

Posudek vedoucího diplomové práce

Diplomant: Bc. Lukáš Laštůvka

Název práce: **Systém včasného varování pro práci na železnici**

Cílem diplomové práce, byl návrh konceptu a ověření možností systému pro včasné varování pracovníků pracujících na železnici před projíždějícím vlakem. Systém měl být víceméně autonomní z pohledu závislosti na informaci poskytované drážními systémy. Tudíž systém by měl být schopen detekovat projíždějící vlak a informaci včas předat pracovníkům železnice. Systém by se tedy měl skládat z jednotek detektoru, jednotek zaměstnanců a případné centrální jednotky pro diagnostiku a řízení systému. Důraz práce měl být na výběru vhodné technologie a vytvoření funkčního vzorku bezdrátové sítě ověřující navržené řešení.

Při zpracování zadání musel student použít znalosti z většiny předmětů absolvovaných v rámci magisterského studia, od programování mikroprocesorů, přes mikrovlnné obvody, až po komunikační technologie.

Student se ve své práci velmi podrobně zabývá analýzou řešení a problematiky. Na začátku práce je podrobný přehled současného stavu používaných přenosových systémů a zabezpečovacích systémů, které se na železnici využívají, samostatnou kapitolu má přehled metod pro případnou detekci vlaku.

Největší přínos práce leží pak v praktické části diplomové práce. V praktické části práce je proveden výběr bezdrátové technologie, porovnání a následuje důkladný popis vybrané technologie pro řešení (LoRa).

Dále student navrhl a vyrobil rádiovou jednotku, nebo lépe NODE (uzel), která je koncipována jako univerzální (lze použít u všech typů uzlů sítě), obsahuje poměrně výkonný procesor (ESP32), bezdrátový modem podporující LoRa, USB port, lithiový akumulátor i s obvodem pro dobíjení a ochranu článku, oled displejem, akustickým měničem a tlačítky a mnoho dalších. Samotný návrh desky plošných spojů je velmi kvalitní, provedený na vícevrstvé desce s komponenty v povrchové montáži, i ESP32 je zde jako holý procesor, ne jak bývá u studentů zvykem ve formě modulů. Deska je velmi kompaktní a navržena způsobem kdy zjednoduší programování (například HW debouncing tlačítek), ale pravděpodobně by neměla problémy s absolvováním EMC testování.

Samostatnou kapitolou je SW implementace, nebo obecně implementace. Student byl schopen velmi systematicky (a smysluplně) využít moderní prostředky, které jsou k dispozici. Celá implementace dává pocit, že se student nad architekturou řešení velmi dobře zamyslel před začátkem psaní kódu. Systém se tedy skládá z jednotek detektoru, koncového uzlu zaměstnance a centrální jednotkou. Výhodou dobře navrženého HW je jednotnost napříč typy uzlů, pouze centrální jednotka je kromě rádia tvořena počítačem Raspberry Pi, který pak může sloužit jako gateway mezi systémy, dělat pokročilou vizualizaci, řídit celý systém, případně monitorovat celou síť či protokolovat události.

Popis realizace je velmi podrobný, ne však úplný. Popis se soustředí hlavně na zajímavé, nebo složité části, některé pak bere jako samozřejmost, což není na škodu ba naopak. Řešení je poměrně komplexní a bylo by snadné se utopit v detailech. Podrobně je popsána síťová architektura, způsob komunikace, například popis práce s displejem zde chybí (což by právě byl ten nezajímavý detail, veškerý kód a podklady jsou v přílohách, kde lze vše bez problému nalézt).

V psaní práce studentovi pomohlo nejen dobré plánování před samotným řešením, ale i použití vhodných nástrojů jako je Node-RED umožňujícím vizuální programování.

V závěru práce je pak provedeno praktické ověření vlastností v terénu. Na jednu stranu by práci slušelo přeměření některých parametrů v definovaném prostředí standardními prostředky, ale pro skutečnou představu o reálných parametrech a možnostech má tento test větší váhu.

Po formální a stylistické stránce práce odpovídá typu práce a je psaná čitelným a snadno pochopitelným způsobem. Vzhledem k poměrně velké komplexnosti (samotný návrh HW by se dal obhájit jako závěrečná práce, natož síťová implementace) je délka práce rozumným kompromisem mezi prezentací výsledků a čitelností. Obsahuje veškeré informace nutné pro pochopení a posouzení dosažených výsledků. Je prostá zbytečných formálních chyb. Za sebe bych možná obrázky v přílohách na konci práce dal přímo do textu, je v nich schováno značné množství práce a na konci práce můžou zaniknout.

Kontrola plagiátorství neukazuje žádnou významnou schodu (<2%) a vzhledem k dobré znalosti průběhu řešení mohu s klidným svědomím prohlásit, že řešení není plagiátem a je prací studenta. Student pracoval velmi samostatně, případně reportoval průběh.

Práce splnila zadání proto ji **doporučuji** k obhajobě a navrhuji klasifikační stupeň **A**

Práce je velmi kvalitní, proto k ní nemám výhrady, pouze 2 otázky k upřesnění.

V práci popisujete a používáte technologii LoRa, správně píšete že v našich končinách je možné používat 2 různá frekvenční pásma. V práci nikde explicitně nepíšete jakou frekvenci vaše řešení používá (i když při studiu HW se dá k této informaci dojít), jaké pásmo používáte, případně jaké jsou výhody dané volby?

Dokázal byste pro zajímavost určit jaký by byl reakční čas zaměstnance, kdyby vlak jel max rychlostí cca 200km v hodině a váš modul byl podle modelové situace na maximu spolehlivé komunikace pro jednoduchost berme 1km. Do vyjádření zkuste vzít řádově i zpoždění komunikací. Stačí vyjádření v řádech.

V Pardubicích 29.8.2025

Ing. Pavel Rozsival