MATURITNÍ PRÁCE

PROFILOVÁ ČÁST MATURITNÍ ZKOUŠKY

IOT monitorovací systém pro výrobní linky ve firmě Röchling Industrial

Autor: Adam Picka

Studijní obor: Informační technologie

č. oboru: 18-20-M/01

Vedoucí práce: Kašpar Zdeněk, Ing., Ph. D.

Školní rok: 2024/2025

(tento list bude později nahrazen zadáním závěrečné práce)

Prohlášení

Prohlašuji tímto, že jsem maturitní projekt vypracoval samostatně pod vedením pana učitele Zdeňka Kašpara a pana Aleše Knížka a uvedl jsem veškerou použitou literaturu a další informační zdroje včetně internetu.

V Sezimově Ústí dne: Podpis:

Anotace

ANOTACE TEXT

Klíčová slova:

Annotation

annotation TEXT

Keywords:

Poděkování

Maturitní práce byla zpracována jako závěrečný projekt v rámci řádného ukončení 4. ročníku maturitního studia oboru Informační technologie. Vedoucím práce byl pan učitel Kašpar Ing, Ph.D., kterému tímto děkuji za odborné konzultace a cenné rady týkající se struktury i obsahu práce. Zároveň děkuji vedení Vyšší odborné školy, Střední školy, Centra odborné přípravy a pedagogům této školy za umožnění využít ke zpracování projektu moderní zařízení odborných laboratoří. Děkuji zejména paní Daně Kačenové za přínosné maturitní semináře. Největší poděkování jde odbornému konzultantovi panu Aleši Knížkovi, díky kterému jsem mohl ztvárnit tuhle maturitní práci.

Seznam zkratek

Embedded vestavěné

Splice connector spojovací konektor

MQTT protokol pro cloudové a IoT aplikace

NODE-RED vývojový nástroj pro vizuální programování

PCB deska plošných spojů

IoT Internet věcí

# Obsah

[Obsah 8](#_Toc191583753)

[1 Úvod 9](#_Toc191583754)

[2 Analýza existujícího problému 10](#_Toc191583755)

[3 Porovnání dostupných technologií 11](#_Toc191583756)

[3.1 ESP32 vs. Arduino 11](#_Toc191583757)

[3.2 Wifi vs. LoRaWAN 12](#_Toc191583758)

[4 Využití dostupných hardwarových technologií 13](#_Toc191583759)

[4.1 Proč ESP32 13](#_Toc191583760)

[4.2 Výhody využití hotových řešení 13](#_Toc191583761)

[4.3 Eliminace potřeby vlastního PCB 13](#_Toc191583762)

[5 Závěr 14](#_Toc191583763)

[6 Zdroje 15](#_Toc191583764)

[7 Seznam obrázků 16](#_Toc191583765)

[8 Seznam příloh 17](#_Toc191583766)

# Úvod

V rámci květnových praxích, které jsme byli povinni všichni absolvovat, jsem se dostal do firmy Röchling Industrial v Táboře. Během celého měsíce jsem měl možnost seznámit se s pravým IT prostředím ve velkém korporátu, což pro mě byla skvělá příležitost vidět, jak funguje koordinace v tak rozsáhlé společnosti. Pod vedením pana Aleše Knížka, který mi ukázal řadu praktických dovedností a postupů, jsem se nejen naučil spoustu nových věcí, ale získal jsem také hlubší zájem o hardwarovou část IT, která mě začala fascinovat více než dříve.

Když mi byla navržena možnost pracovat na vlastním monitorovacím IoT systému, zpočátku jsem měl obavy, zda takovou výzvu zvládnu. Po počáteční nervozitě jsem si ale uvědomil. Jak skvělé by bylo vytvořit něco fyzického, co by mohlo mít skutečný přínos pro firmu. Tato představa mě velmi nadchla a motivovala k tomu, abych se do projektu pustil s plným nasazením.

V mé práci se zaměřuji na zjednodušení a zlepšení přehlednosti stavu zařízení ve výrobních halách. Tyto prostory jsou často plné různých industriálních strojů, kde vysoký hluk a vizuální chaos způsobují, že si pracovníci nemohou snadno všimnout stavu semaforových zařízení, která signalizují, zda výrobní linka pracuje správně nebo došlo k nějaké chybě. Tento problém může výrazně zkomplikovat provoz a narušit efektivitu práce.

Naše zařízení má za cíl tento problém inovativně vyřešit pomocí systému, který bude snadno instalovatelný, přenosný a nenáročný na infrastrukturu. Základní koncept spočívá v umístění našeho zařízení do 3D tištěné krabičky s magnety, která umožní jednoduché upevnění na výrobní linku. Díky použití tzv. „splice“ konektoru můžeme připojit naše zařízení přímo na kabel výrobní linky, přičemž je zajištěno, že kabel lze později odstranit bez většího poškození. Tímto způsobem zajistíme vysokou flexibilitu systému.

Zařízení bude využívat Wifi komunikaci a přenášet data pomocí MQTT protokolu na centrální server. Tato data budou následně zpracována v NODE-RED, což umožní snadnou vizualizaci a automatizaci. Výstupní data budou ukládána v časové databázi a zobrazována na monitoru umístěném přímo ve výrobní hale. Tento monitor bude poskytovat přehled o stavu všech sledovaných zařízení v reálném čase, což výrazně usnadní kontrolu a zvýší efektivitu práce obsluhy výrobních linek.

# Analýza existujícího problému

Když jsem poprvé dostal zadání od odborného konzultanta, měl jsem za úkol řešit problém, který se na první pohled může zdát celkem jednoduchý, ale ve skutečnosti způsobuje ve výrobním procesu značné komplikace. Výrobní linky v průmyslovém prostředí haly jsou obklopené hlukem, množstvím strojů a celkovým vizuálním chaosem, což vede pouze k jedné věci a to je dost možné přehlédnutí varovných signálů semaforových zařízení.

Tato zařízení mají za úkol signalizovat stav linky, přičemž zelená barva na semaforu znamená normální chod výrobní linky, žlutá upozorňuje na menší závadu a červená signalizuje vážnou poruchu nebo kompletní zastavení linky. Kromě toho některé linky využívají i houkačku pro zvukový náznak problému, ale v prostředí industriální haly, kde je povinnost nosit špunty do uší, z důvodu poškození sluchu, kvůli neustálému vystavování hluku ze strojů jsou houkačky poměrně jednoduše přeslechnuty.

Hlavní problém tedy spočívá v tom, že pracovníci často nemají pořádný přehled o aktuálním stavu výroby, což může vést k prodlevám v reakci na poruchy a tím ke snížení efektivity výroby. Cílem bylo vytvořit jednoduché a efektivní zařízení, které by monitorovalo stav všech výrobních linek a umožnilo přehledné zobrazení stavu linek a v reálném čase mít možnost sledovat změny na obrazovkách ve výrobní hale.

Hned od začátku jsem musel zvážit možné přístupy k řešení tohoto problému. Nabízelo se několik variant, kde jsem se rozhodoval jak vlastně budu zjišťovat stav semaforu na linkách. Rozhodoval jsem se mezi zvolením běžného Arduina nebo modulu ESP32

Nakonec jsem se ale rozhodl pro přístup, který využívá ESP32, který dokáže přímo číst elektrické signály z kabeláže výrobní linky. Hledal jsem po zvolení této technologie optimální postup pro co nejjednodušší instalaci a zároveň získat přesná a spolehlivá data. Tímto směrem se začal odvíjet celý můj projekt.

# Porovnání dostupných technologií

Další věc, se kterou jsem se setkal při návrhu tohoto projektu, bylo rozhodnutí, jaké vlastně hardwarové řešení já zvolím pro sběr a přenos dat. První mojí volbou bylo prosté Arduino, které je běžně dostupné skoro všude a je známé také svou jednoduchostí a širokou komunitní podporou. Druhou možností byla platforma ESP32, které nabízí vyšší výkon a pokročilé funkce. Hlavními kritérii pro výběr byly nízká spotřeba energie, možnost bezdrátové komunikace a dostatečný výkon pro zpracování signálu.

## ESP32 vs. Arduino

Arduino je v oblasti embedded systémů velmi populární, řekl bych, že i nejvíce na trhu, ale není primárně navrženo pro nízkou spotřebu energie, což je jedna z největších nevýhod oproti modulu ESP32. Standardní desky, jako je Arduino Uno, nemají vestavěný Wifi nebo Bluetooh modul, což znamená, že by bylo nutné přidat externí Wifi modul k zařízení, to by ale vedlo k vyšší spotřebě energie a složitější integraci, což je v rozporu s tím čeho chci zde dosáhnout. Naproti tomu ESP32 je výkonnější, má dvoujádrový procesor, embedded Wifi a Bluetooth konektivitu a především podporuje režimy nízké spotřeby energie, což je klíčová vlastnost mého projektu.

Dalším důležitým faktorem byla bateriová výdrž. Arduino nemá efektivní správu napájení pro dlouhodobý provoz na baterii, zatímco ESP32 umožnuje hluboký spánek (Deep Sleep Mode), což významně prodlužuje životnost baterie. Kromě toho jsem si vybral konkrétní ESP32 se slotem pro 18650 baterii, která kompletně eliminuje potřebuje externího napájení.

Díky těmto výhodám bylo rozhodnutí využít ESP32 kompletně jasnou volbou. Kombinuje dostatečný výkon, nízkou spotřebu a embedded bezdrátovou konektivitu, což umožňuje efektivní sběr a přenos dat bez nutnosti dalších externích modulů.

## Wifi vs. LoRaWAN

Dalším krokem ve výběru technologií bylo rozhodnutí, jakým způsobem bude zařízení odesílat data. První možností bylo využít LoRaWAN (Long Range Wide Area Network), což je technologie navržená pro nízkopříkonovou komunikaci na dlouhé vzdálenosti. LoRaWAN by teoreticky umožnilo větší pokrytí a menší spotřebu energie, ale má také nižší přenosovou rychlost a vyžaduje samostatnou infrastrukturu (LoRa bránu), což by bylo v kontextu mého projektu celkem nepraktické.

Naopak Wifi je v průmyslových halách firmy již plně zavedená a všechna ostatní zařízení ve firmě ji využívají. Proto použití Wifi eliminuje potřebu budování nové infrastruktury a zároveň umožní rychlejší a stabilnější přenos dat. Další výhodou Wifi oproti LoRaWAN modulu je možnost nepřetržitého sledování dat v reálném čase, což by u LoRaWAN bylo omezené, protože je navrženo spíše pro velice občasný přenos malých datových paketů.

Díky těmto faktorům jsem se rozhodl nakonec ponechat přenos dat přes Wifi, kde i přes větší energetickou spotřebu je tento způsob technologicky jednodušší, ale je i praktický vzhledem ke stávající infrastruktuře ve firmě.

# Využití dostupných hardwarových technologií

Jedním z hlavních cílů mého projektu bylo co nejefektivněji využít již dostupný hardware, aby nebylo nutné vytvářet vlastní elektronické součástky nebo návrhy PCB.

Místo toho jsem měl za úkol sestavit systém z běžně dostupných a ověřených komponent, které umožní snadnou implementaci do výrobního prostředí a zároveň minimalizují náklady na vývoj a výrobu.

## Proč ESP32

Jak jsem již zmiňoval v předchozí kapitole, ESP32 se ukázalo jako nejlepší volba z hlediska výkonu, spotřeby energie a integrovaných funkcí. Tento modul nepotřebuje externí Wifi čip, zvládá nízkopříkonový režim Deep Sleep a přitom poskytuje dostatek výkonu pro zpracování dat a jejich odesílaní přes síť. Díky tomu není nutné vytvářet vlastní řídicí jednotku nebo hledat nějaké alternativní řešení, která by vyžadovala složitější návrh vhodného hardwaru.

## Výhody využití hotových řešení

Díky tomu, že ESP32 je rozšířená platforma, je k dispozici široká škála dostupných knihoven, což mi umožnilo rychlejší vývoj softwaru bez nutnosti psát kompletně vše od nuly. Kromě toho existují různé varianty ESP32, které lze vybrat podle konkrétních požadavků projektu.

Dalším důležitým faktorem byla kompatibilní s běžnými senzory a moduly, což znamená, že není třeba vytvářet specializované obvody.

## Eliminace potřeby vlastního PCB

Díky tomu, že ESP32 má integrovanou správu napájeni a podporuje připojení 18650 baterií, bylo možné vyhnout se návrhu vlastního napájecího obvodu, ulehčilo to nejen vývoj zařízení, ale také to znamenalo úsporu času, snížení složitosti celého systému a lepší údržbu, kde by stačilo pouze vyměnit běžně dostupné součástky v případě náhlé poruchy zařízení.

Kombinace těchto faktorů znamená, že není potřeba vyvíjet vlastní elektroniku, protože všechny požadované funkce jsou již dostupné v rámci ESP32 a běžných senzorů. To minimalizuje složitost implementace, zrychluje vývoj a zároveň snižuje náklady na výrobu a údržbu.

# Závěr

# Zdroje

1. <https://www.hardwired.dev/2024/10/07/arduino-vs-esp-rozdily-a-vyzvy-pro-arduino-vyvojare/> [citováno 2025-01-02]
2. <https://raydiy.de/en/arduino-vs-esp-feature-comparison-and-first-steps-with-the-arduino-ide/> [citováno 2025-01-02]
3. <http://kabinet.fyzika.net/ESP32/ESP32-ard/ESP32-vs-ESP8266-vs-Arduino.php> [citováno 2025-01-02]
4. <https://www.elprocus.com/difference-between-esp32-vs-arduino/> [citováno 2025-01-03]
5. <https://docs.espressif.com/projects/arduino-esp32/en/latest/getting_started.html> [citováno 2025-01-08]
6. <https://www.makerguides.com/esp32-vs-arduino-speed-comparison/> [citováno 2025-01-08]
7. <https://bastlirna.hwkitchen.cz/arduino-nano-rp2040-connect-vs-esp32/> [citováno 2025-01-18]
8. <https://lora-alliance.org/about-lorawan/> [citováno 2025-01-25]
9. <https://www.rad.com/blog/whats-the-difference-between-wi-fi-halow-and-lorawan> [citováno 2025-02-01]
10. <https://www.lutango.com/blog/what-is-the-difference-between-lora-and-wifi> [citováno 2025-02-01]
11. [https://www.arrow.com/en/research-and-events/articles/lorawan-vs-wifi-in- long-range-wireless-applications](https://www.arrow.com/en/research-and-events/articles/lorawan-vs-wifi-in-%20long-range-wireless-applications) [citováno 2025-02-07]
12. <https://mappingnetwork.ca/blogs/news/lorawan-vs-wifi?srsltid=AfmBOoo4fp5uEGAO2lmliuH55du5gS6gqN-7kjxTQGnJQDqtjCDaqgKf> [citováno 2025-02-15]

# Seznam obrázků

# Seznam příloh