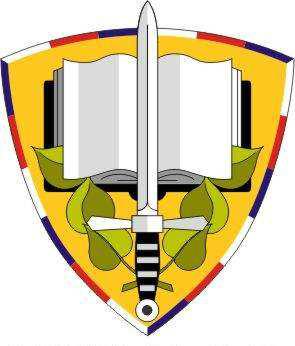
UNIVERZITA OBRANY V BRNĚ

**FAKULTA VOJENSKÝCH TECHNOLOGIÍ**

**Studijní program: Technologie pro obranu a bezpečnost**

Studijní obor: Technologie pro ochranu majetku a osob

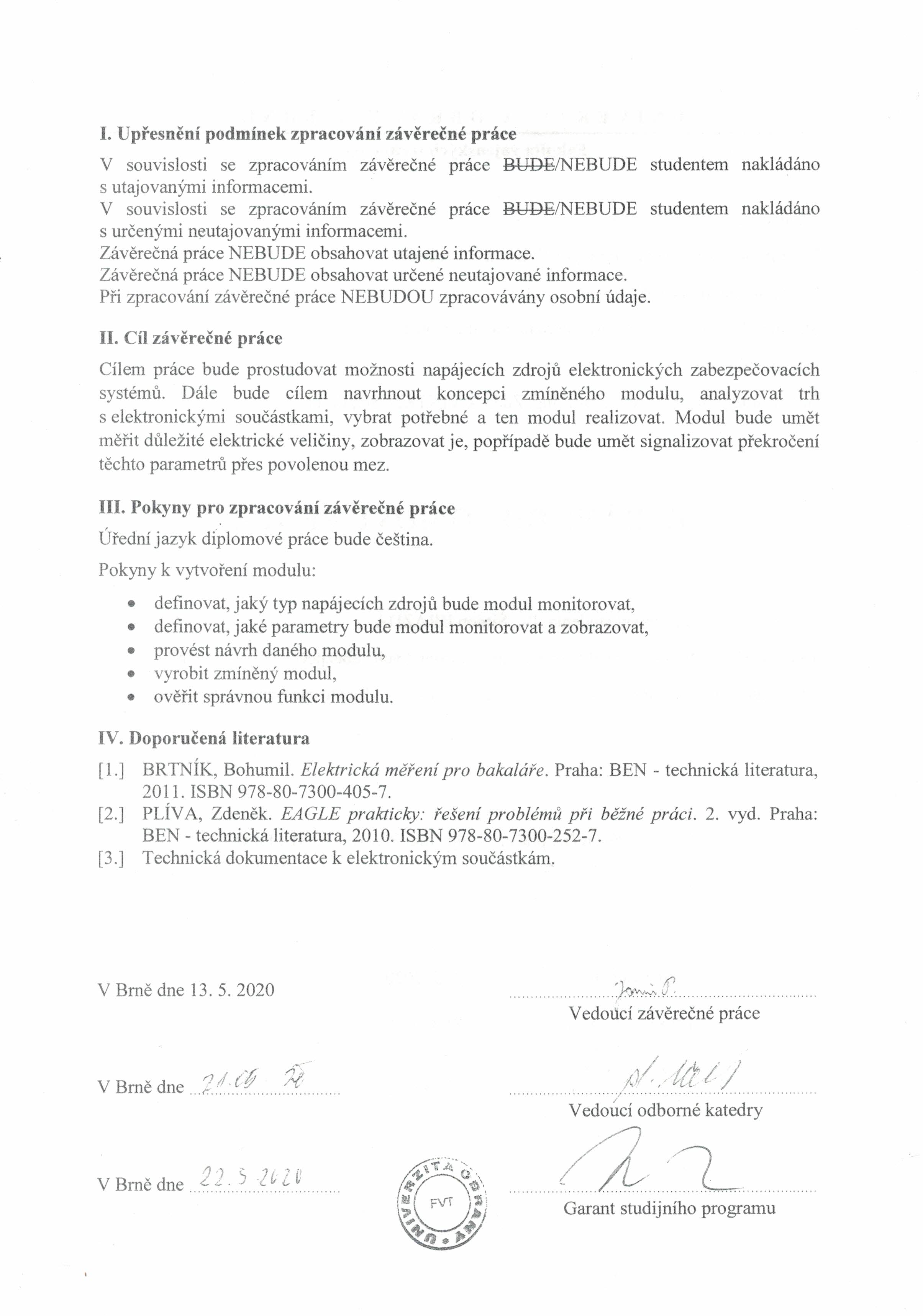
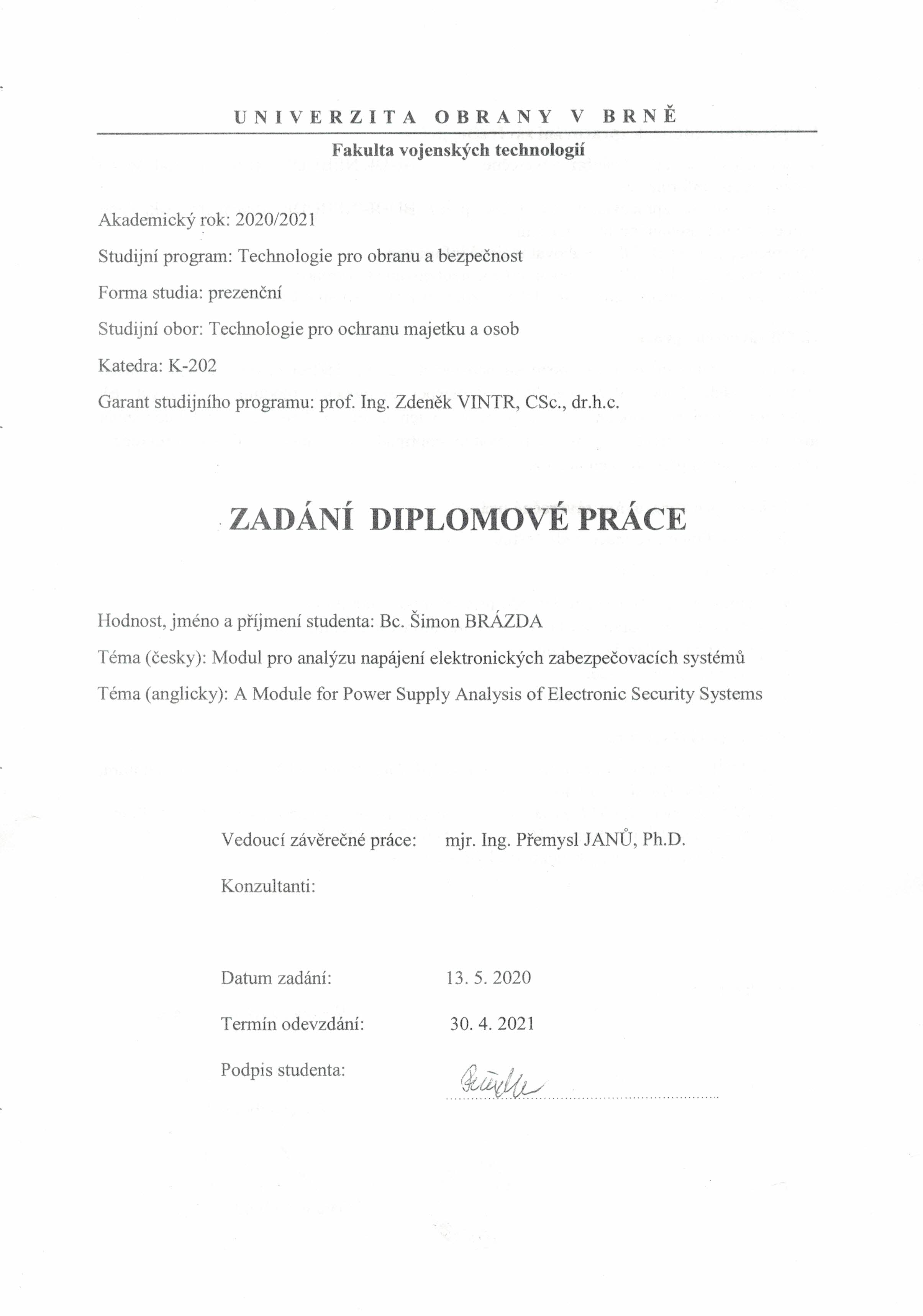
**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Název: **Modul pro analýzu napájení elektronických zabezpečovacích systémů**

Zpracoval: Šimon Brázda

Vedoucí závěrečné práce: mjr. Ing. Přemysl Janů, Ph.D.

**BRNO 2021**



#### Poděkování

Chtěl bych poděkovat mjr. Ing. Přemyslu Janů, Ph.D. a Ing. Radku Brázdovi za pomoc a rady při zpracování této diplomové práce.

#### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Modul pro analýzu napájení elektronických zabezpečovacích systémů“ vypracoval samostatně, pod odborným vedením mjr. Ing. Přemysla Janů, Ph.D. a použil jsem pouze literární zdroje uvedené v práci.

V Brně dne…………… …………………………

#### Abstrakt

#### Klíčová slova

#### Abstract

#### Keywords

Obsah

[Úvod 4](#_Toc62572502)

[1 Napájecí zdroje elektronických zabezpečovacích systémů 5](#_Toc62572503)

[1.1 Rekognoskace trhu napájecích zdrojů EZS 8](#_Toc62572504)

[1.1.1 Zdroje podle provedení 9](#_Toc62572505)

[1.1.2 Zdroje podle zaměření 12](#_Toc62572506)

[1.1.3 Zdroje podle dodatečných funkcí 13](#_Toc62572507)

[1.2 Vyhodnocení rekognoskace 16](#_Toc62572508)

[Závěr 17](#_Toc62572509)

[Seznam literatury 18](#_Toc62572510)

#### Seznam zkratek

EEPROM Unipolární paměť PROM

FLASH Elektricky programovatelná paměť s libovolným přístupem

GPIO General-purpose input/output

GND Ground

LED Light-Emitting Diode (Elektroluminiscenční dioda)

MOSI Master Out, Slave In (Master výstup, Slave vstup)

MISO Master In, Slave Out (Master vstup, Slave výstup)

PWM Pulse Width Modulation (Pulzně šířková modulace)

RS-232 sériová linka

RTC Real-time clock (Hodiny reálného času)

RAM Random Access Memory (polovodičová paměť s přímým přístupem)

SD Secure Digital (paměťová karta)

SPI Serial Peripheral Interface (Sériové periferní rozhraní)

SS Slave Select (adresace zařízení někdy též CS - Chip Select)

SCK Systém Clock (hodiny systému)

SRAM Static Random Access Memory (statická paměť RAM)

UART Universal Synchronous/Asynchronous Receiver and Transmitter (sériová  
komunikace s nastavitelným asynchronní režimem)

USB Universal Serial Bus (Univerzální sériová sběrnice)

VCC Common Collector Voltage (kladné napájecí napětí)

#### Seznam obrázků

Obrázek 1 - Napájecí zdroj MiTEC MSP50-12 [2] 6

Obrázek 2 - Napájecí zdroj MiTEC PHM76-138 [2] 7

Obrázek 3 - Napájecí zdroj Pulsar HPSB11A12C [3] 8

Obrázek 4 - Napájecí zdroj Meanwell LPV-35-12 [3] 9

Obrázek 5 - Napájecí zdroj Pulsar ENC54C-10A65 [3] 10

Obrázek *8*- Napájecí zdroj Pulsar PSBOC 13,8V/2,5A/OC [3] 11

Obrázek 6 - Systém dálkové kontroly parametrů zdrojů Pulsar PSBEN [3] 12

Obrázek 7 - Aplikace pro monitorování zdrojů PowerSecurity [3] 12

#### Seznam tabulek

**Nenalezena položka seznamu obrázků.**

# Úvod

# Napájecí zdroje

Napájecí zdroj je zařízení, které dodává elektrickému spotřebiči elektrickou energii, za účelem jeho provozu. Je to tedy zařízení, které je schopné dodat elektronickému zařízení/systému elektrické napětí a proud, potřebný k jeho činnosti. Dodávaná energie musí být v dané toleranci a mít požadovaný průběh. [1, 2]

## Dělení napájecích zdrojů

**Podle typu dodávaného výkonu zdroje můžeme dělit na:**

* zdroje stejnosměrných napětí a proudů,
* zdroje střídavých napětí a proudů.

**Podle základního fyzikálního principu činnosti můžeme zdroje dělit na:**

* elektrochemické (baterie, akumulátory),
* elektromechanické (generátory, dynama, alternátory),
* využívající elektrickou rozvodnou síť (elektronické napájecí zdroje).

**Podle povahy vnitřních dějů zdroje můžeme dělit na:**

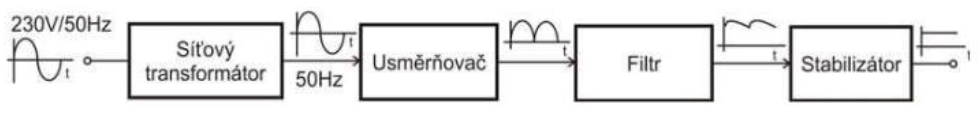
* zdroje neregulovatelné (pevně daná výstupní hodnota napětí/proudu),
* zdroje regulovatelné (regulovatelná výstupní hodnota napětí/proudu). [1, 2]

**Podle způsobu regulace můžeme zdroje dělit na:**

* zdroje s lineární (spojitou) regulací,
* zdroje s impulsní (spínanou) regulací.

## Lineární zdroje

Lineární zdroje lze zjednodušeně popsat čtyřmi základními bloky, které upravují průběh a velikost napětí. Jsou to bloky transformátor, usměrňovač, filtr a stabilizátor, které můžete vidět na obrázku 1.



Obrázek 1 - Schéma lineárního zdroje [3]

Vstupním napětím lineárních zdrojů je síťové napětí, které v Evropě nabývá hodnot 50 Hz/230 V. Síťový transformátor slouží k úpravě střídavého napětí na požadovanou hodnotu a galvanickému (izolaci) oddělení obvodu od sítě. [1, 4]

Usměrňovač slouží k převodu střídavého průběhu napětí na napětí stejnosměrné. Usměrňovač lze realizovat několika způsoby. Nejběžněji pomocí vhodného zapojení polovodičových diod, např. jednocestný, dvoucestný a můstkový (Graetzův) usměrňovač nebo také pomocí tyristorů či tranzistorů. [1, 4]

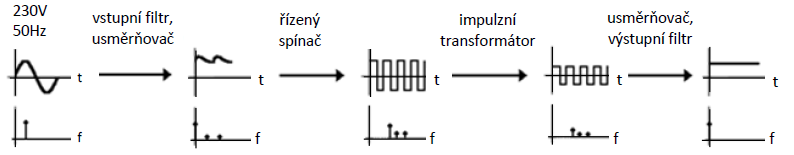
Filtr slouží k vyhlazení a filtraci výstupního napětí. Je tvořen kondenzátory, které dodávájí proud do zátěže v době, kdy jsou diody polarizovány v závěrném směru, a není možný přímý přenos energie ze vstupu na výstup. [1, 4]

Stabilizátor je obvod, jehož funkcí je udržovat konstantní výstupní napětí nebo proud s určitou tolerancí. Stabilizované napětí či proud musí být co nejméně závislé na vnějších veličinách (velikost zátěže a její charakter, velikost vstupního napětí, velikost vstupního proudu, teplota, rušení, stárnutí součástek). Na stabilizátory lze pohlížet i jako na filtry odstraňující střídavou složku. [1, 4]

Lineární zdroje začínají být pomalu nahrazovány zdroji spínanými zejména kvůli jejich značné velikosti, hmotnosti a nižší účinnosti. Jsou však jednoduché a mají velmi malé výstupní zvlnění.

## Spínané zdroje

*„Díky rychlému vývoji spínacích polovodičových součástek se staly spínané měniče dominantní skupinou zdrojů na trhu. Jejich hlavní výhodou je vysoká účinnost, která může být vyšší než 90%. Další výhodou je možnost realizace zdroje s menšími rozměry a menší hmotností při stejném výkonu. Toho je dosaženo rychlým spínáním a rozepínáním jednoho či více polovodičových prvků, kterými jsou buď tranzistory, nebo tyristory. [1]”* Spínané zdroje však nedisponují jen výhodami. Mezi jejich hlavní nevýhody patří jejich větší složitost, cena a horší EMC způsobená spínáním spínacích prvků. Tento jev zapříčiňuje emitaci rušivých signálů.



Obrázek 2 - Schéma spínaného zdroje [1]

*„Vstupní filtr zajišťuje filtraci složek vyšších harmonických z řízeného spínače. Ve většině případů zajišťuje i filtraci rušivých signálů vstupujících do zdroje.“* [1]

*„Usměrňovač slouží k usměrnění střídavého napětí pomocí vhodného zapojení polovodičových diod. Usměrněním střídavého napětí se rozumí jeho přeměna na napětí stejnosměrné. Jeho součástí je i kondenzátor, který vyhlazuje usměrněné napětí.“* [1]

*„Řízený spínač je spínací zařízení, které na základě vyhodnocení aktuální situace v systému sepne či rozepne daný obvod. Většina impulzních zdrojů pracuje s konstantním kmitočtem.“* [1]

*„Impulzní transformátor je v tomto případě transformátor příslušného výkonu, pracující na frekvenci řízeného spínače.“* [1]

*„Usměrňovač a filtr v poslední části zdroje – Typ usměrňovače, požadovaný výstupní proud a velikost filtrační kapacity, případně vyhlazovací indukčnosti ve filtru mají největší vliv na velikost zvlnění výstupního napětí. Ideálně by mělo být výstupní napětí bez zvlnění. Praxe vede na kompromisní řešení, kdy se připouští určité zvlnění výstupního napětí.“* [1]

# Napájecí zdroje elektronických zabezpečovacích systémů

Většina EZS pracuje se stejnosměrným napětím, proto se k jejich napájení využívá zdrojů stejnosměrných. Napájecí zdroje AC/DC jsou určeny pro napájení spotřebičů stejnosměrného napětí DC ze sítě střídavého napětí AC. V současnosti se k napájení EZS převážně používají zdroje spínané, a to pro jejich malé rozměry, malou hmotnost a velkou účinnost. [5]

Tyto zdroje můžeme dělit na napěťové zdroje a proudové zdroje (zdroje proudu). Rozdíl mezi nimi je v principu dodávky proudu. Napěťové zdroje jsou vhodné u spotřebičů vyžadujících stejnosměrné DC napětí v úzkém rozmezí a u kterých je proud odebírán ze zdroje proměnlivě podle zatížení. Naopak u spotřebičů vyžadujících stejnosměrné DC napětí v určitém širším rozsahu a zároveň potřebujících konstantní dávku proudu jsou vhodnější proudové zdroje. [5]

## Rekognoskace trhu napájecích zdrojů EZS

Nejznámější výrobci napájecích zdrojů pro EZS jsou Meanwell, Pulsar a MiTEC. Tyto zdroje lze dělit podle provedení (instalace), zaměření a dodatečných funkcí, přičemž platí, že každá z kategorií může disponovat dodatečnými funkcemi a každá kategorie zaměření může být v různém provedení.

**Dělení podle provedení je na**

1. zdroje univerzální volné,
2. zdroje na DIN lištu,
3. zdroje skříňové.

**Podle zaměření je můžeme dělit na**

1. zdroje univerzální,
2. zdroje pro LED osvětlení,
3. zdroje pro IoT zařízení,
4. zdroje pro protipožární systémy.

**Podle dodatečných funkcí je lze dělit na**

1. bez dodatečných funkcí,
2. s dodatečnými funkcemi.

### Zdroje podle provedení

1. **Zdroje univerzální volné**

* Typ zdrojů: spínané, lineární
* Výstupní napětí: 12 V (12 – 14 V), 24 V (24 – 28 V) nebo 36 V
* Max. výstupní proud: 1 - 20 A
* Vstup: AC 100-240 V/50 Hz
* Ochrana před zkratem: ano, elektronická pojistka
* Ochrana proti přetížení: ano, elektronická pojistka
* Optická signalizace: LED dioda

Napětí na výstupu lze nastavit v intervalu 12 - 14 V. Ochrana proti přepětí se aktivuje v případě, že se objeví napětí přesahující hodnotu 15,5 V. Aktivace spočívá odpojení zdroje od baterie a výstupu AUX a AUX je napájen pouze z baterie. Obvod je chráněn proti zkratu tavnou pojistkou. [6]



Obrázek 3 - Napájecí zdroj MiTEC MSP50-12 [6]

1. **Zdroje na DIN lištu**

* Typ zdrojů: spínané
* Výstupní napětí: 12 V (12 – 14 V), 24 V (24 – 28 V) nebo 48 V (48 – 55 V)
* Výstupní proud: 1 - 10 A
* Vstup: AC 100-240 V
* Ochrana proti: přetížení, přepětí a zkratu [7]

Jedná se o univerzální volné zdroje, které jsou určeny k montáži na DIN lištu.

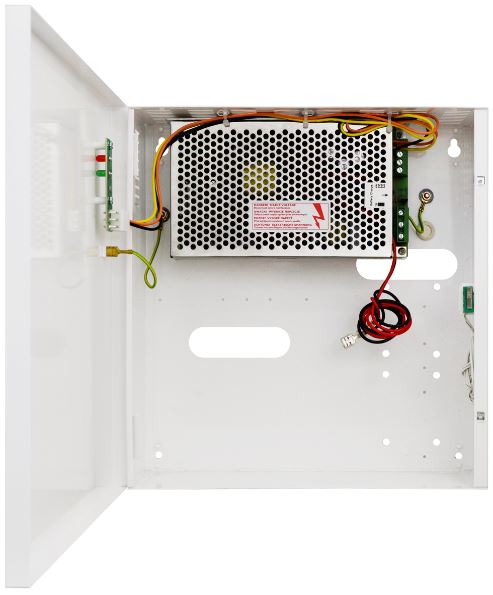


Obrázek 4 - Napájecí zdroj MiTEC PHM76-138 [6]

1. **Zdroje skříňové**

* Typ zdrojů: spínané, lineární
* Výstupní napětí: 13,8 V (12 - 14 V) nebo 27,6 V (24 - 28 V)
* Výstupní proud: 1 – 20 A s dobíjecím napětím 0,1 – 7 A
* Kapacity akumulátorů: max. 7 Ah až max. 65 Ah
* Vstup: AC 180-260 V
* Ochrana proti: přetížení, zkratu, přepětí
* Odpojení baterie: U < 10 V

Komplet zdroje v plechové skříni s místem pro záložní akumulátor. Maximální kapacity akumulátoru je dána rozměry skříně. Kryt je standardně vybaven mechanickým zámkem a sabotážním kontaktem proti otevření a stržení krytu. [7]

****

Obrázek 5 - Napájecí zdroj Pulsar HPSB11A12C [7]

### Zdroje podle zaměření

1. **Zdroje univerzální**

Jsou to zdroje určené pro napájení jakýchkoliv prvků EZS. Omezujícími faktory jejich použití jsou pouze jejich elektrické vlastnosti (výstupní napětí, výstupní proud) a provedení.

1. **Zdroje pro LED osvětlení**

Jsou to zdroje určené zejména pro osvětlovací prvky EZS. Často disponují potenciometrem pro regulaci proudu za účelem regulace intenzity osvětlení.



Obrázek 6 - Napájecí zdroj Meanwell LPV-35-12 [7]

1. **Zdroje pro IoT zařízení**

Jedná se zejména o napájecí zdroje pro CCTV kamery a kamerové systémy, síťové prvky a zařízení napájené přes rozhraní PoE.

1. **Zdroje pro protipožární systémy**

Jsou to skříňové zdroje nebo zdroje univerzální volné splňující evropskou normu EN 54 pro protipožární systémy. Ve skříňovém provedení disponují dodatečnými funkcemi, které jsou popsány v podkapitole Zdroje podle dodatečných funkcí. Další zodolňovací vlastností těchto zdrojů je možnost připojení dvou záložních akumulátorů.



Obrázek 7 - Napájecí zdroj Pulsar ENC54C-10A65 [7]

### Zdroje podle dodatečných funkcí

1. **Bez dodatečných funkcí**

Jsou to zdroje disponující základní ochranou funkcionalitou, a to ochranou proti zkratu, ochranou proti přetížení, přepěťovou ochranou a v některých případech ochranou proti přehřátí.

1. **S dodatečnými funkcemi**

Jedná se o zdroje všech provedení, které mají navíc předinstalován nebo dodatečně nainstalován modul pro detekci poruch a případně moduly pro komunikaci přes datová rozhraní. Modul vyhodnocuje poruchy typu AC, AUX a AKU. [6]

U výstupu AUX se modul snaží předcházet nežádoucím stavům měřením odebíraného proudu a při překročení maximálního povoleného proudu vyhlásí poruchu. Zároveň měří hodnotu proudu v závislosti na čase. Pokud elektronika vyhodnotí „malé překročení“ bude proud do výstupu dodávat ze zdroje s podporou akumulátoru. Tím je zajištěno, že krátkodobé malé překročení maximálního proudu bude pokryto. V případě, že modul vyhodnotí „havarijní překročení“ odebíraného proudu je výstup odpojen. V obou případech překročení proudu je aktivován poruchový signál. [6]

Vyhodnocování poruch AC spočívá v hlídání síťového napětí. V případě, že dojde ke ztrátě napětí modul vyhlásí poruchu. Aby nedocházelo k aktivaci poruchového signálu při každém výpadku jističe, je možné nastavit zpoždění aktivace poruchového signálu. [6]

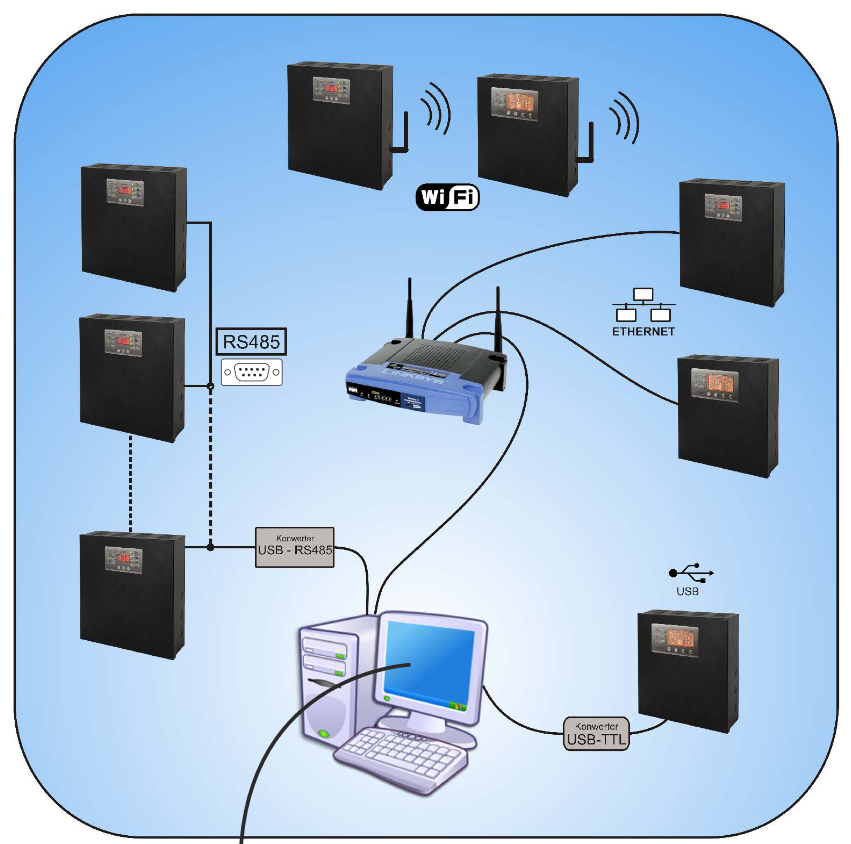
Při vyhodnocování poruchy akumulátoru je potřeba aby porucha byla řešena dříve, než dojde k poklesu napětí pod 10 V a dojde k odstavení systému. Z tohoto důvodu dojde k vyhlášení poruchy při poklesu napětí akumulátoru pod 11,5 V. [6]

Ochrana před hlubokým vybitím zajistí, že při poklesu napětí na akumulátoru pod 10 V dojde k odpojení akumulátor a zabrání se tak jeho hlubokému vybití a zničení. Pokud je fungování systému upřednostňováno je možné tuto funkci zakázat. [6]

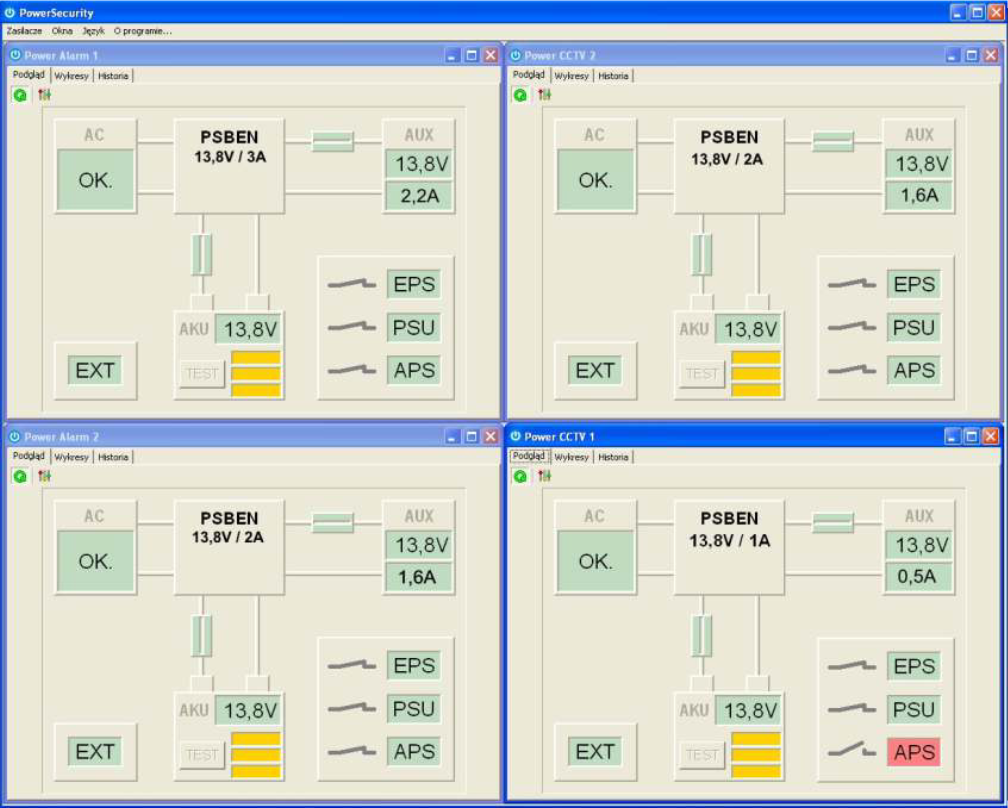


Obrázek 8- Napájecí zdroj Pulsar PSBOC 13,8V/2,5A/OC [7]

V některých případech zdroje disponují displejem pro zobrazování stavu zdroje a historií poruch. Možnost zdrojů přenášet informace o stavu a být dálkově ovládán je zajištěno prostřednictvím přídavných volitelných modulů pro komunikaci přes Wi-Fi, Ethernet nebo RS485. Rozhraní USB – TTL umožní přímé spojení mezi PSU a počítačem. V tomto případě jsou zdroje přizpůsobeny k práci v systému, kde je vyžadováno dálkové sledování paramentů v monitorovacím centru, jak můžete vidět na obrázcích 9 a 10. [7]



Obrázek 9 - Systém dálkové kontroly parametrů zdrojů Pulsar PSBEN [7]



Obrázek 10 - Aplikace pro monitorování zdrojů PowerSecurity [7]

## Vyhodnocení rekognoskace

* Převažují zdroje spínané nad zdroji lineárními.
* Výstupní napětí je v majoritním zastoupení 12 V s regulací 12 – 14 V. V minoritním zastoupení jsou zdroje 24 V, s regulací 24 – 28 V. V ojedinělých případech se lze setkat se zdroji 36 nebo 48 V.
* Výstupní proud se nejběžněji pohybuje v rozmezí 1 - 10 A. V menším zastoupení pak proud překračuje 10 A, a pohybuje se do 20 A.
* Uvažujeme-li běžné výstupní napětí 24 V a maximální proud 20 A dostáváme maximální výkon běžných napájecích zdrojů EZS 480 W.
* Vstup do zdrojů je AC o hodnotách 100 nebo 230 V.
* Zdroje standartně disponují ochranou proti: přetížení, přepětí a zkratu.
* Zdroje lze vybavit modulem pro vyhodnocování poruch typu AC, AUX a AKU.
* Zdroje lze vybavit moduly pro komunikaci přes Wi-Fi, Ethernet, RS485 nebo rozhraní USB a případně displejem pro zobrazování stavu zdroje a historií poruch.

# Návrh modulu

## Definice modulu, jeho účelu a požadavků na něj

Po uvážení výsledků rekognoskace trhu bude modul koncipován na nejběžněji užívané zdroje k napájení EZS, tedy zdroje síťové stejnosměrné, jejichž výstupní napětí se pohybuje v rozmezí 12 až 13,8 V a jejichž výstupní proud se nejběžněji pohybuje v rozmezí 0 až 10 A, přičemž by měl být schopen monitorovat proud až do 20 A.

Účelem modulu bude monitorování napájecích zdrojů EZS. Modul by měl monitorovat a zobrazovat napětí, proud, výkon a spotřebu zdroje. Dále by měl umožňovat nastavení maximální a minimální hodnoty napětí a proudu a signalizovat jejich překročení přes nastavenou mez. Modul by měl také umožnit logování měřených hodnot na paměťové médium. Modul by měl být napájen z monitorovaného zdroje. Měl by být schopen pracovat a měřit napětí od 8 do 16 V. Dále by měl umožňovat nastavení frekvence měření. Modul by měl být pokud možno kompaktní, tak aby věšel do skříně zdroje, měl by být modulární, umožňovat snadnou výměnu hlavních prvků a jeho snadnou konfiguraci.

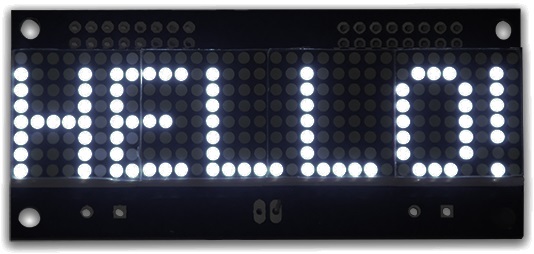
Doplnit požadavky na přesnost

## Volba zobrazovacího prvku - displeje

Na trhu je k dostání nepřeberné množství displejů různých technologií a rozměrů. Dle technologií je možné displeje dělit na:

* Maticové LED,
* LCD alfanumerické (znakové),
* TFT grafické,
* OLED a
* E-ink.

Maticové LED využívají k zobrazování klasické LED diody. Jedna dioda slouží většinou jako jeden pixel výsledného obrazu. Maticové LED jsou ze všech variant nejméně vhodné pro náš modul, a to pro jejich velmi malé rozlišení a velkým rozměrům. Tento typ modulů je nejvhodnější pro poutače a obrazovky velkých rozměrů s hlavním důrazem na kontrast.



Obrázek 11 - LED displej [8]

LCD alfanumerické jsou displeje u nichž ovladač zasílá informaci o tom, jaký znak a kde má displej zobrazit. Tyto znaky jsou předem definované – displej obsahuje základní “slovník” znaků. Každý znak se skládá z 5x8 pixelů, lze tedy nadefinovat vlastní znaky rozsvícením jednotlivých pixelů. Velikostí těchto displejů se neudává v pixelech, ale v počtu řádků a míst pro znaky nejčastěji 2x16 nebo 4x20. Znakové displeje jsou většinou monochromatické s různými barvami podsvícení.

LCD alfanumerické mají několik nesporných výhod, které je dělají atraktivní volbou pro tento modul. Je to zejména jejich malá náročnost na výkon nadřazeného procesoru, velmi snadný vývoj aplikací a velká spolehlivost. Na druhou stranu neumožňují zobrazení komplikovanější grafiky, jsou jen monochromatické, mají malé rozlišení, fixní velikost znaků a jsou veřejností vnímány jako zastaralé. [9]



Obrázek 12 - LCD alfanumerický [9]

TFT grafické displeje jsou displeje u kterých každý pixel disponuje jedním tranzistorem ovládajícím tekuté krystaly, dvěma polarizačními filtry a je rozdělen do tří segmentů, kdy každý segment disponuje filtrem buď červené, zelené nebo modré barevné složky. Tekuté krystaly jsou materiály, které pod vlivem elektrického napětí mění svoji molekulární strukturu. Tranzistor náležící k obrazovému bodu kontroluje jeho napětí a elektrické pole pak způsobí změnu struktury tekutého krystalu a tím ovlivní natočení jeho částic a tím pádem propuštění světla polarizačním filtrem. [10]

Hlavními výhodami těchto displejů jsou malé rozměry pixelů (velké rozlišení), zobrazení nepřeberného množství barev, zobrazení komplikované grafiky, dostupnost velkého množství různých rozměrů – rozlišení za poměrně dobrou cenu. Jejich hlavní nevýhodou pro náš systém je jejich vysoká náročnost na nadřazený procesor oproti předchozím variantám a jejich složitější nároky na ovládání. Dále pak tyto displeje trpí zhoršenou funkčností při teplotách blížících se -30°C.

OLED (anglicky Organic light-emitting diode) se liší vůči TFT displejům tím, že nepoužívají podsvícení. Září přímo jednotlivé pixely, což se děje průchodem elektrického proudu mezi dvěma vodiči skrz tenkou vrstvičku organické látky. Černá na OLED displejích je tedy skutečně černá, neboť dané pixely jsou vypnuté. OLED displeje jsou také tenčí, flexibilní, mají rychlejší odezvu a produkují méně odpadního tepla.

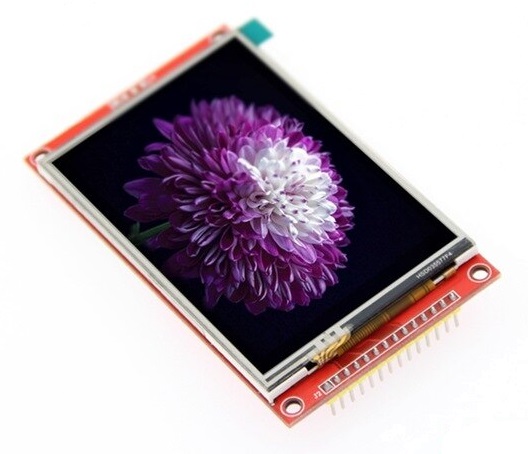
OLED displej by byl druhým nejvhodnějším kandidátem z hlediska spotřeby. V měřícím režimu budeme zobrazovat jen čtyři hodnoty, což orientačně odpovídá 24 znakům a všechny zbylé pixely budou černé čili spotřebovaná energie displeje bude dána jen pixely těchto znaků. Dalším důvodem, proč zvolit tuto technologii displejů, je jejich možnost bez problémů pracovat i při teplotách -40°C.

Podobně jako TFT tyto displeje mají vysokou náročnost na nadřazený procesor. Důvodem, proč nezvolím tento typ displeje je jejich špatná dostupnost. Jsou k dostání samostatně za rozumnou cenu jen v rozlišeních 128x32 a 128x64 a monochromatickém provedení. [11]

E-ink využívá elektroforézy a konstrukce elektronického papíru v rámci které tvoří jednotlivé pixely speciální buňky naplněné vodivými světlými a tmavými částicemi. Změnou elektrického náboje se pak do popředí přesunou buď bílé, anebo naopak černé částice a buňka – pixel, se jeví jako světlá, anebo tmavá. Hlavní výhodou displeje je, že odebírá proud jen při překreslení, kdy se musejí přeskupit částice v jednotlivých kapsulích. [12]

E-ink se může na první pohled jevit jako jasný kandidát pro náš modul, a to zejména díky jeho malé spotřebě, avšak dle mého názoru, by úplně vhodný nebyl. Důvodem je, že modul bude umožňovat i poměrně vysoké frekvence měření, tudíž časté překreslování displeje, což pro tuto technologii není optimální. Dalším, možná i významnějším důvodem je, že displej nelze pozorovat za snížené viditelnosti bez vnějšího osvětlení, což by znamenalo nutnost modul vybavit vnějším osvětlením displeje, jelikož EZS vyžadují snadné a spolehlivé monitorování i za zhoršených viditelnostních podmínek.

Po zvážení všech typů displejů se rozhoduji pro technologii TFT. Konkrétně 3.5palcový displej s ovladačem ILI9488 a rezistivním dotykovým displejem MSP3520. Displej komunikuje přes SPI rozhraní a disponuje slotem na SD kartu. Tuto úhlopříčku jsem zvolil tak, aby velikostně odpovídala velikosti zvolené vývojové desky a umožnila zobrazit všechny potřebné parametry v dostatečné velikosti.



Obrázek 13 - Vybraný 3.5 palcový TFT displej [13]

## Volba ovládacího modulu/vývojové desky

S ohledem na rozsah projektu, funk

## Volba způsobu měření napětí

Jelikož budeme měřené napětí dále zpracovávat (zobrazovat, ukládat), bude nezbytné jeho analogovou hodnotu zdigitalizovat, tak aby mu “rozuměl” i mikroprocesor, který bude zajišťovat veškeré operace modulu. K tomuto bude potřeba Analogově digitální převodník (ADC)

## Volba způsobu měření proudu

# Závěr

# Seznam literatury

[1] ZELINOVÁ, Lenka. *LABORATORNÍ ZDROJ S VYSOKOU ÚČINNOSTÍ*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně.

[2] MADRON, Martin. *NAPÁJECÍ ZDROJ S DIGITÁLNÍM ŘÍZENÍM*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně.

[3] DŘÍNOSVKÝ, Jiří, Tomáš FRÝZA, Václav RŮŽEK a Jiří ZACHAR. *ELEKTROMAGNETICKÁ KOMPATIBILITA*. Brno, 2017 Vysoké učení technické v Brně.

[4] STANĚK, Pavel. *Návrh lineárního napájecího zdroje s předregulací*. Praha, 2015. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze.

[5] Zdroje napájení AC-DC. *Meanwell* [online]. 2020: MEAN WELL ENTERPRISES CO. [cit. 2021-01-22]. Dostupné z: <https://www.czech-meanwell.cz/meanwell/AC-DC-c1_0_1.htm>

[6] *Varnet* [online]. VARNET s.r.o, 2020 [cit. 2021-01-24]. Dostupné z: <https://www.varnet.cz>

[7] *Absolon* [online]. Praha: ALARM ABSOLON, spol. s r.o., 2020 [cit. 2021-01-24]. Dostupné z: <https://www.absolon.cz/>

[8] LDP-3208S-WHITE\_1\_600. In: *Embeddedadventures* [online]. [cit. 2021-03-24]. Dostupné z: http://www.embeddedadventures.com/images/uploaded\_images/LDP-3208S-WHITE\_1\_600.jpg

[9] Arduino a displeje II. *Bastlirna hwkitchen* [online]. 2015 [cit. 2021-03-24]. Dostupné z: <https://bastlirna.hwkitchen.cz/arduino-a-displeje-ii/>

[10] KABÁT, Zdeněk. Technologie: TFT LCD displeje. *Svět hardware* [online]. 2003 [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: <https://www.svethardware.cz/technologie-tft-lcd-displeje/7555>

[11] KROMPOLC, Tomáš. Je lepší LCD nebo OLED? Vše, co potřebujete vědět displejích. In: *Smartmania* [online]. 2019 [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: <https://smartmania.cz/je-lepsi-lcd-nebo-oled-vse-co-potrebujete-vedet-displejich/>

[12] ČÍŽEK, Jakub. Pojďme programovat elektroniku: Vyzkoušíme elektronický papír, který proslavil čtečku Kindle. In: *Zive* [online]. 2017 [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: <https://www.zive.cz/clanky/pojdme-programovat-elektroniku-vyzkousime-elektronicky-papir-ktery-proslavil-ctecku-kindle/sc-3-a-190206/default.aspx>

[13] 3.5 Inch TFT LCD Module With Touch. In: *Aliexpress* [online]. [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: https://www.aliexpress.com/item/32954128438.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.26cf61baA4T1VE&algo\_pvid=8c87b5e3-4359-4925-b886-022476b923df&algo\_expid=8c87b5e3-4359-4925-b886-022476b923df-3&btsid=2100bb5116167844991104025ee125&ws\_ab\_test=searchweb0\_0,searchweb201602\_,searchweb201603\_