



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

MATURITNÍ PRÁCE S OBHAJOBOU

Téma: Chytrá kalkulačka

Autor práce: Dominik Maršák
Třída: 4.L
Vedoucí práce: Jiří Švihla
Dne: 31.3.2025

Hodnocení:



Zadání dlouhodobé maturitní práce

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

Školní rok: 2024 - 2025

Téma práce: ***Chytrá Kalkulačka***

Pokyny k obsahu a rozsahu práce:

1. Výběr všech využitých součástek (31.10.)
2. Návrh vlastního PCB (28.11.)
3. Návrh a následný 3D tisk kostry kalkulačky (30.1.)
4. Implementace součástek do kostry (27.2.)
5. Vytvoření programu kalkulačky (24.3.)
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 výrobou kompaktní kalkulačky, která díky menším rozměrům pohodlně padne do ruky. Kalkulačka umožňuje provádět základní matematické operace a zobrazit je na LCD displeji.

Zařízení je vybaveno nabíjecím portem USB-C, který umožňuje snadné dobíjení. Součástí kalkulačky je také Li-Pol baterie, díky níž může fungovat i bez připojení k napájení. (LaskaKit s.r.o. 2025a)

Veškeré součástky jsou umístěny v plastovém krytu, který byl vyroben pomocí 3D tisku. Elektronické komponenty jsou zapájeny na vlastnoručně navržené desce plošných spojů, která zajišťuje jejich správné propojení a celkovou funkčnost zařízení.

„Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a použil literárních pramenů a informací, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury a zdrojů informací. Souhlasím s využitím mé práce učiteli VOŠ a SPŠE Plzeň k výuce.“

V Plzni dne:

Podpis:

Annotation

This graduation thesis focuses on the design and production of a compact calculator that comfortably fits in hand due to its smaller dimensions. The calculator allows users to perform basic mathematical operations and display the results on an LCD screen.

The device is equipped with a USB-C charging port, enabling easy recharging. It also includes a Li-Pol battery, allowing it to function without being connected to a power source. (LaskaKit s.r.o. 2025a)

All components are housed in a plastic casing, which was manufactured using 3D printing. The electronic components are soldered onto a custom-designed printed circuit board, ensuring proper connections and overall device functionality.

„I declare that I have independently completed this work and used literary sources and information that I cite and list in the bibliography of used literature and information sources. I agree to the use of my work by the teachers of the VOŠ and SPŠE Plzeň for educational purposes.“

In Pilsen day:

Signature:

Obsah

1 Úvod	5
2 součástky	6
2.1 Součástky PCB	6
2.2 LCD displej	6
2.3 Ultimate pi pico	6
3 Plošný spoj	8
3.1 Klávesnice	8
3.2 Napájení	10
3.2.1 TP4056	10
3.2.2 DW01A	11
3.2.3 FS8205A	11
4 Konstrukce kostry	12
4.1 konstrukce tlačítek	12
4.2 kostra	12
5 Software	13
5.1 Propsání na displej	13
5.1.1 Manuální programování pomocí bitmapy	13
5.1.2 Využití knihovny U8g2lib.h	13
5.2 Početní funkce	13
5.2.1 Vlastnosti kalkulačky	14
6 Závěr	15
7 Přílohy	16

1 Úvod

Pro tuto maturitní práci jsem se rozhodl, protože kalkulačka je v současnosti nepostradatelným nástrojem nejen ve školním prostředí, ale i v mnoha profesích. Její využití usnadňuje výpočty různých matematických operací, ať už jde o běžné počítání nebo složitější analýzy.

Historie kalkulaček sahá až do 17. století, kdy vznikl první prototyp schopný provádět základní matematické operace. Přestože se kalkulačky v průběhu času vyvíjely, v posledních desetiletích nedošlo k zásadním inovacím. Ačkoli existují firmy, které se snaží o modernizaci, většina výrobců se drží osvědčeného designu a základních funkcí.

Moderní kalkulačka by dnes měla nabízet nejen běžné matematické výpočty, ale také funkce, jako je grafické zobrazení nebo podpora pokročilých matematických operací. Většina současných modelů je napájena vyměnitelnými bateriemi, zatímco mnou navržená kalkulačka umožňuje nabíjení přes USB-C, což v této kategorii zařízení stále není standardem. Dále je vybavena LCD displejem pro přehledné zobrazení výsledků a dostatečným počtem tlačítek pro pohodlné ovládání.

Všechny zdroje, použitá literatura a součástky jsou podrobně uvedeny v práci. Při návrhu a realizaci kalkulačky jsem využil následující software:

Autodesk Inventor – modelování konstrukce kalkulačky (Autodesk Inc. 2025)

KiCad – návrh schématu desky plošných spojů (Free Software Foundation Inc. 2025)

LaTeX – sepsání maturitní práce (WriteLaTeX Limited 2025)

Bitly – zkrácení dlouhých odkazů (Spectrum Equity 2025)

Arduino IDE - prostředí pro programování (Arduino 2025)

Tato práce se tedy zaměřuje nejen na konstrukci samotné kalkulačky, ale také na její inovativní prvky, které by mohly přispět k modernizaci tohoto běžně používaného zařízení.

2 součástky

2.1 Součástky PCB

Zde jsou vypsané všechny součástky využívané v plošném spoji tohoto projektu.

- **TP4056** (Lian Da Electronics Ltd. 2025m),
- **DW01A** (Lian Da Electronics Ltd. 2025h),
- **FS8205A** (Lian Da Electronics Ltd. 2025i),
- **Rezistor 100Ω, Rezistor 1KΩ, Rezistor 10KΩ** (Lian Da Electronics Ltd. 2025j; Lian Da Electronics Ltd. 2025l; Lian Da Electronics Ltd. 2025k),
- **Kondenzátor 100 nF, Kondenzátor 10 uF** (Lian Da Electronics Ltd. 2025b; Lian Da Electronics Ltd. 2025c),
- **LED Dioda Modrá, LED Dioda Červená** (Lian Da Electronics Ltd. 2025d; Lian Da Electronics Ltd. 2025e),
- **Tlačítko** (Lian Da Electronics Ltd. 2025a),
- **Schottky Dioda, Switching Dioda** (Lian Da Electronics Ltd. 2025f; Lian Da Electronics Ltd. 2025g),

2.2 LCD displej

V rámci této maturitní práce byl použit jednoduchý LCD displej s rozlišením 128×64 pixelů a řadičem ST7565. Tento řadič nabízí dvě základní možnosti programování, přičemž v této práci byly využity obě metody. (LaskaKit s.r.o. 2025b)

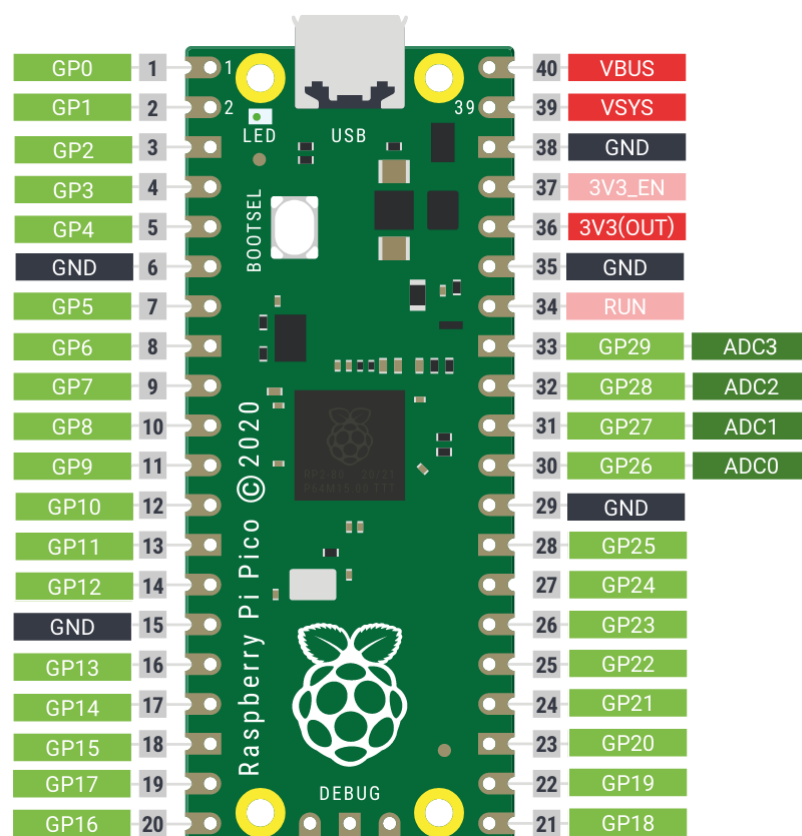
Obě metody mají své výhody i nevýhody – manuální vektorové programování poskytuje maximální kontrolu nad zobrazením, zatímco využití knihovny umožňuje rychlou a efektivní práci s displejem bez nutnosti hlubší znalosti jeho vnitřního fungování.

2.3 Ultimate pi pico

V této maturitní práci byl použit modifikovaný mikrokontrolér Raspberry Pi Pico (RPI pico), konkrétně model Ultimate Pi Pico (UPI pico). Tento mikrokontrolér je postaven na čipu RP2040, stejně jako standardní Raspberry Pi Pico, což znamená, že co se týče funkčnosti, jsou si oba modely velmi podobné. Hlavní rozdíl spočívá v počtu dostupných pinů, které jsou u modelu Ultimate Pi Pico více rozšířené než u běžného Raspberry Pi

Pico, což z něj činí flexibilnější volbu pro různé projekty (viz Obrázek 1). Další reference k této specifické modifikaci Ultimate pi pico se v této práci odkazuje jako Raspberry pi pico nebo RPI pico.

Další významnou změnou je USB-C napájení namísto tradičního micro-USB, což přináší výhodu modernějšího a univerzálnějšího připojení. Tento model také nabízí větší paměť a větší frekvenci procesoru, což z něj činí lepší volbu pro aplikace náročnější na prostor, jako je například práce s displejem, kde je potřeba více paměti pro uchování grafických dat a dalších informací. (LaskaKit s.r.o. 2025c)



Obrázek 1: PINOUT pro Ultimate Pi pico

3 Plošný spoj

3.1 Klávesnice

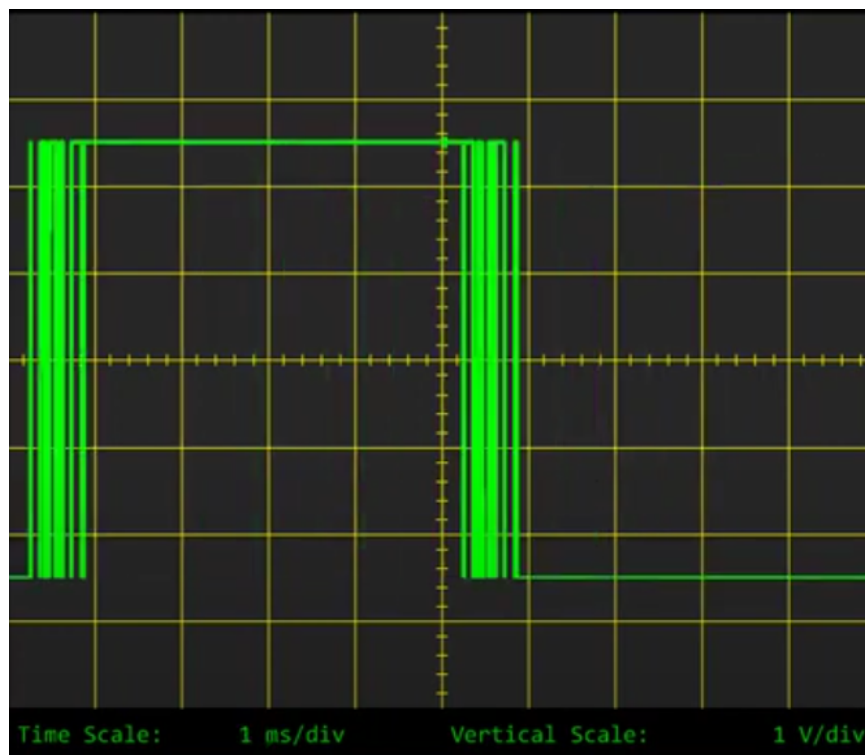
V této práci byla jako klávesnice využita tlačítková matice 5x8, která se skládá celkem z 40 tlačítek o rozměrech 6x6x6 mm. Tlačítka jsou zapojena na diody, které zabráňují zpětnému toku proudu, čímž je eliminována náhodná aktivace tlačítek při stisku jednoho nebo více tlačítek současně.

Matice tlačítek má 5 sloupců (0–4) a 8 řádků (0–7). Je připojena k pinu Raspberry Pi Pico následovně: sloupce jsou připojeny jako Pin.OUT, což znamená, že z těchto pinů je vysílán signál 3,3 V. Piny řádků jsou připojeny jako Pin.IN, což znamená, že přijímají signál 3,3 V. Tento systém funguje tak, že sloupce neustále vysílají elektrický signál, a při stisku tlačítka se tento signál propojí s příslušným řádkem. Tímto způsobem je možné zjistit, které tlačítko bylo stisknuto, podle jeho pozice v daném sloupci a řádku. (Obrázek 4)

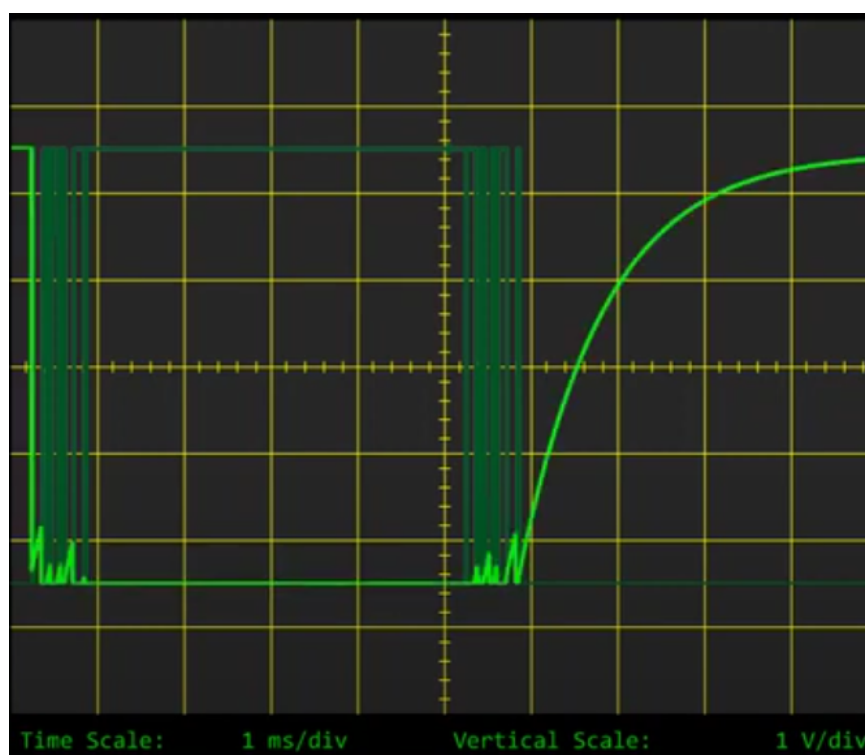
Při použití tohoto systému mohou nastat některé problémy. Raspberry Pi Pico spíná při určitém napětí na pinu: hodnota LOW (0) je mezi 0 a 0,8 V, a hodnota HIGH (1) mezi 1,3 a 3,3 V. V rozmezí mezi těmito hodnotami může nastat náhodné přepínání, což je třeba zabránit.

Problém nastává, když je tlačítko stisknuto. Po stisku tlačítka může vzniknout elektrický šum, který může vést k falešnému stisknutí tlačítka. Tento problém lze řešit jak hardwarově, například použitím kondenzátoru, který tento šum vyhladí, nebo softwarově. V této práci je problém řešen pomocí softwaru i hardwaru. Řešení je jednoduché – po stisku tlačítka je zavedena časová prodleva, například 50 ms, která zajišťuje, že po této prodlevě bude hodnota již ustálena například na HIGH (logická 1). Tímto způsobem se zabrání náhodnému přepnutí během kritického napěťového intervalu mezi 0,8 V a 1,3 V.

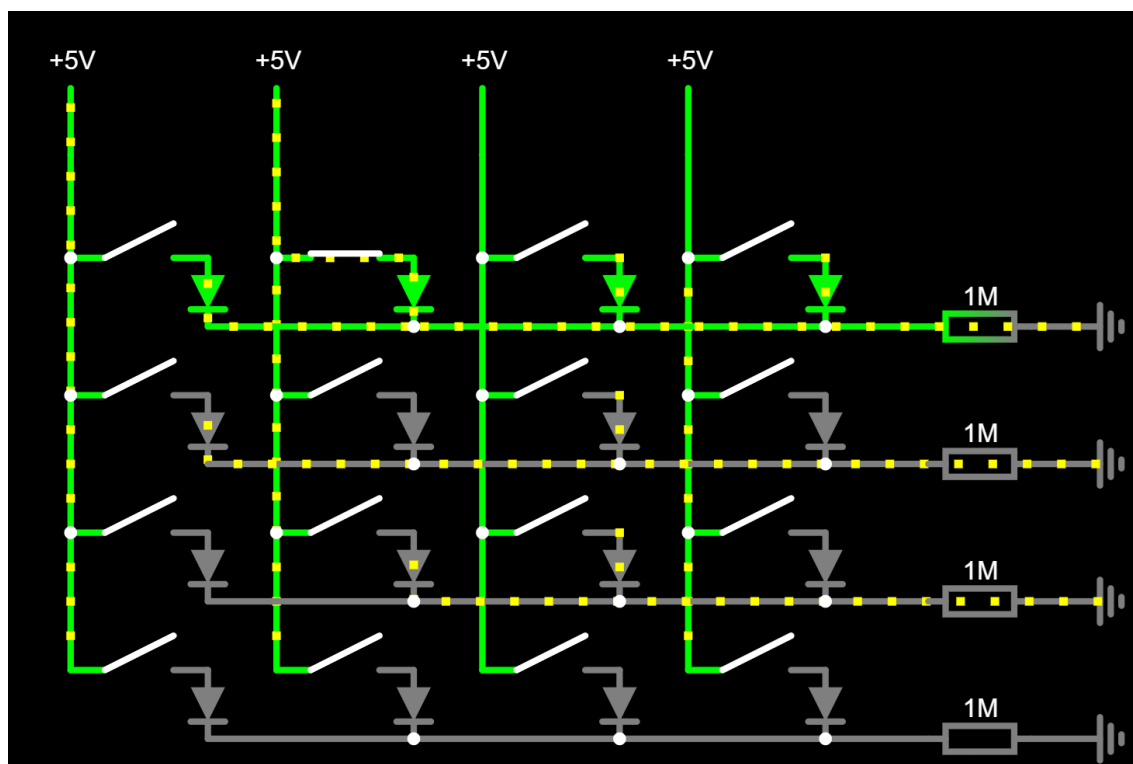
Dále je v této práci využito interních hardware pull-up odporů v mikrokontroléru. Tento odpor zajišťuje stabilní logickou úroveň (0 nebo 1) a pomáhá stabilizovat napětí na vstupních pinech. Na obrázku 1 (viz Obrázek 2) je vidět, jak napětí prochází tlačítkem při jeho stisknutí. Po stisku tlačítka a jeho následném uvolnění je napětí nestabilní. Tento problém lze vyřešit, jak už bylo zmíněno, buď pomocí kondenzátoru, který vyhladí náhlé změny napětí (viz Obrázek 3), nebo softwarově, když se po prvním stisknutí počká několik milisekund, než dojde k ustálení napětí. (Texas Instruments 2025)



Obrázek 2: Napětí po stisku tlačítka s rezistorem



Obrázek 3: Napětí po stisku tlačítka s rezistorem a kondenzátorem



Obrázek 4: Průběh napětí klávesnicovým matrixem, kde +5V znázorňuje PIN.OUT z RPI pico a značka pro zemi znázorňuje PIN.IN. Rezistory vyobrazují interní pull-up rezistory v RPI pico

3.2 Napájení

Napájení kalkulačky je možné dvěma způsoby. Prvním způsobem je napájení přes USB-C port na Raspberry Pi Pico, a druhým způsobem je napájení pomocí baterie, která se aktivuje při odpojení od USB-C. Napájecí obvod je tvořen primárně třemi čipy, které zajišťují správnou regulaci napájení (viz Příloha 1).

3.2.1 TP4056

TP4056 je kompletní lineární nabíječka s funkcí konstantního proudu a napětí. Tento čip je vybaven teplotním čidlem, které chrání před přehřátím. Nabíjecí napětí je pevně nastaveno na 4,2 V. Nabíjecí proud lze upravit pomocí rezistoru (viz Příloha 1, viz Tabulka 1). V tomto konkrétním obvodu je použit rezistor o hodnotě 10 K Ω , což odpovídá nabíjecímu proudu 130 mA. Stav nabíjení je indikován pomocí LED diod na plošném spoji: červená dioda signalizuje probíhající nabíjení a modrá dioda ukazuje, že baterie je plně nabitá. (Lian Da Electronics Ltd. 2025m)

Tabulka 1: Nastavení proudu závisící na odporu rezistoru

Rezistivita ($K\Omega$)	Proud (mA)
10	130
5	259
4	300
3	400
2	580
1,66	690
1,5	780
1,33	900
1,2	1000

3.2.2 DW01A

DW01A je obvod, který chrání baterii před přebitím nebo nadměrným vybitím. Tento integrovaný obvod má vysokou přesnost při detekci napětí pro přebíjení (kolem 50 mV) a zároveň zabraňuje poškození baterie v důsledku nadměrného proudu. Další výhodou tohoto obvodu je jeho nízká spotřeba energie, což je ideální pro malé a úsporné aplikace, jakou je tento projekt. (Lian Da Electronics Ltd. 2025h)

3.2.3 FS8205A

FS8205A je integrovaný obvod, který spolupracuje s DW01A a slouží jako ochrana baterie. Tento čip je řízen obvodem DW01A, který mu poskytuje informace o tom, kdy má spínat nabíjení baterie. FS8205A také spíná v případě, kdy by mohlo dojít ke zkratu, čímž přispívá k ochraně celého napájecího systému. (Lian Da Electronics Ltd. 2025i)

Tento kombinovaný systém zajišťuje efektivní a bezpečné nabíjení baterie a zároveň chrání baterii před nebezpečnými situacemi, jako je přebíjení nebo zkrat.

4 Konstrukce kostry

4.1 konstrukce tlačítek

Tlačítka, neboli keycaps, jsou navržena tak, aby odpovídala vzhledu a funkčnosti tlačítek typických kalkulaček. Jsou dostatečně velká, aby je bylo snadné stisknout, ale zároveň dostatečně kompaktní, aby se vešla do ergonomického tvaru kostry kalkulačky. Každé tlačítko je označeno funkcí, kterou vykonává. Tlačítka mají toleranci 0,1 mm, což zajišťuje, že se bez problémů vejdou do vrchní části kostry kalkulačky. Tato tlačítka jsou zasazena do vrchní části kostry zespodu a jejich spodní plocha je mírně vysunuta, aby zajistila, že tlačítka nebudou vypadávat z kostry (viz Příloha 2).

4.2 kostra

Vrchní část kostry je navržena tak, aby do ní zapadla tlačítka (keycaps) a zároveň byla vytvořena prázdná plocha pro zajištění viditelnosti displeje. Okolo displeje je ponechána určitá tolerance, která umožňuje jeho snadné vložení do této části kostry. Tato část obsahuje i stěny kalkulačky a je na spodní straně připevněna šrouby k dolní části kostry. Vrchní kostra je vymodelována s ohledem na ergonomii, takže padne pohodlně do ruky a je příjemná na držení (viz Příloha 3). Navíc je vrchní část kostry vybavena vyrytými znaky pro označení dalších funkcí kalkulačky.

Spodní část kostry je rovněž navržena tak, aby byla ergonomická a pohodlná na držení. Obsahuje díry pro sešroubování s vrchní částí kostry (viz Příloha 4).

5 Software

5.1 Propsání na displej

Nejprve jsou v kódu definovány piny, které bude displej využívat. Každé Raspberry Pi Pico má specificky přiřazené piny pro připojení pomocí SPI, což je metoda komunikace mezi mikrokontrolérem a displejem. Dále jsou v kódu definována označení pro všechna tlačítka kalkulačky, která jsou uložena v poli znakových řetězců. Vzhledem k tomu, že tato práce využívá knihovnu `U8g2lib.h`, není nutné vytvářet vlastní bitmapu pro displej, což usnadňuje práci. Mikrokontrolér se připojí k displeji přes sériový port a provede základní nastavení displeje. Tato nastavení zahrnují například zapnutí displeje, nastavení kontrastu textu, zapnutí displeje a případný software reset. Poté je pouze potřeba definovat font a displej začne zobrazovat všechny znaky, které jsou potřebné a uloženy v knihovně.

5.1.1 Manuální programování pomocí bitmapy

První metoda zobrazování dat na displeji spočívá v přímém ovládání jednotlivých pixelů displeje pomocí bitmapového zápisu. Každý pixel lze aktivovat či deaktivovat pomocí binárního kódu (např. 0011111) nebo hexadecimálního kódu (např. 0x1F). Zatímco binární zápis je přehlednější pro uživatele, v programu zabírá více místa, a proto se v praxi častěji využívá kompaktnější hexadecimální forma. Tento způsob programování je sice přesný, ale zároveň časově náročný a méně efektivní při práci s rozsáhlejší grafikou.

5.1.2 Využití knihovny `U8g2lib.h`

Druhou metodou je použití existující knihovny, která značně usnadňuje práci s displejem. V této práci byla zvolena knihovna `U8g2lib.h` určená pro platformu Arduino. Tato knihovna obsahuje předdefinované funkce pro vykreslování textu, základních geometrických objektů a dalších prvků, což výrazně zjednodušuje celý proces programování. Díky tomu není nutné ručně definovat jednotlivé pixely, což šetří čas a snižuje složitost kódu. (Olikraus 2025)

Tato knihovna také umožňuje vypisování na displej pomocí vektorů, což dělá tento proces zobrazování dat na displeji také jednodušší.

5.2 Početní funkce

Program obsahuje základní matematické operace, jako jsou násobení, dělení, mocniny, goniometrické funkce a další. Všechny vstupy z klávesnice jsou ukládány do jedné proměnné, se kterou se následně provádějí další matematické operace. Tento přístup umož-

ňuje flexibilně zpracovávat a vyhodnocovat zadávané hodnoty. Bohužel kvůli omezení Samotného programovacího jazyka je možné počítat s maximální číselnou hodnotou $10 \wedge 16$, což znamená, že maximální počet symbolů zobrazených kalkulačkou je 16. (viz Program).

5.2.1 Vlastnosti kalkulačky

Kalkulačka nabízí širokou škálu funkcí, které ji dělají ideálním nástrojem nejen pro základní výpočty, ale i pro složitější matematické operace. Umožňuje sčítání, odčítání, násobení a dělení, a to včetně podpory lomenných výrazů. Výpočty lze provádět i ve formátu exponenciálního zápisu, mezi kterým lze přepínat pomocí speciální klávesy S&D. Tato funkce funguje i zpětně, pokud hodnota nepřesáhne 16 číslic, což je maximum nastavené mikrokontrolérem.

Displej kalkulačky podporuje kurzor a posun textu s označením směru pomocí šipek. Uživatel se může pohybovat v textu a editovat výrazy přes klávesnici, která je plně synchronizována s displejem. Kalkulačka disponuje také funkcí FN klávesy pro rychlý přístup k dalším operacím, jako jsou matematické konstanty (π , e) nebo pokročilé operace typu logaritmů a goniometrických funkcí (sin, cos, tan).

Pro zjednodušení práce je zde speciální klávesa degree, která umožňuje přepínání mezi radiány a stupni po výpočtu goniometrické funkce. Při zadání výrazu lze využít operace mocnin a odmocnin, stejně jako řešení kvadratických rovnic. Pokud uživatel potřebuje odstranit celý matematický výraz, stačí použít klávesu BCK, která automaticky smaže celé funkční výrazy, například sin nebo cos.

Kalkulačka je vybavena také ochranou proti překročení maximální délky výrazu, což zabráňuje chybám při zadávání dlouhých čísel. Samozřejmostí je možnost zapnutí a vypnutí kalkulačky, čímž šetří energii při bateriovém napájení.

6 Závěr

Tato maturitní práce se zaměřila na návrh a realizaci moderní kalkulačky s důrazem na inovace v oblasti napájení, ovládání a zobrazování výstupů. Díky použití mikrokontroléru Raspberry Pi Pico a LCD displeje s řadičem ST7565 se podařilo vytvořit zařízení, které kombinuje efektivní výpočty s přehledným uživatelským rozhraním. Implementace tlačítkové matice 5×8 umožňuje pohodlné ovládání, zatímco propracovaný systém napájení zajišťuje flexibilitu mezi USB-C a bateriovým provozem.

Při vývoji byly využity jak základní programovací metody, tak pokročilé knihovny, které usnadňují práci s hardwarem. Spojení manuálního vektorového programování a knihovny U8g2lib.h poskytlo možnost efektivního zobrazování informací na displeji. Současně byla konstrukce kalkulačky navržena s ohledem na ergonomii, což přispívá k pohodlnému používání.

Výsledný produkt přináší nejen praktické využití, ale také ukazuje možnosti modernizace běžného zařízení, které se dlouhodobě drží tradičních konstrukčních a funkčních principů. Tato práce tak demonstruje, že i v oblasti kalkulaček existuje prostor pro inovace, které mohou zlepšit jejich funkcionalitu a uživatelský komfort.

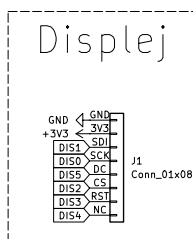
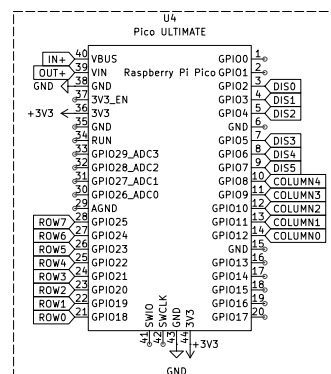
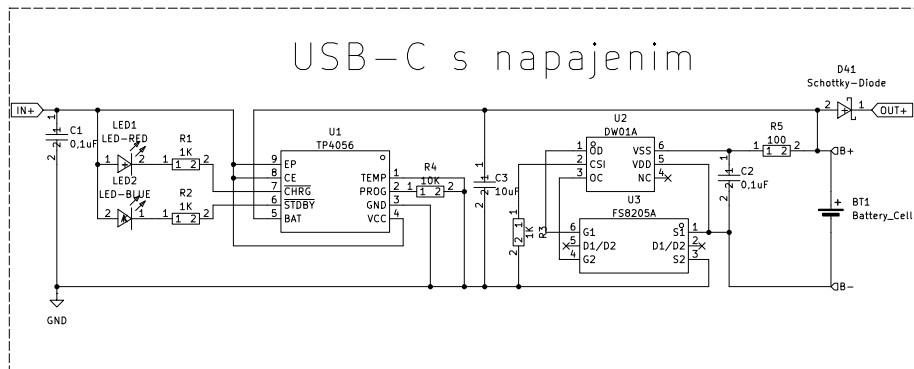
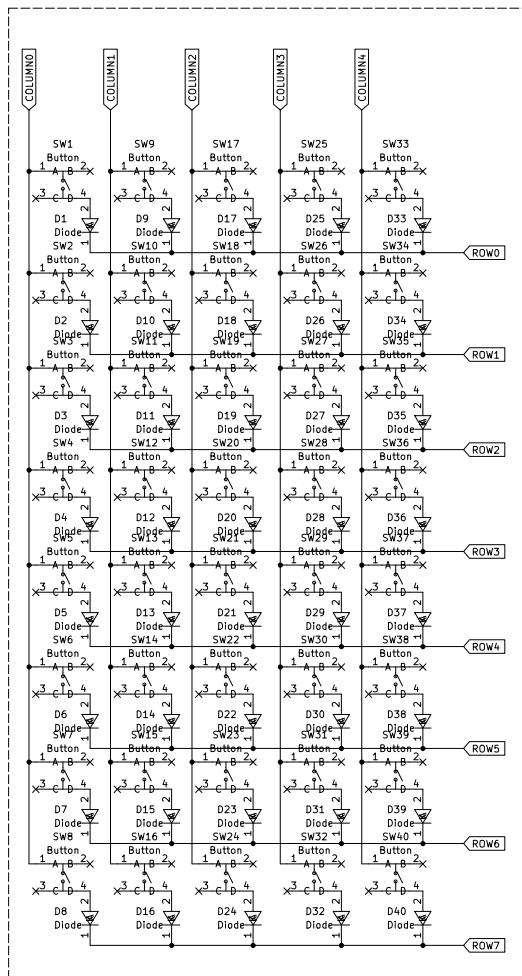
Možnosti dalšího vylepšení zahrnují rozšíření softwarové funkcionality o pokročilé matematické operace, jako je řešení rovnic, vykreslování grafů či programovatelné funkce. Dalším krokem by mohla být integrace bezdrátového připojení pro synchronizaci dat nebo rozšíření výstupních možností například o tisk výsledků. Z hardwarového hlediska by bylo možné optimalizovat spotřebu energie a přidat větší displej s vyšším rozlišením pro lepší čitelnost a vizualizaci dat. Dále lepší vizualizace funkčních kláves (lepší vizualizace popisků jednotlivých tlačítek). Tato vylepšení by posunula projekt ještě blíže k moderním vědeckým kalkulačkám a rozšířila jeho praktické využití.

7 Přílohy

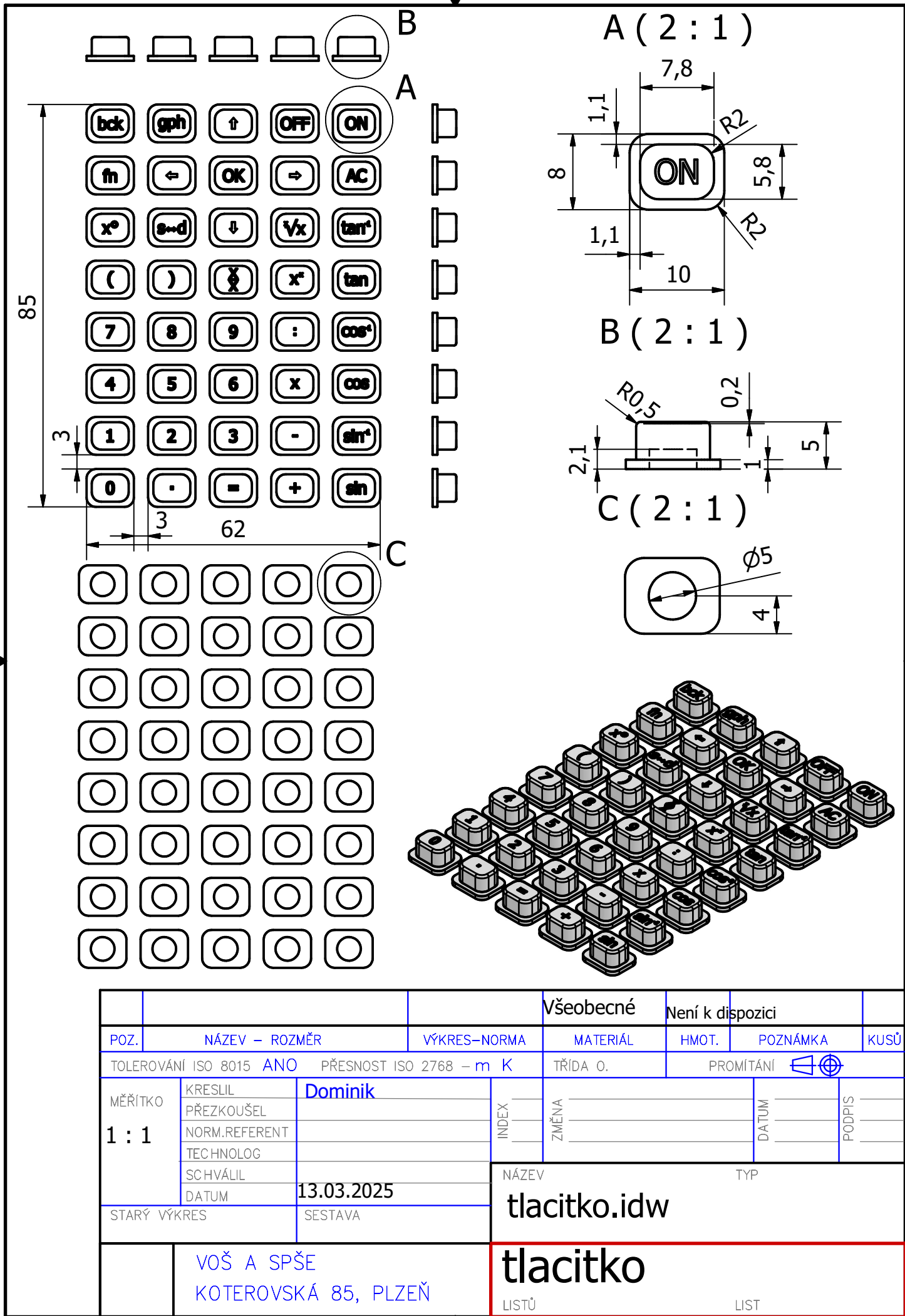
- Příloha 1: Schéma zapojení plošného spoje
- Příloha 2: Schéma tlačítka
- Příloha 3: Schéma vrchní části kostry
- Příloha 4: Schéma spodní části kostry

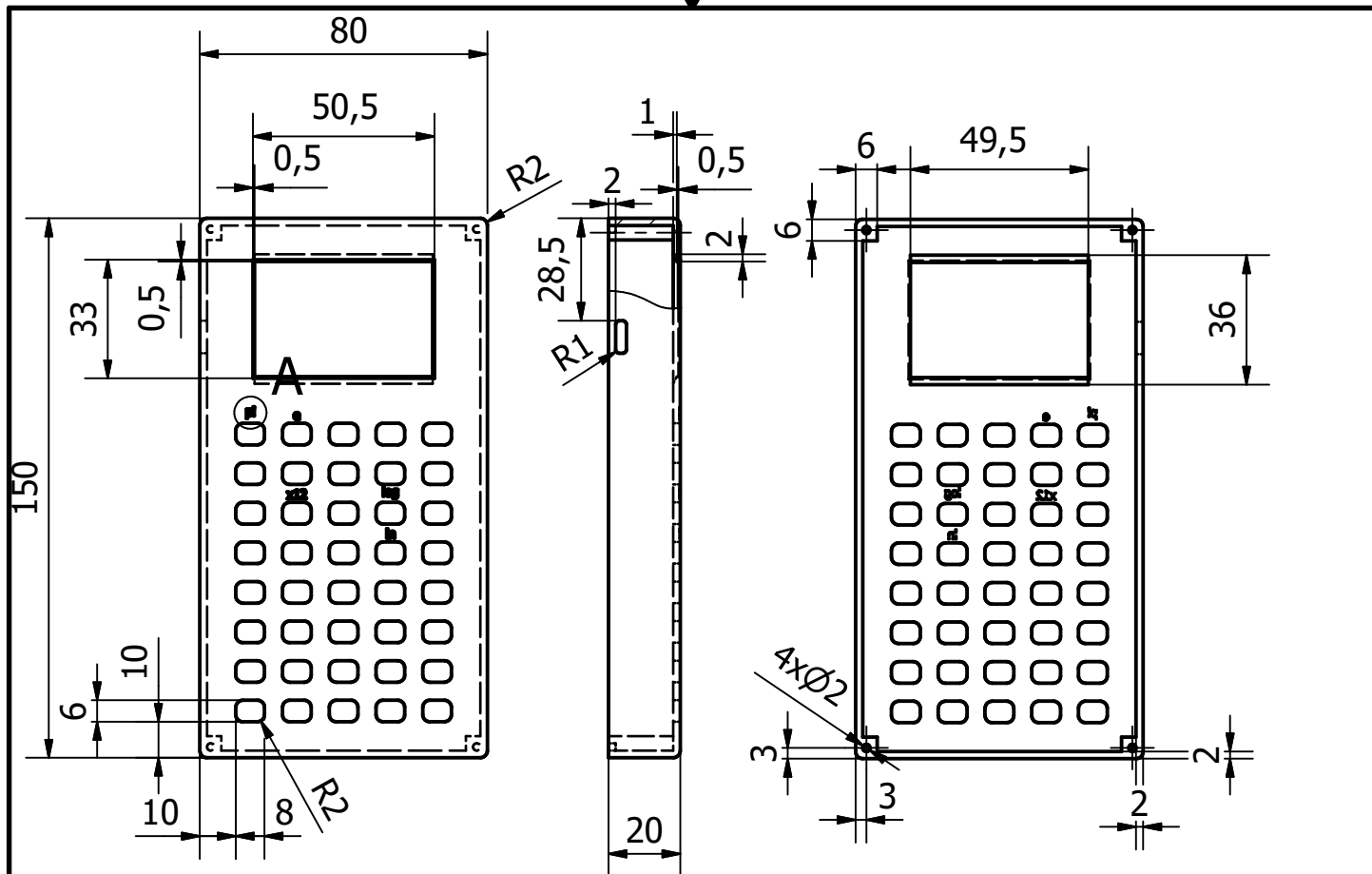
Seznam použitých zdrojů informací

- Arduino (2025). *Arduino_{IDE}*. URL: <https://www.arduino.cc/en/software> (cit. 10. 02. 2025).
- Autodesk Inc. (2025). *Autodesk_{Inventor}*. URL: <https://www.autodesk.com/cz> (cit. 10. 02. 2025).
- Free Software Foundation Inc. (2025). *KiCad*. URL: <https://www.kicad.org/> (cit. 10. 02. 2025).
- LaskaKit s.r.o. (2025a). *Batery*. URL: <https://www.laskakit.cz/baterie-li-po-3-7v-1500mah-lipo/> (cit. 10. 02. 2025).
- (2025b). *LCD_{Display}*. URL: <https://bit.ly/4bGIcTX> (cit. 10. 02. 2025).
- (2025c). *RPI-Pico*. URL: <https://bit.ly/3DyuiXp> (cit. 10. 02. 2025).
- Lian Da Electronics Ltd. (2025a). *Button*. URL: <https://bit.ly/4bL5ecA> (cit. 10. 02. 2025).
- (2025b). *Capacitor_{100nF}*. URL: <https://bit.ly/4hN7bGG> (cit. 10. 02. 2025).
- (2025c). *Capacitor_{10uF}*. URL: <https://bit.ly/3DSxmOm> (cit. 10. 02. 2025).
- (2025d). *Diode_{B LUE}*. URL: <https://bit.ly/3DRmjVw> (cit. 10. 02. 2025).
- (2025e). *Diode_{RED}*. URL: <https://bit.ly/4bEIURK> (cit. 10. 02. 2025).
- (2025f). *Diode_{Schottky}*. URL: <https://bit.ly/441rtsC> (cit. 10. 02. 2025).
- (2025g). *Diode_{switching}*. URL: <https://bit.ly/3Y2X0vp> (cit. 10. 02. 2025).
- (2025h). *DW01A*. URL: <https://bit.ly/41XY4hy> (cit. 10. 02. 2025).
- (2025i). *FS8205A*. URL: <https://bit.ly/4kIg9Yi> (cit. 10. 02. 2025).
- (2025j). *Rezistor₁₀₀*. URL: <https://bit.ly/4bAIWtZ> (cit. 10. 02. 2025).
- (2025k). *Rezistor_{10K}*. URL: <https://bit.ly/41DkMKF> (cit. 10. 02. 2025).
- (2025l). *Rezistor_{1K}*. URL: <https://bit.ly/41XpvHt> (cit. 10. 02. 2025).
- (2025m). *TP4056*. URL: <https://bit.ly/41Xwd0E> (cit. 10. 02. 2025).
- Olikraus (2025). *knihovna*. URL: <https://github.com/olikraus/u8g2> (cit. 10. 02. 2025).
- Spectrum Equity (2025). *Bitly*. URL: <https://app.bitly.com> (cit. 10. 02. 2025).
- Texas Instruments (2025). *Button_{Debounce}*. URL: <https://bit.ly/3Fix8Ap> (cit. 10. 02. 2025).
- WriteLaTeX Limited (2025). *Overleaf*. URL: <https://www.overleaf.com> (cit. 10. 02. 2025).

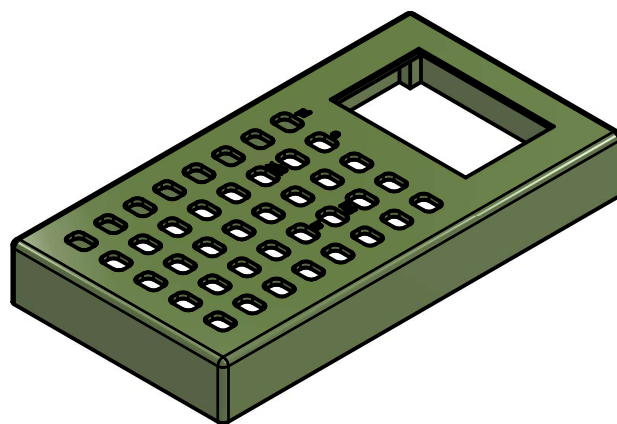
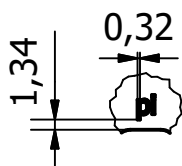



- H1 MountingHole
- H2 MountingHole
- H3 MountingHole
- H4 MountingHole
- H5 MountingHole

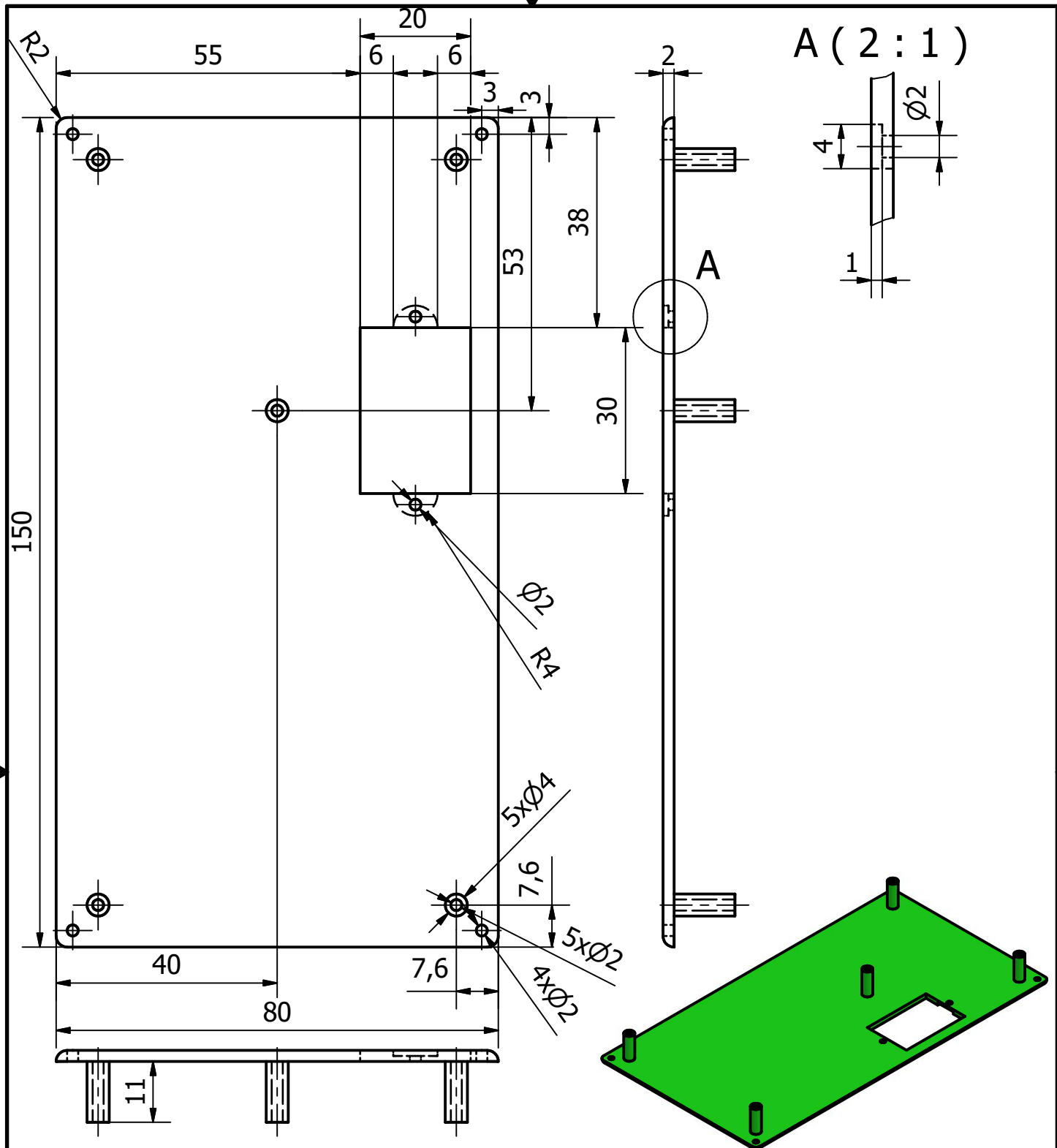




A (1 : 1)



			PC/ABS plast	Není k dispozici		
POZ.	NÁZEV – ROZMĚR	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	POZNÁMKA	
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO			PŘESNOST ISO 2768 – m K	TŘÍDA O.	PROMÍTÁNÍ 	
MĚŘÍTKO 1 : 2	KRESLIL	Maršák	INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
	PŘEZKOUŠEL					
	NORM.REFERENT					
	TECHNOLOG					
	SCHVÁLIL	19.03.2025				
	DATUM					
STARÝ VÝKRES	SESTAVA	NÁZEV vrsek krabicky.idw				
VOŠ A SPŠE KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ			Vrsek krabicky			
			LISTŮ LIST			



		PC/ABS plast		Není k dispozici	
POZ.	NÁZEV – ROZMĚR	VÝKRES–NORMA	MATERIÁL	HMOT.	KUSŮ
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO		PŘESNOST ISO 2768 – m K		PROMÍTÁNÍ	
MĚŘÍTKO 1 : 1	KRESLIL	Maršák		INDEX	ZMĚNA
	PŘEZKOUŠEL				
	NORM.REFERENT				
	TECHNOLOG				
	SCHVÁLIL				
DATUM		19.03.2025		DATUM	PODPIS
STARÝ VÝKRES		SESTAVA		NÁZEV	
				TYP	
				Krabicka.idw	
				Krabicka	
				LISTŮ	
				LIST	

VOŠ A SPŠE
KOTEROVSKÁ 85, PLZEŇ