

KONCEPT RIADENIA ŽELEZNIČNEJ DOPRAVY V DOPRAVNOM LABORATÓRIU

Peter Nagy¹, Jozef Gašparik², Martin Kendra², Juraj Čamaj²

¹Siemens Mobility s. r. o., Žilina

²Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra železničnej dopravy
Žilinská univerzita v Žiline, SR

Abstrakt

Katedra železničnej dopravy je najstaršou katedrou súčasnej Žilinskej univerzity a ponúka študijný program železničná doprava v odbore doprava. Cieľom príspevku je predstaviť koncept riadenia železničnej dopravy v inovovanom dopravnom laboratóriu.

Abstract

The Department of Railway Transport is the oldest department of today's University of Žilina and has offered the railway transport study program in the field of transport. The aim of the contribution is to present the concept of railway transport management in the innovative transport laboratory.

Kľúčové slová: železničná doprava, dopravné laboratórium, riadenie dopravy

Key words: railway transport, transport laboratory, traffic management

1. ÚVOD

Katedra železničnej dopravy začala v roku 2020 realizovať projekt inovácie dopravného laboratória. Po stavebných úpravách miestnosti sa začali realizovať nové technológie pre riadenie železničnej dopravy. Do nového konceptu však boli včlenené i staršie typy staničných a traťových zabezpečovacích zariadení tak, aby sa dosiahli podmienky pre praktický výcvik obsluhy najpoužívanejších typov zabezpečovacích zariadení na Železničiach Slovenskej republiky. Cieľom príspevku je predstaviť koncept riadenia železničnej dopravy v inovovanom dopravnom laboratóriu.

2. ZÁKLADNÉ SÚČASTI SIMULAČNÉHO MODELU RIADENIA

Pri modernizácii dopravného laboratória sa predpokladá topológia modelového koľajiska vychádzajúca z pôvodného usporiadania koľajiska s doplnením ďalších železničných staníc a medzistaničných úsekov. Rozmery stola (dĺžka 50 m, šírka 2,5 m), na ktorom je umiestnené modelové koľajisko, sú obmedzujúcim faktorom návrhu, pretože dispozičné usporiadanie miestnosti dopravného laboratória neumožňuje zväčšovanie stola. Napriek tomu možno upraviť pôvodnú topológiu koľajiska a doplniť ďalšie stanice a traťové medzistaničné úseky.

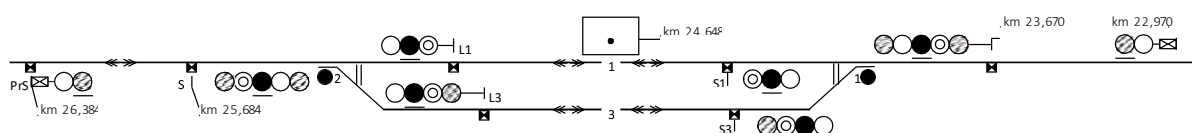
Rámcová topológia modelového koľajiska po modernizácii je zobrazená na obr. 1. Koľajisko bude mať podobu dvoch prekrývajúcich sa oválov reprezentujúcich 3 železničné

trate:

- Hlavná dvojkoľajná trať č. 100: Vrútky (km 0,000) – Púchov (km 8,729) – Žilina (km 17,180) – Hričov (km 27,157).
- Vedľajšia jednkoľajná trať č. 101: Hričov (km 0,000) – Čadca (km 8,829) – Bytča (km 16,887) – Vrútky (km 22,336).
- Vedľajšia jednkoľajná trať č. 102: Čadca (km 0,000) – Rajec (km 11,649) – Strečno (km 19,926) – výhybňa Diel (km 24,648) – Žilina (km 33,340).

2.1 TECHNICKÉ RIEŠENIA INOVOVANÉHO DOPRAVNÉHO LABORATÓRIA

Projekt obsahuje návrh topológie modelového koľajiska, návrh konceptu riadenia dopravného modelu a detailné opisy jednotlivých komponentov riadiaceho systému.



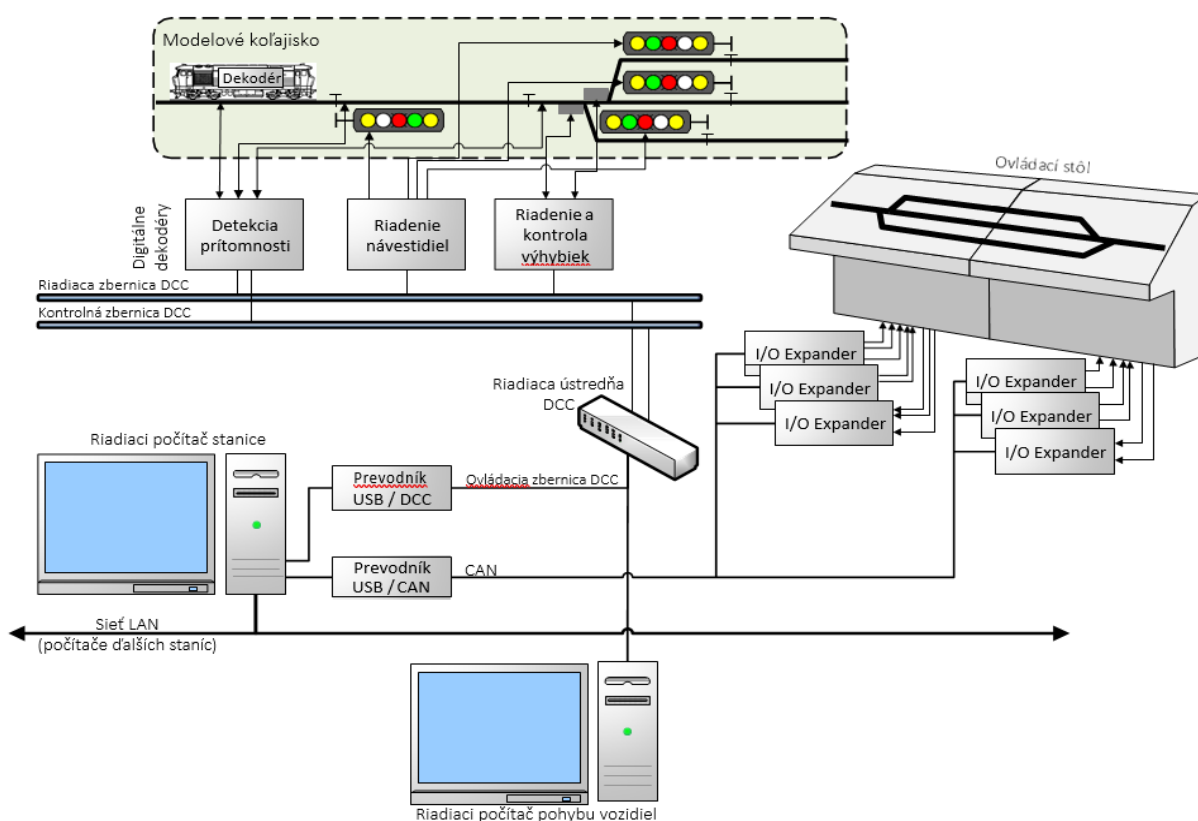
Obr. 1. Situačná schéma výh. Diel

Riadiaci systém bude zaisťovať realizáciu troch typov riadiacich funkcií:

1. Modelovanie správania jednotlivých typov staničných, traťových a pricestných zabezpečovacích zariadení, ktorých modelu budú v laboratóriu realizované. Riadiaci systém bude zaisťovať simuláciu odozvy modelovaných zariadení jednak na obsluhu relevantných ovládacích prvkov modelovaného typu zariadenia, jednak na stav prvkov v modelovom koľajisku (poloha pohyblivých častí výhybiek, voľnosť resp. obsadenie koľajových úsekov) v závislosti od aktuálneho prevádzkového prípadne poruchového stavu modelovaného zariadenia.
2. Riadenie a detekcia stavov všetkých vonkajších prvkov zabezpečovacích zariadení umiestnených v modelovom koľajisku v závislosti od aktuálneho prevádzkového prípadne poruchového stavu modelovaného zabezpečovacieho zariadenia vrátane detekcie voľnosti resp. obsadenosti jednotlivých koľajových úsekov modelového koľajiska.
3. Riadenie pohybu modelových vozidiel v modelovom koľajisku podľa aktuálneho prevádzkového stavu modelovaných zabezpečovacích zariadení. Jazda modelových vozidiel bude pri- márne riadená automaticky. Automatická jazda vozidiel sa predpokladá pri jazde vlakov po zabezpečených vlakových cestách, pri jazde po čiastočne zabezpečených (núdzových) vlakových cestách ako aj pri jazde posunových dielov po zabezpečených posunových cestách. Vzhľadom k špecifickému charakteru jazdy vozidiel pri posune v stanici, kde o jazde po staničných koľajach rozhoduje len rušňovodič na základe slovného pokynu (príkazu) výpravcu resp. výhybkára v príslušnej stanici alebo na zhlaví a jazdu vozidla neovplyvňuje zabezpečovací systém, je možné v obmedzenom

rozsahu ponechať riadenie jazdy vozidiel na ovládanie personálom stanice. Manuálne ovládanie jazdy koľajových vozidiel je preto možné pri posune po staničnej koľaji súvisiacom s pripájaním vozidiel k rušni, resp. s odpájaním vozidiel od rušne, prípadne pri tzv. nezabezpečenom posune v obvode stanice, pri posune po traťových koľajach medzi dopravňami a v ďalších neštandardných situáciách.

Na realizáciu vyššie opísaných funkcií sa v staniciach s konvenčnými typmi staničných zabezpečovacích zariadení (SZZ) predpokladá použitie hybridného usporiadania riadiaceho systému. Pri tomto koncepte sa predpokladá použitie riadiaceho počítača pre každú riadenú stanicu. Bloková schéma navrhovaného konceptu riadiaceho systému je zobrazená na obr. 1.

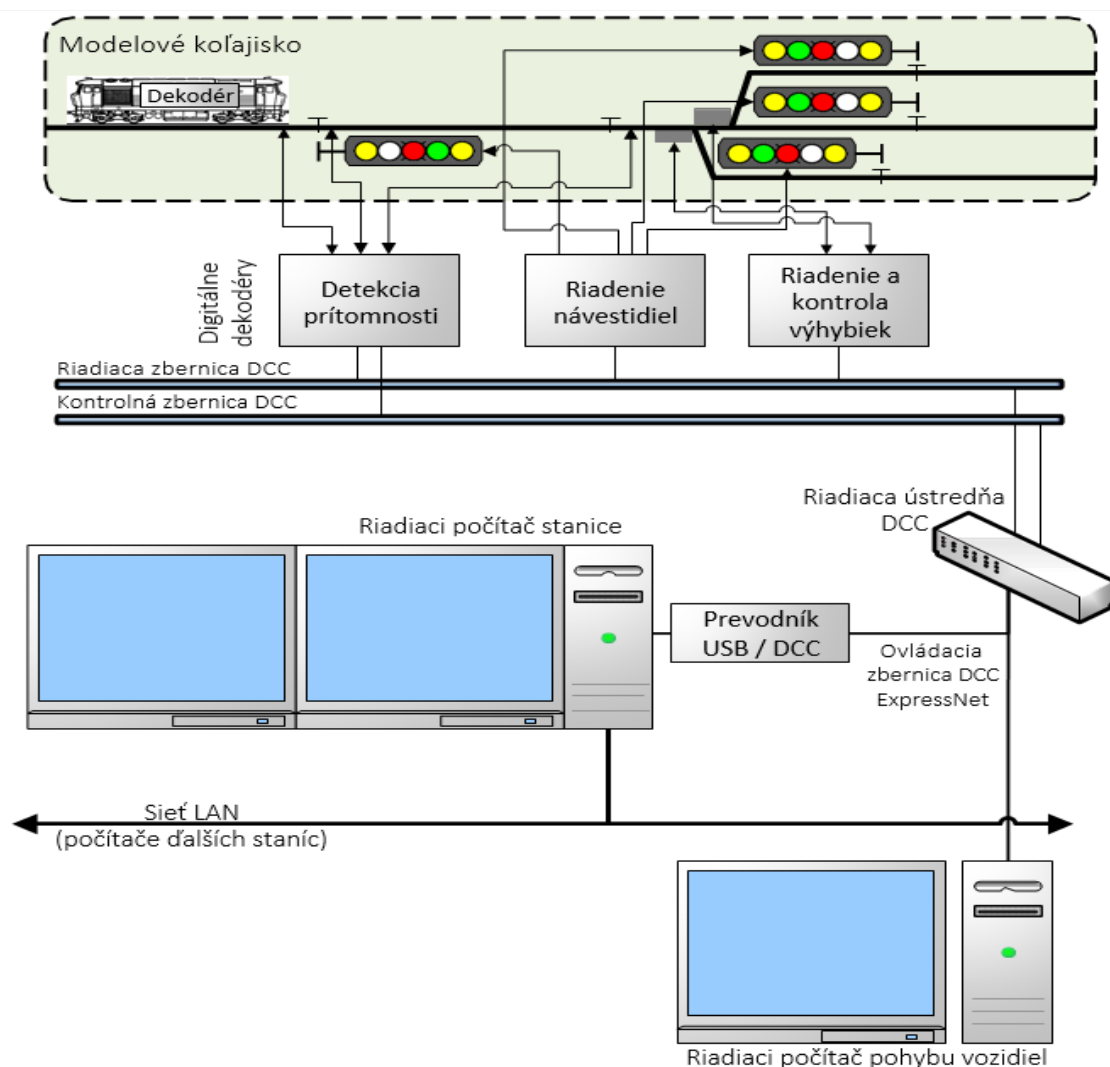


Obr. 2. Bloková schéma riadiaceho systému staníc s konvenčným SZZ

Riadiaci systém stanice bude zložený z nasledujúcich subsystémov:

1. **Riadiaci systém obslužných pracovísk** – základnou úlohou tohto riadiaceho systému je modelovať správanie príslušného typu staničného, traťového alebo pricestného zabezpečovacieho systému tak, aby odozva systému na indikačných prvkoch obslužného pracoviska zodpovedala aktuálnej ob- sluhe ovládacích prvkov obslužného pracoviska, aktuálnemu prevádzkovému stavu systému a aktuálnemu stavu vonkajších prvkov v modelovom koľajisku. Štruktúra riadiaceho systému je podrobnejšie opísaná v kapitole 2.3.
2. **Riadiaci systém modelového koľajiska** – zaisťuje ovládanie a kontrolu vonkajších prvkov zabezpečovacieho zariadenia v modelovom koľajisku a riadenie pohybu modelových vozidiel. Štruktúra a funkcie riadiaceho systému je podrobnejšie opísaná v kapitole 2.3.

V prípade modelu elektronických SZZ typu ESA 44 v žst. Čadca a v diaľkovo ovládanom traťovom úseku Čadca – Rajec – Strečno – Diel – Žilina a elektronického SZZ typu SIMIS W s obslužným pracoviskom ILTIS v žst. Žilina bude riadiaci systém obslužného pracoviska koncipovaný odlišne. Pretože zobrazovanie prevádzkových stavov je realizované na jednom alebo viacerých farebných monitoroch a obsluha zariadenia je realizovaná štandardným polohovacím zariadením PC (najčastejšie štandardná 3- tlačidlová myš), riadiaci systém nebude obsahovať riadiace moduly ovládacích stolov (I/O expandéry) ani súvisiace komponenty (prevodník USB/CAN, komunikačná zbernica CAN). Oproti riadiaceho počítaču konvenčných staníc bude riadiaci počítač stanice s elektronickým SZZ vybavený väčším počtom farebných monitorov. Bloková schéma riadiaceho systému staníc s elektronickým SZZ je zobrazená na obrázku 3. Použitie tohto konceptu sa predpokladá v staniciach Čadca a Žilina. Diaľkovo ovládané dopravné Rajec, Strečno a Diel budú riadené riadiacim počítačom stanice Čadca a nebudú vybavené samostatným obslužným pracoviskom.



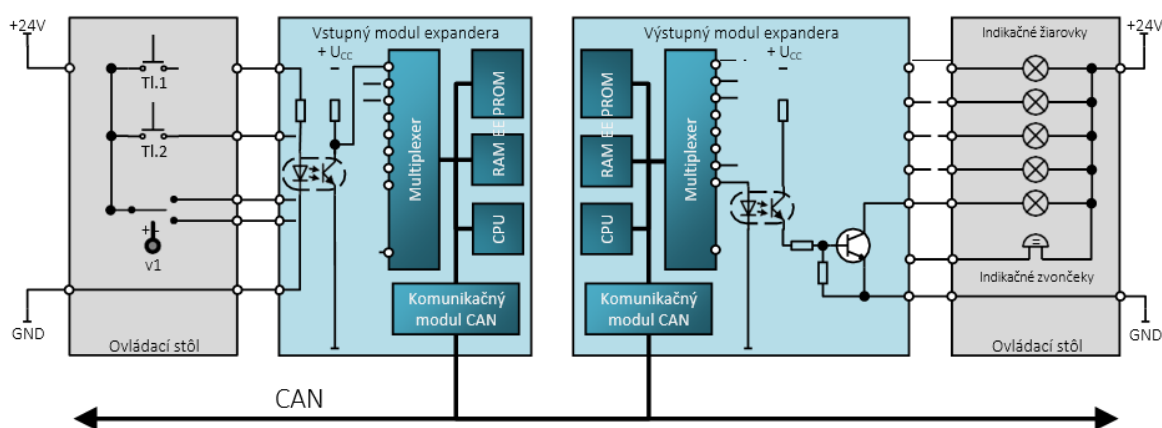
Obr. 3. Bloková schéma riadiaceho systému staníc s elektronickým SZZ

Obslužným pracoviskom môže byť:

1. Šikmý ovládací a kontrolný stôl reléového staničného zabezpečovacieho zariadenia (SZZ) – aplikované v staniách Bytča a Hričov.
2. Ovládací a kontrolná skriňa reléového SZZ s číslicovou voľbou – aplikované v stanici Púchov.
3. Stavadlový prístroj elektromechanického SZZ – aplikované v stanici Vrútky.
4. Ovládací a kontrolná skriňa elektromechanického SZZ – aplikované v stanici Vrútky.
5. Elektronické obslužné pracovisko realizované zobrazovaním prevádzkových stavov na monitore obslužného počítača a snímaním obsluhy virtuálnych ovládacích prvkov zobrazených na monitore obslužného počítača – aplikované v staniách Čadca, Žilina, v staniách s diaľkovým ovládaním Rajec, Strečno a výhybňa Diel, v prípade prepnutia na diaľkové ovládanie aj v staniách Hričov a Púchov.

Riadiaci systém obslužných pracovísk (pozri obr. 1) pozostáva z nasledujúcich komponentov:

1. **Riadiaci počítač stanice**
2. **Vstupno-výstupné moduly (I/O expandery)** plnia funkciu rozhrania k ovládacím a indikačným prvkom obslužného pracoviska príslušnej stanice. Bloková schéma vstupných a výstupných modulov je zobrazená na obr. 4.



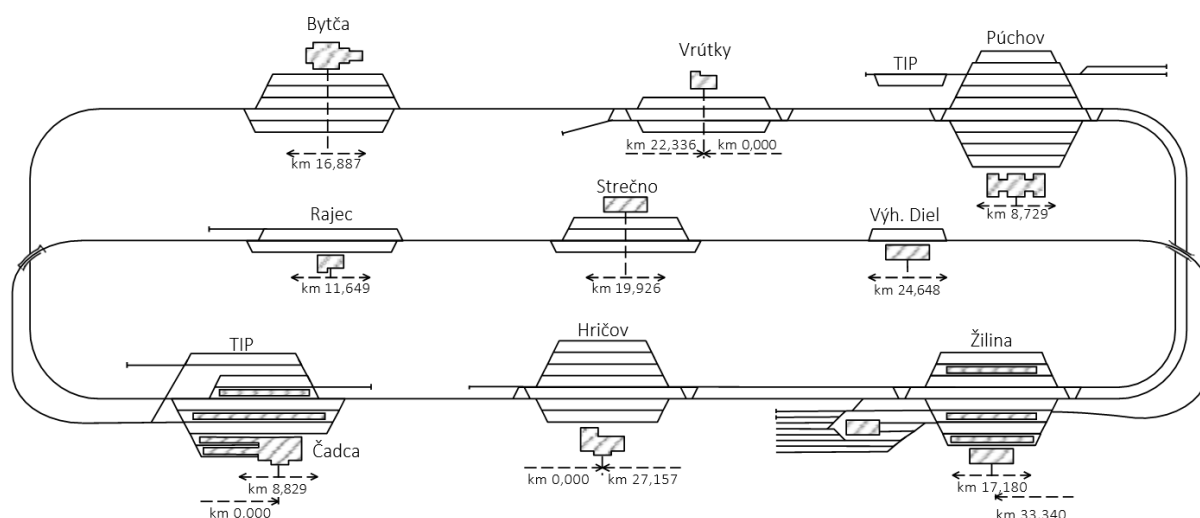
Obr. 4. Bloková schéma expandera

3. **Komunikačná zbernica CAN na prepojenie riadiaceho počítača so vstupno-výstupnými modulmi.**
4. **Rozhranie USB / CAN pre** pripojenie komunikačnej zbernice CAN k riadiacemu PC prostredníctvom univerzálneho sériového rozhrania USB.
5. **Komunikačná zbernica lokálnej počítačovej siete laboratória.**
6. **Prevodník USB / DCC ako** komunikačné rozhranie umožňujúce pripojenie riadiaceho počítača stanice k ovládacej zbernici systému digitálneho riadenia modelového koľajiska

Riadiaci systém modelového koľajiska plní dve hlavné úlohy.

1. Ovládať stav vonkajších prvkov v modelovom koľajisku podľa príkazov vydaných riadiacim systémom obslužných pracovísk a kontrolovať stav ovládaných vonkajších prvkov a do riadiaceho systému obslužných pracovísk odosielať spätné hlásenia o zmene stavu riadených prvkov.
2. Ovládať jazdu modelových vozidiel po modelovom koľajisku.

Riadenie všetkých prvkov v modelovom bude zabezpečované prostredníctvom systému digitálneho riadenia (Digital Command Control – DCC), ktorý je medzinárodným štandardom v digitálnom riadení komponentov modelovej železnice. Systém DCC používa na prenos dát medzi riadiacou ústredňou DCC a dekodérmi dvojvodičovú komunikačnú zbernicu, pričom informácia sa prenáša bipolárnym signálom, pričom signály prenášajúce informáciu logickej nuly a logickej jednotky sa odlišujú trvaním impulzu. Príkazy pre jednotlivé dekodéry a spätné hlásenia z dekodérov sa prenášajú paketmi so štruktúrou definovanou štandardmi National Model Railway Association (NMRA). Súčasťou riadiaceho systému je riadenie svetelných návěstidiel s využitím dekodérov, Riadenie a kontrola polohy výhybiiek, Detekcia obsadenia koľajových úsekov.



Obr. 5. Topológia modelového okruhu železnice ako simulačného modelu pre jazdu vlakov



Obr. 6. Pohľad na testovanie jazdy vlakov na modelovom okruhu železnice



Obr. 7. Pohľad na budované dopravné laboratórium a inštruktáž študentov pred testovaním

4. ZÁVER

Riadiaci systém je podstatnou časťou fungovania simulačného okruhu modelovej železnice s využitím reálnych zabezpečovacích zariadení. Realizované aktivity rozvojového projektu predstavujú časť v komplexnom projekte inovácie dopravného laboratória. Vyvinutie a realizácia inovovaného prepojenia modelovej železnice na riadiaci systém pre konvenčné stanice a pre stanice s elektronickým stavadlom vrátane diaľkovo riadenej trate predstavuje jedinečné riešenie pre tieto typy železničných simulátorov umožňujúce praktický výcvik riadenia železničnej dopravy na železničnej infraštruktúre. Výsledný stav umožní rozvíjať praktické zručnosti študentov v praktickom ovládaní rôznych typov zabezpečovacích zariadení a riadiť dopravu v železničnom systéme.

PodĎakovanie

Článok bol publikovaný s podporou rozvojového projektu MŠVVŠ SR č. 004ŽU-2-1/2021 „Inovácia dopravného laboratória pre posilnenie praktických zručností absolventov študijných programov orientovaných na železničnú dopravu“ riešeného na Žilinskej univerzite v Žiline.

Literatúra

- [1] Gašparík, J. a kol.: Železničná dopravná prevádzka. Laboratórny dopravný výcvik. Vysokoškolská učebnica, Žilinská univerzita v Žiline/EDIS-vydavateľstvo ŽU, 2013, ISBN 978-80-554-0824-8
- [2] LENZ Information LS100 – manuál k dekodéru. [Online – 17.11.2021]. URL https://www.lenz-elektronik.de/src/pdf/b_11100.pdf
- [3] Fučík, J.: LocoNet vs. XpressNet. [Online – 21.11.2021]. URL: <http://www.fucik.name/Ardu-ino/XNvsLN.php>
- [4] Dekodér spätného hlásenia s detektormi obsadenia DR4088CS. Firemné materiály Digikeijs. [Online – 21.11.2021]. URL: <https://www.digikeijs.com/en/dr4088cs-16-channel-feedback-module-s88n.html>