

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA APLIKOVANÉ ELEKTRONIKY A TELEKOMUNIKACÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Modifikace reléového přejezdového zabezpečovacího
zařízení zavedeného typu dle normativních požadavků**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Ondřej ŠAFRÁNEK**
Osobní číslo: **E10N0165P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Dopravní elektroinženýrství a autoelektronika**
Název tématu: **Modifikace reléového přejezdového zabezpečovacího zařízení zavedeného typu dle nových normativních požadavků**
Zadávací katedra: **Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

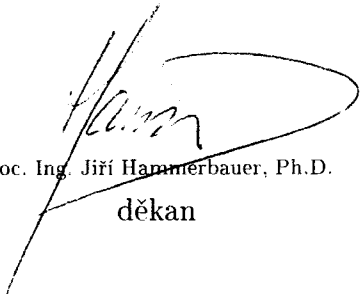
1. Porovnejte požadavky ČSN 34 2650 (rok vydání 1998) a ČSN 34 2650 ed. 2 (rok vydání 2010) kladené na přejezdová zabezpečovací zařízení reléových typů zavedených k užívání v síti SŽDC v obecné rovině.
2. Zhodnoťte původní obvodové řešení reléových přejezdových zabezpečovacích zařízení z pohledu nové normy a navrhňte takové obvodové úpravy původního systému tak, aby systém přejezdového zabezpečovacího zařízení vyhovoval platnému znění normy.
3. Navržené řešení posudte z pohledu hodnocení bezpečnosti - tj. zda-li splňuje požadavky kladené na prvky železničního zabezpečovacího zařízení.

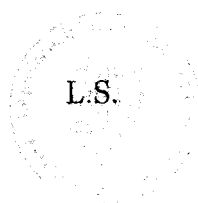
Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Rozsah pracovní zprávy: **20 - 30 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

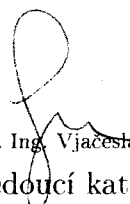
Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Hloušek, Ph.D.**
Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací
Konzultant diplomové práce: **Ing. Marek Tyr**
První SaZ Plzeň

Datum zadání diplomové práce: **15. října 2012**
Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2013**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Dr. Ing. Vjačeslav Georgiev
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2012

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na obvodové modifikace reléového přejezdového zabezpečovacího zařízení v souvislosti s novelizací normy ČSN 34 2650. Obvodové modifikace se týkají mechanické a zvukové výstrahy, dále pak pozitivní signalizace, přejezdníků a poruch přejezdových zařízení. Všechny obvodové změny jsou zhodnoceny z hlediska bezpečnosti v železniční dopravě.

Klíčová slova

Železniční přejezd, zabezpečovací zařízení, výstraha, pozitivní signalizace, přejezdník, poruchy přejezdového zařízení, břevno závory, funkční bezpečnost, technická bezpečnost.

Abstract

The master thesis presents the circuit modifications of the relay interlocking devices on the level crossing with the amendment ČSN 34 2650. Circuit modifications relate to mechanical and acoustic warning, positive signal, engine-driver information and interlocking failures. All circuits are evaluated for safety in railway transport.

Key words

Level crossing, interlocking, level crossing warning, positive signal, engine-driver information, interlocking faults, crossbar, functional and technical safety.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

V Plzni dne 8.5.2013

Jméno příjmení

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval konzultantovi Ing. Marku Tyrovi z firmy 1. SaZ Plzeň za odborné rady a připomínky, kterými byl nápomocen po celou dobu řešení práce.

Dále bych rád poděkoval vedoucímu práce panu Ing. Petru Hlouškovi, PhD z katedry Aplikované elektroniky a telekomunikací za oficiální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH	7
ÚVOD	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	9
1 PŘEJEZDOVÉ ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ - OBECNĚ	10
1.1 ZÁKLADNÍ POJMY	10
1.2 KATEGORIZACE	12
1.2.1 Typy přejezdů	12
1.2.2 Přejezdy vybavené přejezdovým zařízením	12
1.3 VÝSTRAHA NA PŘEJEZDU	13
1.4 AKTIVNÍ (POZITIVNÍ) SIGNALIZACE	14
1.5 PŘEJEZDNÍK	15
1.6 MECHANICKÉ PŘEJEZDOVÉ ZAŘÍZENÍ	16
1.6.1 Mechanické přejezdové zařízení obsluhované na dálku (PZM 1)	16
1.6.2 Mechanické přejezdové zařízení obsluhované místně (PZM 2)	17
1.7 SVĚTELNÉ PŘEJEZDOVÉ ZAŘÍZENÍ	17
2 NORMA ČSN 34 2650 ED. 2	19
2.1 OBSAH NORMY	19
2.2 NOVELIZACE	20
2.2.1 Zvuková výstraha	20
2.2.2 Mechanická výstraha	21
2.2.3 Pozitivní signál	21
2.2.4 Informace pro strojvedoucího	23
2.2.5 Poruchy PZS (nové články v [3])	24
2.2.6 Napájení PZS (upravené znění [3])	24
2.2.7 Informace o PZS	25
2.2.8 Závislost mezi návěstidly a PZS	26
3 OBVODOVÁ ŘEŠENÍ	28
3.1 UKONČENÍ A OBNOVENÍ ZVUKOVÉ VÝSTRAHY	28
3.2 KONTROLA DOBY SKLOPENÍ A NADZVEDNUTÍ BŘEVNA ZÁVORY	29
3.2.1 Kontrola doby sklopení	30
3.2.2 Kontrola nadzvednutí	32
3.3 POZITIVNÍ SIGNALIZACE	33
3.4 PŘEJEZDNÍKY	36
3.5 PORUCHY PZS	38
3.5.1 Nouzový stav	38
3.5.2 Poruchový stav	43
4 HODNOCENÍ Z HLEDISKA BEZPEČNOSTI	45
4.1 OBVOD KONTROLY UKONČENÍ ZVUKOVÉ VÝSTRAHY	45
4.2 OBVOD KONTROLY NADZVEDNUTÍ BŘEVNA ZÁVORY	46
4.3 SPOUŠTĚCÍ OKRUH POZITIVNÍ SIGNALIZACE (VARIANTA ED.2)	46
4.4 NAPÁJECÍ OKRUH PŘEJEZDNÍKU	46
4.5 ZAPOJENÍ RELÉ Z A Y PRO NOUZOVÝ I PORUCHOVÝ STAV	47
4.6 KONTROLA CELISTVOSTI BŘEVNA ZÁVORY	47
5 ZÁVĚR	48
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	50

Úvod

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na obvodové modifikace reléového přejezdového zabezpečovacího zařízení v souvislosti s novelizací normy ČSN 34 2650.

Text je rozdělen do čtyř částí. První část obecně popisuje přejezdová zabezpečovací zařízení. Obsahem této kapitoly jsou základní pojmy užívané v souvislosti s danou problematikou a dále kategorizace přejezdů resp. jejich zabezpečovacích zařízení. Také jsou popsány jednotlivé druhy výstrah včetně pozitivní signalizace a přejezdníku. V závěru první kapitoly je zmíněn princip mechanických a světelných přejezdových zařízení.

Druhá kapitola představuje normu ČSN 34 2650 ed. 2 z roku 2010. Zmíněny jsou rozdíly oproti původní normě z roku 1998, struktura normy a novelizované články. Mezi novelizované články patří zvuková a mechanická výstraha, pozitivní signalizace, informace pro strojvedoucího, poruchy, napájení, informace o přejezdovém zařízení a závislost mezi přejezdovým zařízením a návěstidly.

V třetí části jsou obvodové modifikace reagující na změny nové normy uvedené v druhé části. Je zde obvodové řešení ukončení a obnovení zvukové výstrahy, kontrola doby sklopení a nadzvednutí břevna závory, dále modifikace spouštěcího obvodu pozitivní signalizace, obvodové řešení kmitajícího přejezdníku při nouzovém stavu přejezdového zařízení a nouzové a poruchové stavy přejezdu.

Poslední čtvrtá kapitola hodnotí navržené obvodové úpravy z hlediska bezpečnosti v železniční dopravě.

Seznam symbolů a zkratk

A.....	Odkaz na jiné schéma
AJ, 3J.....	Kontakty opakovače kolejových relé přibližovacího a vzdalovacího úseku
AS, BS.....	Směrová relé a jeho kontakty
CJP, CJS.....	Bezpečné časové jednotky
D.....	Anulační relé a jeho kontakty
Ed. 1.....	ČSN 34 2650 z roku 1998
Ed. 2.....	ČSN 34 2650 ed. 2 z roku 2010
KB.....	Relé kontroly celistvosti břevna závory
KNZ.....	Relé kontroly nadzvednutí břevna závory
KPZ.....	Relé kontroly polohy břevna závor a jeho kontakty
KPZP.....	Pomocné relé kontroly polohy břevna závor a jeho kontakty
KUZ.....	Relé kontroly doby sklopení a jeho kontakty
L-BS, S-BS.....	Relé kontroly svícení bílého světla přejezdníku
L-YS.....	Relé kontroly napájení přejezdníku
+M, -M.....	Napájecí napětí stejnosměrného elektromotoru
NBL, NBS.....	Spouštěcí relé napájecího okruhu přejezdníku
OSR.....	Spouštěcí relé výstrahy vázané na horní polohu břevna závor
OZ.....	Relé kontroly horní polohy břevna závor a jeho kontakty
PM.....	Elektromagnet s přídržným okruhem
PS, ZS, PK, ZK..	Svorky napájení přejezdníku stálým a kmitavým napětím
PZM.....	Mechanické přejezdové zařízení
PZS.....	Světelné přejezdové zařízení
SP (SPQ).....	Spouštěcí relé pozitivní signalizace a jeho kontakty
SR.....	Spouštěcí relé výstrahy nebo jeho kontakty
SRO.....	Opakovač spouštěcího relé nebo jeho kontakty
SS.....	Stejnosměrné napětí přídržného okruhu elektromagnetu PM
T1, T2.....	Vstup resp. výstup paralelního časovače
TP.....	Relé měření předzváněcí doby nebo jeho kontakty
UZ.....	Relé kontroly dolní polohy břevna závor a jeho kontakty
UZQ.....	Opakovač relé kontroly dolní polohy břevna závor a jeho kontakty
Y.....	Relé nouzového stavu přejezdu a jeho kontakty
Z.....	Relé bezporuchového stavu přejezdu a jeho kontakty

1 Přejezdové zabezpečovací zařízení – obecně

Dle § 2 písm. bb) v [1] je železniční přejezd místo, kde se úrovně kříží pozemní komunikace se železnicí, popř. s jinou dráhou ležící na samostatném tělese, a označené příslušnou dopravní značkou.

Jak je uvedeno v [5], přejezdové zabezpečovací zařízení (dále jen „přejezdové zařízení“) musí varovat účastníka provozu pozemní komunikace jednoznačně, zřetelně a včas, že se k přejezdu blíží železniční vozidlo.

Princip chování světelného přejezdového zařízení se závorami při průjezdu vlaku je následující. V základním stavu, kdy se v okolí přejezdu nenachází železniční vozidlo, může být účastníkům silničního provozu dávana pozitivní signalizace svícením přerušovaného bílého světla. Okolím přejezdu je myšlen přibližovací a vzdalovací úsek (u vzdalovacího úseku neplatí vždy). Ovlivněním přibližovacího úseku, dojde ke spuštění výstrahy na přejezdu a započetí odměřování předzváněcí doby. Po uplynutí této doby dochází ke sklopení břevna závor. Jakmile je vhodným zařízením bezpečně vyhodnocen průjezd vlaku přejezdem, nachází se přejezdové zařízení v tzv. anulačním stavu. Břevna závor se zdvihají a ukončuje se výstraha. Jakmile železniční vozidlo opustí vzdalovací úsek a současně není ovlivněn přibližovací úsek jiným železničním vozidlem, přechází přejezdové zařízení opět do základního stavu a může být dávana pozitivní signalizace.

1.1 Základní pojmy

Následují základní pojmy podle [5] užívané v problematice přejezdových zařízení:

- **Výstraha**

je vnější projev funkce přejezdového zařízení, jímž se účastníkům provozu pozemní komunikace zakazuje vjezd nebo vstup na přejezd, případně těmto přikazuje, aby přejezd urychleně opustili.

- **Aktivní (pozitivní) signalizace**

je signalizace, kterou se účastníkům provozu pozemní komunikace oznamuje, že v obvodu přejezdu není žádné železniční vozidlo, které by mohlo ohrozit bezpečnost provozu na přejezdu.

- **Ovládací úsek**

je vymezená část koleje mezi přejezdem a nejvzdálenějším místem, ze kterého je přejezdové zařízení ovlivňováno.

- **Přibližovací úsek**

je ovládací úsek před přejezdem podle směru jízdy.

- **Vzdalovací úsek**

je ovládací úsek za přejezdem podle směru jízdy.

- **Anulační bod**

je místo nebo úsek koleje v blízkosti přejezdu, kde se vyhodnocuje průjezd vozidla přejezdem.

- **Základní stav**

je stav přejezdového zařízení v době, kdy toto není ovlivňováno.

- **Varovný stav**

je stav zařízení s aktivní signalizací v době, kdy nejsou splněny podmínky pro svícení bílého světla aktivní signalizace. Zařízení není ve stavu výstražném ani ve stavu anulace.

- **Výstražný stav**

je stav přejezdového zařízení od započetí do ukončení výstrahy.

- **Stav anulace**

je stav přejezdového zařízení od skončení výstrahy do přechodu do základního stavu nebo znovu do stavu výstražného.

- **Nouzový stav**

je stav přejezdového zařízení od vzniku poruchy, která nemůže ohrozit bezpečnost provozu na přejezdu, do jejího odstranění.

- **Poruchový stav**

je stav přejezdového zařízení od vzniku poruchy, která může ohrozit bezpečnost provozu na přejezdu, do jejího odstranění.

- **Bezporuchový stav**

je stav přejezdového zařízení, kdy se nenachází v poruchovém ani nouzovém stavu.

- **Předzváněcí doba**

je část přibližovací doby od započetí výstrahy do okamžiku, kdy se mohou sklápět závory.

- **Přibližovací doba**

je počáteční část doby výstrahy, v níž čelo železničního vozidla jedoucí traťovou rychlostí projede přibližovací úsek.

- **Doba anulace**

je doba, ve které je anulován vliv obsazeného vzdalovacího úseku přejezdového zařízení

1.2 Kategorizace

1.2.1 Typy přejezdů

Podle způsobu a míry zabezpečení, jak je uvedeno v [6], se přejezdy rozlišují takto:

- ***bez přejezdového zabezpečovacího zařízení***

Tyto jsou pouze označeny výstražnými kříži (Obr. 1), ale nejsou vybaveny žádnou signalizací upozorňující na průjezd vlaku nebo posunujícího dílu a zakazující na potřebnou dobu vjezd účastníků silničního provozu.



Obr. 1 - Výstražný kříž na přejezdech bez přejezdového zabezpečovacího zařízení [7]

- ***vybaveny přejezdovým zabezpečovacím zařízením***

Jsou buďto s manuálním ovládáním, nebo s automatickým zabezpečovacím zařízením. Mají signalizaci, která varuje uživatele pozemní komunikace před přijíždějícím vlakem nebo posunujícím dílem. Signalizace je zpravidla zvuková a světelná, popř. doplněná i závorami. Manuálně ovládané závory zpravidla nebývají doplněné světelnou signalizací a někdy ani zvukovou.

1.2.2 Přejezdy vybavené přejezdovým zařízením

Dle [6] se některé přejezdy vybavují kromě výstražného kříže technickými zařízeními, varující uživatele pozemní komunikace před přijíždějícím vlakem nebo posunujícím dílem. Obvykle se zřizují závislosti přejezdových zařízení na návěstidlech. Tato návěstidla pak nelze postavit na návěst povolující jízdu, pokud není přejezd uzavřen, a naopak.

Možnosti zabezpečení přejezdu:

- **mechanické přejezdové zařízení (PZM)**

Základní výstraha je dávána sklopenou polohou závor, tj. výstraha mechanická.

- **světelné přejezdové zařízení (PZS)**

Základní výstraha je dávána světlem, tj. výstraha světelná.

V [3] se říká, že přejezdové zařízení se obecně skládá:

- z částí, kterými se poskytuje:
 - signalizace uživateli pozemní komunikace,
 - indikace obsluhujícímu zaměstnanci,
 - informace strojvedoucímu,
 - diagnostická informace udržujícímu zaměstnanci,
- z ovládacích částí,
- ze závislostních částí,
- z komunikačního zařízení,
- z napájecích částí,
- z nosných (konstrukčních) částí,
- z kabelového rozvodu.

1.3 Výstraha na přejezdu

Jak je zmíněno v [5], výstraha na přejezdu musí být dávána tak dostatečně včas, aby nejdelší a nejpomalejší vozidlo, které při započetí výstrahy se již nemůže před přejezdem zastavit, bezpečně přejezd opustilo. Znamená to opustit přejezd před počátkem sklápění břevna, a nemá-li přejezd závory, musí vozidlo minout hranici nebezpečného pásma nejpozději 6 sekund před příchodem čela vlaku na přejezd.

Následuje popis jednotlivých druhů výstrah podle [5]:

- **Světelná výstraha**

Je dávána ve směru pozemní komunikace dvěma červenými střídavě přerušovanými světly umístěnými vedle sebe (*Obr. 2*). Musí trvat po celou dobu výstrahy a v případě výstrahy mechanické až do úplného zdvižení závor.

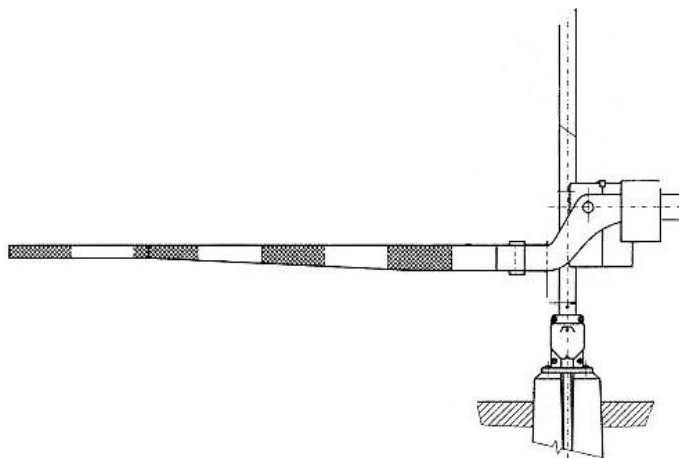


Obr. 2 - Světelná výstraha [7]

- **Mechanická výstraha**

Je dávana sklápěním, sklopením a zdviháním břeven závor (Obr. 3). Doba sklápění nebo zdvihání závor musí být na PZM nejvíce 18 s a na PZS nejvíce 10 s.

Břevno závor musí být lehké konstrukce, aby bylo lehce přerazitelné v případě uzavření vozidla na přejezdu. Musí být natřeno červenobílými pruhy s červenými odrazkami.



Obr. 3 - Mechanická výstraha (původně z [8])

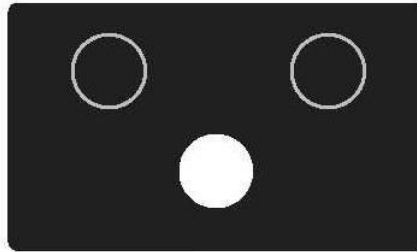
- **Zvuková výstraha**

Je dávana úderem výstražného zvonku nebo jeho elektronickou imitací.

1.4 Aktivní (pozitivní) signalizace

Aktivní (též také odborně nazývaná pozitivní) signalizace přerušovaným svícením bílého světla oznamuje uživateli pozemní komunikace, jak je uvedeno v [5], že v obvodu přejezdu

není žádné kolejové vozidlo, které by mohlo ohrozit na přejezdu jeho bezpečnost. Bílé světlo je umístěné pod světly červenými ve vrcholu trojúhelníku (*Obr. 4*).



Obr. 4 - Pozitivní signalizace [9]

1.5 Přejezdník

Přejezdník je podle [5] světelné železniční návěstidlo, kterým je strojvedoucí informován o stavu přejezdu. Svítily přejezdníku jsou umístěny na návěstní desce trojúhelníkové tvaru postavené na základně. Deska je černá s bílým orámováním. Na základně jsou dvě žlutá světla, ve vrcholu jedno světlo bílé (*Obr. 5*). Přejezdník může mít mnoho podob od 3světelného provedení, až po atrapu. Volba druhu přejezdníku závisí na rozhledových poměrech strojvedoucího, typu přejezdového zařízení, členění trati apod. Umisťuje se vždy na zábrzdnu vzdálenost od přejezdu.



Obr. 5 – Přejezdník [10]

Přejezdník (aktivní 3 světla) udává následující informace:

- přejezd uzavřen – žlutá a bílé světlo (strojvedoucí může pokračovat v jízdě traťovou rychlostí),

- přejezd v nouzovém stavu – žlutá a přerušované bílé světlo (strojvedoucí může pokračovat v jízdě traťovou rychlostí, ale musí nahlásit osobě řídící drážní dopravu, že přejezd se nachází v nouzovém stavu),
- přejezd otevřen nebo v poruchovém stavu – jen žlutá (musí snížit traťovou rychlost tak, aby zastavil železniční vozidlo před přejezdem),
- přejezdové zařízení bez napájení – žádné světlo (musí snížit traťovou rychlost tak, aby zastavil železniční vozidlo před přejezdem).

1.6 Mechanické přejezdové zařízení

V této kapitole je zmíněn popis a kategorizace mechanického přejezdového zařízení podle [5].

Mechanické přejezdové zařízení PZM je zařízení, jehož základní výstraha je dávana břevny závor. Spojení závor s místem obsluhy (pohonem závor) je mechanické, prostřednictvím drátovodů (Obr. 6).



Obr. 6 - Mechanické přejezdové zařízení [7]

Nová mechanická přejezdová zařízení mohou být vybudována jen v provozně a ekonomicky zdůvodněných případech, vyjma stanic a tratí se zabezpečovacím zařízením 3. kategorie. Výjimečně je možno mechanické přejezdové zařízení doplnit světelnou výstrahou, přejezdníky nebo světelnou výstrahou s přejezdníky.

1.6.1 Mechanické přejezdové zařízení obsluhované na dálku (PZM 1)

PZM obsluhované dálkově je takové zařízení, které splňuje následující podmínky:

- závorářské stanoviště je od přejezdu vzdáleno více než 60 m,
- z místa obsluhy nemusí být přejezd viditelný,
- postup obsluhy se nesmí zpomalit ani přerušit.

Provozní stavy:

- Základní stav — výstraha není dávana;
- Výstražný stav A — je dávana pouze zvuková výstraha;
- Výstražný stav B — břevna závor se sklápějí a je dávana zvuková výstraha;
- Výstražný stav C — břevna závor jsou sklopena, zvuková výstraha není dávana;
- Výstražný stav D — břevna závor jsou zdvihána, zvuková výstraha není dávana;

1.6.2 Mechanické přejezdové zařízení obsluhované místně (PZM 2)

PZM obsluhovaná místně jsou taková zařízení, která splňují podmínky:

- závorářské stanoviště (místo obsluhy) není od přejezdu vzdáleno více než 60 m,
- z místa obsluhy je na celý přejezd spolehlivě vidět i za snížené viditelnosti,
- z místa obsluhy lze upozornit uživatele pozemní komunikace voláním nebo jiným způsobem na to, že k přejezdu se blíží železniční vozidlo.

Provozní stavy:

- Základní stav — výstraha není dávana,
- Výstražný stav — výstraha je dávana.

Výstraha počíná sklápěním břevna závor, přičemž obsluhující pracovník má možnost sklápění břevna závor přerušit, vyčkat a opět pokračovat ve sklápěním.

1.7 Světelné přejezdové zařízení

V této kapitole je zmíněn popis světelného přejezdového zařízení podle [5].

Světelné přejezdové zařízení PZS je přejezdové zařízení, jehož základní výstraha je dávana světlem (*Obr. 7*). Ovládání světelné výstrahy i výstrah doplňkových je elektrické a zpravidla závislé na jízdě vlaku.

PZS lze ovládat:

- ručně, zpravidla tlačítkem,
- automaticky, prostřednictvím ovládacích úseků ovlivňovaných jízdou železničního vozidla,
- střídavě, v závislosti na místních podmínkách ručně i automaticky.



Obr. 7 - Světelné přejezdové zařízení se závorami [11]

Na jednokolejném přejezdu se přednostně používá PZS bez závor. Na vícekolejném přejezdu se musí použít PZS se závorami.

Začátek přibližovacího úseku musí být v takové vzdálenosti od přejezdu, aby železniční vozidlo jedoucí traťovou rychlostí dojelo na přejezd po uplynutí směrodatné doby pro výpočet přibližovacího úseku.

V ekonomicky a provozně zdůvodněných případech lze přibližovací úsek zkrátit, a to za podmínky, že jízda železničního vozidla k přejezdu je řízena návěstidlem s absolutní návěstí Stůj.

Provozní stavy:

- základní stav — přejezd je otevřen (jen pro PZS s pozitivní signalizací),
- varovný stav — přejezd je otevřen (jen pro PZS s pozitivní signalizací),
- výstražný stav — přejezd je uzavřen:
 - výstražný stav A — břevna závor se nesmí sklápět,
 - výstražný stav B — břevna závor se sklápějí,
 - výstražný stav C — břevna závor jsou sklopena,
 - výstražný stav D — břevna závor se zdvíhají,
- stav anulace — přejezd je otevřen.

2 Norma ČSN 34 2650 ed. 2

Norma, platná od 1. února 2012, stanovuje základní technické požadavky na řešení přejezdových zařízení používaných na celostátních, regionálních dráhách a vlečkách pro zajištění bezpečnosti a řízení pohybu drážních a silničních vozidel, cyklistů a chodců na přejezdu.

Je přímou náhradou normy původní (ČSN 34 2650 ed. 1) z října 1998. V celkovém důsledku nová norma řeší stejnou problematiku jako norma původní, avšak tuto upřesňuje, doplňuje její obsahové složení a je rozšířena o nové články.

Nově budovaná přejezdová zařízení musí splňovat náležitosti této normy, přičemž zařízení uvedená do provozu před datem účinnosti mohou být ponechána v provozu do doby jejich rekonstrukce, pokud vyhovovala normám a předpisům platných v době jejich uvedení do provozu.

2.1 Obsah normy

Text je rozčleněn do 3 částí:

- *Úvod*

Úvodní část normy se zabývá souvisejícími právními předpisy a normami ČSN, dále rozsahem platnosti normy a citovanými normativními dokumenty. Jsou zde shrnuty definice (klíčová slova) a kategorizace přejezdových zařízení podle značení i užití.

- *Technické požadavky*

Jedná se o vlastní normu řešící problematiku přejezdových zařízení. Obsahem jsou základní ustanovení, detailně rozepsané články o druzích výstrahy, pozitivním signálu a přejezdnících. Tato část dále pokračuje stejně detailním popisem mechanických přejezdových zařízení (PZM) a světelných přejezdových zařízení (PZS), přičemž PZS obsahují další pasáže o poruchách a napájení.

- *Přílohy*

Tyto tvoří doplňující text normy. Zmíněny jsou výpočty dob a délek přejezdového zařízení a souvisejících přilehlých úseků, dále umístění vnějších prvků, přejezdové tabulky a doplňující údaje.

2.2 Novelizace

Novelizace normy ČSN 34 2650 přinesla řadu změn. Byly opraveny a doplněny souvisící a citované ČSN, byla definována nouzová obsluha, dále nastaly úpravy v technických požadavcích, byla doplněna příloha s metodikou výpočtu dob u PZS a nově zpracována tabulka přejezdu.

V předkládané diplomové práci se zabýváme modifikacemi reléových přejezdových zabezpečovacích zařízení; dále tedy budou zmíněny a porovnány příslušné články technických požadavků, z nichž některé mají v kapitole 3 nutnou obvodovou modifikaci a zbylé jsou předmětem konkrétního projektu – jsou tedy zmíněny pouze teoreticky.

2.2.1 Zvuková výstraha

Podmínky pro činnost zvukové výstrahy doznaly několika změn. Popisují obecné i praktické náležitosti.

- ***Frekvence přerušování zvukového signálu***

Dle [2] musí mít zvukový signál frekvenci přerušování $60 \text{ cyklů/min} \pm 20 \%$, přičemž se připouští, aby každý úder návěstního zvonce byl zdvojený.

[3] upravuje frekvenci přerušování zvukového signálu na $(60 \pm 15) \text{ cyklů/min}$, přičemž se připouští, aby každý úder návěstního zvonce byl zdvojený. Toto je vyřešeno elektronickou imitací původního mechanického zvonce, kde je tolerance interně nastavena.

- ***Více zdrojů výstrahy na jednom místě***

Nový článek v [3] říká, že jsou-li na jednom stožáru umístěny dva nebo více zdrojů zvukové výstrahy, postačí, aby byl v činnosti pouze jeden z nich. Obdobně lze postupovat, pokud jsou zdroje zvukové výstrahy na samostatných stožárech a pokud mezi stožáry není jízdní pruh nebo pruh pro chodce či cyklisty, a vzdálenost zdrojů zvukové výstrahy není větší než 2 m.

- ***PZS se závorami (nové články dle [3])***

Zvuková výstraha na výstražníku musí být ukončena, je-li jízdní pruh (pruhy), pruh (pruhy) pro chodce nebo cyklisty, pro které je výstražník určen, přehrazen sklopeným břevnem závory, a to nejpozději po sklopení všech břevnen závory. Pokud by vzhledem k uspořádání výstražníků a závory po sklopení břevnen závory byla zvuková výstraha dávana pouze z jednoho výstražníku, musí se zvuková výstraha vhodně zachovat i na některém dalším výstražníku.

Jestliže z některého jízdniho pruhu nebo vjezdu z přilehlé nemovitosti (garáž, průjezd) je možno vjet na přejezd se závorami mimo sklopenou závoru, musí být zajištěna zvuková výstraha pro takový jízdni pruh nebo vjezd nejméně ze dvou zdrojů i v době, kdy by dle výše uvedeného byla zvuková výstraha vypnuta.

Není-li zvuková výstraha vypnuta podle předchozích dvou odstavců, vypíná se současně s povelém k ukončení mechanické výstrahy. Nedošlo-li ke sklápění břevna závory, vypíná se současně se světelnou výstrahou.

Dojde-li ke ztrátě kontroly dolní polohy břevna závory v době, kdy má být mechanická výstraha dávana, musí se obnovit zvuková výstraha nejméně na výstražníku určeném pro stejný jízdni pruh, resp. pruh pro chodce nebo cyklisty, jako břevno závory.

Po dobu zvedání břevna závory se zvuková výstraha u PZS nedává, pokud zařízení nepřijalo povel k nové výstraže.

2.2.2 Mechanická výstraha

- *Pozice a stav břevna závory*

Zvednuté břevno závory nesmí zasahovat do průjezdného prostoru pozemní komunikace. Sklopené břevno závory při přehrazení celé pozemní komunikace musí dle [3] přehrazovat alespoň 90 % šířky jízdniho pruhu namísto původních 80 %. Pokud přeražené břevno závory dále přehrazuje méně než 50 % šířky jízdniho pruhu, musí to být zařízením vyhodnoceno jako nesprávná funkce mechanické výstrahy.

- *Nadzvednutí, resp. uvolnění břevna závory*

[3] nově stanovuje, je-li břevno závory PZS nadzvednuto ze sklopené polohy a následně uvolněno, musí se po uvolnění samočinně začít ihned sklápět a musí dosáhnout sklopené polohy nejpozději do 10 s od uvolnění u závory bez nuceného sklápění, resp. nejpozději do 20 s od uvolnění u závory s nuceným sklápěním.

2.2.3 Pozitivní signál

- *Kmitočet přerušování pozitivní signalizace*

Kmitočet přerušování bílého světla musí být dle [3] (40 ± 10) cyklů/minutu oproti 40 cyklům/min ± 20 %, které udávala [2]. Doba svícení musí být 40 % až 60 % doby jednoho cyklu, což je v obou verzích normy shodné. Řešení je analogické s použitím elektronického zvonku u zvukové výstrahy. Změna tolerance je vyřešena elektronickým kmitačem, kde je změna tolerance interně nastavena, místo původního tyristorového řešení.

- **Vypnutí pozitivní signalizace**

Přejezdové zařízení musí nově umožnit udržujícímu zaměstnanci vypnout pozitivní signál, aniž by tím došlo k vyhodnocení nouzového stavu.

- **Podmínky pozitivního signálu (nové znění dle [3])**

Přejezdové zařízení smí dávat pozitivní signál jen při současném splnění těchto podmínek:

- a) PZ není v takové poruše, která neumožňuje vyhodnotit splnění podmínek níže uvedených bodů b) až g);
- b) PZ vyhodnocuje vlastními ovládacími prvky, případně prvky jiného zařízení, že všechny koleje, přes které přejezd vede, jsou volné (včetně jejich eventuálního rozvětvení) nejméně do vzdálenosti 60 m od nejbližší krajnice pozemní komunikace nebo od nejbližšího okraje chodníku, je-li blíže (měřeno v ose příslušné koleje), kromě částí, ze kterých je přejezd kryt odvratnou výhybkou v odvratné poloze nebo výkolejkou v poloze na kolejnici;
- c) PZ vyhodnocuje vlastními ovládacími prvky, případně prvky jiného zařízení, že další části přibližovacích úseků popř. i větší úsek trati ve všech kolejích, přes které přejezd vede, jsou v celé délce (včetně jejich eventuálního rozvětvení) volné s výjimkou:
 - částí, ze kterých je přejezd kryt odvratnou výhybkou v odvratné poloze nebo výkolejkou v poloze na kolejnici; nebo
 - částí ze kterých je přejezd kryt hlavním návěstidlem s absolutním významem návěsti „Stůj“ platným i pro posun a posun mezi dopravnami, pokud:
 - není proveden závěr jízdní cesty;
 - není dán příkaz k rozsvícení návěsti dovolující jízdu vlaku, přivolávací návěsti ani návěsti „Posun dovolen“;
 - částí, ze kterých je přejezd kryt světelným seřadovacím návěstidlem s návěstí „Posun zakázán“, pokud:
 - není proveden závěr posunové cesty na přejezd od tohoto návěstidla;
 - není dán příkaz k rozsvícení návěsti „Posun dovolen“ na tomto návěstidle;
 - není proveden závěr vlakové cesty, která vede kolem tohoto seřadovacího návěstidla na přejezd a která začíná od předchozího hlavního návěstidla s absolutním významem návěsti „Stůj“;
 - není dán příkaz k rozsvícení návěsti dovolující jízdu vlaku, přivolávací

návěští pro jízdu vlaku kolem tohoto seřaďovacího návěstidla na předchozím hlavním návěstidle s absolutním významem návěští „Stůj“;

- části před přejezdníkem s návěstí „Otevřený přejezd“;
- d) PZ vyhodnocuje, že další části vzdalovacího úseku: 1) jsou volné 2) nebo jsou volné pouze v části a jsou pro činnost pozitivní signalizace splněny podmínky popsané v bodě c) nebo 3) jsou obsazeny drážním vozidlem pohybujícím se směrem od přejezdu (zařízení je v anulaci). Musí však být zajištěna bezpečnost pro případ návratu drážního vozidla zpět do přejezdu a musí být i zakázána jízda dalšího vozidla v opačném směru pokud probíhá anulace a po uplynutí mezní doby anulace musí být anulace bezpečně zrušena.
- e) PZ není nouzově vypnuto z činnosti;
- f) PZ nedává ani nemá dávat výstrahu;
- g) pozitivní signál není vypnut udržujícím zaměstnancem.

- **Poznámka k podmínkám pozitivní signalizace**

Jsou-li jako prvky detekce volnosti využívány bodové prvky, lze přibližovací úsek považovat za volný, je-li vyhodnoceno jeho vnitřní funkcí postupné uvolnění a obsazení následného úseku a kontakty kmenového relé jsou přímo využívány v napěťové vazbě v systému PZS. V tomto uvedeném případě lze výstrahu ukončit okamžitě a jsou-li splněny podmínky pro svícení pozitivní signalizace, pak lze rozsvítit i tuto. V případě použití kolejových obvodů, popř. se přenáší opakovači relé prvků detekce volnosti pomocí bezpečného přenosového zařízení s možností vnesení do přenosu informace o volnosti dopravní zpoždění, musí být volnost hlídaných úseku vyhodnocována alespoň 15 s - pak lze úsek technicky uvolnit.

2.2.4 Informace pro strojvedoucího

- **Přejezdníky (nový článek v [3])**

Umožňuje-li to předpis provozovatele dráhy, může být u PZS L bez přenosu informací přímo udržujícím zaměstnancem návěst „Uzavřený přejezd“ provedena dvojitým způsobem, a to se stálým bílým světlem, nebo s přerušovaným bílým světlem. Návěst s přerušovaným bílým světlem se použije za nouzového stavu PZS, kromě výpadku napájení trvajících kratší dobu, než stanoví provozovatel dráhy. Předpis provozovatele dráhy musí strojvedoucímu předepsat povinnost hlásit osobě řídící drážní dopravu, že na přejezdníku svítila návěst „Uzavřený přejezd“ s přerušovaným bílým světlem.

2.2.5 Poruchy PZS (nové články v [3])

- **Poruchový stav musí být vyhodnocen při**
 - a) dopravním klidu na přejezdu a to již od přijetí povelu k jeho zavedení až do ukončení dopravního klidu na přejezdu, pokud není zřízena indikace podle kapitoly 5.3.6.5 b) v ed.2 o dopravním klidu na přejezdu, a při zřízení závislosti návěstidla na pohotovostním stavu, pokud není zřízena současně závislost návěstidla na bezvýlukovém stavu;
 - b) nedosažení horní koncové polohy břevna závory po povelu k jejímu zvednutí a uplynutí doby zvedání břeven závor u typů PZS konstrukce schválené po 2010.01.01. Za odstranění poruchy se považuje dosažení horní koncové polohy břevna závory a ukončení mechanické i světelné výstrahy. U ostatních poruch musí informace o poruchovém stavu trvat až do potvrzení odstranění příčiny udržujícím zaměstnancem.
- **Nouzový stav musí být vyhodnocen při**
 - a) poruše světelného zdroje bílého světla výstražníku, kdy již nejsou splněna kritéria svítivosti
 - b) při nedosažení horní koncové polohy břevna závory po povelu k jejímu zvednutí a uplynutí doby zvedání břeven závor u starších typů PZS, nebo při dosažení horní koncové polohy břevna závory až po uplynutí doby zvedání závor u nových typů PZS
 - c) při ztrátě celistvosti břevna závory na přejezdech pojížděných traťovou rychlostí do 120 km/h

2.2.6 Napájení PZS (upravené znění [3])

Články týkající se napájení PZS doznaly terminologických i technických úprav.

Napájení pro PZS 2. a 3. kategorie musí mít zajištěnou dodávku elektrické energie odpovídající 1. kategorii důležitosti. Tzn. napájením jedním zdrojem splňující podmínky pro dodávku elektrické energie 1. kategorie - např. 6kV pro napájení zabezpečovacích zařízení na železnici. Dále je možno zajistit napájení dvěma nezávislými zdroji, hlavním a náhradním. Jsou-li použity dva nezávislé zdroje, obvykle se využívá jako hlavní zdroj přípojka veřejné rozvodné sítě. Jako náhradní zdroj se využívá akumulátorová baterie s dobíječem nebo druhá nezávislá přípojka z jiné lokální distribuční sítě nebo distribuční trafostanice.

Každý napájecí vnější zdroj má být dimenzován na největší vlastní spotřebu PZS. Náhradní zdroj musí být dimenzován na požadavky plného napájení PZS při výstraze (min. po dobu stanovenou předpisem provozovatele dráhy).

K nově budovanému PZS musí být možno připojit zvnějšku další náhradní zdroj pro napájení elektrocentrálou.

2.2.7 Informace o PZS

Rozsah indikací (informací) zůstává zachován v původním tvaru [2], pouze pravidla pro jejich svícení/zobrazování se v [3] mění. Indikace je nutné vždy navrhovat v souvislosti s konkrétní situací, která může v praxi nastat. Z toho důvodu jsou změny oproti staré normě zmíněny pouze teoreticky.

- **Indikace v dopravě**

Nově je dovoleno, aby při zavedení dopravního klidu na přejezdu bylo možno zhasnout s indikací bezvýlukového stavu i modrou indikací bezanulačního stavu.

[3] také upravuje bod o indikaci PZ, když není v dopravním klidu a to tak, že indikace není vždy zřizována.

- **Slučování indikací jednoho PZS**

Na jednokolejné trati lze sloučit:

- a) indikaci bezvýlukového stavu a indikaci bezanulačního stavu (bílé světlo);
- b) indikaci bezporuchového stavu s indikací bezvýlukového stavu (zelené světlo) a indikaci nouzového stavu s indikací bezvýlukového stavu (žluté světlo);
- c) indikaci pohotovostního stavu s indikací bezvýlukového stavu (zelené světlo)
- d) indikaci bezporuchového stavu s indikací bezvýlukového stavu a bezanulačního stavu (zelené světlo) a indikaci nouzového stavu s indikací bezvýlukového stavu a bezanulačního stavu (žluté světlo);
- e) indikaci pohotovostního stavu s indikací bezvýlukového stavu a bezanulačního stavu (zelené světlo)

Na dvoukolejné a vícekolejné trati lze pro jednotlivé koleje sloučit indikace bezvýlukového stavu a indikace bezanulačního stavu (bílé světlo).

Název sloučené indikace musí obsahovat názvy všech slučovaných indikací.

- **Slučování indikací několika PZS**

Na jednokolejné nebo vícekolejné trati lze sloučit tyto indikace:

- a) pohotovostního stavu - kdy na žádném z nich není poruchový stav (stále zelené světlo);
- b) výstrahy - kdy alespoň jeden z nich dává výstrahu - zpravidla stále bílé světlo (bez ohledu na uplynutí zpoždění pro rozsvícení povolujícího návěstního znaku nebo sklopení břevna závora);
- c) bezvýlukového stavu („x-tá“ kolej) - kdy na žádném z nich není provedena výluka závislostí na ovládacích prvcích (v „x-té“ koleji), ani zaveden dopravní klid na přejezdu (v „x-té“ koleji) - stále bílé světlo;
- d) bezanulačního stavu („x-tá“ kolej) - stav, kdy na žádném z nich není anulace (v „x-té“ koleji) - stále modré světlo;
- e) indikace podle bodu c) a d) lze slučovat jako v kapitole o slučování indikací jednoho PZS - stále bílé světlo;
- f) indikace podle bodu a), c) a d) lze slučovat jako v kapitole o slučování indikací jednoho PZS - stále zelené světlo.

Sloučení indikací z více PZS se nesmí provést u těch PZS, u kterých obsluhující zaměstnanec musí podle indikací pravidelně rozhodnout za jakých podmínek se vlak nebo posun mezi dopravnami má vrátit z místa pravidelného návratu z tratě (např. ze zastávky, z níž se pravidelně vlaky vrací) a tato PZS byla v různém stavu (např. na některém by byla zavedena výluka a na ostatních nikoliv).

Při poskytování informace o vzniku/změně nouzového stavu se optická indikace doplní indikací akustickou, která je vypínatelná.

2.2.8 Závislost mezi návěstidly a PZS

Podle [3] se mezi PZS a návěstidly s absolutním významem návěsti „Stůj“, nebo návěsti „Posun zakázán“ povolujícími jízdu na přejezd, umístěnými v přibližovacím úseku, musí zřídit závislosti. Takovou závislost lze zřídit i u návěstidla s permisivním významem návěsti „Stůj“ pokud předpisy provozovatele dráhy zajišťují bezpečnost na přejezdu i při jízdě za toto návěstidlo zakazující jízdu.

Návěstidlo umístěné podle předchozího odstavce může dávat povolující jízdní znak (tímto se nemyslí přivolávací návěst), pokud jsou u PZS splněny podmínky podle 5.3.12.1 a) až c) [3] o poskytování informací PZS. Při nesplnění této podmínky lze povolující jízdní znak rozsvítit,

pokud je dokumentovatelným úkonem potvrzeno, že bezpečnost na přejezdu je zajištěna jiným způsobem.

Závislost podle výše uvedeného lze zřídít i u jiných nejbližších hlavních a seřadovacích návěstidel, která povolují jízdu na přejezd a nenacházejí se v jeho přibližovacím úseku. Doporučuje se, aby odjezdová návěstidla byla závislá na stavu všech PZS bez přejezdníků na trati.

Závislost PZ na navazujícím zabezpečovacím zařízení musí zajistit, že jízda drážního vozidla na přejezd (pro danou kolej a směr jízdy) může být dovolena, je-li zaručeno, že přibližovací doba uplyne dříve, než drážní vozidlo dojede k přejezdu. Doba zpoždění rozsvícení návěstidla se nesmí ani poruchou zkrátit.

Závislosti přejezdových zařízení na návěstidlech je nutné vždy navrhovat v souvislosti s konkrétní situací, která může v praxi nastat. Z toho důvodu jsou změny oproti staré normě zmíněny pouze teoreticky.

3 Obvodová řešení

Tato kapitola se věnuje obvodovým modifikacím reléových zabezpečovacích zařízení reagujících na změny v normě ČSN 34 2650, resp. ČSN 34 2650 ed.2. Většina modifikací má teoretický základ v kapitole 2.2.

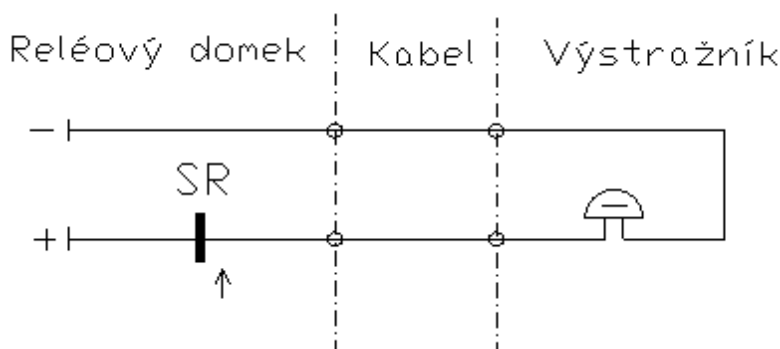
Zkratky a označení prvků ve schématu jsou pro přehlednost zvýrazněny.

3.1 Ukončení a obnovení zvukové výstrahy

Zvuková výstraha na výstražníku musí být dle 2.2.1 ukončena po sklopení břevna závory. Dále se musí zvuková výstraha obnovit, jestliže dojde ke ztrátě kontroly dolní polohy břevna závory. Po dobu zvedání břevna závory se zvuková výstraha nedává.

- **Původní řešení dle ed.1**

Výstražný zvonec je zapojen v sérii s kontaktem relé **SR**, které je v základním stavu přitažené. Jakmile odpadne kotva relé **SR**, kontakt **SR** sepne, uzavře se obvod a započne zvuková výstraha (předzváněcí doba). Tento obvod (*Obr. 8*) však postrádá jakoukoliv návaznost na polohu břevna závory a neumožňuje po sklopení břevna ukončit zvukovou výstrahu, tedy nevyhovuje nové normě.



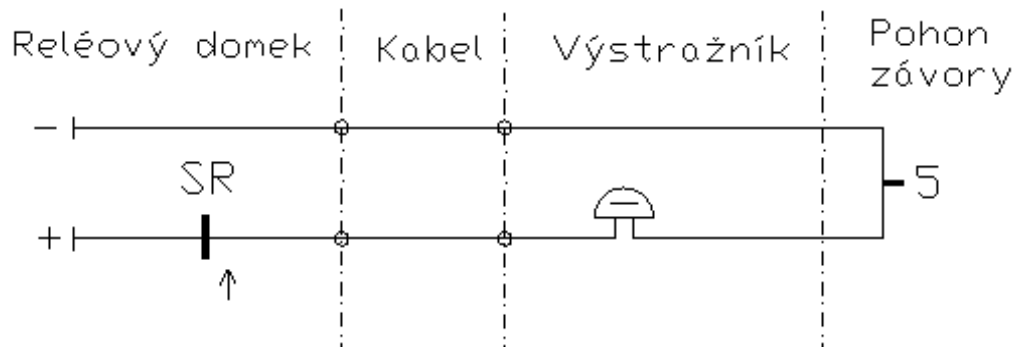
Obr. 8 - Schéma zapojení zvukové výstrahy dle ed.1

- **Modifikované řešení dle ed.2**

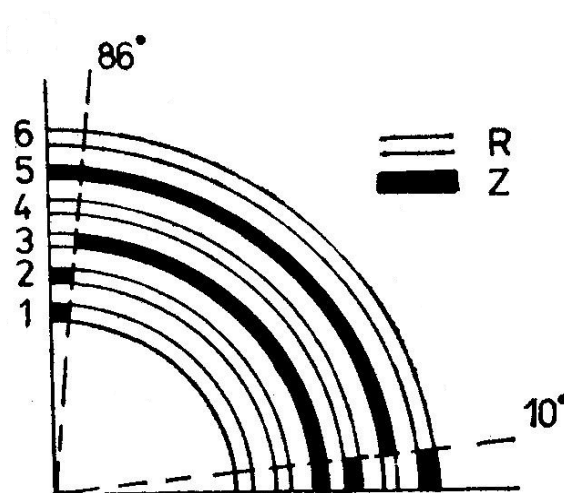
Aby obvod na *Obr. 8* vyhovoval novému znění normy, je třeba doplnit kontrolu polohy břevna závory. Toho je docíleno přidáním 5. kontaktu ovládaného osou břevna závory (*Obr. 9*). Kontakt 5 je sepnutý po celou dobu, kdy je závora zdvižena, sklápí se nebo se zdvihá. Jediný okamžik rozepnutí 5. kontaktu je poloha sklopeného břevna závory (*Obr. 10*). Funkce obvodu na *Obr. 9* je totožná s obvodem na *Obr. 8*, avšak kontakt 5 zapříčiní rozpojení obvodu při jeho rozepnutí, čímž je splněno kritérium ed.2 o ukončení zvukové výstrahy po sklopení břevna závory.

Dále je díky kontaktu 5 vyhověno i podmínce, že při nadzvednutí závory musí být zvuková výstraha obnovena.

Při anulaci přejezdového zařízení, resp. zvedání břevna závora, dochází k odpadu kotvy relé **SR** a tedy i k sepnutí kontaktu **SR**, který přeruší obvod zvukové výstrahy.



Obr. 9 - Schéma zapojení zvukové výstrahy dle ed.2



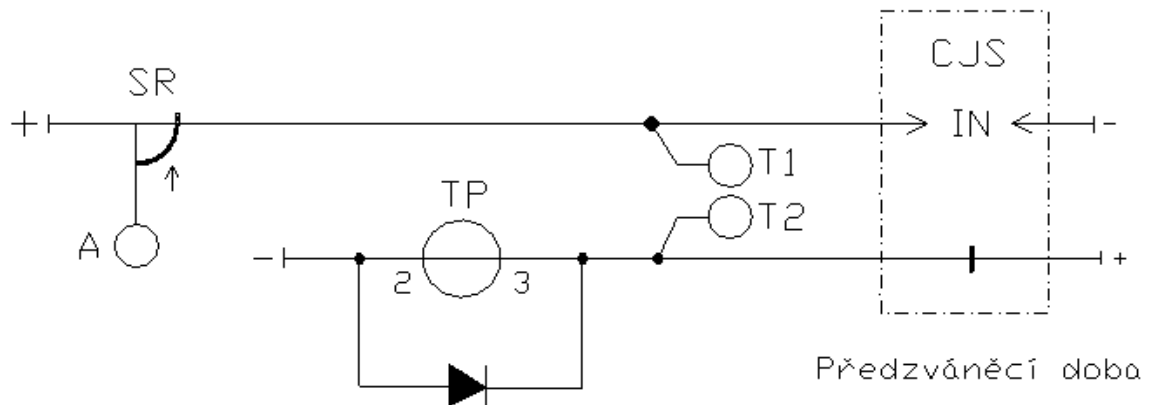
Obr. 10 - Diagram zapínání a rozepínání kontaktů břevna závora [5]

3.2 Kontrola doby sklopení a nadzvednutí břevna závory

Ed. 1 neřeší zvláštním článkem nadzvednutí závory a následné vyhodnocení. Ed. 2 nově stanovuje, že je-li břevno závory nadzvednuto, musí se po uvolnění samočinně vrátit do sklopené polohy do 10 sekund po uvolnění (více v kapitole 2.2.2). Jelikož možnému nadzvednutí vždy předchází proces sklopení a hlídání doby sklopení břevna závora, bude v následující kapitole uveden přednostně.

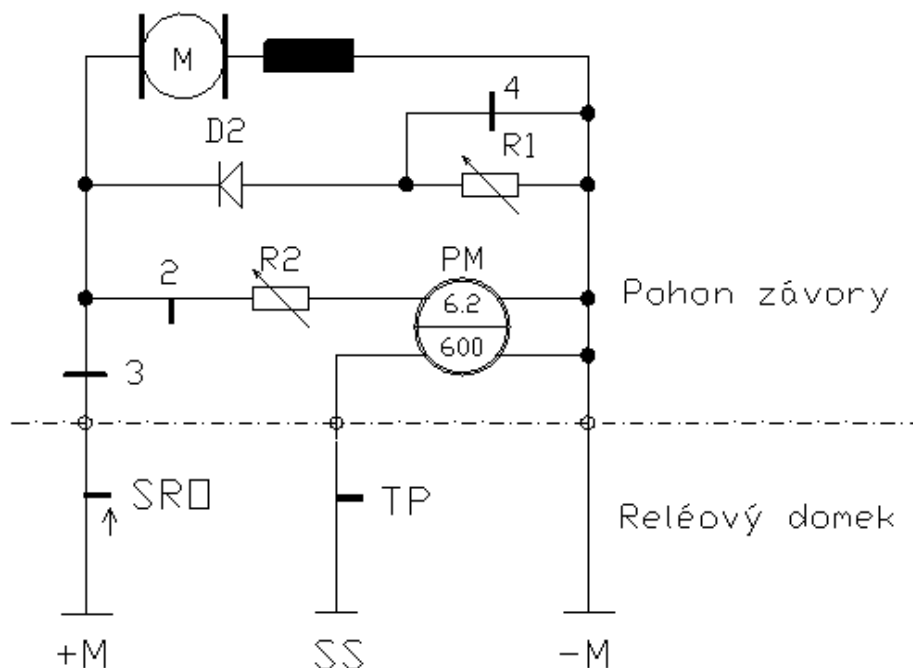
3.2.1 Kontrola doby sklopení

Obsazení přibližovacího úseku drážním vozidlem zapříčiní odpad kotvy relé **SR** a přepnutí kontaktu **SR** (Obr. 11). V tu chvíli začne časovač (**CJS**) odměřovat nastavenou hodnotu předzváněcí doby. Po uplynutí předzváněcí doby sepne kontakt časovače a kotva relé **TP** přitáhne. Vstup **T1** a výstup **T2** spojují paralelní časovač z důvodu spolehlivého odměřování nastavené doby.



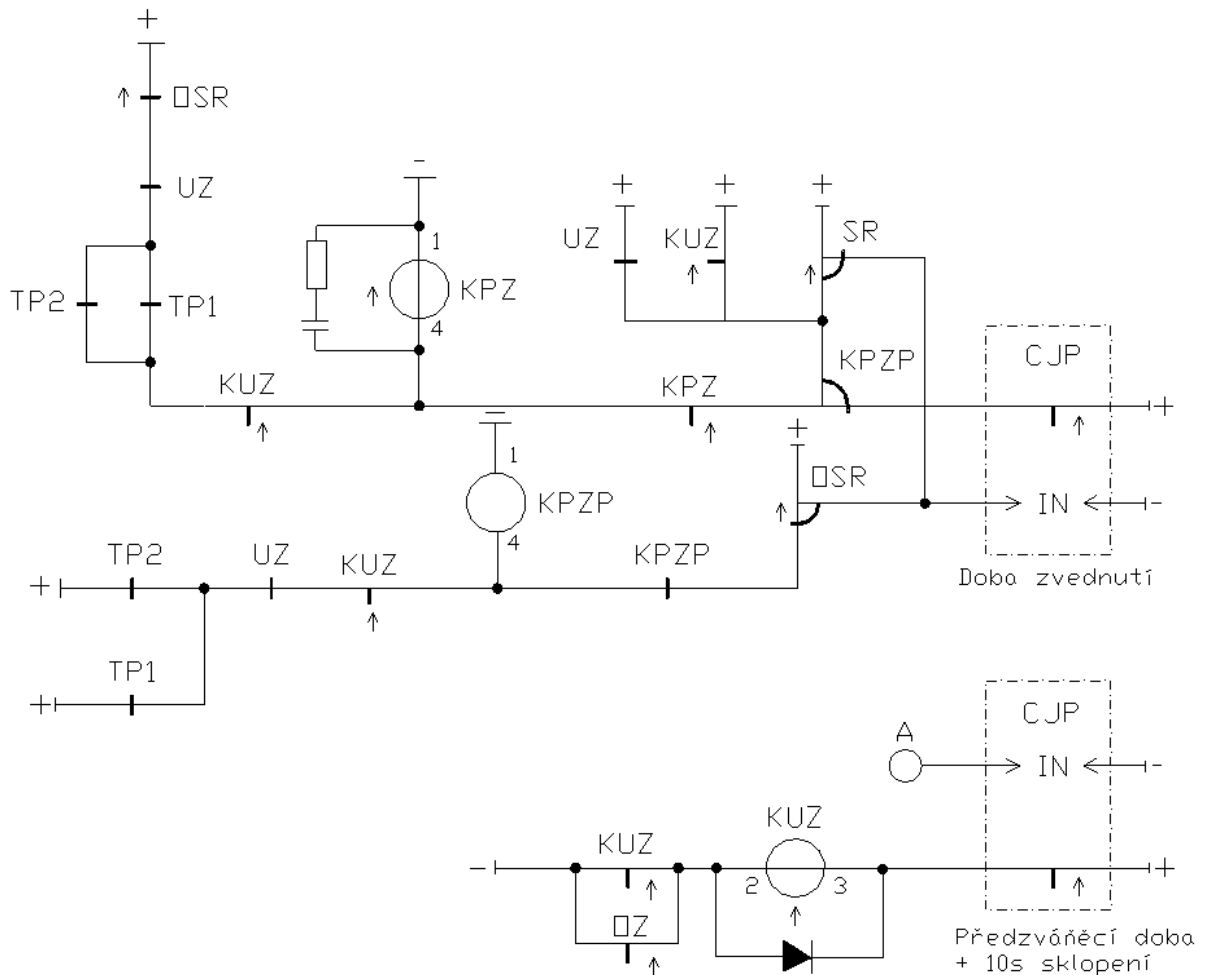
Obr. 11 - Měření předzváněcí doby

Tento sled událostí má za následek přerušení přídržného okruhu elektromagnetu **PM** kontaktem **TP** a uvolnění západky, která drží břevna závor (Obr. 12). Ty začnou vlastní hmotností klesat a otáčí rotor elektromotoru (režim dynamo), který dodává proud do brzdícího odporu **R2** přes sepnutý kontakt č. 2 (Obr. 10 – průběh spínání kontaktů závor).



Obr. 12 - Ovládací okruh pohonu břevna závor [5]

Dle normy ed.2 musí břevna závor dosáhnout dolní koncové polohy do 10 sekund od povelu ke sklopení závor (u závor s nenuceným sklápěním) neboli od uplynutí předzváněcí doby. Včasné dosažení dolní koncové polohy břeven je hlídáno obvodem na *Obr. 13* (Obvody s časovačem týkající se zvednutí a sklápění se nacházejí v jednom schematu, jelikož na sebe svojí funkcí odkazují a technicky by měli být realizovány v jednom fyzickém bloku).

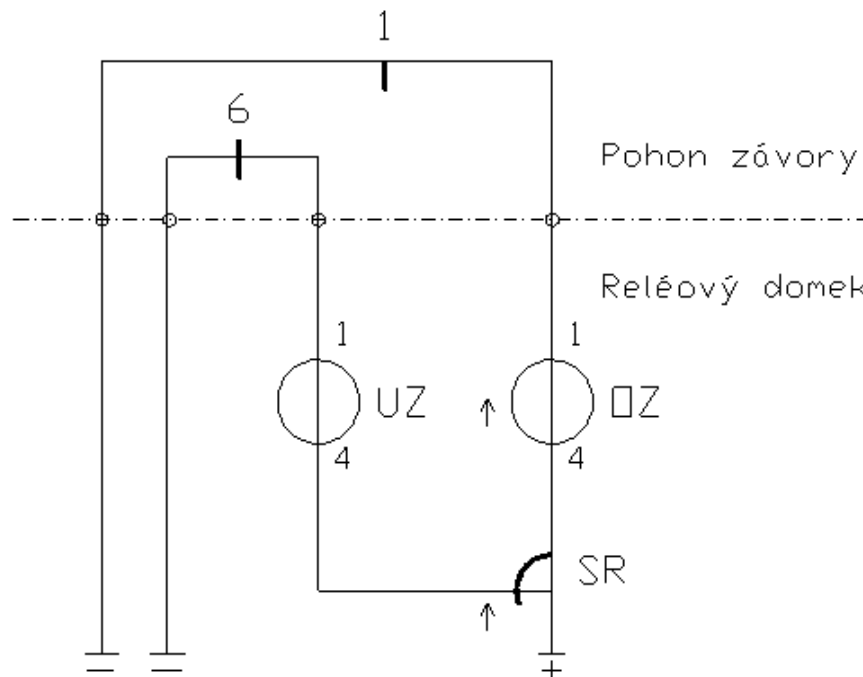


Obr. 13 - Kontrola doby sklopení a zvednutí břeven závor

Jakmile dojde k přepnutí kontaktu **SR** (*Obr. 11*), přeruší se obvod **A** odkazovaný z *Obr. 11* na *Obr. 13*. V tom okamžiku se spustí časovač **CJP** a odpočítává se předzváněcí doba + 10 sekund sklopení břeven závor. Po uplynutí této doby vypne kontakt časovače a přeruší se větev relé **KUZ**, jehož kotva odpadá.

Samotnou kontrolu včasného sklopení břevna závory provádí relé **KPZ**, které je v základním stavu nabuzeno přes sepnutý kontakt **KUZ** a přepínací kontakt **KPZP** v pravé horní části schematu (*Obr. 13*). Odpadnutí kotvy relé **KUZ** (popsané v předchozím odstavci) má za následek vypnutí kontaktu **KUZ**. Pokud kontakt **KUZ** rozezne dříve, než sepnou kontakt

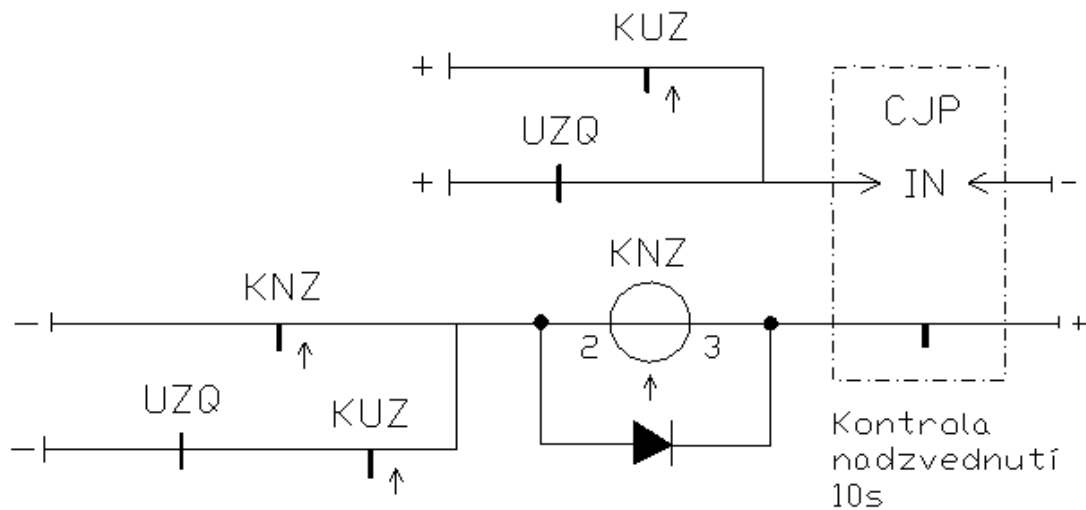
UZ ve vedlejší paralelní větvi, přeruší se obvod relé **KPZ** a jeho kotva odpadá, čímž je detekováno nevčasné sklopení břevna závory, tedy nesprávná funkce mechanické výstrahy. (Pozn.: Kontakt **UZ** je vázaný na relé **UZ** (Obr. 14), které hlídá dosažení dolní koncové polohy břevna závory pomocí kontaktu 6 (Obr. 10)).



Obr. 14 - Kontrola koncových poloh břevna závory

3.2.2 Kontrola nadzvednutí

Po sklopení břevna závory přitáhne kotva relé **UZ**, resp. jeho opakovače, a sepne kontakt **UZQ** v horní části schématu (Obr. 15). Před tím však vypnul kontakt **KUZ** v sousední paralelní větvi, jež je vázaný na činnost relé **KUZ** (viz. 3.2.1). Tím je vstup časovače závislý pouze na větvi vedoucí přes kontakt **UZQ**. Pokud dojde k nadzvednutí břevna závory, rozezne kontakt 6 (Obr. 10 a Obr. 14), dojde k odbuzení relé **UZ**, resp. **UZQ** (Obr. 14), a kontakt **UZQ** rozezne. Větev vstupu časovače je tedy rozpojena a časovač odpočítává 10 sekund, za které se břevno závory musí stačit vrátit do sklopené polohy, resp. musí sepnout kontakt **UZQ**. Pokud se tak nestane a uplyne 10 sekund časovače **CJP**, jeho kontakt rozezne a obvod relé **KNZ** se přeruší. Odpadnutím kotvy relé **KNZ** je detekována ztráta dolní polohy břevna závory v době, kdy má být mechanická výstraha dávana. Jedná se tedy o nesprávnou funkci mechanické výstrahy.



Obr. 15 - Kontrola nadzvednutí břevna závory

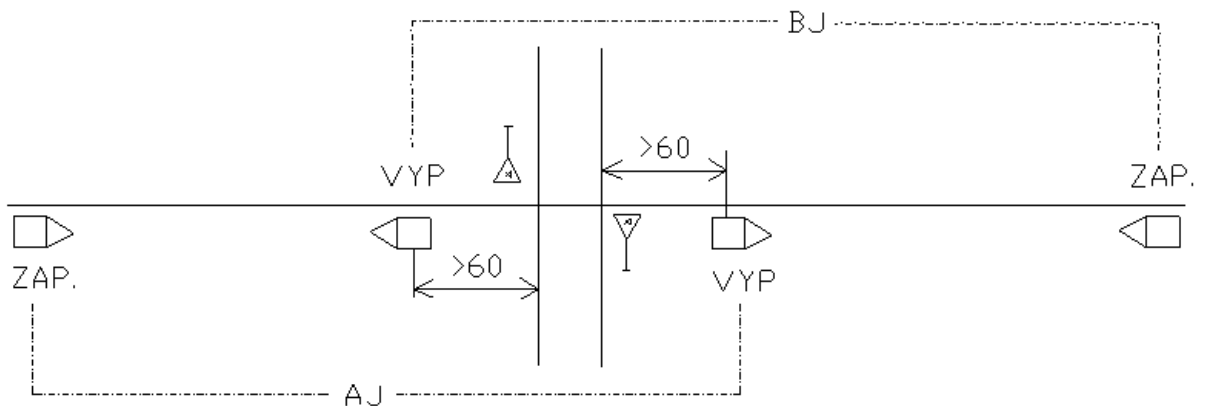
3.3 Pozitivní signalizace

Novelizace normy přinesla nejvíce změn právě v pozitivní signalizaci. V kapitole 2.2.3 jsou rozepsány nové články ed. 2 týkající se převážně podmínek pozitivní signalizace. Obsaženo je velké množství situací, které mohou při projektování přejezdů nastat (vícekolejné přejezdy, přejezdy ve stanicích, přejezdy v blízkosti zhlaví stanice atd.). V těchto případech se musejí brát v potaz návaznosti na staniční a traťové zabezpečovací zařízení jako jsou výhybky, výkolejky, seřaďovací návěstidla atd. Obvodové modifikace všech výše uvedených situací se řeší vždy ve vztahu k příslušnému navazujícímu zařízení. Z toho důvodu bude dále zmíněna situace přejezdu umístěného na jednokolejně širé trati s použitím bodových prvků detekce volnosti.

U nově realizovaných nebo modernizovaných železničních přejezdů, resp. přejezdových zabezpečovacích zařízení, je tendence co nejméně ovlivňovat plynulost silniční dopravy. Na přejezdová zařízení se tedy kladou hraniční požadavky - konkrétně na dobu, po kterou musí být přejezdové zařízení ve výstraze nebo ve varovném stavu. Právě varovný stav je předmětem této kapitoly, jelikož snižuje maximální dovolenou rychlost silničních vozidel přes přejezd z 50 km/h na 30 km/h.

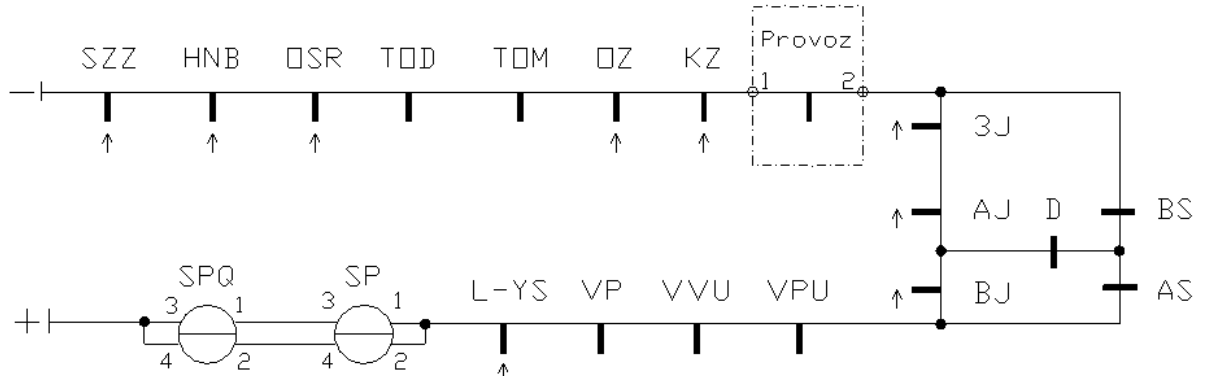
Ed. 2 nově říká, že jedním z bodů, kdy přejezdové zařízení smí dávat pozitivní signalizaci, je, když všechny koleje, přes které přejezd vede, jsou volné nejméně do vzdálenosti 60 m od nejbližší krajnice pozemní komunikace nebo chodníku, je-li blíže. Oproti ed. 1, kde je jednou z podmínek pozitivní signalizace opuštění vzdalovacího úseku všemi částmi železničního

vozidla, ed. 2 dovoluje aktivaci pozitivní signalizace dříve ve smyslu výše uvedeného, což má pozitivní dopad na plynulost silniční dopravy.



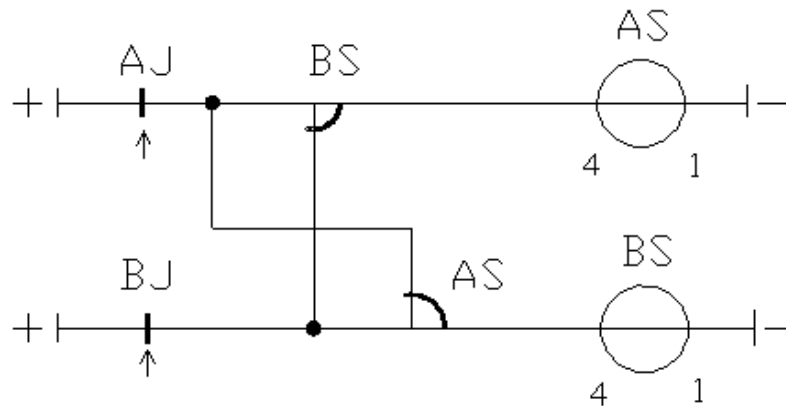
Obr. 16 - Křížení přibližovacího a vzdalovacího úseku resp. princip fungování kolejových relé v souvislosti s novou normou ed. 2.

V základním stavu jsou kromě kontaktů **BS**, **D** a **AS** všechny ostatní kontakty sepnuty, relé **SP** resp. **SPQ** jsou nabuzená a pozitivní signalizace je aktivní (Obr. 17). Jakmile drážní vozidlo obsadí přibližovací úsek, odpadne kotva kolejového relé **AJ** resp. **3J**, kontakt **AJ** rozezne a přeruší se obvod relé **SP**, jehož kotva odpadá a pozitivní signalizace se vypne.



Obr. 17 - Okruh spouštěcího relé pozitivní signalizace (varianta splňující normu ed. 2)

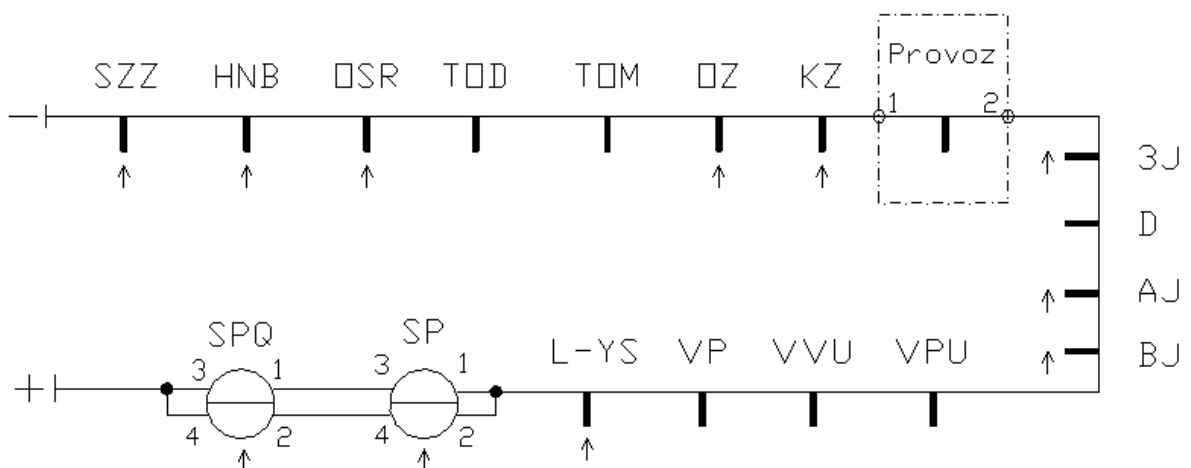
Zároveň v okruhu směrových relé sepne kontakt **AJ**, přitáhne kotva relé **AS** a přepne se kontakt **AS** (Obr. 18). To má za následek sepnutí kontaktu **AS** na Obr. 17. Ovlivněním vypínacího prvku kolejového relé **BJ** před přejezdem dojde k odpadu jeho kotvy a rozeznutí kontaktu **BJ** (Obr. 16 a Obr. 18). Rozeznutý kontakt **BJ** vytvoří přídržný okruh relé **AS** přes přepínací kontakt **AS** (Obr. 18).



Obr. 18 - Okruh směrových relé

Po projetí drážního vozidla přejezdem se přejezd nachází v tzv. anulačním stavu, kotva anulačního relé **D** přitahuje a kontakt **D** spíná. Po projetí vypínacího prvku (vázaného na kolejové relé **AJ**) umístěného dle normy ed. 2 ve vzdálenosti min. 60 m od přejezdu přitahuje kotva relé **AJ** (Obr. 16), sepne kontakt **AJ**, obvod relé **SP** resp. **SPQ** se opět uzavře a pozitivní signalizace se stává aktivní. Po opuštění vzdalovacího úseku přitahuje kotva kolejového relé **BJ**, spíná kontakt **BJ** na Obr. 17 a obvod se vrací do základního stavu (před tím odpadly kotvy relé **D** a **AS** a jejich kontakty **D** a **AS** rozepluly).

Pokud nastane při rekonstrukci nebo nové realizaci přejezdu situace, kdy je vypínací prvek od přejezdu vzdálen méně než 60 m (např. z důvodu blízkého kolejového rozvětvení), tedy nemůže být splněna výše uvedená podmínka ed. 2, aktivuje se pozitivní signalizace podle schématu na Obr. 19. V základním stavu jsou opět všechny kontakty sepnuté, kotva relé **SP** resp. **SPQ** je přitažena a pozitivní signalizace je aktivní. Pokud se drážní vozidlo nachází v přibližovacím či vzdalovacím úseku nebo je přejezdové zařízení v anulaci, jsou příslušné kontakty rozepluty, relé **SP** je odbuzeno a pozitivní signalizace není aktivní.



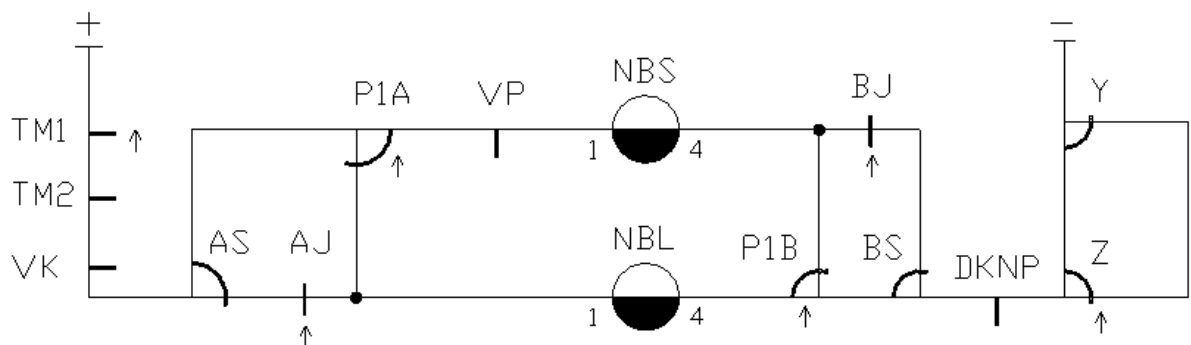
Obr. 19 - Okruh spouštěcího relé pozitivní signalizace (varianta nesplňující normu ed. 2)

Nově dle ed.2 musí být udržujícímu zaměstnanci umožněno vypnutí pozitivní signalizace, aniž by tím došlo k vyhodnocení nouzového stavu přejezdového zařízení. To je vyřešeno tlačítkem „Provoz“. Po jeho ovlivnění rozpojíme obvod relé, odpadne kotva relé **SP** a vypne se pozitivní signalizace, aniž by tím došlo k vyhodnocení nouzového stavu.

3.4 Přejezdníky

Norma ed.2 obsahuje nový článek týkající se informací pro strojvedoucího. Konkrétně se jedná o návěst „Uzavřený přejezd“ na přejezdníku. Nově je možno provést návěst „Uzavřen přejezd“ dvojím způsobem, a to stálým bílým světlem nebo přerušovaným bílým světlem, přičemž přerušované bílé světlo signalizuje nouzový stav PZS (více v 2.2.4).

V základním stavu jsou kotvy relé **NBL** a **NBS** odpadlé (Obr. 20). Jakmile obsadí drážní vozidlo přibližovací úsek, odpadne kotva relé **AJ**, sepne kontakt **AJ** a přepne kontakt **AS** (Obr. 18). Jestliže se po sklopení všech břevien závor přejezdové zařízení nenachází v poruchovém stavu, tzn. je přitáhena kotva relé **Z** nebo **Y** (více v 3.5), je uzavřen okruh relé **NBL**, jehož kotva přitáhne. Tím je aktivován napájecí okruh přejezdníku pro lichý směr (Obr. 21). Výše uvedený postup platí analogicky pro jízdu drážního vozidla ze sudého směru s tím rozdílem, že jsou využity prvky **BJ**, **BS** a **NBS**.



Obr. 20 - Spouštěcí okruh přejezdníku

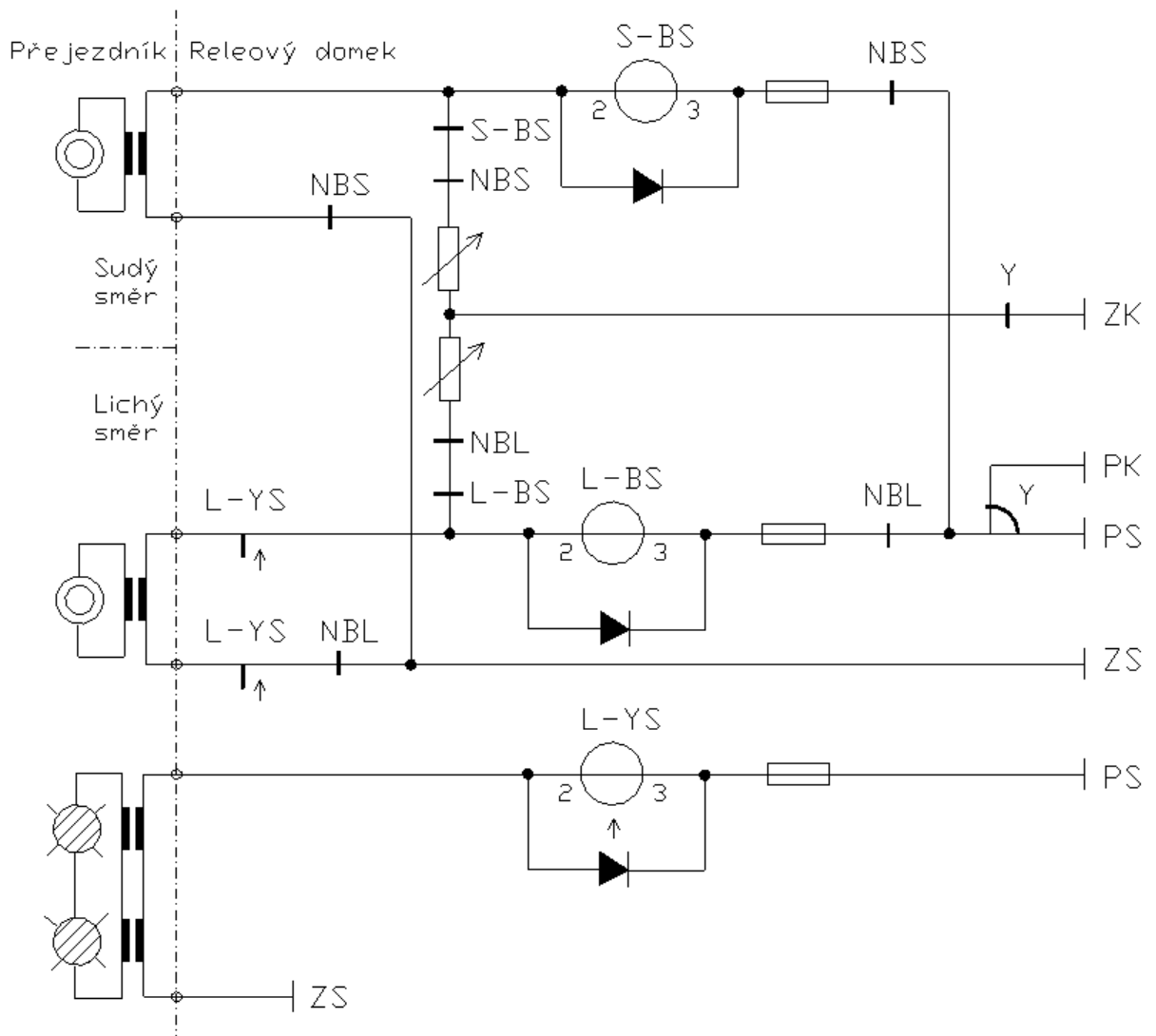
Dále je zmíněna funkce přejezdníku v lichém směru. Pro přejezdník v sudém směru platí analogicky stejné postupy.

Přítahem kotvy relé **NBL** dojde k sepnutí kontaktů **NBL** (Obr. 21). V tom okamžiku je uzavřen okruh mezi svorkami střídavého napětí **PS** a **ZS** a na přejezdníku je dávana návěst stálého bílého světla (přejezd uzavřen a v bezporuchovém stavu). Zároveň přitáhne kotva relé **L-BS** a sepne kontakt **L-BS**.

Jestliže se přejezdové zařízení nachází v nouzovém stavu, odpadne kotva relé **Z** a přitáhne kotva relé **Y** (více v 3.5), oba kontakty **Z** a **Y** v Obr. 20 se přepnou a spouštěcí relé **NBL** zůstane

nabuzené. Na *Obr. 21* sepne a přepne kontakt **Y**. Obvod bílého světla je nyní napájen ze svorek kmitače (**PK**) a kmitače v protifázi (**ZK**). Při kladném kmitu se uzavírá obvod přes bílé světlo přejezdníku (**PK** a **ZS**) a při záporném kmitu, který má za úkol „držet“ přitaženou kotvu relé **L-BS**, se obvod uzavírá mezi svorkami **PK** a **ZK**. Aby se kladný kmit uzavíral ze svorky **PK** do svorky **ZS** a neuzavíral se do **ZK**, je třeba zařadit do větve protifázového kmitače proměnný odpor. Ten musí být vhodně nastaven vzhledem k impedanci primárního vinutí transformátoru. Výsledkem je návěst „Nouzový stav PZS“ dávana svícením přerušovaného bílého světla, přičemž kotva relé **L-BS** je stále přitažena jako v případě svícení stálého bílého světla.

Návěst přejezdníku signalizující poruchu PZS zůstává stejná jako v ed.1, a to svícení pouze dvou žlutých světel. Jakmile se totiž PZS ocitne v poruchovém stavu, odpadá kotva relé **Z**, ale nepřitáhne kotva relé **Y**. Tím se přeruší větev relé **NBL** nebo **NBS** (*Obr. 20*) a přeruší se obvod napájení bílého světla přejezdníku (*Obr. 21*).

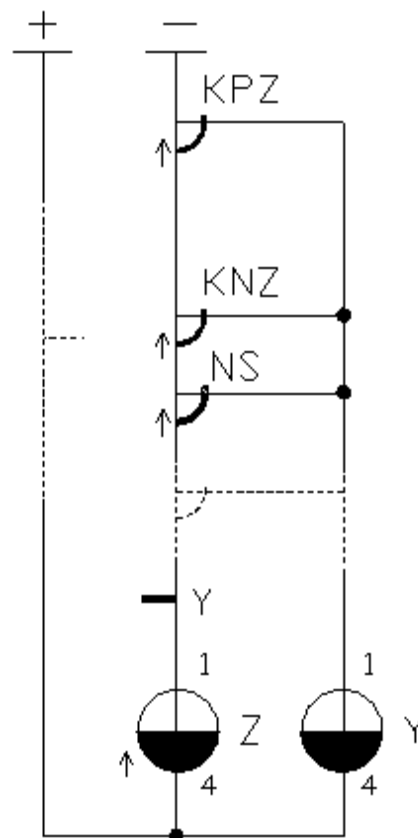


Obr. 21 - Zapojení přejezdníků s trvalou návěstí přejezd uzavřen

3.5 Poruchy PZS

Přejezdové zařízení se může nacházet ve třech stavech, základním je bezporuchový stav, při kterém jsou splněny patřičné podmínky k nabuzení relé **Z**. Při nesplnění podmínek bezporuchového stavu odpadne kotva relé **Z** a přitáhne kotva relé nouzového stavu **Y**, nebo nepřitáhne kotva relé **Y** a jedná se o poruchový stav přejezdového zařízení.

Zapojení relé bezporuchového a nouzového stavu (**Z** a **Y**) je na *Obr. 22*. Na schématu jsou zachyceny prvky (kontakty) příslušných relé v návaznosti na změny v normě ed. 2. Čárkovaná čára představuje další rozpínací a přepínací kontakty, které s tématem této práce nesouvisí a schéma by činily nepřehledným (hlídání napětí baterie, tlačítka otevírání přejezdu, atd.).



Obr. 22 - Zapojení relé Z a Y

3.5.1 Nouzový stav

- **Kontrola doby zvednutí břevna závory (před 2010 01. 01.)**

Dle ed. 2 musí být vyhodnocen nouzový stav u přejezdů schvalovaných před 01. 01. 2010, jestliže nedosáhne horní koncové polohy (více v 2.2.5).

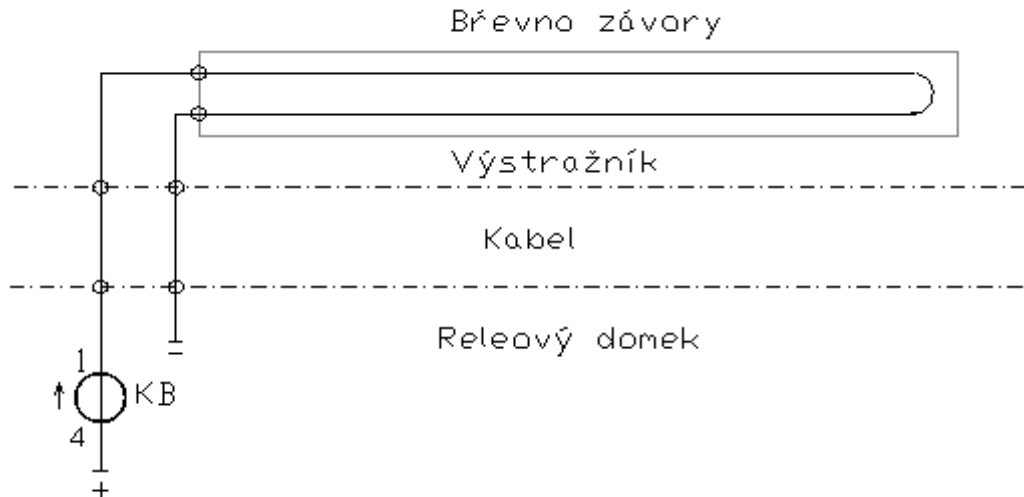
Základní stav kontroly doby zvednutí břevna závory je konečný stav kontroly doby sklopení, pokud bylo detekováno včasné sklopení. Po sklopení přitáhne kotva relé **UZ**

(Obr. 14), sepne kontakt **UZ** v levé části schématu na Obr. 13 a přes sepnutý kontakt **TP** se nabudí relé **KPZP**. Přebude sepnutý kontakt **KPZP** a přepnutý kontakt **OSR** v sousední větvi se relé **KPZP** okamžitě zavěsí. Kontakt **OSR** přepnul již při započetí výstrahy. Jakmile drážní vozidlo opustí přejezd, přejezdové zařízení je v anulaci, přitáhne kotva relé **SR** a přepíná kontakt **SR** v horní části schématu na Obr. 13. Tím dojde k přerušení vstupu časovače **CJP**, který začne odpočítávat nastavenou dobu zvedání závory. Do té doby musí břevna závora dosáhnout horní koncové polohy, aby přepnul kontakt **OSR**, odpadla kotva relé **KPZP** a přepnul kontakt **KPZP**. Tím se relé kontroly polohy závora **KPZ** zavěsí přes kontakt **KPZ**, **KPZP** a **SR**. Pokud však břevna závora nedosáhnou horní koncové polohy dříve, než časovač **CJP** odpočítá nastavenou dobu, rozezne jeho vnitřní kontakt. Rozpojí se obvod relé **KPZ** dosud zavěšeného přes kontakt **KPZ**, **KPZP** a kontakt časovače **CJP**, tím odpadne kotva relé **KPZ**. Tento sled událostí má za následek přepnutí kontaktu **KPZ** ve schématu na Obr. 22. To zapříčiní odpad kotvy relé bezporuchového stavu přejezdového zařízení **Z** a zároveň přitáhne kotvy relé nouzového stavu **Y**. Tím je detekován nouzový stav přejezdového zařízení u přejezdů schvalovaných před 01. 01. 2010

- **Kontrola celistvosti břevna závory**

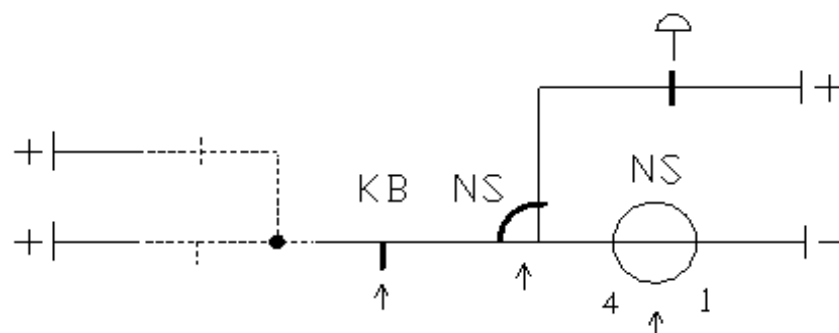
Nově dle ed. 2 musí být při ztrátě celistvosti břevna závory na tratích do 120 km/h vyhodnocen nouzový stav.

Kontrolní obvod je znázorněn na Obr. 23. V sérii s relé **KB**, jakožto akčním členem obvodu, je tenký drát zabudovaný v břevnu závory. Drát tvoří smyčku téměř v celé délce břevna. Dojde-li k přeražení břevna, smyčka z tenkého drátu se přeruší a odpadá kotva relé **KB**, které bylo v základním stavu nabuzené.



Obr. 23 - Kontrola celistvosti břevna závory

Odpad kotvy relé **KB** má za následek rozeptnutí kontaktu **KB** na schématu v *Obr. 24*. Tím se přeruší větev relé **NS**, které bylo v základním stavu nabuzené, a jeho kotva odpadá. Součástí schématu jsou další zapínací a rozeptinací kontakty vázané na svá relé, ale jelikož přímo nesouvisejí se změnami v nové normě ed. 2, nejsou z důvodu přehlednosti uvedeny (kontrola světelných relé, kontrola časových jednotek, atd.). Rozepínací kontakt relé **NS** je součástí zapojení relé **Z** a **Y**. Svým přepnutím zapříčiní odpad kotvy relé **Z** a nabuzení relé **Y** (*Obr. 22*). Tím je detekována nesprávná funkce mechanické výstrahy a je vyhodnocen nouzový stav přejezdového zařízení.



Obr. 24 - Zapojení relé kontroly systému NS

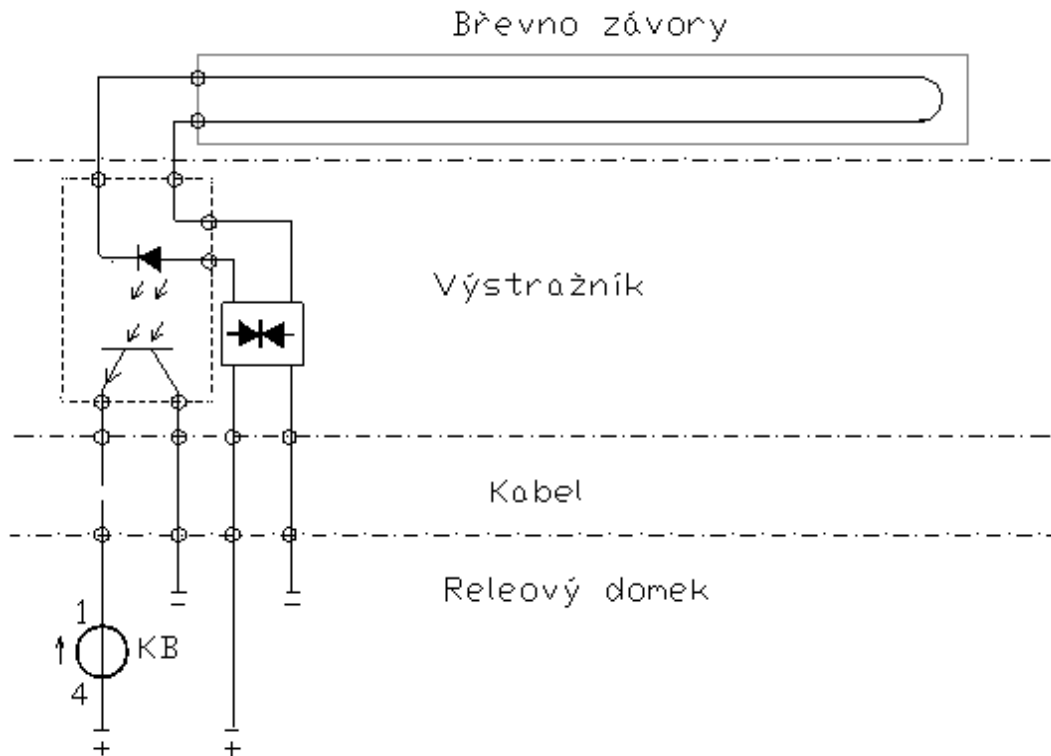
Vlastní technické řešení hlídání celistvosti břevna závory není zcela ideální. Zdvížená závora často bývá nejvyšším bodem v okolí přejezdu a stává se cílem zásahu blesku. Nejenže dochází k úplnému zničení břevna závory, ale hlavně k poškození navazujících zabezpečovacích zařízení. Nabízí se 2 řešení pomocí optoelektronické vazby, která galvanicky oddělí obvod smyčky v břevně závory a zabezpečovací zařízení umístěné v reléovém domku.

Jednou z možností je převést elektrickou energii na energii světelnou a poté zpět na elektrickou (*Obr. 25*). Pokud dojde k přeražení břevna závory, přeruší se smyčka z tenkého

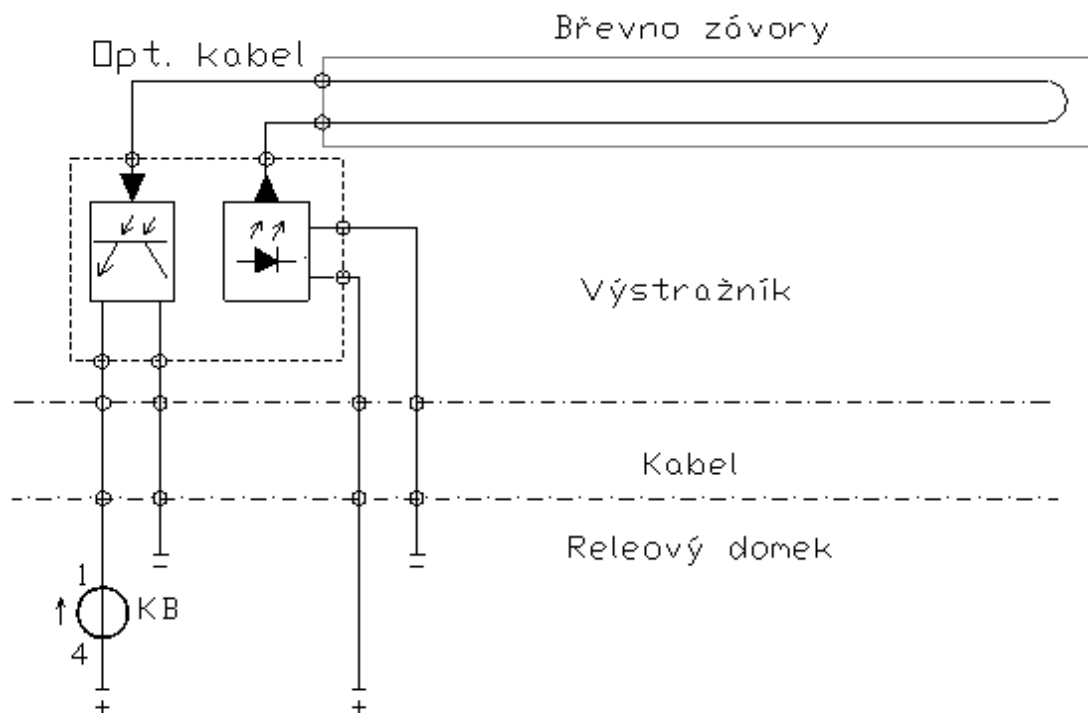
drátu a dojde k rozpojení obvodu napájeného z reléového domku. Rozpojením obvodu ztrácí optoelektronický převodník vstupní veličinu a výstupní veličina patřičně zareaguje. V tomto případě výstup převodníku rozpojí obvod relé **KB**, jehož kotva odpadne. Následuje stejný sled událostí jako v předchozím bodě této kapitoly - odpadá kotva relé **NS** a přitahuje kotva relé **Y**, čímž je indikován nouzový stav přejezdového zařízení.

Druhou možností řešení je použití optického vlákna (místo tenkého drátu), světelného zdroje a optoelektronického převodníku (*Obr. 26*). V základním stavu světelná energie vstupuje do optického vlákna lemujícího břevno závory a vystupuje v optoelektronickém převodníku, který svojí výstupní veličinou udržuje spojený obvod relé **KB**. Pokud se přeruší optické vlákno v břevně závory, optoelektronický převodník ztrácí vstupní resp. výstupní veličinu a rozpojí obvod relé **KB**, jehož kotva odpadá. Stejně jako v předchozí části je vyhodnocen nouzový stav přejezdového zařízení.

První návrh řešení s použitím metalického drátku a optoelektronického převodníku je ekonomičtější variantou, ale nezabrání svodu bleskového proudu, resp. zničení břevna závory. Naopak druhý návrh s použitím optického kabelu, zdroje světelné energie a optoelektronického převodníku řeší problémy s úderem blesku, nicméně vzhledem k použitým optickým zařízením jde o ekonomicky méně výhodné řešení. Tato 2 řešení by se mohla stát v mnoha plánovaných projektech předmětem finanční a ekonomické analýzy zkoumající výhody dražší varianty (osazování závor optickým vláknem) i levnější varianty (osazování závor metalickým drátkem) s tím, že v druhém případě dochází v ojedinělých případech úderem blesku k úplnému zničení břevna závory.



Obr. 25 - Principiální návrh řešení kontroly celistvosti břevna závory s optoelektronickou vazbou (1. varianta s metalickou smyčkou)



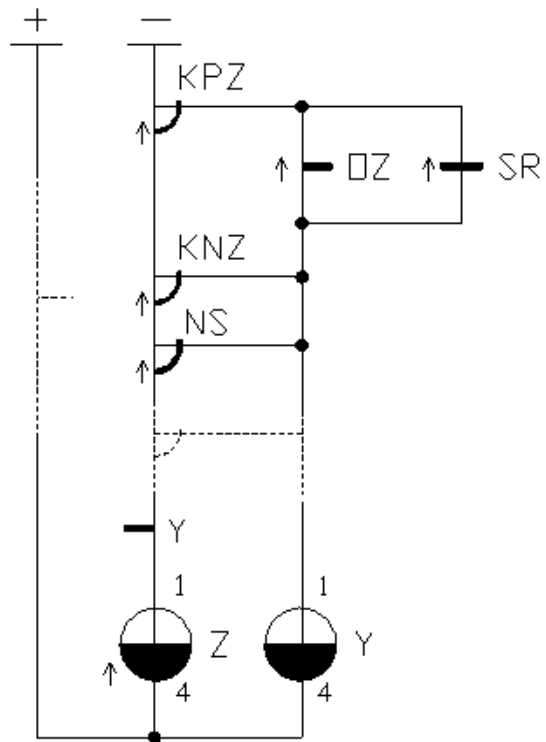
Obr. 26 - Principiální návrh řešení kontroly celistvosti břevna závory s optoelektronickou vazbou (2. varianta s optickou smyčkou)

3.5.2 Poruchový stav

- **Kontrola doby zvednutí břevna závory (po 01. 01. 2010)**

Dle ed. 2 musí být vyhodnocen poruchový stav u přejezdů schvalovaných po 01. 01. 2010, jestliže nedosáhne horní koncové polohy (více v 2.2.5).

Základní stav kontroly doby zvednutí břevna závory je konečný stav kontroly doby sklopení, pokud bylo detekováno včasné sklopení. Po sklopení přitáhne kotva relé **UZ** (*Obr. 14*), sepne kontakt **UZ** v levé části schématu na *Obr. 13* a přes sepnutý kontakt **TP** se nabudí relé **KPZP**. Přes sepnutý kontakt **KPZP** a přepnutý kontakt **OSR** v sousední větvi se relé **KPZP** okamžitě zavěsí. Kontakt **OSR** přepnul již při započetí výstrahy. Jakmile drážní vozidlo opustí přejezd, přejezdové zařízení se nachází v anulaci, přitáhne kotva relé **SR** a přepíná kontakt **SR** v horní části schématu na *Obr. 13*. Tím dojde k přerušení vstupu časovače **CJP**, který začne odpočítávat nastavenou dobu zvedání závory. Do té doby musí břevna závor dosáhnout horní koncové polohy, aby přepnul kontakt **OSR**, odpadla kotva relé **KPZP** a přepnul kontakt **KPZP**. Tím se relé kontroly polohy závor **KPZ** zavěsí přes kontakt **KPZ**, **KPZP** a **SR**. Pokud však břevna závor nedosáhnou horní koncové polohy dříve, než časovač **CJP** odpočítá nastavenou dobu, rozezne jeho vnitřní kontakt. Rozpojí se obvod relé **KPZ** dosud zavěšeného přes kontakt **KPZ**, **KPZP** a kontakt časovače **CJP**, tím odpadne kotva relé **KPZ**. Tento sled událostí má za následek přepnutí kontaktu **KPZ** ve schématu na *Obr. 27*. Přepnutí kontaktu **KPZ** zapříčiní odpad kotvy relé bezporuchového stavu přejezdového zařízení **Z**. Přejezd se nachází v anulaci, relé **SR** je opět v základním stavu a jeho kontakt **SR** je rozeznutý. Břevna závor však zatím nedosáhla horní koncové polohy, tudíž kotva relé **OZ** je odpadlá, kontakt **OZ** je rozeznutý a kotva relé nouzového stavu zůstává odpadlá. Pokud ani jedno relé **Z** nebo **Y** není nabuzené, je vyhodnocen poruchový stav přejezdového zařízení u přejezdů schvalovaných po 01. 01. 2010.



Obr. 27 - Zapojení relé Z a Y doplněné o kontrolu horní polohy břevna závory

4 Hodnocení z hlediska bezpečnosti

Železniční doprava se od silniční dopravy z principu liší tím, že pokud není jízda povolena, je vždy zakázána (nebo omezena). Aby toto pravidlo platilo, musí zabezpečovací zařízení splňovat bezpečnostní kritéria. Tato kritéria popisuje „Funkční a Technická bezpečnost“.

- **Funkční bezpečnost**

Splňuje-li zařízení funkční bezpečnost, předpokládá se, že zabezpečovací zařízení plní řádně svojí funkci v bezporuchovém stavu.

- **Technická bezpečnost**

Technická bezpečnost znamená, že zabezpečovací zařízení musí ve všech uvažovaných poruchových stavech přejít do stavu zakazující (nebo omezující) jízdu vlaku tak, abychom mohli vyloučit potencionální vznik nehody vyvolaný poruchou zařízení.

Obvodové modifikace uvedené v kapitole 3 se v převážné míře týkají reléových zabezpečovacích přejezdových zařízení, která musejí splňovat kritéria funkční i technické bezpečnosti. Jelikož veškeré obvodové úpravy vycházejí z funkčních zařízení, která byla v době platnosti ed. 1 v praxi používána, lze konstatovat, že obvody, které nedoznaly dle nové normy změn a jsou nedílnou součástí jednotlivých kapitol, splňují kritéria funkční i technické bezpečnosti. Dále platí, že kontakty v modifikovaných obvodech, které jsou vázány na relé 1. bezpečnostní skupiny v nemodifikovaných obvodech, splňují kritéria funkční a technické bezpečnosti.

Činnost modifikovaných obvodů je popsána v příslušném článku kapitoly 3. Ve všech případech se jedná o řádnou funkci zařízení (obvodu) v bezporuchovém stavu. Lze tedy říci, že všechny navržené obvodové modifikace splňují kritéria funkční bezpečnosti. Obvody budou dále posouzeny z hlediska technické bezpečnosti.

4.1 Obvod kontroly ukončení zvukové výstrahy

Obvod na *Obr. 9* má oproti původnímu řešení elementární změnu. Jediná větev obvodu se doplnila o 5. kontakt pohonu závory. Pokud poruchou dojde k nesprávné činnosti 5. kontaktu (nerozepne v dolní poloze břevna závory), nepřeruší se obvod zvonce a zvuková výstraha se neukončí. Jedná se o bezpečný projev poruchy. Navíc kontakty na ose břevna závory jsou

natolik dimenzovány, že je u nich s velmi vysokou pravděpodobností vyloučena porucha způsobená při vykonávání vlastní funkce.

Modifikace splňuje kritéria technické bezpečnosti.

4.2 Obvod kontroly nadzvednutí břevna závory

Aktivními prvky ve schématu na *Obr. 15* jsou relé **KNZ** a časovač **CJP**. Relé je v základním stavu nabuzené.

Dojde-li k poruše ve větvi relé **KNZ** (porucha vlastního relé nebo předčasné rozepnutí kontaktu časovače **CJP**), odpadne kotva relé **KNZ**, což lze považovat za bezpečný projev zmíněných poruch. Předpokladem je použití relé 1. bezpečnostní skupiny, u kterého při ztrátě napětí na cívce (cívkách) odpadá kotva samovolně vlivem gravitace.

Druhý aktivní prvek představuje časovač **CJP**. Ten je v praxi řešen bezpečným systémem „2 out of 2“ (dva ze dvou), kde pracují 2 časovače současně. Vnitřním zapojením časovače (které převyšuje náplň této práce) je dále dosaženo toho, že vždy dojde k rozpojení interního kontaktu. V každém případě se přeruší obvod relé **KNZ** a jeho kotva odpadá.

Obvod kontroly nadzvednutí břevna závory splňuje kritéria technické bezpečnosti.

4.3 Spouštěcí okruh pozitivní signalizace (varianta ed.2)

Schéma na *Obr. 17* se skládá z rozpínacích kontaktů, několika spínacích kontaktů vázaných na okruh směrových relé a anulačního relé a aktivního prvku relé **SP**, resp. jeho opakovače **SPQ**. Relé jsou v základním stavu nabuzená. Jakákoliv porucha má v tomto 1větrovém okruhu za následek odpad kotvy relé **SP** resp. **SPQ**, tedy vypnutí pozitivního signálu. Vždy se jedná o bezpečný projev poruchy. Předpokladem je použití relé 1. bezpečnostní skupiny, u kterého při ztrátě napětí na cívce (cívkách) odpadá kotva samovolně vlivem gravitace.

Obvod splňuje požadavky na technickou bezpečnost.

4.4 Napájecí okruh přejezdníku

Obvod přejezdníků doplněný o kmitavou návěst v případě nouzového stavu přejezdu se nachází na *Obr. 21*. Aktivními prvky obvodu jsou relé **L-YS**, **L-BS** a vstupy kmitavého napětí, resp. kmitavého napětí v opačné fázi. Pokud dojde k poruše napájení (**PS**) nebo k jiné poruše větve svícení žlutých světel, odpadne kotva relé **L-YS**, jehož kontakty rozepnou obvod napájení bílého světla. Při poruše v samotném obvodu napájení bílého světla přejezdníku (mezi svorkami **PS** a **ZS**) dojde vždy k jeho zhasnutí. Analogicky to platí i v případě kmitavého bílého světla

mezi svorkami **PK** a **ZS**. Jakákoliv porucha má za následek zhasnutí bílého světla, tedy bezpečný projev poruchy. Předpokladem je použití relé 1. bezpečnostní skupiny.

Za předpokladu, že kmitač (návrh kmitače není předmětem této práce) připojený na svorky **PK** a **ZK** splňuje funkční a technickou bezpečnost, splňuje obvod požadavky na technickou bezpečnost.

4.5 Zapojení relé **Z** a **Y** pro nouzový i poruchový stav

Obvody na *Obr. 22* a *Obr. 27* se skládají z řady kontaktů vázaných na svá relé v modifikovaných obvodech dle ed. 2 a relé **Z** a **Y**. V základním stavu (bezporuchový stav přejezdového zařízení) je nabuzené relé **Z**, jakákoliv porucha zapříčiní odpad kotvy relé **Z** a je vyhodnocen nouzový stav (přítah kotvy relé **Y**) nebo poruchový stav přejezdového zařízení (ani jedno relé není nabuzeno). V každém případě se jedná o přechod do bezpečnějšího stavu. Předpokladem je použití relé 1. bezpečnostní skupiny.

Obvod splňuje požadavky na technickou bezpečnost.

4.6 Kontrola celistvosti břevna závory

Triviální obvod hlídání celistvosti břevna závory na *Obr. 23* má jediný akční prvek, kterým je relé **KB**. To je v základním stavu (nepřeražené břevno závory) nabuzené. Při jakékoliv poruše dojde k odpadu relé kotvy **KB** a je detekován nouzový stav zařízení. Jde o bezpečný projev poruchy.

Obvod splňuje požadavky na technickou bezpečnost.

Další modifikace s použitím optoelektronických vazeb jsou pouze principiální obvodové návrhy (*Obr. 25* a *Obr. 26*). Nespĺňují funkční ani technickou bezpečnost, slouží pouze jako námět k dalšímu postupu v této problematice.

5 Závěr

Cílem práce bylo navrhnout vhodné úpravy obvodů reléového přejezdového zabezpečovacího zařízení v souvislosti s novou normou ČSN 34 2650 ed. 2 z roku 2010. Nová norma se od původní z roku 1998 liší jak formálními úpravami, tak i technickými náležitostmi. Právě ty jsou předmětem této práce.

První obvodovou modifikací, kterou jsem se zabýval, je ukončení a obnovení zvukové výstrahy. Řešení je v umístění 5. kontaktu závory do obvodu zvukové výstrahy.

Další obvodová změna, resp. nové obvodové řešení, se týká kontroly nadzvednutí a včasného sklopení břevna závory. Toto je řešeno použitím relé „Kontroly nadzvednutí“ KNZ (1. bezpečnostní skupiny), bezpečného časovače a pomocných kontaktů vázaných na relé stávajících obvodů přejezdového zařízení.

Pozitivní signalizace doznala obvodových změn v případě, kdy lze umístit vypínací prvky do vzdálenosti nejméně 60 m od pozemní komunikace. Pak lze pomocí modifikovaného obvodu spouštěcího relé pozitivní signalizace zajistit, že pokud jsou tyto 60 m úseky volné, může být pozitivní signalizace spuštěna. Úprava spočívá v rozšíření původního obvodu o kontakty směrových relé a anulačního relé.

Následné úpravy zahrnují přejezdníky. V případě nouzového stavu přejezdu je třeba, aby přejezdník dával návěst přerušovaného bílého světla. Tato skutečnost je řešena modifikací původního obvodu napájecího okruhu přejezdníku. Jsou přidány vstupy pro kmitající napětí, které se aktivují v případě, že se přejezd nachází v nouzovém stavu.

Kontrola doby zvednutí břevna závory má 2 obvodové modifikace v závislosti na datu, kdy byla tato přejezdová zařízení schvalována. Pokud byla schvalována před 1.1.2010, je v případě poruchy nutné zavést nouzový stav přejezdu, což řeší vhodné zapojení relé Z a Y v kombinaci s kontakty příslušných relé. Pokud byla schvalována po 1.1.2010, je v případě poruchy nutné zavést poruchový stav přejezdu, jež řeší stejné zapojení relé Z a Y jako v předchozím případě, ale doplněné o kontakty příslušných relé zajišťujících přechod do poruchového stavu.

Poslední obvodové řešení se zabývá kontrolou celistvosti břevna závory. Zapojení je tvořeno smyčkou v břevně závory a relé, které v případě přeražení břevna odpadá. Dále jsou nastíněny principiální obvodové návrhy, jak předejít úderu blesku do zdvihnutého břevna závory, resp. zničení navazujících zabezpečovacích zařízení.

Navržená obvodová řešení a modifikace jsou podkladem pro reálné zhotovení reléových obvodů, na kterých probíhají praktické zkoušky. Dále funkční celky přecházejí do ověřovacího

provozu, který trvá cca 1 rok. Z výše uvedených důvodů, a zejména pak z finančních důvodů, jsou obvodové modifikace navrženy a analyzovány pouze v teoretické rovině.

V poslední kapitole jsou obvody hodnoceny z hlediska funkční a technické bezpečnosti. Všechna navržená obvodová řešení (kromě principiálního návrhu hlídání celistvosti břevna založeného na optoelektronickém principu) a modifikace vyhovují požadavkům kladených na zabezpečovací zařízení v železniční dopravě.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Zákon č. 361/2000 Sb., o silničním provozu. In: Dostupné z: portal.gov.cz
- [2] ČSN 34 2650. *Železniční zabezpečovací zařízení: Přejezdová zabezpečovací zařízení*, 1998.
- [3] ČSN 34 2650 Ed. 2. *Železniční zabezpečovací zařízení: Přejezdová zabezpečovací zařízení*, 2010.
- [4] KŘIŽAN, Dušan. *Zabezpečovací technika I*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1986. 220 s.
- [5] KŘIŽAN, Dušan. *Zabezpečovací technika II*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1987. 240 s.
- [6] *Železniční přejezd* [online]. 2013-03-27 [cit. 2013-05-07]. Dostupné na: http://cs.wikipedia.org/wiki/Železniční_přejezd.
- [7] *Jak na železniční přejezdy* [online]. 2012 [cit. 2013-05-07]. Dostupné na: <http://asociace-zaku-zeleznicnich-oboru.webnode.cz/vyuka/zeleznicni-přejezdy/>.
- [8] *Automatická železniční závora AŽD 71* [online]. 2012 [cit. 2013-05-07]. Dostupné na: http://www.bbz.cz/bbz_AZD.htm.
- [9] *File:CZ-S14b Přerušované bílé světlo signálu přejezdového zabezpečovacího zařízení.jpg* [online]. 2007-07-13 [cit. 2013-05-07]. Dostupné na: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CZ-S14b>.
- [10] *Přejezdníky* [online]. 2011-05-08 [cit. 2013-05-07]. Dostupné na: <http://www.masinky.info/Napady-rady-a-zkusenosti/Prejezdniky>.
- [11] ŠEVČÍK, David. *Železniční trať* [online]. 2012 [cit. 2013-05-07]. Dostupné na: <http://asociace-zaku-zeleznicnich-oboru.webnode.cz/vyuka/zeleznicni-trat/>.