 1.5: Fungování senzoru [8]

Na desce senzoru je také potenciometr, díky kterému můžeme měnit měřicí vzdálenost senzoru. A na dopravník je připevněn pomocí držáku (*Příloha 11*).

## RGB modul a semafor

RGB modul má na desce jednu diodu, ta je ale ve skutečnosti tvořena 3 samostatnými LED diodami červené, zelené, a modré barvy. Požadovanou barvu poté nastavují různě silnými PWM signály na každou z těchto ledek. Výsledná barva je tedy tvořena 3 základními barvy s různými svítivostmi [9].

Semafor funguje podobně jako RGB modul, jen s rozdílem že PWM signály určují jaká konkrétní led dioda se má rozsvítit.

Všechny tyto součásti jsou řízeny pomocí Arduino mega, které slouží jako mozek celé linky. Vysílá potřebné signály a zpracovává přijaté data, podle kterých rozhoduje o dalším dění. Řídící deska je schovaná v 3D modelované krabici (*Přílohy 13 a 14*)

## 1.3 Napájení

Napájení pro celý model zajišťuje zdroj LYONZG S-240-24, který poskytuje výstupní napětí 24 V při 10 A [10]. Většina součástek, ale využívá 5 V logiku. Abych součástky tedy nepoškodil, musíme výstupní napětí snížit. V mém případě pro to používám step-down měnič LM2596, který s maximálním vstupním napětím od 3 V do 33 V a výstupním proudem 24 V, je pro naše potřeby dostačující. Jelikož je ale maximální výstupní proud 2 A, má každý pár součástek svůj vlastní stepdown [11].

Všechny stepdowny jsou umístěny v jedné krabici, jejíž návrh zohledňuje možné přehřívání součástky, proto jsou v modelu zahrnuty otvory pro cirkulaci vzduchu. Pro napájení celého modelu využíváme 8 stepdownů (*Přílohy 15 a 16*).

## Rameno

Robotické rameno využívá servomotory MG966R. Ty pro svůj chod potřebují napětí mezi 4,8 V - 7,2 V s proudem okolo 800 mA. Na jeden stepdown tedy můžeme zapojit pouze 2 serva s celkovým odběrem 1600 mA [12], abych stepdown nebo serva nepoškodili, ale zároveň měli motory dostatečnou sílu, použijeme napětí 6 V.

## Krokový motor

Krokový motor NEMMA 17 a jeho driver A4988 využívají 2 stepdowny. Samotný krokový motor totiž potřebuje pro svůj chod 12 V a při práci odebírá okolo 1,7 A podle namáhání [13]. A4988 potřebuje sice 5V a pouze 0,4 A, ale pro zajištění stabilního napájení má stepdown vlastní [14] .

## 5 V logika a arduino

Zbytek senzorů a arduino, jako například senzor barvy TCS3200 nebo IR senzor překážky, potřebují 5 V, ale mají minimální odběr proudu. Abych ale zamezil přetížení step-downu, každé dvě součásti mají svůj vlastní. Malé součástky jako RGB led modul KY-016 a modul semaforu jsou napájeny přímo řídicí deskou (*Příloha 17*).

## 2 Software

Jako řídicí jednotku jsem zvolil arduino mega, které poskytuje dostatečné množství, ať už digitálních analogových nebo PWM pinů. Zároveň má také dostatečně velkou paměť a rychlost čtení kódu. Náš kód jako celek je rozdělen na několik hlavních částí. Inicializace, 2 hlavní smyčky a funkce.

### 2.1 Inicializace

V části inicializace se definují piny, na kterých jsou komponenty připojeny. Například na jakém pinu je vstup z barveného senzoru a na jakém pinu je výstup. A také si definujeme jaké knihovny budeme v kódu využívat.

V mém případě využívám dvě knihovny. Konkrétně knihovnu pro ovládání servomotorů (Servo.h [15]) a základní knihovnu pro arduino (Arduino.h [16]), abych mohl využívat časové funkce.

Součástí inicializace je také funkce pro eliminaci zákmitů IR senzoru (tzv. debouncing). Při práci s IR senzory dochází často k problémům způsobeným krátkodobými změnami signálu, které mohou vést k falešným detekcím. Tento jev, známý jako zákmit signálu, je způsoben například elektrickým šumem nebo mechanickými vibracemi. Pro zajištění spolehlivého rozpoznání stavu senzoru se využívá technika zvaná debouncing, která stabilizuje signál před jeho dalším zpracováním.

Princip spočívá v opakovaném měření hodnoty signálu v krátkých časových intervalech. Pokud senzor po několika po sobě jdoucích měřeních stále vykazuje stejný stav, považuje se jeho výstup za stabilní a lze jej použít k řízení dalších procesů. Tento přístup eliminuje krátkodobé rušivé signály, které by mohly vést k nesprávným rozhodnutím systému.

Použití této metody zvyšuje spolehlivost detekce objektů a zajišťuje přesnější vyhodno-

cení přítomnosti překážek v automatizovaných systémech. Vhodným nastavením doby stabilizace signálu lze optimalizovat rychlost reakce senzoru i celkovou přesnost systému. Důležité je také zvážit neblokující implementaci pomocí časovacích funkcí, aby zpracování signálu neomezovalo běh ostatních částí programu.

## 2.2 Setup

První hlavní smyčka je tzv. "setup cyklus". V této smyčce přiřazuji definovaným pinům, u každé součástky, jestli se jedná o vstup nebo o výstup. A poté se spustí sériová komunikace mezi součástkami a řídicí jednotkou arduinem. Ta umožňuje přenos dat po jednom bitu v určitém pořadí a je běžně využívána pro ladění kódu nebo komunikaci s externími zařízeními. Přenosovou rychlost nastavíme na 9600 baudů (baud rate), tedy počet bitů přenesených za sekundu.

Poté proběhne základní kalibrace celého modelu. Konkrétně se vyzkouší komunikace mezi motorovým kontrolérem a motorem. Tím zjistíme, jestli motor schopen přijímat signály z jeho kontroléru, a tedy jestli se motor pohybuje. Poté se vyšlou první PWM signály, pro každé servo rameno, aby se nastavilo do základní pozice, na kterou navazuje zbytek kódu.

## 2.3 Hlavní smyčka

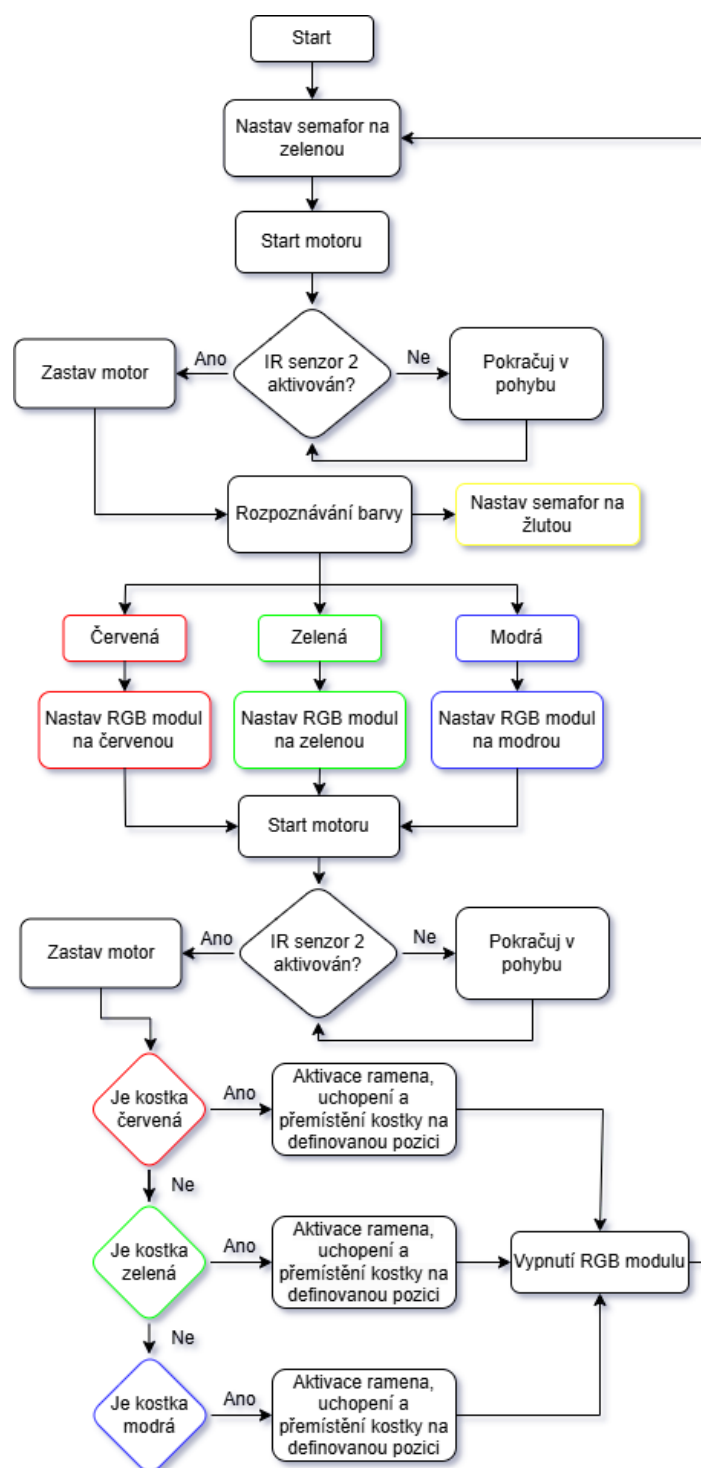
V hlavní smyčce kódu pouze přivolávám předdefinované funkce jednotlivých částí, jako například funkce spuštění motoru, funkce pro měření barvy nebo funkce pro detekci překážky (*viz. Obrázek 2.1*).

## 2.4 Funkce

Pro zjednodušení hlavní části kódu, jsou do této části volané pouze funkce, které reprezentují bloky kódu, pro ovládání konkrétních součástí.

Například funkce pro ovládání ramena počítá rozdíl mezi koncovou a aktuální pozicí.





Obrázek 2.1: Diagram hlavního kódu [Zdroj: vlastní, vytvořeno pomocí draw.io]

Tento rozdíl rozdělí na určitý počet kroků, kterými rameno postupně prochází, než se dostane do požadované pozice. My tedy do naší definované funkce vkládáme pouze pole hodnot s úhly, do kterých se má každé servo natočit.

Pohyb ramena je pak určen pouze několika poli hodnot, které definují cestu mezi bodem A a B skrz několik kontrolních bodů.

Funkce pro měření například provede x pokusů pro rozeznání barvy, pokud se tak nestane, "označí" kostku jako neznámou a podle toho se odvíjí další kroky třídění, tím zabraňujeme zacyklení programu a jeho následnou nefunkčnost.

### 3 Závěr

V rámci této maturitní práce jsem se zaměřil na návrh a kompletaci modelu třídící linky, která se skládá z mechanických a elektrických součástí a softwarové část. Celkový systém byl navržen tak, aby efektivně řídil pohyb gumového pásu pomocí krokového motoru NEMMA 17, přičemž byla věnována zvláštní pozornost na eliminaci vibrací a zajištění plynulého chodu.

Senzory, jako například senzor barvy TCS3200 a IR senzory, umožnily precizní detekci a rozpoznávání kostek, což představovalo klíčový aspekt pro správnou funkci třídícího procesu. Ošetření hardwarových nedostatků, například u IR senzoru jsem zabránil pomocí techniky debouncing, která zajistila stabilitu a přesnost měření.

V softwarové části byl vytvořen modulární kód s využitím Arduina Mega, který umožňuje snadnou správu jednotlivých funkcí, jako je ovládání motoru, řízení servomotorů pro robotické rameno a ovládání senzoru barvy nebo IR senzorů.

Celkově tato práce demonstruje úspěšnou vzhled do mechanických, elektronických a softwarových řešení, se kterými bychom se ve větším měřítku usekali při reálné stavbě automatizovaného systému. Projekt zároveň otevírá možnosti pro další rozšíření a optimalizaci, jako je to u reálných automatizovaných systémů.

## Literatura

- [1] JAMECO ELECTRONICS. *How Servo Motors Work*. [online]. Dostupné z: <https://www.jameco.com/Jameco/workshop/Howitworks/how-servo-motors-work.html>
- [2] ELECTRONICS STACK EXCHANGE. *How to get the PWM frequency and duration of each pulse*. [online]. Dostupné z: <https://electronics.stackexchange.com/questions/129961/how-to-get-the-pwm-frequency-and-duration-of-each-pulse>
- [3] VSK PROFILY. *Úhelník 90° 38×38 M8*. [online]. Dostupné z: <https://www.vsk-profil.cz/uhelnik-90-38x38-m8/>
- [4] CLIPPARD. *How Stepper Motors Provide Precision Control*. [online]. Dostupné z: <https://www.clippard.com/cms/wiki/how-stepper-motors-provide-precision-control>
- [5] RANDOM NERD TUTORIALS. *Arduino Color Sensor TCS230 TCS3200*. [online]. Dostupné z: <https://randomnerdtutorials.com/arduino-color-sensor-tcs230-tcs3200/>
- [6] DRÁTEK.CZ. *Arduino detektor barvy*. [online]. Dostupné z: <https://navody.dratek.cz/navody-k-produktum/arduino-detektor-barvy.html>
- [7] DRÁTEK.CZ. *Infračervený optický senzor*. [online]. Dostupné z: <https://navody.dratek.cz/navody-k-produktum/infracervený-optický-senzor.html>
- [8] VAYUYAAN. *IR Sensor Working*. [online]. Dostupné z: <https://vayuyaan.com/blog/ir-sensor-working/>
- [9] DRÁTEK.CZ. *RGB LED modul KY-016*. [online]. Dostupné z: <https://navody.dratek.cz/navody-k-produktum/rgb-led-modul-ky-016.html>

- [10] LYONZG. *S-240-12 Modulový napájecí 230V AC/DC zdroj 12V 20A 240W*. [online]. Dostupné z: <https://www.laskakit.cz/lyonzg-s-240-12-modulovy-napajeci-230v-ac-dc-zdroj-12v-20a-240w/>
- [11] TEXAS INSTRUMENTS. *LM2596 Datasheet*. [online]. Dostupné z: [https://www.laskakit.cz/user/related\\_files/lm2596\\_datasheet.pdf](https://www.laskakit.cz/user/related_files/lm2596_datasheet.pdf)
- [12] TOWER PRO. *MG996 Servo Datasheet*. [online]. Dostupné z: [https://www.laskakit.cz/user/related\\_files/mg996.pdf](https://www.laskakit.cz/user/related_files/mg996.pdf)
- [13] MOTIONKING. *17HSxxxx Stepper Motor Datasheet*. [online]. Dostupné z: [https://www.laskakit.cz/user/related\\_files/17hsxxxx-motionking.pdf](https://www.laskakit.cz/user/related_files/17hsxxxx-motionking.pdf)
- [14] DRÁTEK.CZ. *Dokumentace k produktu*. [online]. Dostupné z: <https://dratek.cz/docs/produkty/1/1650/1449880500.pdf>
- [15] ARDUINO. *Servo Library*. [online]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/en/reference/servo>
- [16] ARDUINO. *Arduino Core Library*. [online]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/reference/en/>

## **Přílohy**

Příloha 1 Úhelník

Příloha 2 Žebro

Příloha 3 Noha dopravníku

Příloha 4 Držák motoru

Příloha 5 Válec

Příloha 6 Záslepka

Příloha 7 Krabíčka na A4988

Příloha 8 Víko A4988

Příloha 9 Portál senzoru barvy

Příloha 10 Víko portálu

Příloha 11 Držák IR senzoru

Příloha 12 Box arduino

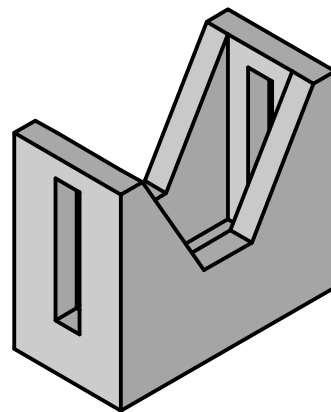
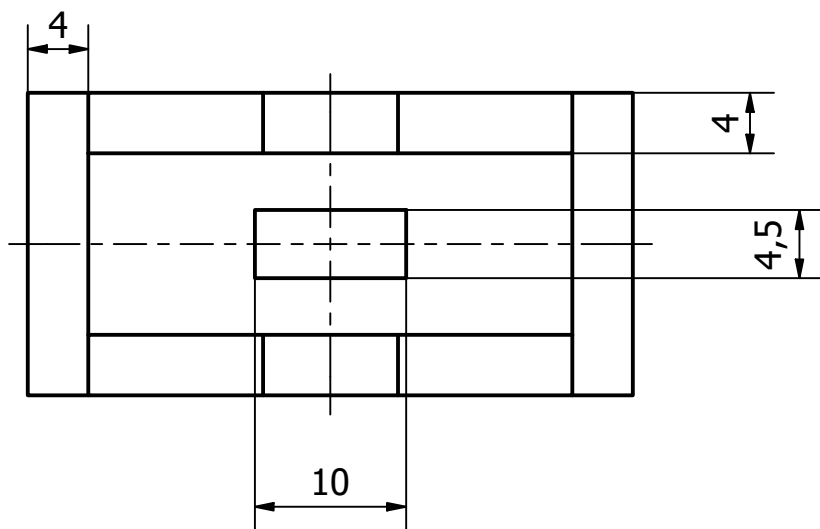
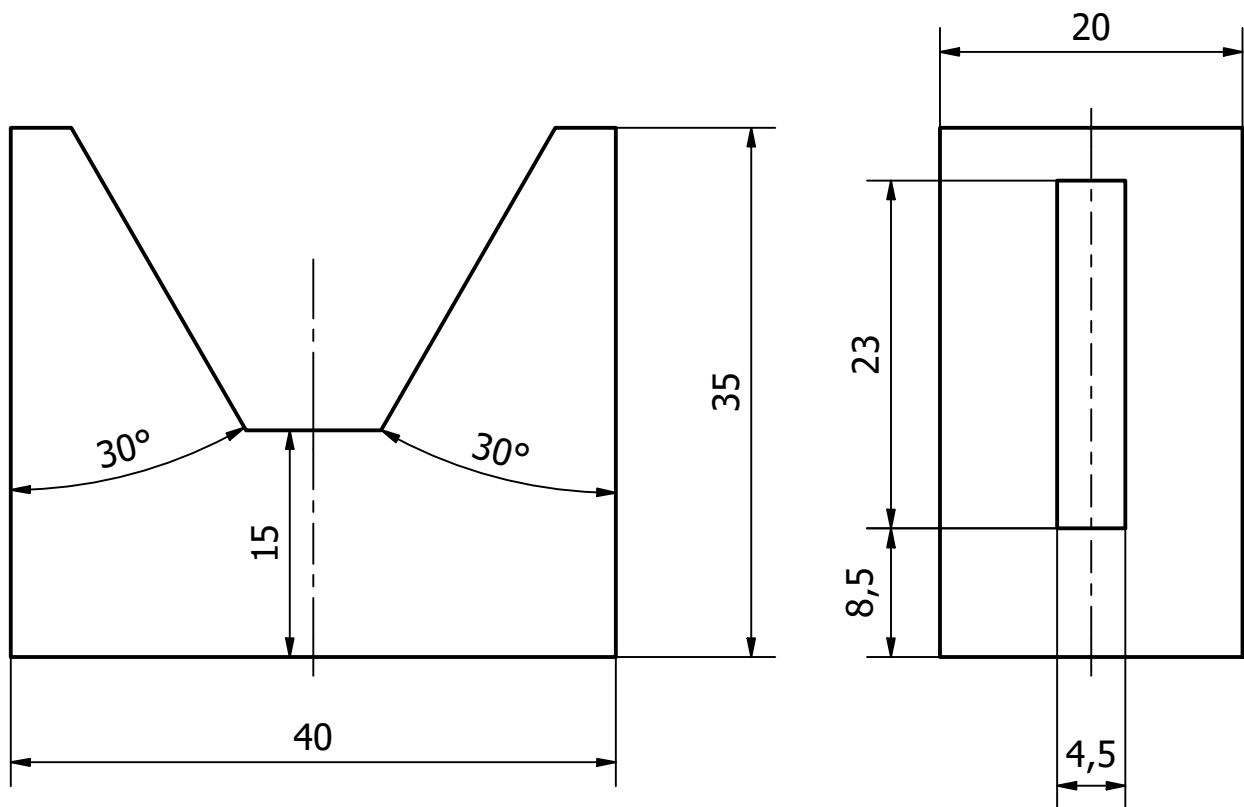
Příloha 13 Víko arduina


Příloha 14 Srovnávač

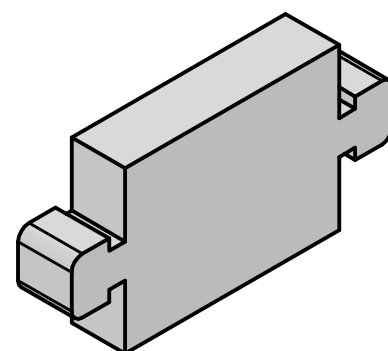
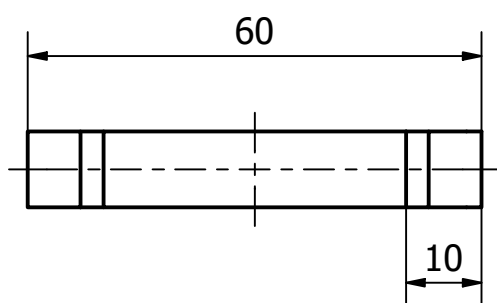
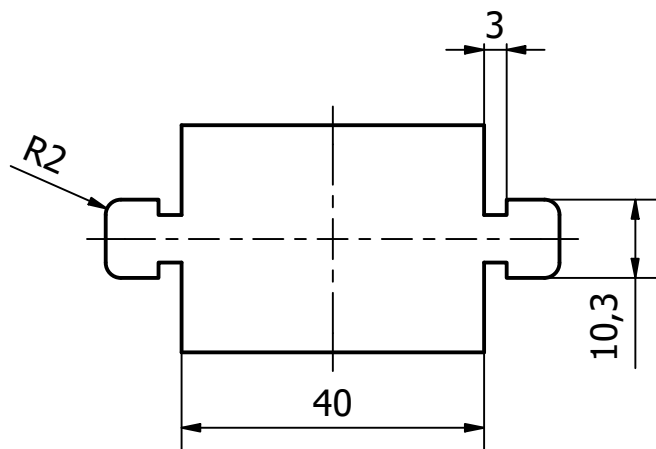
Příloha 15 LM2596 box víko


Příloha 16 LM2596 box

Příloha 17 Zapojení maturitní práce



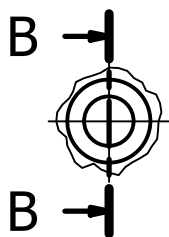
			PLA	0,014 kg		
POZ.	NÁZEV – ROZMĚR	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	POZNÁMKA	KUSŮ
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO PŘESNOST ISO 2768 – m K			TŘÍDA 0.	PROMÍTÁNÍ 		
MĚŘÍTKO 2 : 1	KRESLIL	Egr		INDEX	ZMĚNA	DATUM
	PŘEZKOUŠEL					
	NORM.REFERENT					
	TECHNOLOG					
	SCHVÁLIL					
DATUM		10.03.2025		TYP		
STARÝ VÝKRES		SESTAVA		Úhelník		
	VOŠ A SPŠE KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ		Příloha 1			
			LISTŮ			
			LIST			



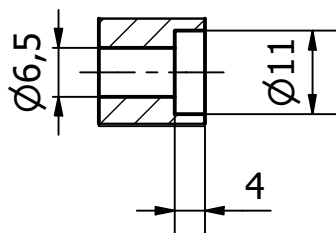
			PLA	0,008 kg		
POZ.	NÁZEV – ROZMĚR	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	POZNÁMKA	KUSŮ
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO			PŘESNOST ISO 2768 – m K	TŘÍDA 0.	PROMÍTÁNÍ	
MĚŘÍTKO 1 : 1	KRESLIL	Egr	INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
	PŘEZKOUŠEL					
	NORM.REFERENT					
	TECHNOLOG					
	SCHVÁLIL		NÁZEV	TYP		
	DATUM	10.03.2025				
STARÝ VÝKRES		SESTAVA		Žebro		
	VOŠ A SPŠE KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ		Příloha 2			
			LISTŮ	LIST		



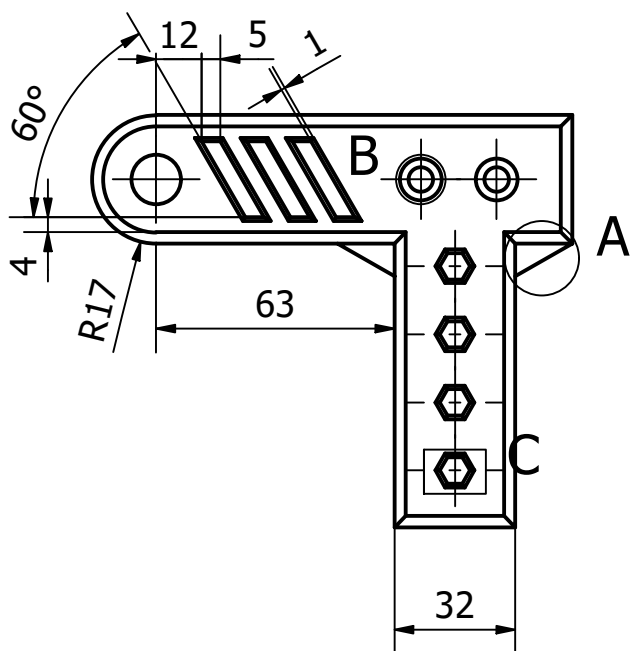
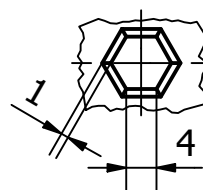
B ( 1 : 1 )



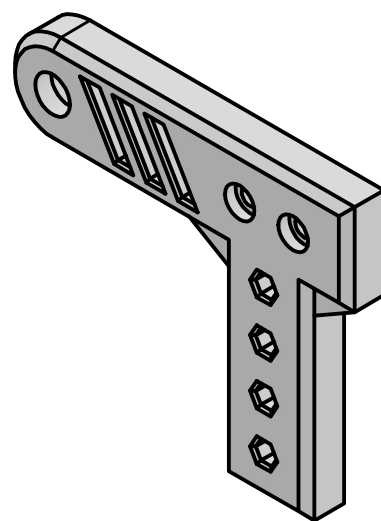
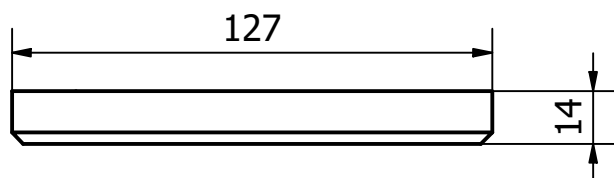
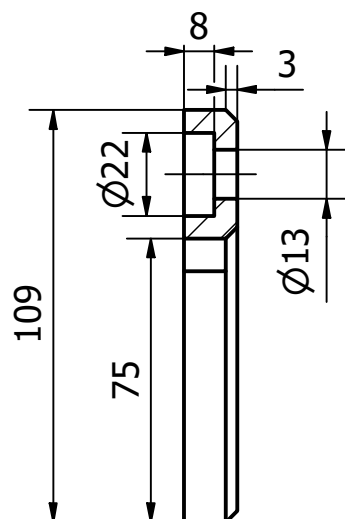
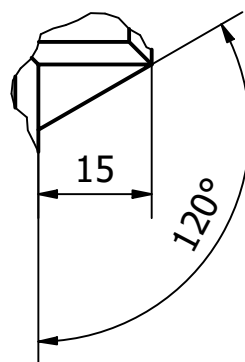
B-B ( 1 : 1 )




C ( 1 : 1 )

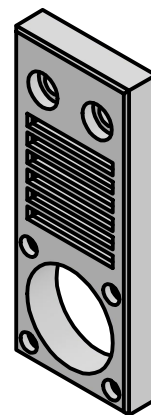
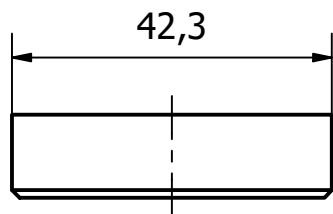
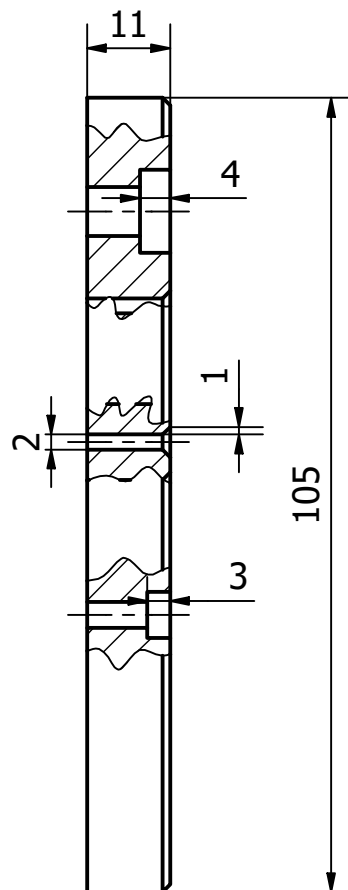
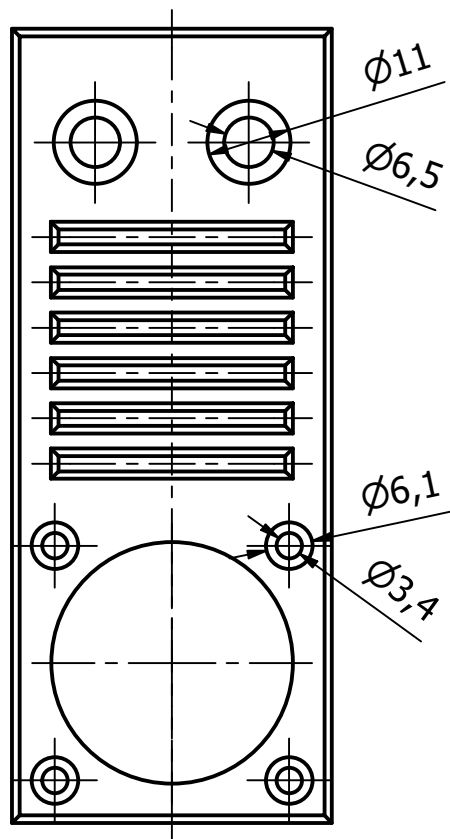



A ( 1 : 1 )

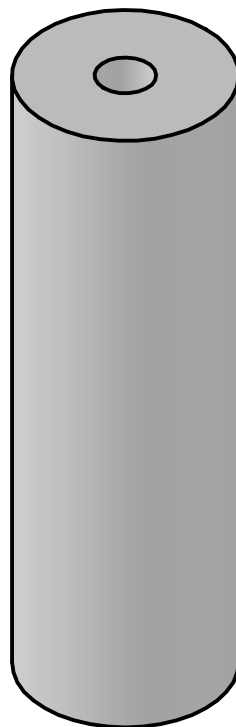
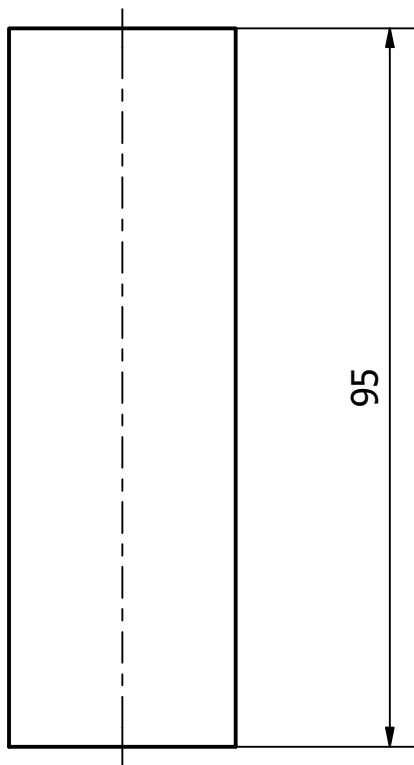
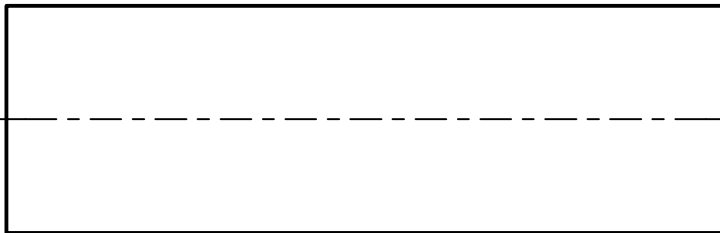
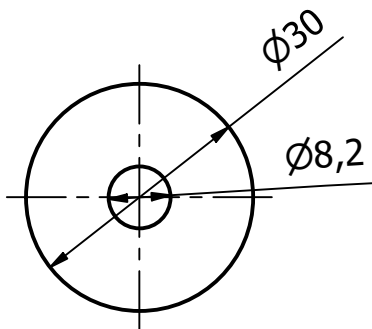


			PLA	0,042 kg		
POZ.	NÁZEV – ROZMĚR	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	POZNÁMKA	KUSŮ
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO			PŘESNOST ISO 2768 – m K		TŘÍDA O.	PROMÍTÁNÍ 
MĚŘITKO 1 : 2	KRESLIL	Egr		INDEX	ZMĚNA	DATUM
	PŘEZKOUŠEL					
	NORM.REFERENT					
	TECHNOLOG					
	SCHVÁLIL					
DATUM		12.03.2025		NÁZEV		
STARÝ VÝKRES		SESTAVA		TYP		
				Noha dopravníku		
				Příloha 3		
				LISTŮ		
				LIST		

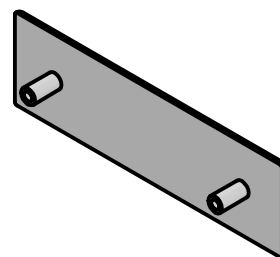
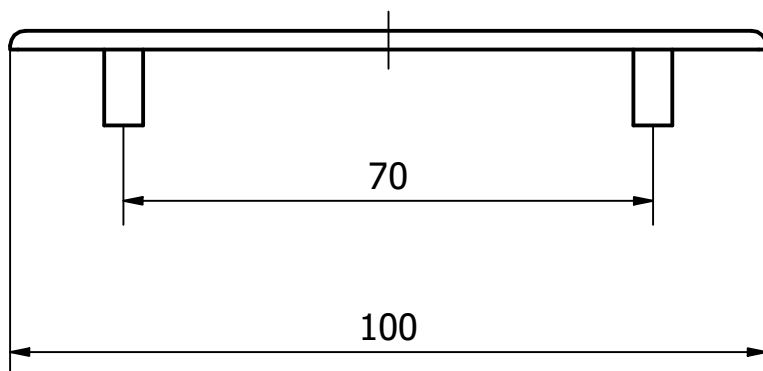
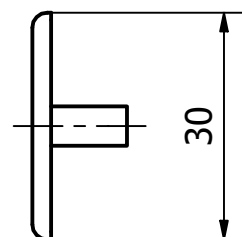
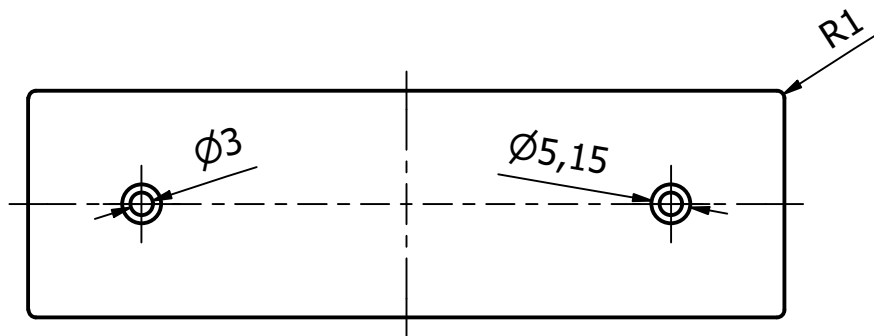
VOŠ A SPŠE  
KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ




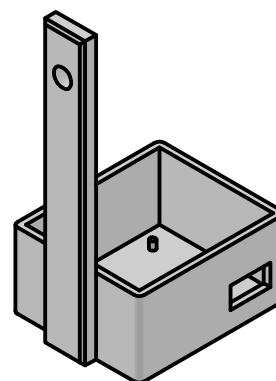
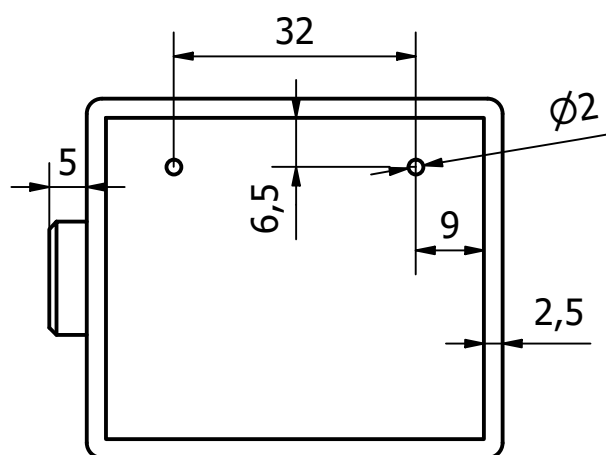
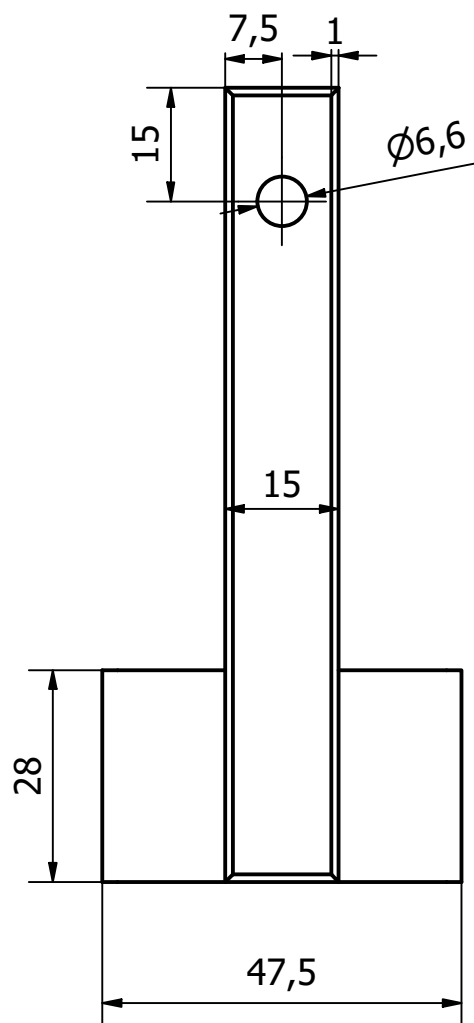
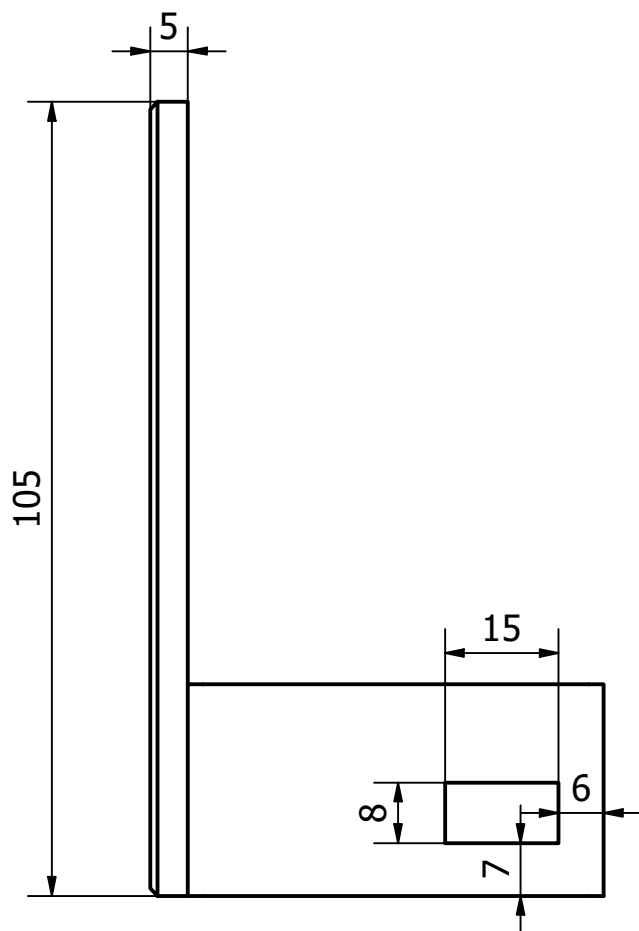
			PLA	0,042 kg		
POZ.	NÁZEV – ROZMĚŘ	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	POZNÁMKA	KUSŮ
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO			PŘESNOST ISO 2768 – m K		TŘÍDA O.	PROMÍTÁNÍ 
MĚŘÍTKO  1 : 1	KRESLIL	Egr		INDEX _____ _____ _____	ZMĚNA _____ _____ _____	DATUM _____ _____ _____
	PŘEZKOUŠEL					
	NORM.REFERENT					
	TECHNOLOG					
	SCHVÁLIL					
	DATUM	11.03.2025		NÁZEV TYP		
STARÝ VÝKRES		SESTAVA		Držák motoru		
	VOŠ A SPŠE KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ		Příloha 4			
			LISTŮ LIST			




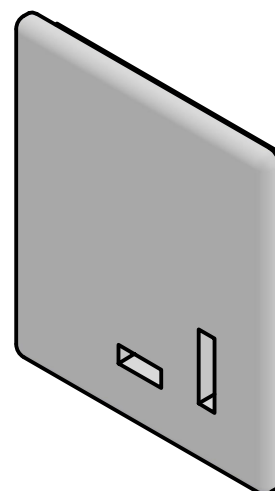
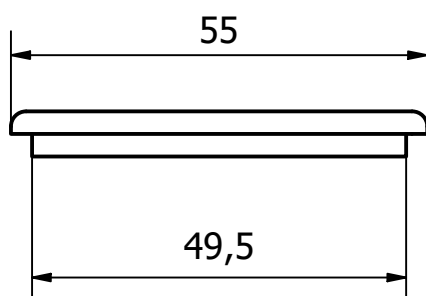
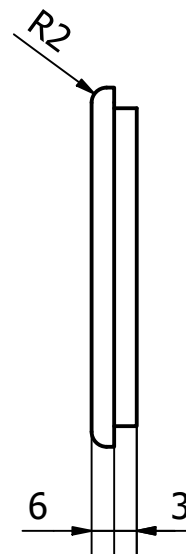
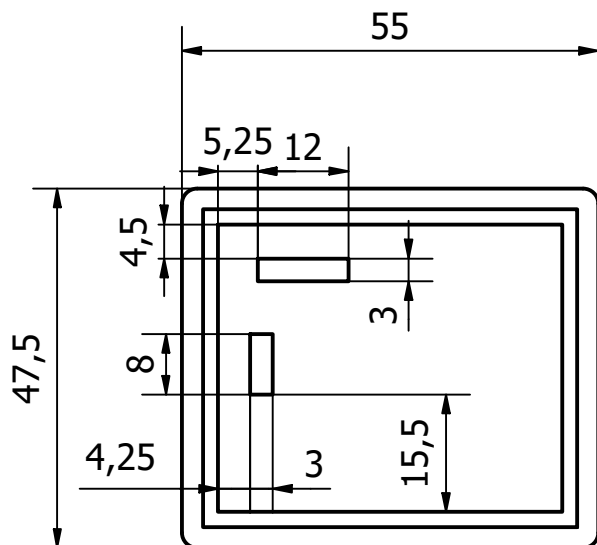
			PLA	0,012 kg		
POZ.	NÁZEV – ROZMĚR	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	POZNÁMKA	KUSŮ
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO PŘESNOST ISO 2768 – m K			TŘÍDA 0.	PROMÍTÁNÍ		
MĚŘÍTKO  1 : 1	KRESLIL	Egr	INDEX — — —	ZMĚNA — — —	DATUM — — —	PODPIS — — —
	PŘEZKOUŠEL					
	NORM.REFERENT					
	TECHNOLOG					
	SCHVÁLIL					
	DATUM	01.04.2025	NÁZEV TYP Válec			
STARÝ VÝKRES		SESTAVA				
	VOŠ A SPŠE KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ		Příloha 5 LISTŮ LIST			




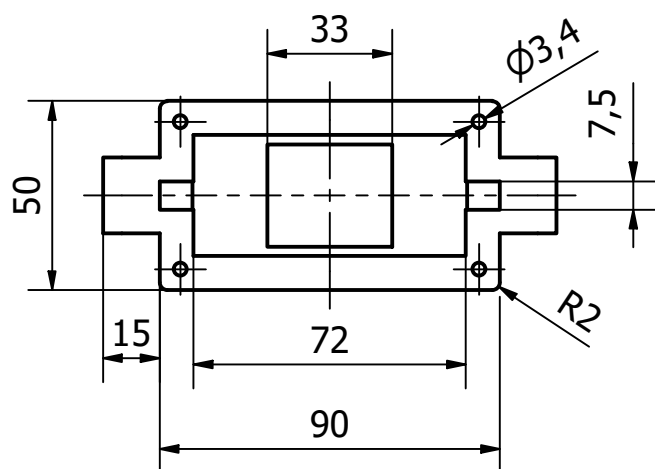
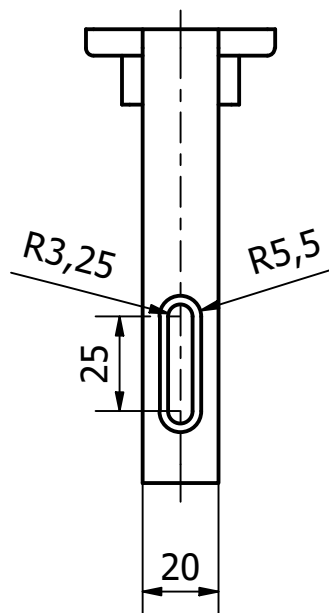
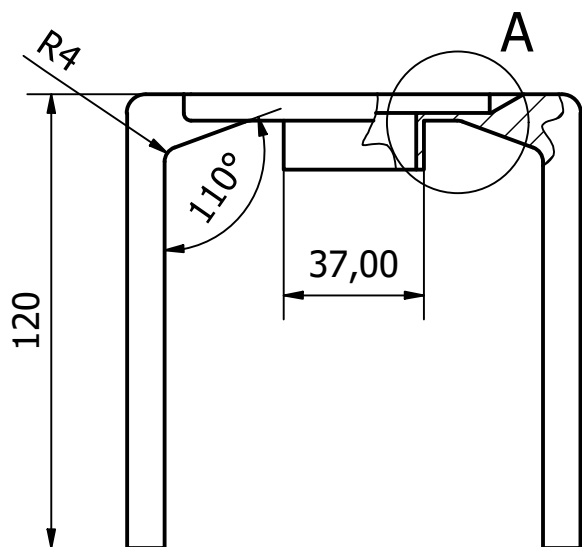
			PLA	0,007 kg		
POZ.	NÁZEV – ROZMĚR	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	POZNÁMKA	KUSŮ
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO PŘESNOST ISO 2768 – m K			TŘÍDA 0.	PROMÍTÁNÍ 		
MĚŘITKO 1 : 1	KRESLIL	Egr	INDEX _____ _____ _____	ZMĚNA _____ _____ _____	DATUM _____ _____ _____	PODPIS _____ _____ _____
	PŘEZKOUŠEL					
	NORM.REFERENT					
	TECHNOLOG					
	SCHVÁLIL					
	DATUM	10.03.2025	NÁZEV TYP			
STARÝ VÝKRES		SESTAVA	Záslepka			
	VOŠ A SPŠE KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ		Příloha 6			
			LISTŮ LIST			



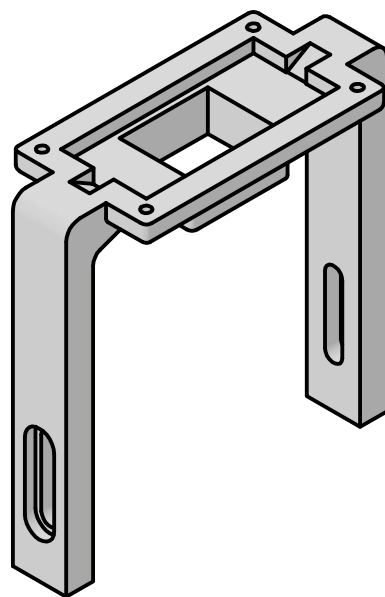
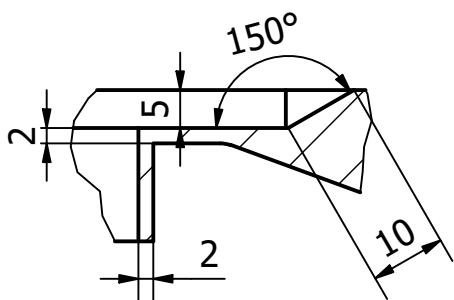
			PLA	0,027 kg		
POZ.	NÁZEV – ROZMĚR	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	POZNÁMKA	KUSŮ
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO			PŘESNOST ISO 2768 – m K	TŘÍDA 0.	PROMÍTÁNÍ	
MĚŘÍTKO  1 : 1	KRESLIL	Egr		INDEX	ZMĚNA	DATUM
	PŘEZKOUŠEL					
	NORM.REFERENT					
	TECHNOLOG					
	SCHVÁLIL			NÁZEV	TYP	
	DATUM	29.03.2025				
STARÝ VÝKRES		SESTAVA		Krabička na A4988		
	VOŠ A SPŠE KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ		Příloha 7			
			LISTŮ			
			LIST			




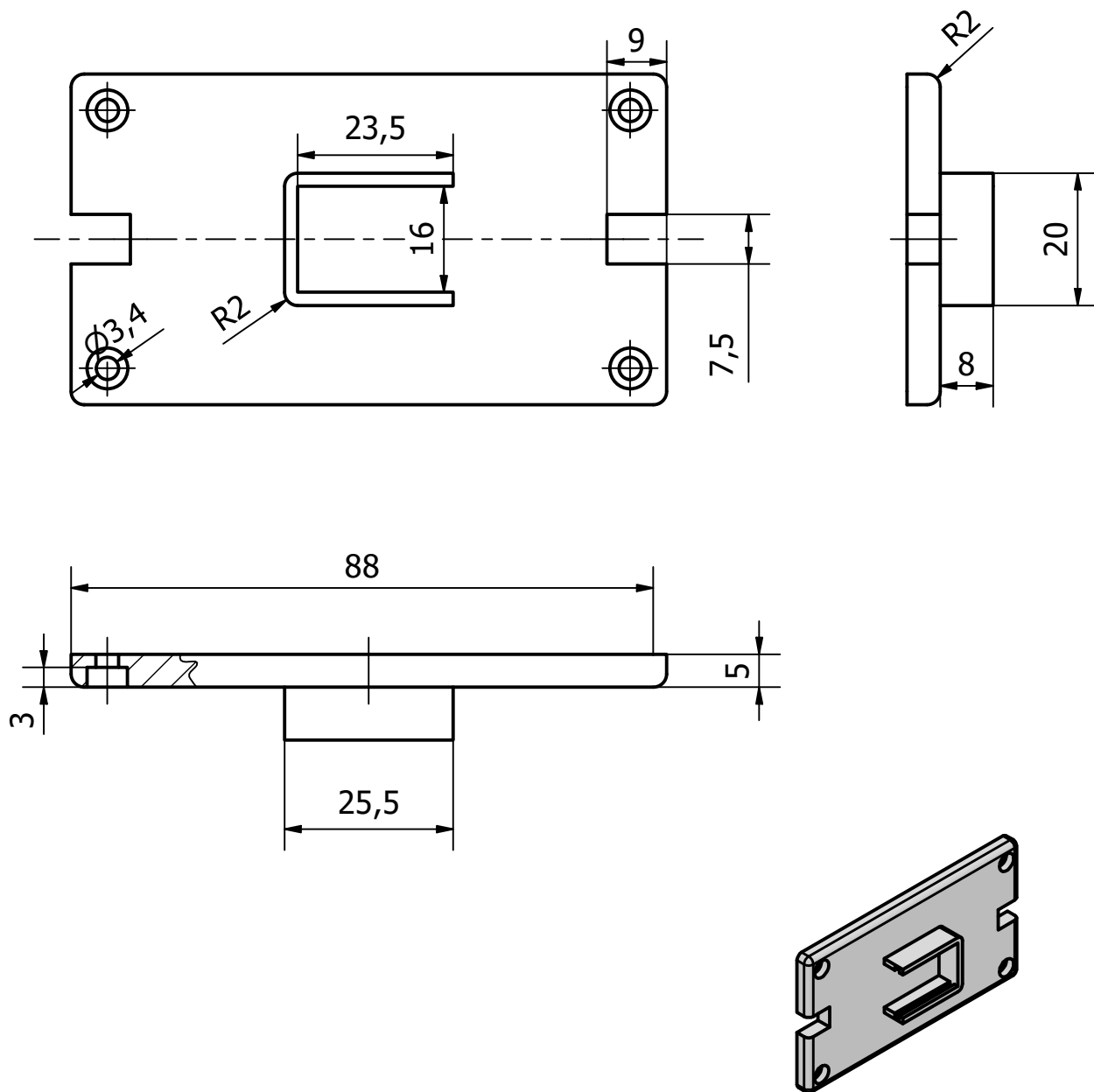
			PLA	0,007 kg		
POZ.	NÁZEV – ROZMĚR	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	POZNÁMKA	KUSŮ
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO			PŘESNOST ISO 2768 – m K	TŘÍDA 0.	PROMÍTÁNÍ	
MĚŘÍTKO  1 : 1	KRESLIL	Egr	INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
	PŘEZKOUŠEL					
	NORM.REFERENT					
	TECHNOLOG					
	SCHVÁLIL		NÁZEV	TYP		
	DATUM	29.03.2025				
STARÝ VÝKRES		SESTAVA		Víko A4988		
	VOŠ A SPŠE KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ		Příloha 8			
			LISTŮ	LIST		




A ( 1 : 1 )

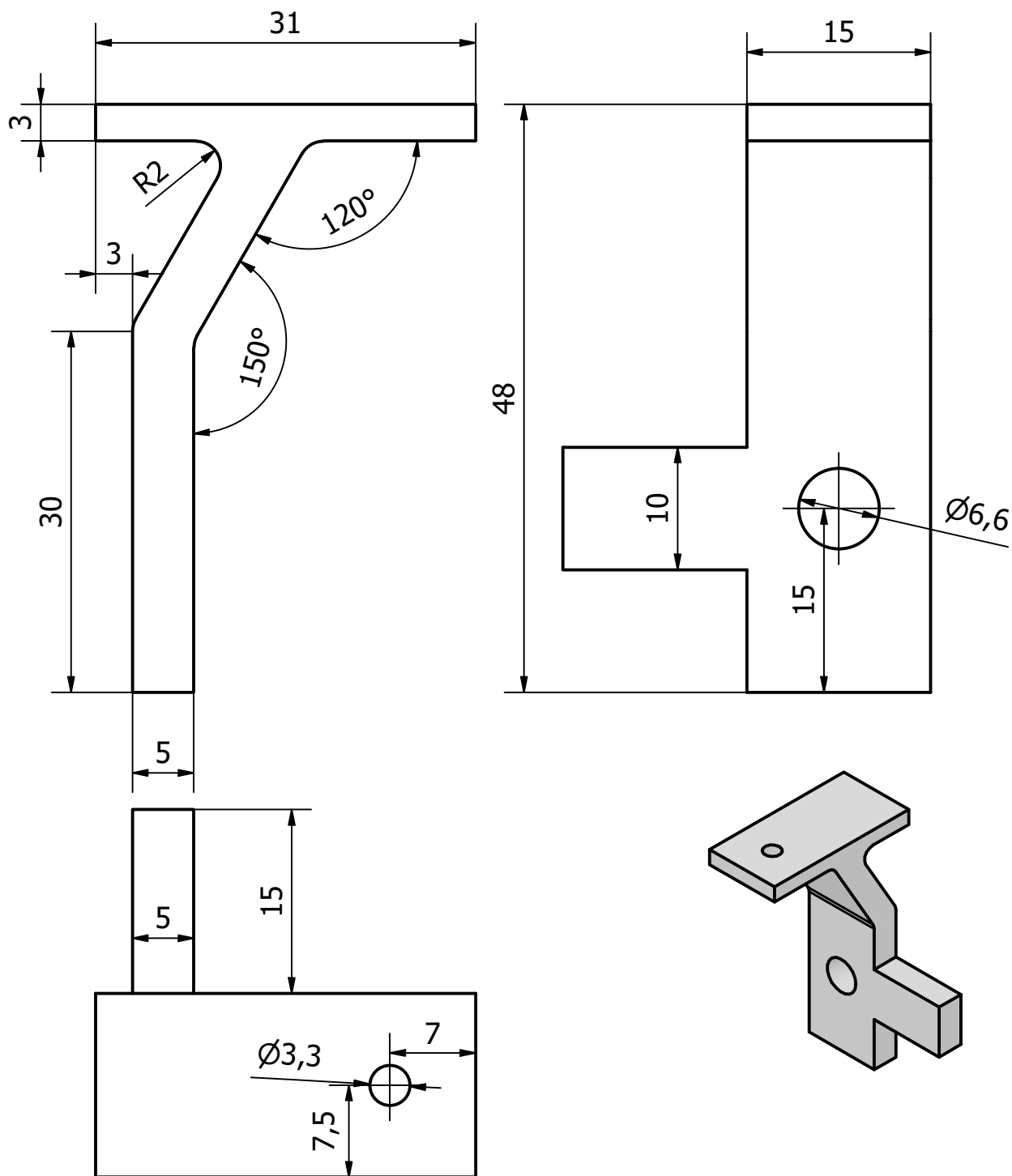



			PLA	0,053 kg		
POZ.	NÁZEV – ROZMĚŘ	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	POZNÁMKA	KUSŮ
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO PŘESNOST ISO 2768 – m K			TŘÍDA 0.	PROMÍTÁNÍ 		
MĚŘITKO 1 : 2	KRESLIL	Egr		INDEX	ZMĚNA	DATUM
	PŘEZKOUŠEL					
	NORM.REFERENT					
	TECHNOLOG					
	SCHVÁLIL					
	DATUM	10.03.2025				
STARÝ VÝKRES		SESTAVA		NÁZEV TYP		
				Portál senzoru barvy		
VOŠ A SPŠE KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ				Příloha 9		
				LISTŮ LIST		

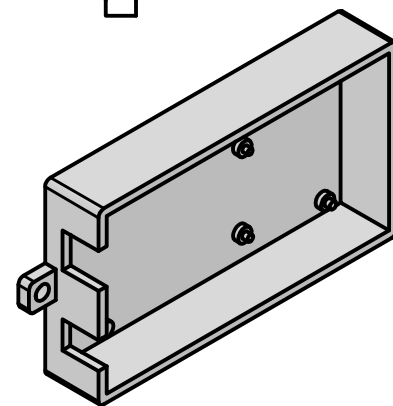
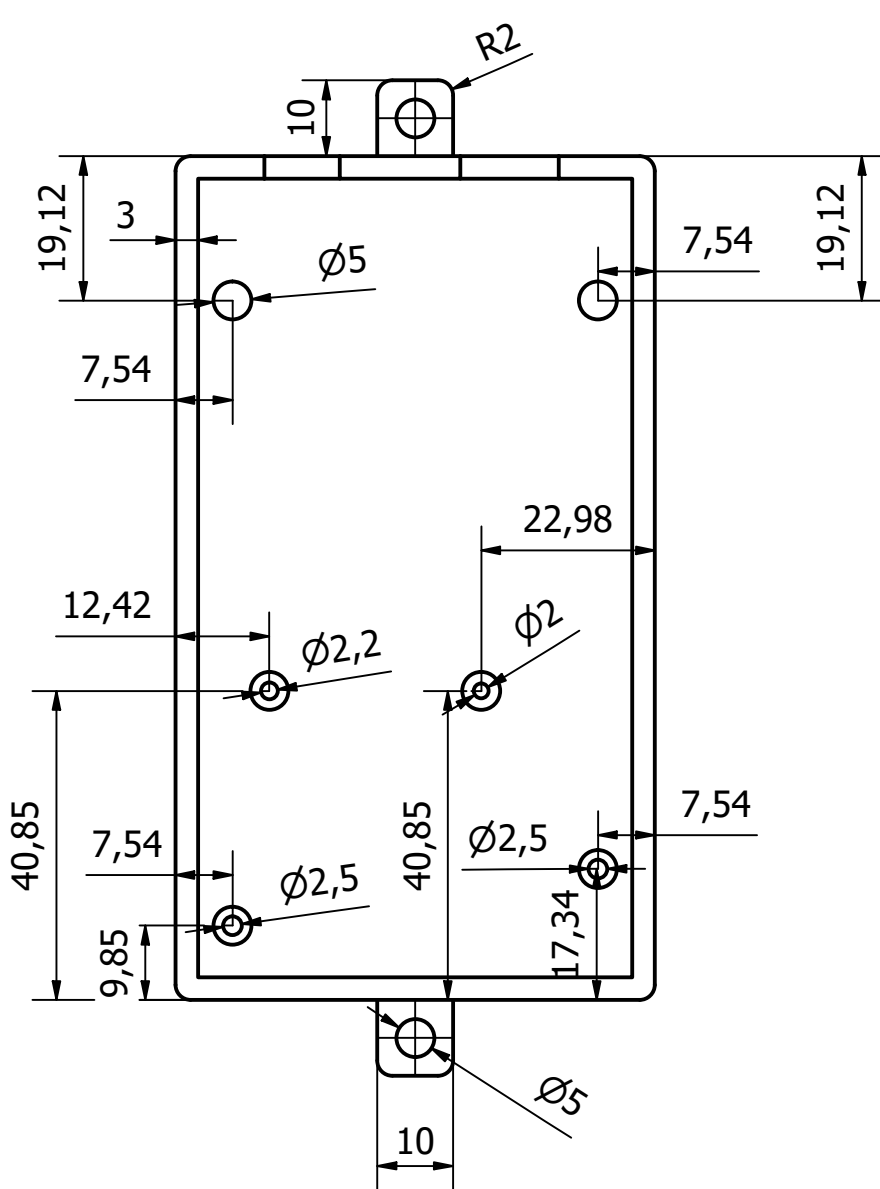



			PLA	0,017 kg		
POZ.	NÁZEV – ROZMĚR	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	POZNÁMKA	KUSŮ
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO			PŘESNOST ISO 2768 – m K		TŘÍDA 0.	PROMÍTÁNÍ 
MĚŘITKO 1 : 1	KRESLIL	Egr		INDEX	ZMĚNA	DATUM
	PŘEZKOUŠEL					
	NORM.REFERENT					
	TECHNOLOG					
	SCHVÁLIL					
DATUM		10.03.2025		TYP		
STARÝ VÝKRES		SESTAVA		Víko portálu		
	VOŠ A SPŠE KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ		Příloha 10			
			LISTŮ			
			LIST			

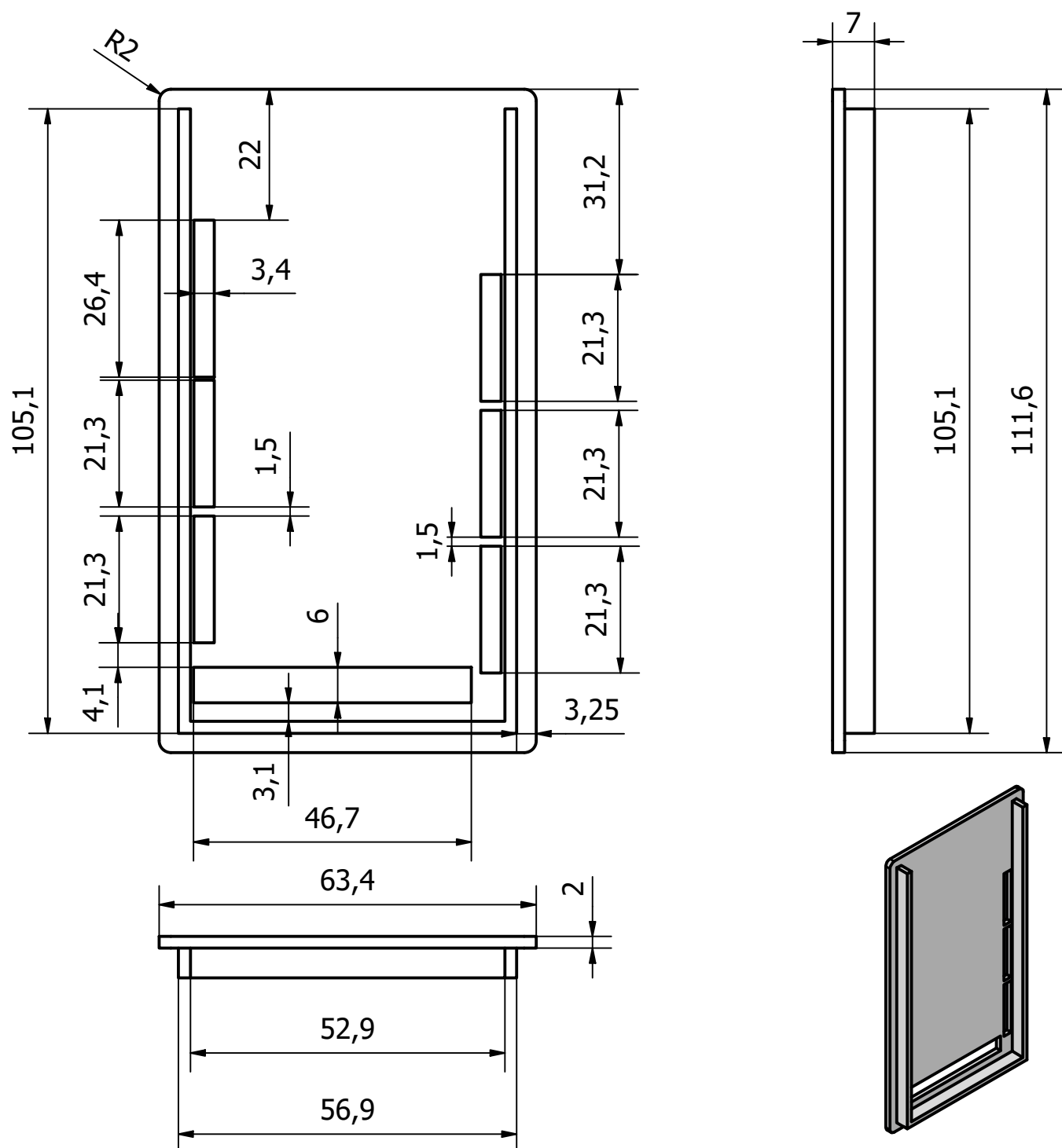





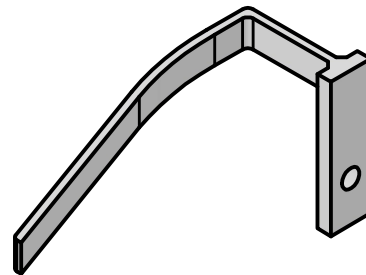
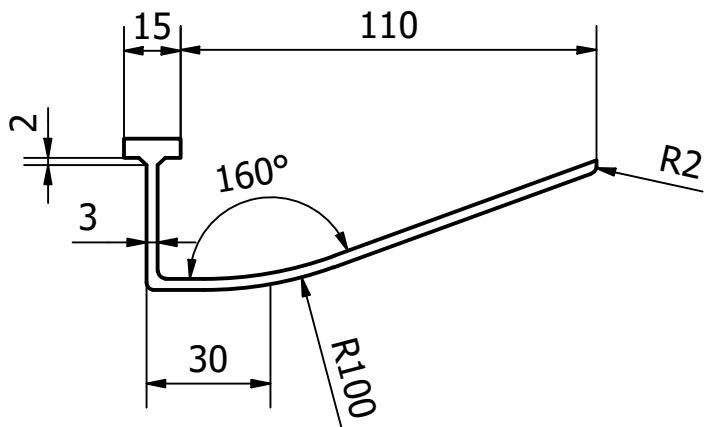
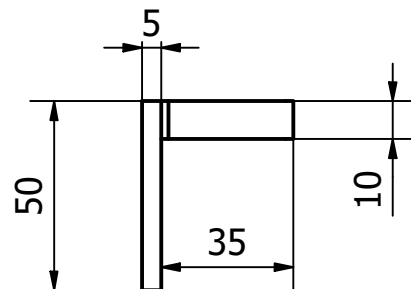
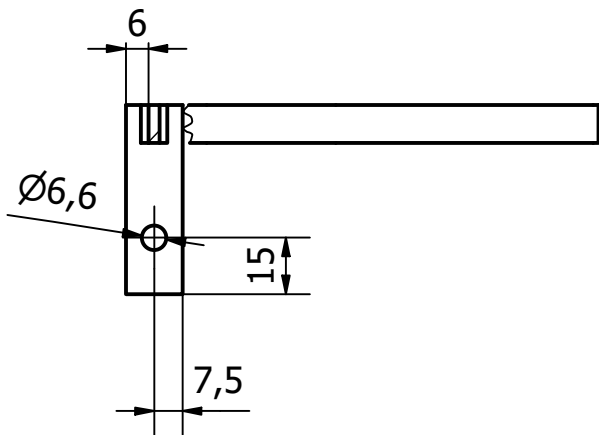
			PLA	0,005 kg		
POZ.	NÁZEV – ROZMĚR	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	POZNÁMKA	KUSŮ
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO    PŘESNOST ISO 2768 – m K			TŘÍDA 0.	PROMÍTÁNÍ 		
MĚŘÍTKO  2 : 1	KRESLIL	Egr	INDEX _____ _____ _____	ZMĚNA _____ _____ _____	DATUM _____ _____ _____	PODPIS _____ _____ _____
	PŘEZKOUŠEL					
	NORM.REFERENT					
	TECHNOLOG					
	SCHVÁLIL					
	DATUM	12.03.2025	NÁZEV TYP			
STARÝ VÝKRES		SESTAVA	Držák IR senzoru			
	VOŠ A SPŠE KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ		Příloha 11			
			LISTŮ LIST			




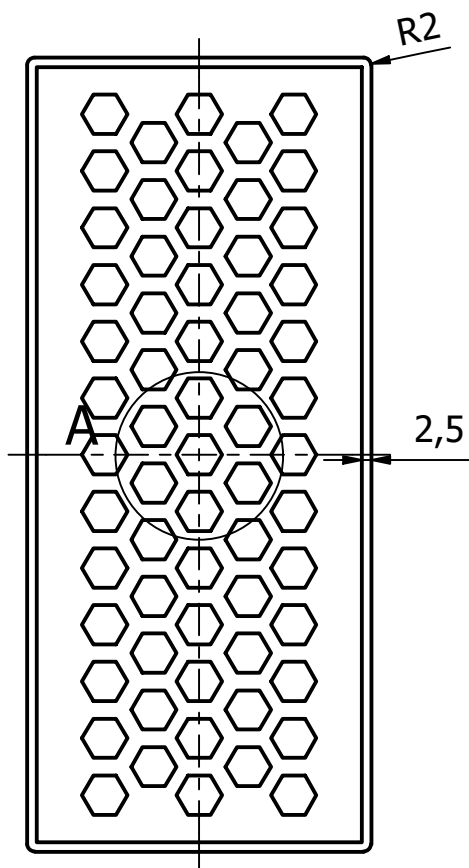
			PLA	0,049 kg		
POZ.	NÁZEV – ROZMĚR	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	POZNÁMKA	KUSŮ
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO PŘESNOST ISO 2768 – m K			TŘÍDA 0.	PROMÍTÁNÍ 		
MĚŘITKO  1 : 1	KRESLIL	Egr		INDEX	ZMĚNA	DATUM
	PŘEZKOUŠEL					
	NORM.REFERENT					
	TECHNOLOG					
	SCHVÁLIL			NÁZEV	TYP	
	DATUM	26.03.2025				
STARÝ VÝKRES		SESTAVA		Box arduino		
	VOŠ A SPŠE KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ		Příloha 12			
			LISTŮ			
			LIST			



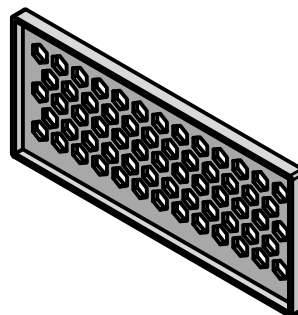
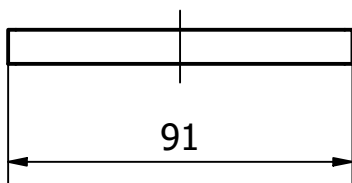
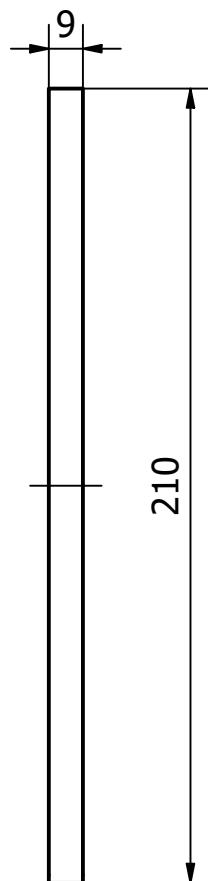
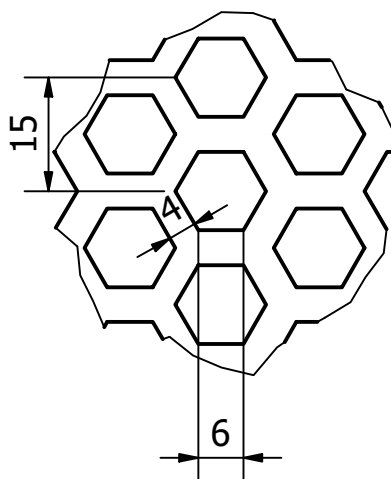
			PLA	0,011 kg		
POZ.	NÁZEV – ROZMĚR	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	POZNÁMKA	KUSŮ
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO PŘESNOST ISO 2768 – m K			TŘÍDA 0.	PROMÍTÁNÍ 		
MĚŘITKO  1 : 1	KRESLIL	Egr	INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
	PŘEZKOUŠEL					
	NORM.REFERENT					
	TECHNOLOG					
	SCHVÁLIL	26.03.2025				
DATUM						
STARÝ VÝKRES		SESTAVA	NÁZEV TYP			
			Víko arduina			
VOŠ A SPŠE KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ			Příloha 13			
			LISTŮ LIST			




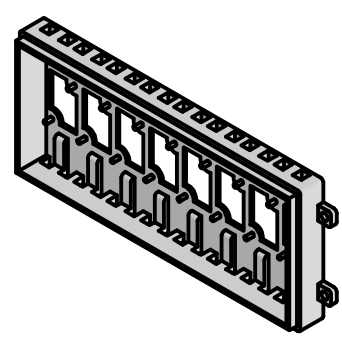
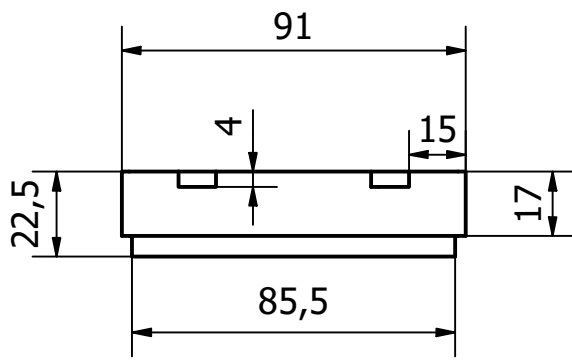
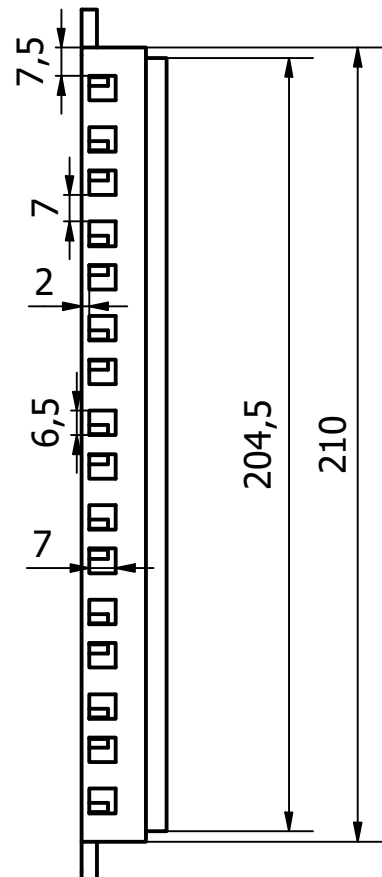
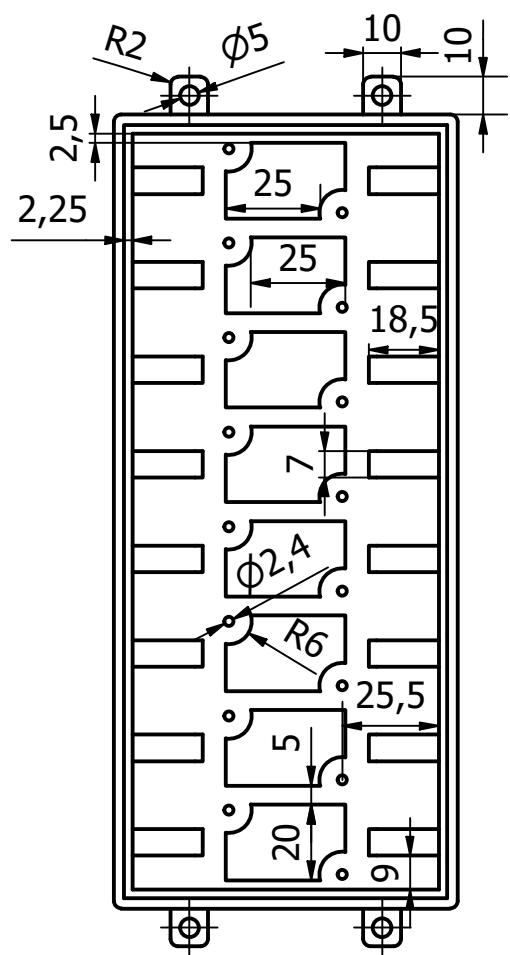
			PLA	0,007 kg		
POZ.	NÁZEV – ROZMĚŘ	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	POZNÁMKA	KUSŮ
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO PŘESNOST ISO 2768 – m K			TŘÍDA O.	PROMÍTÁNÍ 		
MĚŘÍTKO 1 : 2	KRESLIL	Egr	INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
	PŘEZKOUŠEL					
	NORM.REFERENT					
	TECHNOLOG					
	SCHVÁLIL	11.03.2025				
DATUM						
STARÝ VÝKRES		SESTAVA	NÁZEV TYP			
			Srovnávač			
VOŠ A SPŠE KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ			Příloha 14			
			LISTŮ LIST			




A ( 1 : 1 )



			PLA	0,047 kg		
POZ.	NÁZEV – ROZMĚŘ	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	POZNÁMKA	KUSŮ
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO			PŘESNOST ISO 2768 – m K	TŘÍDA 0.	PROMÍTÁNÍ	
MĚŘITKO 1 : 2	KRESLIL	Egr	INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
	PŘEZKOUŠEL					
	NORM.REFERENT					
	TECHNOLOG					
	SCHVÁLIL					
DATUM	26.03.2025	NÁZEV	TYP			
STARÝ VÝKRES		SESTAVA	LM2596 box víko			
	VOŠ A SPŠE KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ		Příloha 15			
			LISTŮ	LIST		



			PLA	0,073 kg			
POZ.	NÁZEV – ROZMĚR	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	POZNÁMKA	KUSŮ	
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO PŘESNOST ISO 2768 – m K			TŘÍDA 0.	PROMÍTÁNÍ			
MĚŘITKO  1 : 2	KRESLIL	Egr	INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	
	PŘEZKOUŠEL						
	NORM.REFERENT						
	TECHNOLOG						
	SCHVÁLIL						
DATUM	26.03.2025		NÁZEV	TYP			
STARÝ VÝKRES		SESTAVA	LM2596 box				
	VOŠ A SPŠE KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ		Příloha 16				
			LISTŮ				LIST

