

Posudek oponenta diplomové práce

Jméno studenta: Bc. Lukáš Laštůvka

Téma práce: Systém včasného varování pro práci na železnici

Cíl práce:

Cílem práce bylo navrhnout a realizovat systém včasného varování pro pracovníky pohybující se v kolejišti. Tento systém měl být tvořený osobní stanicí, detekční stanicí a centrální jednotkou. Úkolem studenta bylo též definovat a implementovat minimalistický komunikační protokol s autentizací zařízení a kontrolou integrity rámců a současně dosáhnout nízké spotřeby umožňující bateriový provoz s dlouhým dosahem bez závislosti na veřejné infrastruktuře. Dílčím cílem bylo na základě srovnání bezdrátových technologií zvolit nejvhodnější variantu a tu integrovat do řešení, včetně návrhu napájecích a signalizačních obvodů koncové jednotky.

Funkčnost systému měla být ověřena terénními měřeními (sledování RSSI/SNR, stabilita spojení) v různých scénářích a diskutována z hlediska praktické použitelnosti a limitů řešení.

Slovní hodnocení:

Naplnění cílů práce:

Autor ve své práci naplnil veškeré stanovené cíle s nadstandardní kvalitou. Po úvodní analýze a srovnání rádiových technologií vhodně zvolil kombinaci technologie LoRa, vývojové desky ESP32-S3 a Raspberry Pi 5. Tuto volbu následně promítl do systémového návrhu. Navrhl a realizoval všechny tři typy uzlů (osobní, detekční, centrální), přičemž hardwarová část je pečlivě provedená (napájení a ochrany baterie, vibrační a akustická signalizace, atd). Softwarová architektura je modulární, s vlastním jednoduchým binárním protokolem a přehledně popsanými stavby. Centrální jednotka je doplněna o praktické uživatelské rozhraní v Node-RED. Experimentální ověření v terénu prokázalo funkčnost řešení a reálné dosahy i v náročnějších podmínkách. Měření a komentovány byly klíčové parametry spojení (stabilita, odezva). Dokumentace dílčích částí v diplomové práci je úplná a umožňuje reprodukovatelnost všech částí (schémata, PCB, ukázkové kódy), návrh je přehledný a přenositelný do praxe. Celkově práce přesvědčivě dokládá samostatnost, inženýrskou zručnost i systémové uvažování autora.

Logická stavba a stylistická úroveň práce:

Práce je členěna přehledně a logicky. Po úvodu následuje část, která se věnuje problematice bezpečnosti práce na železnici a přehled stávajících traťových bezpečnostních systémů. Poté jsou diskutovány možnosti detekce blížícího se vlaku, na které logicky navazuje návrh a implementace vlastního řešení, experimentální ověření a závěr. Kapitoly o návrhu SW/HW jsou čitelné a systematické, opřené o schémata a stavové diagramy, což napomáhá srozumitelnosti implementačních rozhodnutí. Uživatelské rozhraní a integrační logika v Node-RED jsou popsány věcně a doprovázeny názornými blokovými diagramy. Text tak dobře propojuje architekturu navržených bloků se způsobem jejich ovládání. Testovací část má jasnou metodiku, postup měření je vysvětlen krok za krokem a výsledky jsou sumarizovány tabulkou s komentářem, což podporuje reprodukovatelnost a interpretaci. Styl je převážně věcný, konzistentní a odborně přiměřený. Místy se vyskytují drobné překlepy v popiscích (např. „kounikace“, „nalděný“, „Stavový digram“), které ovšem nemají žádný významný dopad na celkovou kvalitu předložené práce. Celkově jsou logická stavba i stylistické zpracování na velmi dobré úrovni.

Využití záměrů, námětů a návrhů v praxi:

Navržené technické řešení je dobře připravené k rychlému pilotnímu nasazení v terénu. Díky technologii LoRa a bateriovému provozu nevyžaduje veřejnou napájecí síť ani jinou trvalou infrastrukturu. Uzly lze

zprovoznit během pár minut. Praktická použitelnost je podpořena měřením dosahu (cca 2 km v otevřeném terénu a ~0,9–1,1 km v lese), což dává jasné vodítko pro plánování rozestupů a překryvů pokrytí. Modulární deska a SW architektura umožní snadno doplňovat senzory či signalizační prvky a usnadňují servis v provozních podmínkách. Napájení přes USB-C, integrované nabíjení a ochrany akumulátoru odpovídají současným potřebám nasazení v provozních podmínkách. Centrální jednotka na Raspberry Pi s přehledným ovládním v Node-RED je intuitivně použitelná. Pro reálné nasezení bude ještě nezbytné dořešit kompatibilitu s drážními předpisy a normami (ETSI či RAMS) a provést definici bezpečnosti a spolehlivosti zařízení.

Případné další hodnocení (připomínky k práci):

K práci nemám žádné další připomínky

Otázky k obhajobě (max 2):

Jaké konkrétní rádiové nastavení jste použil při terénních měřeních (pásmo, vysílaný výkon, zisk antén, výška a orientace antén atd.). Zkoušel jste měnit některé z těchto parametru a ověřovat jejich vliv na dosah a kvalitu spojení?

Provedl jste analýzu norem a standardů, které by takovéto zařízení muselo splnit pro reálnou implementaci v železničním prostředí? Pokud ano, mohl byste je prosím stručně uvést?

Doporučení práce k obhajobě: Doporučuji k obhajobě

Navržený klasifikační stupeň: A

Posudek vypracoval:

Jméno, tituly: Tomáš Zálabský, Ing, Ph.D.

Zaměstnavatel: Univerzita Pardubice

V Pardubicích dne:

Podpis: