

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 10: Elektrotechnika, elektronika a telekomunikace

Digitální řízení modelové železnice

Jakub Hiršl

Praha

Praha 2023

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 10: Elektrotechnika, elektronika a telekomunikace

Digitální řízení modelové železnice

Digital control of a model railway

Autor: Hiršl Jakub

Škola: VOŠ a SPŠ dopravní, Praha 1, Masná 18, 110 00

Kraj: Praha

Konzultant: Mgr. Jarmila Kulíšková, Ing. Harwot Lubomír, CSc.

Praha 2023

Prohlášení

Prohlašujeme, že jsme svoji práci SOČ vypracovali samostatně a použili jsme pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašujeme, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemáme závažný důvod proti zpřístupnění této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dne 27.3.2023.....Jakub Hiršl.....

ANOTACE

V první části této mé práce bych Vás chtěl seznámit s digitálním řízením modelové železnice. Práci jsem se snažil tvořit na vysvětlení pro úplné laiky a neznalé dané problematiky, proto některé skutečnosti nejsou vysvětleny úplně přesně, ale jsou zjednodušeny.

V druhé polovině práce pak aplikuji konkrétní příklad řízení na naše klubové kolejiště.

U jednoho jsme již s digitalizací započali a bylo možné ho vidět na několika výstavách.

Co se týče druhého velkého kolejiště, to aktuálně prochází modernizací, a proto bylo dobré zpracovat projekt pro opuštění starých technologií ze 70. let a pomalu kolejiště připravovat podle dnešních standardů.

KLÍČOVÁ SLOVA

MODELOVÁ ŽELEZNICE, DCC, KŽM HRADEC KRÁLOVÉ, ELEKTRONIKA NA KOLEJIŠTI, TT

ANNOTATION

In the first part of my work, I would like to introduce you to the digital control of a model railway. I tried to create the work to explain for complete laymen and those who are ignorant of the given issues, therefore some facts are not explained exactly, but are simplified. In the second half of the work, I will apply a concrete example of control to our club track. We have already started digitizing one of them and it was possible to see it at several exhibitions. As for the second large track yard, it is currently undergoing modernization, and therefore it was good to develop a project to abandon the old technologies from the 70s and slowly prepare the track yard according to today's standards.

KEYWORDS

Model railway, DCC, KŽM Hradec Králové, electronics on the model railway, TT scale

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Královehradecká kolejiště.....	3
3	Řízení jízdy vlaku	5
3.1	Analogové řízení.....	5
3.2	Digitální řízení	6
4	Prvky digitálního řízení.....	7
4.1	Centrály	7
4.2	Lokomotivní dekodéry	8
4.3	Výhybkové dekodéry.....	9
4.4	Návěstní dekodéry	9
4.5	Ostatní dekodéry.....	10
5	Digitalizace kolejiště Velký Brod.....	11
5.1	Zapojení úseků na zpětné sledování	11
5.2	Zapojení výhybek	11
5.3	Zapojení návěstidel.....	12
5.4	Řízení jízdy vlaku.....	12
6	Závěr	14
	Zdroje	15

Seznam obrázků

Obrázek 1: Vyobrazení porovnání měřítek modelové železnice.....	1
Obrázek 2: Příklad modulů – odbočka německých kolegů.....	2
Obrázek 3: Klubové kolejiště velikosti TT Velký Brod	3
Obrázek 4: Digitální klubové kolejiště velikosti TT Kamenice.....	4
Obrázek 5: Koncová stanice Kopečná na klubovém kolejišti Velký Brod	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 6: Analogové trafo FZ1 výrobce PIKO	5
Obrázek 7: Analogové řízení autobloku na klubovém kolejišti Velký Brod	5
Obrázek 8: Ukázka modulace digitálního signálu.....	6
Obrázek 9: Série centrály řady z21 od firmy ROCO	7
Obrázek 10: Tabulka rozdílů mezi jednotlivými centrály firmy ROCO.....	7
Obrázek 11: Dekodéry rakouské firmy Zimo s různými paticemi.....	8
Obrázek 12: Návěštní dekodér UNI16 s arduinem	9
Obrázek 13: Dekodér osvětlení	10
Obrázek 14: Program hJop u kolejiště Kamenice	103

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat klubu železničních modelářů v Hradci Králové, zejména panu Bláhovi, kteří mě zde nechávají pracovat na digitalizaci modelových kolejišť a zároveň za jejich velmi cenné rady do oboru.

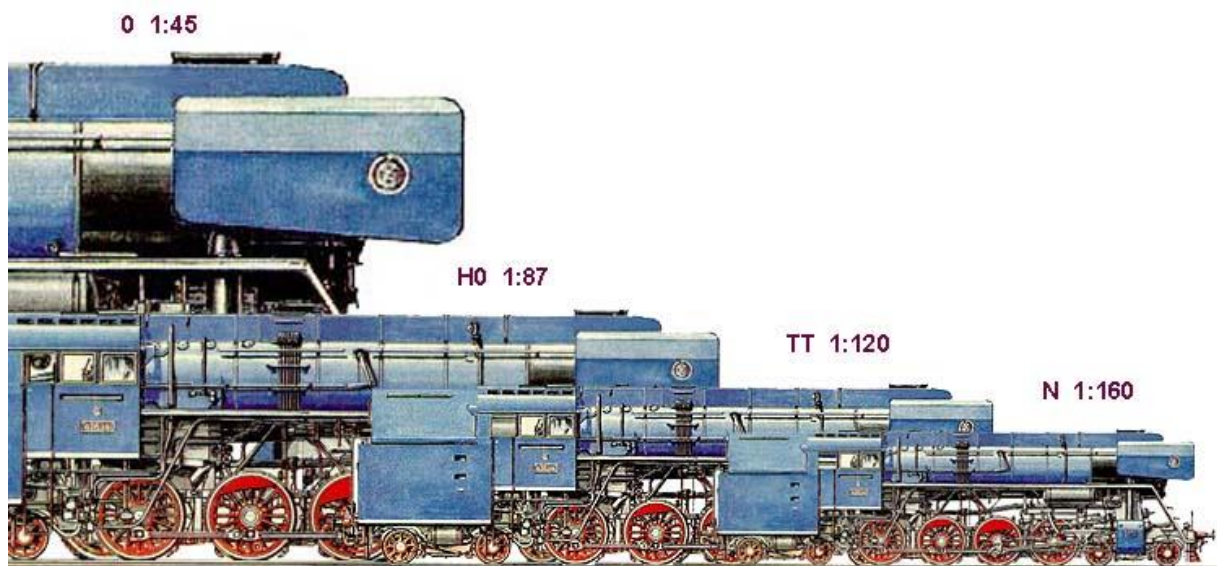
1 Úvod

Již od půlky minulého století přišli nadšenci s myšlenkou napodobit reálnou železnici doma v menším měřítku. Modelářství je proto založené na skutečných plánech reálné železnice, a to nejen lokomotiv, vozů, ale i budov a krajiny.

Při vývoji vzniklo několik měřítek, dodnes se využívají všechny, zmíním proto jen pár:

- N (1:160, rozchod kolejí 9 mm) dnes nejmenší měřítko, které je hodně rozšířeno.
- TT (1:120, rozchod kolejí 12 mm) „zlatý střed,“ rozmach již v 70. letech, do dnes jedno z nejoblíbenějších
- H0 (1:87, rozchod kolejí 16,5 mm) největší měřítko užívané v domovních prostorech, taktéž velmi oblíbené

Každé měřítko pak k sobě má několik variant (TTe – úzkorozchodné dráhy, TTf – polní dráhy a TTm – městské dráhy)



Obrázek 1: Vyobrazení porovnání měřítek modelové železnice

Dále se modelová železnice dělí i podle druhu kolejíšť na:

- Panelová – klasický známý „panel“
- Segmentová – jednotlivé segmenty o malé velikosti se skládají za sebou, výhoda v podobě úzké šířky



Obrázek 2: Příklad modulů – odbočka německých kolegů

Modulová – oproti segmentové železnici má normovaná čela a lze proto moduly mezi sebou libovolně proměňovat

2 Královehradecká kolejiště

Hradecký klub má několik kolejišť různých měřítek. Mezi největší aktuálně patří klubové kolejiště měřítka H0 zvané „Vysočina.“ Jako další kolejiště tohoto měřítka je zde kolejiště „Southwest USA,“ které simuluje americký jihozápad a návštěvníci ho můžou znát hlavně jako putovní.



Obrázek 3: Klubové kolejiště velikosti TT Velký Brod

V této práci bych se ovšem chtěl věnovat hlavně kolejištím, která jsou měřítka TT a mají jména „Kamenice“ a „Velký Brod.“

Co se týče kolejiště Kamenice, to bylo zakoupeno jako pozůstalost po jednom hradeckém modeláři. Kolejiště bylo původně analogové, stavění vlakových cest probíhalo přes reléovou logiku a místo kolejových obvodů byly použity jazýčkové kontakty. Motívem je hlavní trať na obou koncích zakončená skrytými smyčkami a odbočná lokálka z hlavní trati.

Kolejiště Velký Brod začalo vznikat v roce 1982 jako klubový projekt a dodnes je část původní. Kolejiště simuluje v dolní části dvoukolejnou trať s autoblokem, jenž je plně automaticky řízený přes reléovou logiku. Dvojkolejná trať tvoří osmičku, která má navíc zde řídit analogově

pomocí obsluhy v každé propojení přes odstavné nádraží. Z hlavního nádraží odbočuje místní lokální trať. Provoz se zde řídí analogově pomocí obsluhy v každé stanici.



Obrázek 4: Koncová stanice Kopečná na klubovém kolejišti Velký Brod

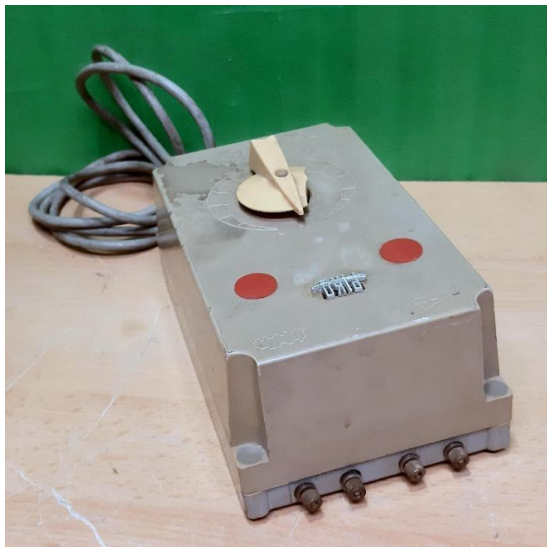


Obrázek 5: Digitální klubové kolejiště velikosti TT Kamenice

U kolejiště Kamenice již začala rekonstrukce a nahrazování původních analogových komponentů za digitální. Jelikož tato inovace dostává úspěchu nejen od návštěvníků, ale i od členů klubu, chtěl bych touto prací udělat návrh na zdigitalizování velkého klubového kolejiště, které zrovna prochází rozšiřováním.

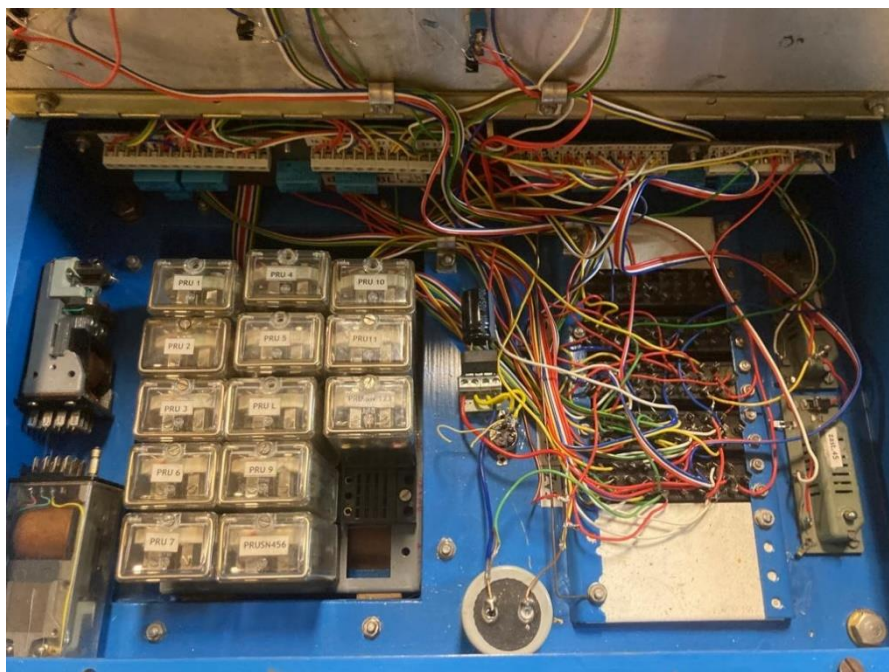
3 Řízení jízdy vlaku

3.1 Analogové řízení



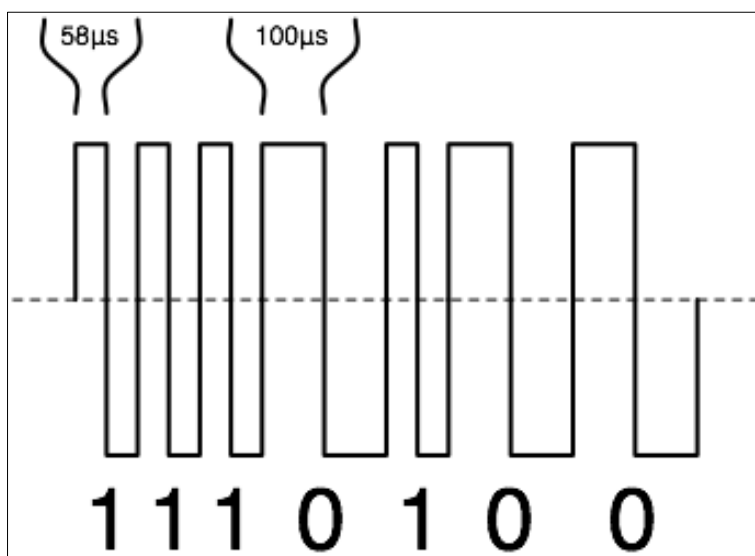
Obrázek 6: Analogové trafo FZ1 výrobce PIKO

Je to nejpoužívanější způsob, jak mašinu rozjet. Dá se říct, že nám k tomu stačí obyčejná baterie. Nejčastěji stejnosměrné napětí vyvedeme do kolejí a jeho hodnotou regulujeme otáčky motoru v lokomotivě. Napájení bývá typicky v rozsahu od -19V od $+19\text{V}$. Dříve se pro tyto účely používaly trafo firmy PIKO s označením FZ1. Dnes je spíše rozšířená pulsní regulace (PWM) a použití step-down měničů.



Obrázek 7: Analogové řízení autobloku na klubovém kolejišti Velký Brod

3.2 Digitální řízení



Obrázek 8: Ukázka modulace digitálního signálu

Na rozdíl od analogového způsobu je zde využito moderních technologií.

Zatímco u analogového způsobu se používalo měnění napětí v kolejích, zde je napětí (typicky +/-19 V stejnosměrných) přítomno stále. Pro řízení jízdy vlaku se používá modulovaného signálu do obdélníku, který přenáší pulzy logické 1 a 0. Tyto povely se zpracovávají dekodérem v lokomotivě, který má každý svoji adresu a až ten reguluje otáčky motoru.

To stejné platí i u výhybek a návěstidel. Každá výhybka a návěstidlo má svoji adresu a mění se stav rovně/odbočka.

4 Prvky digitálního řízení

4.1 Centrály

V dnešní době je na trhu několik druhů centrál. Mezi špičku lze zařadit výrobky firmy ROCO, Digikeijs a LENZ. S výrobky firmy LENZ ovšem nemám žádné zkušenosti, proto jej nebudu popisovat.



Obrázek 9: Série centrál řady z21 od firmy ROCO

	z21 start pro začínající obsažena v základních sadách.	z21 start + WLAN Package* Art. Nr.: 10814 *nebo z21** incl. WLAN Router	Z21 für Experten Piná verze Art. Nr.: 10820
Možnost řízení lokomotivy jako strojvedoucí	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Plug & Play System	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Zpětná kompatibilita se všemi verzemi multiMAUS, včetně Lokmaus 2, přes sběrnici X-BUS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Pro stejnosměrné i střídavé digitální lokomotivy (DCC a MM)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
POM-Programování, POM-načítání, CV-Programování a načítání hodnot	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kompletní knihovna lokomotiv, drážních vozidel a příslušenství	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Možnost ovládání prostřednictvím Smart telefonů a tabletů, s operačním systémem Android a iOS.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fotorealistické stanoviště strojvedoucího na tabletech Android a iPad	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Společná aplikace pro z21 i Z21. Zdarma ke stažení na App Store a Google Play	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sběrnice LocoNet-, CAN-Bus- a Sniffer-Bus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Výstup pro programovací kolej.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Nastavitelné výstupní napětí pro hlavní i programovací kolej 12-24V	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Podpora programování a Update dekodérů ZIMO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

* pouze v kombinaci s z21 start ** předchozí model z21 start (bis 2013)

Z21 Modellbahnsteuerung
Operate like a locomotive driver – digital model railway control system

Obrázek 10: Tabulka rozdílů mezi jednotlivými centrály firmy ROCO

Firma ROCO nabízí sérii svých centrál. Mezi nejzákladnější patří centrála z21 start, která se nejčastěji přibaluje do začátečnických start-setů. Další nabízenou alternativou je z21, která má stejné funkce jako předchozí centrála, jen je již opatřena routerem pro řízení přes mobilní telefon či tablet.

Poslední ze série je Z21 (od zbylých rozlišitelná podle černé barvy), která zahrnuje mnohem více funkcí (viz tabulka). Navíc má funkci nahrávání zvukových projektů do zvukových dekodérů, o čemž mnoho lidí neví.

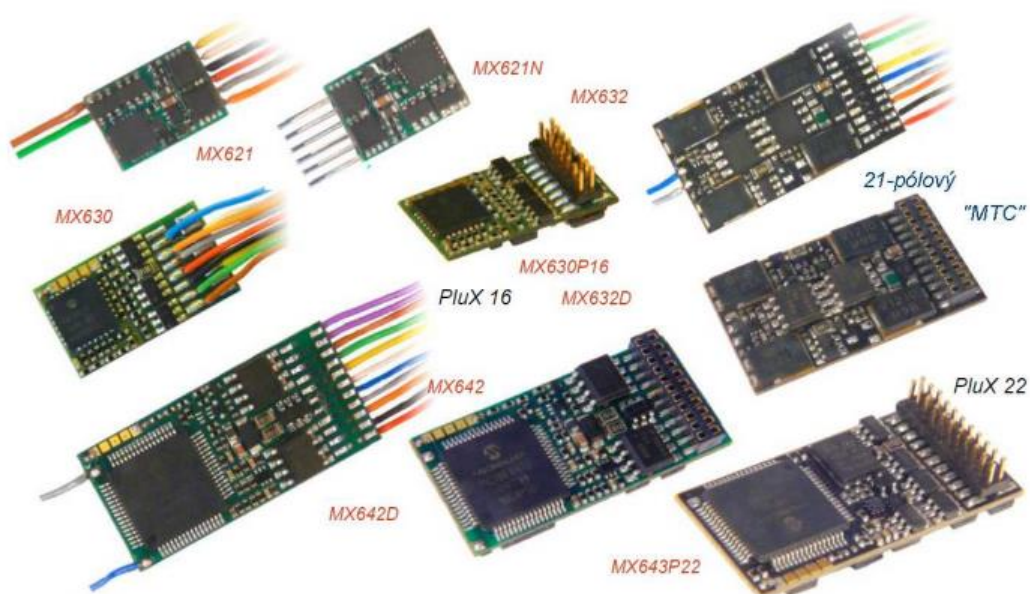
U firmy Digikeijs je nejrozšířenější centrála DR5000. Oproti centrálám nabízí za poloviční cenu mnohem více funkcí. Jmenovitě pak připojení LocoNet a XpressNet ovladačů, připojení minimálně 4 boosterů, sledování obsazení úseků přes sběrnici ROCO, sledování úseků sběrnici S88, výstup pro programovací kolej, zabudovaný Wi-Fi router a USB konektor pro spojení s počítačem.

4.2 Lokomotivní dekodéry

Každý lokomotivní dekodér zpracovává stejnosměrný obdélníkově modulovaný signál z kolejí, který přichází od digitální centrály. Díky normě NMRA S 9.2 je tento signál u všech výrobců stejný.

Dekodéry se primárně rozlišují na dva typy:

- **Zvukové** – k dekodéru je připojen reproduktor s originálním zvukem lokomotivy.
- **Nezvukové** – obyčejný dekodér zpracovávající povely z ústředny.



Obrázek 11: Dekodéry rakouské firmy Zimo s různými patičkami

Další dělení je podle patic dekodérů, nejčastěji dle normy NEM na:

— NEM 651

— NEM 652

A dle NMRA na:

— Next18

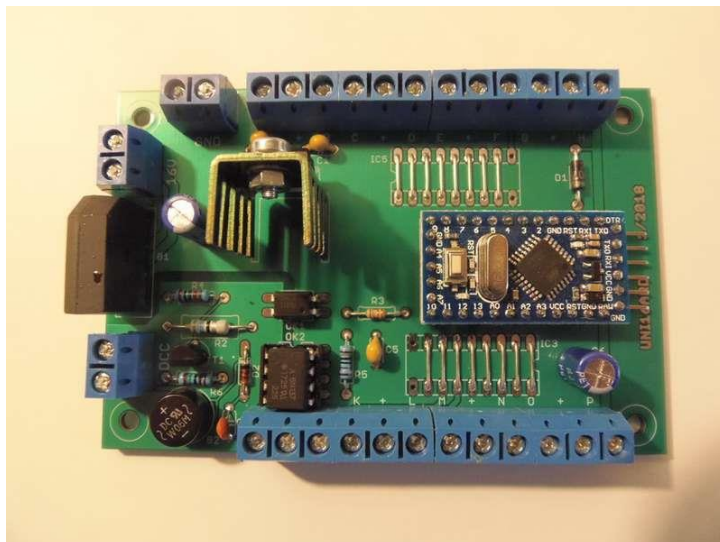
— PluX 8, PluX 10, PluX 12 a PluX 22

4.3 Výhybkové dekodéry

Řízení výhybek a tím stavba vlakových cest je v digitálním provozu naprosto jednoduchá. Každý přestavník se propojí s výhybkovým dekodérem a nastaví se mu určitá adresa.

Daná adresa vždy spíná dva výstupy – přímo nebo odbočkou. Dále se dá nastavit délka impulsu a u některých dekodérů i jejich maximální hodnota. V případě využití starých přestavníků firmy ROCO nebo telefonních relátek se daný výstup dekodéru spojí s relátkem, který ovládá střídavý výstup pro přestavník.

4.4 Návěstní dekodéry



Obrázek 12: Návěstní dekodér UNI16 s arduinem

Dnes již máme několik druhů, jak řídit návěsti na návěstidlech. Prvním starším je použití výhybkových dekodérů, kde se délka výstupního impulsu nastavila na trvalo. Každá návěst pak měla svoji adresu, která se například sepnutím dané adresy do odbočky rozsvítila.

Dnes se již používá dvou technologií: První je přímé spojení jednotlivých led diod s dekodérem přímou vazbou a druhou je připojení druhého menšího S-Com dekodéru (demodulátoru), který je až pak připojen k jednotlivým led diodám.

U druhého zmíněného je výhoda v menším počtu vodičů k návěstidlu. Každé návěstidlo má takto přidělenou jednu adresu a každý návěstní znak má určitý kód (dle NMRA), který dekodér demoduluje a pak pošle do jednotlivého návěstidla.

4.5 Ostatní dekodéry

Mezi ostatní dekodéry lze zařadit dekodéry vozové, přejezdové a osvětlovací.

Vozové dekodéry mají funkci osvětlit daný vůz. Typicky se vyrábí jako malá destička s pájitelnými výstupy nebo již jako deska přes celý vůz osazená led diodami pro osvětlení vozu.

Osvětlovací dekodéry mají podobnou funkci jako vozové, jen se využívají pro připojení led diod k osvětlení staveb či ulic.



Obrázek 13: Dekodér osvětlení

Tyto dekodéry často disponují funkcemi jako jsou: postupné rozsvěcování, blikání, stmívání apod.

5 Digitalizace kolejiště Velký Brod

V této kapitole bych chtěl přiblížit možnost, jak by bylo možné zdigitalizovat klubové kolejiště.

5.1 Zapojení úseků na zpětné sledování

Námět kolejiště je dvojkolejná trať s nádražím, dvěma skrytými nádražními a jedním odstavným. U dvojkolejné trati by se zachoval autoblok s jednotlivými úseky. Výhoda by byla, že bychom přesně věděli, ve kterém úseku je který vlak a zároveň v případě rozpojení soupravy nenajetí dalšího vlaku do těchto vozů. Zároveň díky zdigitalizování by bylo možné provozovat i postrky (mašina na konci vlaku).

V hlavním nádraží by byla nejlepší možnost detekovat stav každé staniční koleje včetně každé výhybky jako samostatného úseku. Díky detekci každé výhybky zvláště bude možnost rychlejších stavění jízdních cest, případně stavění vlakových a posunových cest, které doteď nebyly možné. Zároveň s tím přichází možnost mít kolej zapojenou do dvou úseků uprostřed rozdělenou cestovými návěstidly pro větší obsaditelnost nádraží (**viz Praha hl.n.**).

Koncepce zapojení skrytých nádraží zůstává stejná jako zapojení hlavního nádraží (včetně půlení kolejí).

Odstavné nádraží bude zapojené stejně jako hlavní nádraží akorát bez půlení kolejí.

Zapojení bude probíhat skrze sběrnici S88 a jednotlivé moduly na bázi úbytku napětí na diodě v daném úseku od pana Fučíka, které se již prakticky osvědčily.

5.2 Zapojení výhybek

Dosavadním řešením stavění výhybek pro tvorbu vlakových cest bylo pomocí starých telefonních relé. Mezi hlavní nevýhody tohoto systému patří velké rozměry cívek, nutnost stálého napájení při odbočování a nemožnost, jakkoliv nastavit krajní pozice.

V dnešní době začaly být oblíbené pro řízení výhybek modelářské serva. Mají hned několik výhod: nízké pořizovací náklady (v řádech desítek korun), možnost nastavení krajních dojezdů, možnost nastavení rychlosti přestavování, řízení přes digitální ovládání, a hlavně svoje malé rozměry. Nevýhodou je pak nutnost dekodéru nebo jiné řídicí desky pro každé servo, a to i v případě analogového řízení.

5.3 Zapojení návěstidel

Na velkém kolejišti se aktuálně nachází okolo dvacítky návěstidel. Ačkoliv se nijak v modelovém provozu nepodílí na zabezpečení vlakové dopravy, pro diváky je to důležitý prvek.

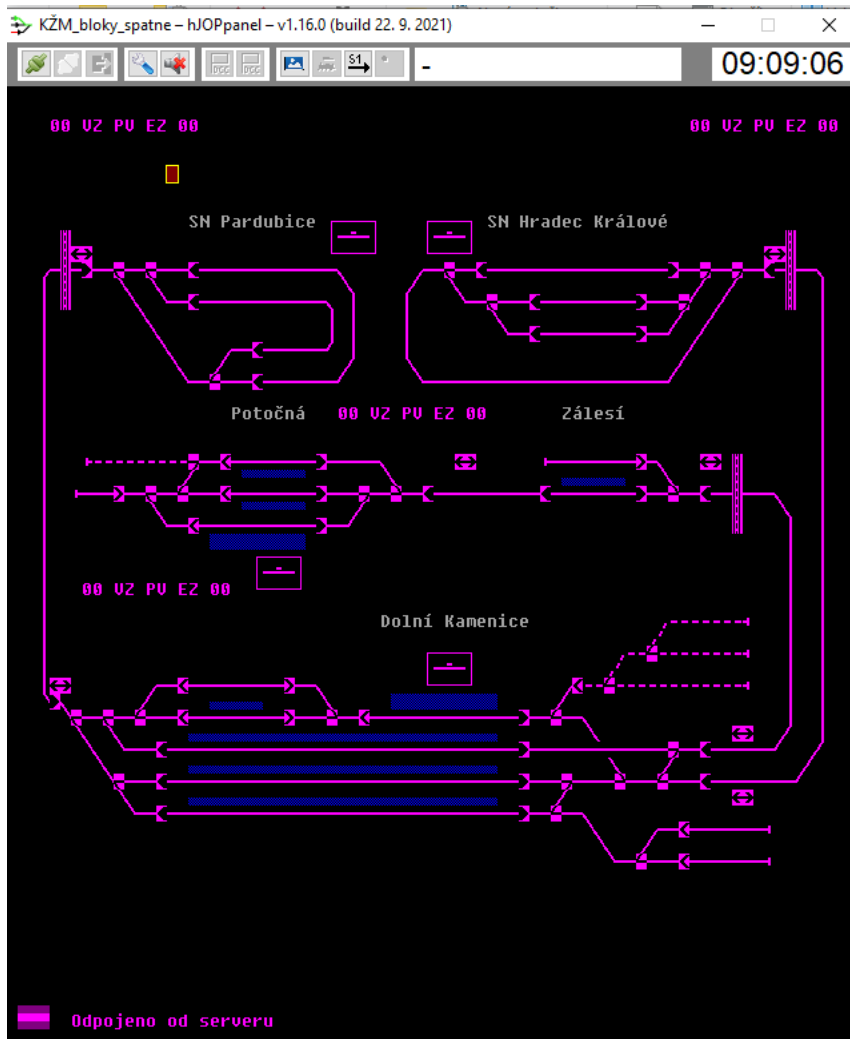
U velkého kolejiště bude užit stejně jako na malém systému se S-COM dekodéry, tj. ke každému návěstidlu se připojí malý dekodér, který bude demodulovat signál pro každé návěstidlo. Každý dekodér pak bude propojen s uživatelsky oblíbenými dekodéry UNI16ARD tří žilovými vodiči.

5.4 Řízení jízdy vlaku

Jelikož se jedná o velké kolejiště s motivem hlavní trati a lokální tratě, přichází v úvahu hned několik softwarů pro řízení jízdy vlaku.

- Pokud bychom chtěli celé kolejiště řídit z jednoho místa, bude vybrán systém Rocrail.
 - Jeho hlavní výhodou je možnost nastavení plně automatického provozu a tím zjednodušení obsluhy.
- Druhá možnost je použití programu hJop od brněnských modelářů.
 - Tento program je již využit na malém digitálním kolejišti.
 - Výhoda na velkém kolejišti by byla v možnosti ovládní každé stanice místně případně několik sdruženě podle potřeby.
 - Nevýhodou v tomto provedení pak nemožnost zatím nastavit plně automatický provoz.

Srdcem celého kolejiště bude centrála holandské firmy Digikeijs DR5000, a hlavně díky pro své nespočetné výhody pro řízení kolejišť.



Obrázek 14: Program hJop u kolejiště Kamenice

6 Závěr

I přes to, že digitalizace kolejiště, a hlavně takhle velkého věřím, že se časem k tomu návrhu (klidně i upravenému) přistoupí.

Čeká nás ještě dlouhá cesta a s přípravou nových dílů je nejlepší je osazovat již moderními přestavníky místo serv, úseky připravit pro budoucí sledování apod. Nejhorší ovšem bude digitalizace vozového parku. Hradecký vozový park čítá stovky lokomotiv, a to nejen továrních výrobců, takže u některých modelů bude digitalizace pracnější.

Dalším faktem jsou vozidla členů klubu, které také nemají zdigitalizované, a tudíž by byly pro provoz nepoužitelné.

V neposlední řadě všechny modeláře trápí nedostatek čipů do dekodérů, tudíž nezvukové dekodéry zejména firmy zimo jsou k nedostání.

Zároveň bych chtěl říct pro všechny modeláře a nejenom začínající, aby se digitálu nebáli a klidně si o něm něco nastudovali. Je to velký pomocník při řízení provozu, který ho dokáže krásně ozvláštnit.

Zdroje

Klub železničních modelářů Hradec Králové [online]. Hradec Králové: Klub železničních modelářů Hradec Králové, 2023 [cit. 2023-03-27]. Dostupné z: <http://www.kzmkh.eu/>

E-shop zdarma - Komponenty DCC [online]. Brno: Král, 2023 [cit. 2023-03-27]. Dostupné z: https://dccdoma.eshop-zdarma.cz/index.php?s=main_page

National Model Railroad Association RSS [online]. tennessee: NATIONAL MODEL RAILROAD ASSOCIATION, 2023 [cit. 2023-03-27]. Dostupné z: <https://www.nmra.org/>

Zababov | klub modulové železnice [online]. Praha: Zababov | klub modulové železnice, 2023 [cit. 2023-03-27]. Dostupné z: <https://zababov.cz/>

MojeTT – pro všechny modeláře měřítko TT [online]. Poděbrady: MojeTT, c2023 [cit. 2023-03-27]. Dostupné z: <https://www.mojett.cz/>

Itvlaky.cz - TT, H0, N modelová železnice a další. Kolejiště, vláčky, mašinky, modely vlaků a železniční modelářství [online]. Fryšták: itvlaky.cz, c2023 [cit. 2023-03-27]. Dostupné z: <https://www.itvlaky.cz/>