

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Přejezdové zabezpečovací zařízení pro regionální tratě

Bc. Jindřich Červený

Diplomová práce

2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Jindřich ČERVENÝ
Osobní číslo: D09857
Studijní program: N3708 Dopravní inženýrství a spoje
Studijní obor: Dopravní infrastruktura-Elektrotechnická zařízení
v dopravě
Název tématu: Přejezdové zabezpečovací zařízení pro regionální tratě
Zadávající katedra: Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě

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

Rozbor současného stavu

Definovat požadavky na PZZ pro regionální tratě

Návrh koncepce PZZ včetně napájení a vazeb na ostatní stacionární zabezpečovací systémy

Zhodnocení navrhované koncepce

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- ČSN 34 2600 ed.2 - Drážní zařízení - Železniční zabezpečovací zařízení
ČSN 34 2650 ed.2 - Železniční zabezpečovací zařízení - Přejezdová zabezpečovací zařízení
SŽDC s.o. - Směrnice č.30 - Zásady rekonstrukce celostátních drah České republiky nezařazných do evropského železničního systému
CHUDÁČEK, Václav; POUPĚ, Oldřich. Zabezpečovací technika v železniční dopravě. 2. díl. Praha : Nadas, 1990. 675 s.
Interní materiály výrobců zabezpečovacího zařízení

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Karel Dvořák

Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě

Datum zadání diplomové práce: 4. ledna 2011

Termín odevzdání diplomové práce: 31. května 2011



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Radovan Doležek, Ph.D.

vedoucí katedry

V Pardubicích dne 11. března 2011

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

V Pardubicích dne 23. 5. 2011

Bc. Jindřich Červený

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval panu Ing. Karlu Dvořákovi za odbornou pomoc a věcné připomínky k obsahové i formální stránce diplomové práce.

Velké díky také patří mé rodině, přátelům a kolegům z práce, s jejichž přispěním, pochopením a pomocí jsem mohl počítat v průběhu celého studia.

ANOTACE

Tato práce se zabývá návrhem koncepce přejezdového zabezpečovacího zařízení pro regionální dráhu.

První část práce definuje základní pojmy a požadavky na přejezdové zabezpečovací zařízení vycházející z platných norem, směrnic a požadavků provozovatele.

Ve druhé části je proveden rozbor současného stavu se zaměřením na charakteristiku regionální dráhy a na používané typy přejezdových zabezpečovacích zařízení.

Třetí část se zabývá návrhem koncepce přejezdového zabezpečovacího zařízení. Jsou zde popsány možné způsoby řešení a vybráno nejvhodnější z nich.

V závěru práce je předloženo řešení přejezdového zabezpečovacího zařízení pro regionální dráhu.

KLÍČOVÁ SLOVA

železniční přejezd; přejezdové zabezpečovací zařízení; regionální dráha; výstraha; kolejový obvod; počítač náprav

ANNOTATION

The target of this dissertation is a design concept of the level crossing system for the regional track.

The first part defines the basic terms and requirements for the level crossing system based on existing standards, directives and operator's requirements.

The second part is devoted to the analysis of the current state focusing on the regional track characteristics and types used for the level crossing system.

The third part describes a design concept of the level crossing system. This section contains possible solutions and a choice of the most suitable one.

The final part suggests the solution of the level crossing system for the regional track.

KEYWORDS

level crossing; level crossing system; regional track; warning; track circuit; axle counter

OBSAH

Úvod	12
1 Definování požadavků na PZZ pro regionální tratě.....	13
1.1 Přejezdové zabezpečovací zařízení.....	14
1.2 Základní pojmy	15
1.3 Uspořádání přejezdového zabezpečovacího zařízení.....	18
1.4 Varianty přejezdového zabezpečovacího zařízení podle závislostí.	19
1.4.1 PZS 1	19
1.4.2 PZS 2	19
1.4.3 PZS 3	20
1.5 Ovládání přejezdového zabezpečovacího zařízení.....	24
1.5.1 Ruční ovládání	24
1.5.2 Automatické ovládání	26
1.6 Informace předávané uživateli pozemní komunikace.....	27
1.6.1 Výstraha	27
1.6.2 Pozitivní signál	29
1.6.3 Varovný signál.....	30
1.7 Kontrola funkce přejezdového zabezpečovacího zařízení	31
1.7.1 Nouzový stav.....	31
1.7.2 Poruchový stav	32
1.7.3 Bezporuchový stav	32
1.8 Přenos informací o stavu přejezdového zabezpečovacího zařízení	33
1.8.1 Informace o stavu PZS pro strojvedoucího	33
1.8.2 Informace o stavu PZS v dopravně	34
1.9 Napájení přejezdového zabezpečovacího zařízení.....	35
1.10 Konstrukční uspořádání prvků PZS	36

1.11	Požadavky stanovené provozovatelem dráhy.....	37
2	Rozbor současného stavu	39
2.1	Specifikace regionální dráhy	39
2.1.1	Nízká rychlost vlaků na regionálních dráhách	40
2.1.2	Nízká propustnost regionálních drah.....	41
2.1.3	Nízká úroveň zabezpečení regionálních drah	41
2.1.4	Provoz nevhodných vozidel.....	42
2.2	Přehled nasazených typů přejezdového zařízení.....	43
2.3	Přejezdové zabezpečovací zařízení PZS AŽD 71.....	45
2.3.1	Popis zařízení.....	45
2.3.2	Kp2 panel koleje.....	47
2.3.3	Úp2 ústřední panel.....	48
2.3.4	Sp2 panel světel.....	48
2.3.5	Mp2 panel závor.....	49
2.3.6	Měření časových intervalů.....	49
2.3.7	Tyristorový kmitač TK.....	50
2.3.8	Logické obvody	50
2.3.9	Kolejová relé přibližovacích úseků	50
2.3.10	Vyhodnocení anulace.....	51
2.3.11	Směrová relé	53
2.3.12	Spouštěcí obvod.....	54
2.3.13	Kmitač	56
2.4	Přejezdové zabezpečovací zařízení PZZ-RE	58
2.4.1	Sestava zařízení.....	58
2.4.2	Koncepce řešení PZZ-RE	59
2.4.3	Měření času.....	59

2.4.4	Elektronické ovládání světel	60
2.4.5	Elektrické napájení PZZ-RE	61
2.4.6	Diagnostika zařízení.....	61
2.4.7	Základní obvody PZZ-RE	61
2.5	Přejezdové zabezpečovací zařízení PZZ-K	63
2.5.1	Popis zařízení.....	64
2.5.2	Koncepce řešení PZZ-K.....	64
2.5.3	Základní reléová logika	64
2.5.4	Bezpečnostní logika s elektronickými prvky	65
2.5.5	Vnitřní diagnostika.....	65
2.5.6	Doplňující systémy	66
2.5.7	Stejnoseměrný měnič napětí SMN01	66
2.5.8	Bezkontaktní zdroj kmitavých signálů BZKS20	67
2.6	Přejezdové zabezpečovací zařízení PZS-ARE	68
2.6.1	Popis zařízení.....	68
2.6.2	Koncepce řešení PZS-ARE	68
2.6.3	Elektronický kmitač EKP2	69
2.7	Přejezdové zabezpečovací zařízení PZZ-EA	72
2.7.1	Popis zařízení.....	72
2.7.2	Koncepce řešení PZZ-EA.....	73
2.7.3	Řídící počítač PZZ-E-B	74
2.7.4	Napájení.....	75
3	Návrh koncepce PZZ	76
3.1	Signalizace uživateli pozemní komunikace	77
3.2	Indikace obsluhujícímu zaměstnanci.....	80
3.3	Informace strojvedoucímu	82

3.4	Diagnostická informace udržujícímu zaměstnanci	84
3.5	Ovládací části.....	86
3.5.1	Automatické ovládání	86
3.5.2	Ruční ovládání	100
3.6	Závislostní části (logické jádro)	101
3.7	Napájení.....	104
3.8	Nosné a konstrukční části	109
4	Zhodnocení navržené koncepce.....	111
	Seznam použité literatury	112
	Seznam obrázků.....	116
	Seznam grafů	119
	Seznam zkratk.....	120

ÚVOD

Správa železniční dopravní cesty, s. o. provozuje v České republice rozsáhlou železniční síť s celkovou délkou tratí 9 478 km. Na této síti dochází ke křížení dráhy s pozemní komunikací. V převážné většině se jedná o úrovňové křížení. K 31. 12. 2009 uvádí oficiální evidence 8 389 železničních přejezdů. Z toho 4 574 přejezdů zabezpečených pouze výstražnými kříži.

Přestože legislativa jednoznačně stanovuje přednost železničního vozidla před silničním, dochází na přejezdech k častým střetům s tragickými následky. Dostupné statistiky uvádějí vzestupnou tendenci těchto kolizí. Snahou provozovatele dráhy je předcházet těmto událostem. Jedním ze způsobů je i budování nových přejezdových zabezpečovacích zařízení a snižovat tak počet stávajících přejezdů zabezpečených pouze výstražnými kříži.

Usnesením vlády České republiky č. 766 ze dne 20. prosince 1995, podle § 60 zákona o dráhách, s účinností od 1. července 1996 byly vybrané železniční tratě zařazeny do kategorie drah regionálních.

Náplní diplomové práce je navrhnout koncepci přejezdového zabezpečovacího zařízení respektující platnou legislativu a charakteristické vlastnosti regionální dráhy.

Práce je rozdělena do čtyř částí. První část definuje požadavky vyplývající z platných norem a požadavků provozovatele dráhy.

Ve druhé části je proveden rozbor současného stavu se zaměřením na specifikaci regionální dráhy a na používaná přejezdová zabezpečovací zařízení.

Třetí část práce řeší návrh koncepce přejezdového zabezpečovacího zařízení pro regionální dráhu. Postupně jsou probírány jednotlivé varianty řešení dílčích částí zařízení a definována nejvhodnější alternativa.

Poslední část práce přináší zhodnocení navržené koncepce.

1 DEFINOVÁNÍ POŽADAVKŮ NA PZZ PRO REGIONÁLNÍ TRATĚ

Při návrhu koncepce zařízení je třeba shromáždit veškeré podklady potřebné pro stanovení požadavků, které by dané zařízení mělo splňovat. Na jejich základě je potom postupně řešen koncept daného zařízení.

Stejným způsobem bude postupováno u návrhu přejezdového zabezpečovacího zařízení pro regionální dráhu.

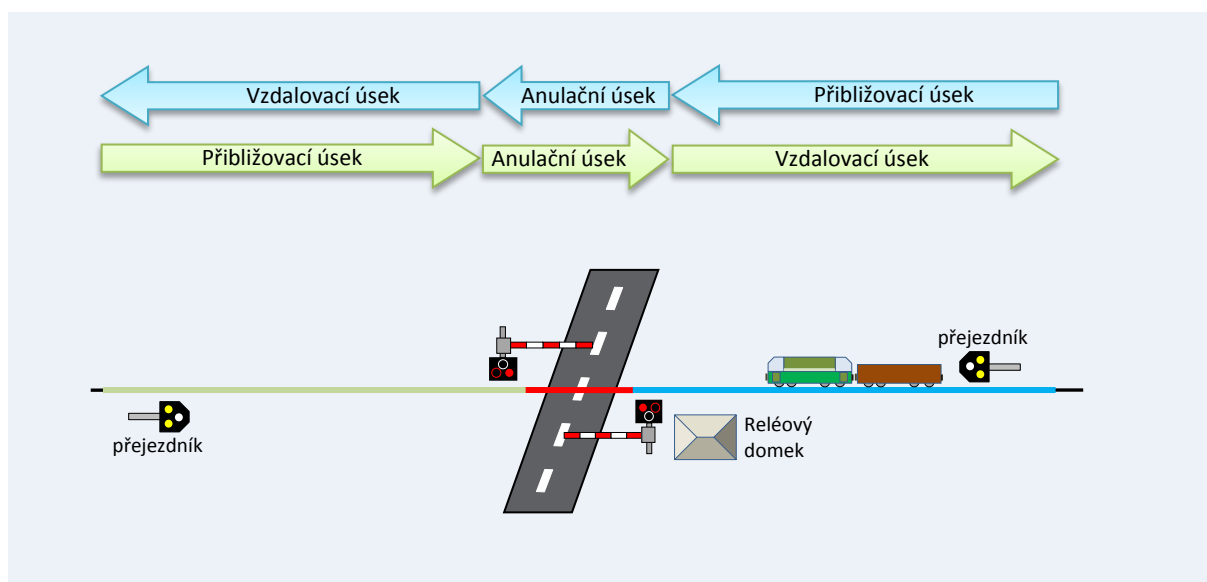
V následujících kapitolách budou předloženy informace vycházející z platných technických norem, legislativy a požadavků stanovených provozovatelem dráhy.

1.1 Přejezdové zabezpečovací zařízení

Přejezdové zabezpečovací zařízení varuje výstražným signálem uživatele pozemní komunikace před železničním vozidlem, které se blíží k přejezdu. Ke spuštění výstrahy dochází automaticky nebo ručně obsluhou. Automatické spuštění zajišťuje systém pro detekování železničního vozidla nebo spolupracující zabezpečovací zařízení.

Výstraha musí být zahájena tak, aby i nejdelší a nejpomalejší uživatel pozemní komunikace, který je při spuštění výstrahy jeden metr před výstražníkem, minul s rezervou hranici nebezpečného pásma přejezdu před příjezdem čela drážního vozidla.

Přejezdové zabezpečovací zařízení nesmí omezovat provoz na pozemní komunikaci nad dobu nezbytně nutnou k zajištění bezpečného průjezdu drážního vozidla. Výstraha má být ukončena v okamžiku, kdy konec drážního vozidla opustí přejezd.



Obr. 1.1 Přejezdové zabezpečovací zařízení

Základní funkci přejezdového zabezpečovacího zařízení lze popsat na obr. 1.1. Vstupem drážního vozidla do přibližovacího úseku dojde ke spuštění světelné a akustické výstrahy. Je-li přejezdové zabezpečovací zařízení vybaveno závorami, po odměření předzváněcí doby dojde k jejich sklopení. Drážní vozidlo následně ovlivní anulační úsek, uvolní přibližovací a obsadí úsek vzdalovací. Přejezd přeje do anulačního stavu. Začne měření anulační doby a ukončí se výstraha. Drážní vozidlo projíždí vzdalovací úsek a po jeho uvolnění přechází zařízení do základního stavu.

1.2 Základní pojmy

- **Přejezd:** úrovněvé křížení dráhy s pozemní komunikací.
- **Obvod přejezdu:** část trati, ze které je činnost přejezdového zařízení ovlivňována drážním vozidlem, nebo ve které se zařízením očekává přítomnost drážního vozidla.
- **Přejezdové zařízení:** zařízení, které informuje uživatele pozemní komunikace o tom, zda se k přejezdu blíží drážní vozidlo a poskytuje strojvedoucímu nebo obsluhujícímu zaměstnanci informaci, zda lze jet k přejezdu nejvyšší dovolenou rychlostí.
- **Přibližovací úsek:** část obvodu přejezdu ve směru jízdy drážního vozidla před přejezdem.
- **Vzdalovací úsek:** část obvodu přejezdu ve směru jízdy drážního vozidla za přejezdem.
- **Ovládání:** stanovený způsob, jakým je přejezdovému zařízení dáván za normálních okolností popud ke spuštění a ukončení výstrahy.
- **Automatické ovládání:** ovládání, při kterém je popud ke spuštění a ukončení výstrahy vyvolán jízdou drážního vozidla nebo činností jiného zabezpečovacího zařízení.
- **Nouzová obsluha:** nouzovou obsluhou se rozumí:
 - **Nouzové otevření:** ukončení výstrahy ruční obsluhou při mimořádných okolnostech.
 - **Nouzové vypnutí z činnosti:** ukončení činnosti přejezdového zařízení ruční obsluhou při mimořádných okolnostech.
 - **Další úkony stanovené provozovatelem dráhy**
- **Ovládací prvek:** technický prostředek, kterým je ovlivňována činnost přejezdového zařízení.
- **Zapínací prvek:** ovládací prvek, kterým je dáván zařízení popud k zahájení výstrahy.
- **Kontrolní prvek:** ovládací prvek, kterým je dáвана informace přejezdovému zařízení o tom, že drážní vozidlo opustilo obvod přejezdu.
- **Indikace:** poskytnutí informace obsluhujícímu zaměstnanci o stavu přejezdového zařízení.

- **Výstraha:** vnější projev přejezdového zařízení, kterým se uživateli pozemní komunikace zakazuje vjezd (vstup) na přejezd, popř. se mu přikazuje, aby přejezd urychleně vyklidil.
- **Pohotovostní stav:** stav přejezdového zařízení v době, kdy na něm není vyhodnocen poruchový stav.
- **Bezporuchový stav:** stav přejezdového zařízení v době, kdy na něm není vyhodnocen nouzový ani poruchový stav.
- **Poruchový stav:** stav přejezdového zařízení při poruše, která může ohrozit bezpečnost provozu na přejezdu.
- **Nouzový stav:** stav přejezdového zařízení při poruše, která nemůže ohrozit bezpečnost provozu na přejezdu.
- **Anulace:** stav, při kterém je vyloučen vliv nevyhodnocujícího zapínacího prvku ve vzdalovacím úseku na spouštění výstrahy přejezdovým zařízením.
- **Bezanulační stav:** stav, při kterém není vyloučen vliv zapínacího prvku ve vzdalovacím úseku na spuštění výstrahy přejezdovým zařízením.
- **Dopravní klid na přejezdu:** stav, kdy ovlivnění ovládacích prvků závislých na jízdě drážního vozidla za předem stanovených podmínek nezpůsobí spuštění výstrahy přejezdovým zařízením.
- **Přibližovací doba:** nejkratší doba od okamžiku pokynu ke spuštění výstrahy do okamžiku, kdy smí vjet čelo drážního vozidla na přejezd.
- **Předzváněcí doba:** doba od spuštění výstrahy do okamžiku, kdy se smí začít sklápět břevno závory.
- **Vyklizovací doba:** doba, během které může ještě bezpečně nejdelší a nejpomalejší silniční vozidlo, cyklista nebo chodec přejet nebo projít přejezd.
- **Doba výstrahy:** doba, po kterou je přejezd uzavřen, tj. doba, po kterou přejezdové zařízení dává výstrahu.
- **Ukončení výstrahy:** okamžik, kdy přejezdové zařízení přestane dávat výstrahu.

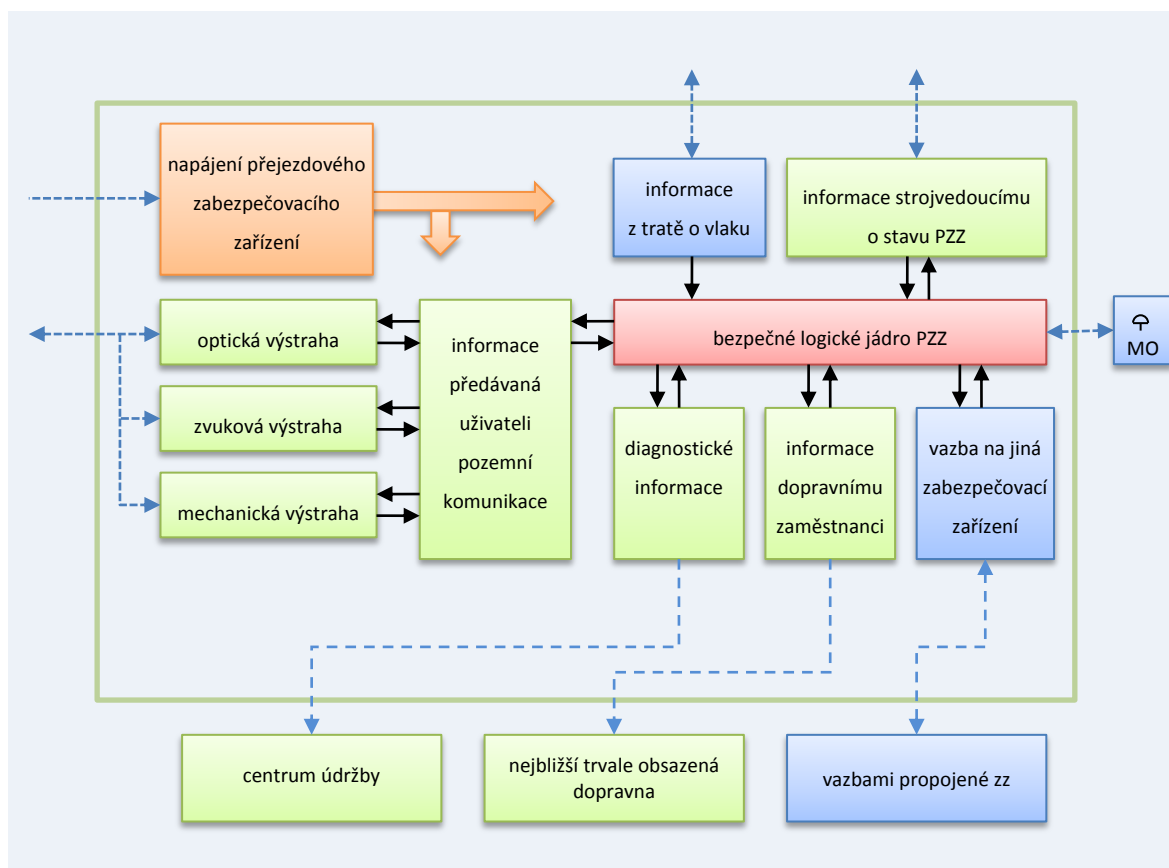
- **Mezní výstražná doba:** nejdelší doba výstrahy vyvolaná automatickým, případně ručním ovládním pro příslušnou kolej u přejezdového zařízení s předáváním informace přímo strojvedoucímu.
- **Doba anulace:** doba, po kterou trvá anulace.
- **Mezní doba anulace:** nejdelší doba anulace, která je u každé koleje přejezdu předem stanovena výpočtem.
- **Kritická doba:** nejdelší z dob, které odpovídají jízdě nejpomalejších drážních vozidel z přílehlých dopraven s kolejovým rozvětvením za přejezd, včetně doby plánovaného stání na trati a doby přípravy jízdni cesty v přílehlé dopravně. Po této době dojde k ukončení dávání výstrahy, pokud nebyla ukončena jízdou drážního kolejového vozidla.
- **Nežádoucí výstraha:** výstraha vyvolaná pouze poruchou.
- **Indikace:** poskytnutí informace obsluhujícímu zaměstnanci o stavu přejezdového zařízení.
- **Přejezdník:** stožárové návěstidlo na dráze, které návěstí strojvedoucímu stav přejezdového zařízení.
- **Absolutní význam návěsti „Stůj“:** význam návěsti „Stůj“, kdy drážní vozidlo po zastavení smí pokračovat v jízdě kolem návěstidla s návěstí „Stůj“, jen po obdržení pokynu k další jízdě.
- **Otevřený přejezd:** přejezd v době, kdy přejezdové zařízení nebrání provozu na pozemní komunikaci (přejezdové zařízení nedává výstrahu).

1.3 Uspořádání přejezdového zabezpečovacího zařízení

Uspořádání přejezdového zabezpečovacího zařízení (logických vazeb) je znázorněno na obr. 1.2.

Přejezdové zabezpečovací zařízení se dle normy ČSN 34 2650 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 napájecí části
- z nosných konstrukčních částí
- z kabelového rozvodu



Obr. 1.2 Uspořádání logických vazeb přejezdového zařízení

1.4 Varianty přejezdového zabezpečovacího zařízení podle závislosti

Podle způsobu ovládání a vnitřních závislostí dělíme přejezdová zabezpečovací zařízení do tří kategorií.

1.4.1 PZS 1

PZS 1 je nejjednodušší světelné přejezdové zabezpečovací zařízení. Smí se používat pouze na vlečkách. Pro celostátní nebo regionální dráhy se smí použít pouze jako prozatímní zařízení.

Zařízení se ovládá ručně z místa přejezdu. Musí být navrženo tak, aby v případě uvažované poruchy nedošlo k předčasnému ukončení již započaté výstrahy. Uživateli pozemní komunikace předává výstražný nebo varovný signál. V místě obsluhy musí být indikována výstraha, pohotovostní stav a dostatečná úroveň napětí baterie.

Zařízení je napájeno z elektrické přípojky a akumulátorové baterie. Kapacita baterie musí zajistit činnost světelné výstrahy při výpadku elektrické sítě nejméně po dobu, než obsluhující zaměstnanec zahájí střežení přejezdu.

1.4.2 PZS 2

PZS 2 je přejezdové zabezpečovací zařízení ovládané automaticky. Pro detekci drážního vozidla se mohou používat spolehlivé zapínací prvky. Při použití spolehlivých zapínacích prvků musí být PZS 2 doplněno z obou dvou stran přejezdníkem, který podává informaci strojvedoucímu drážního vozidla o stavu, v jakém se přejezdové zabezpečovací zařízení nachází, nebo musí být kryto technickým zařízením povolujícím jízdu drážního vozidla (návěstidlo).

Zařízení musí mít bezpečně provedeny závislosti pro:

- informování strojvedoucího o stavu přejezdového zabezpečovacího zařízení (výstraha, pohotovostní stav, bezanulační stav),
- ukončení výstrahy v závislosti na projetí drážního vozidla přejezdem nebo uplynutím mezní výstražné doby,

- měření a uplatnění mezní výstražné doby musí být provedeno tak, aby první část mezní výstražné doby nebyla uvažovanou poruchou prodloužena, druhá část mezní výstražné doby nesmí být uvažovanou poruchou zkrácena a smí být měřena po zrušení informace předávané strojvedoucímu o výstraze,
- ruční ovládání a nouzovou obsluhu.

K ukončení výstrahy dochází v okamžiku, kdy drážní vozidlo opustí prostor přejezdu. Po uvolnění vzdalovacího úseku je ukončena i anulace a zařízení přechází do pohotovostního stavu.

Uživateli pozemní komunikace je předávána informace výstražným nebo varovným signálem. Je-li automatické ovládání přejezdového zařízení realizováno bezpečnými prvky pro detekci drážního vozidla, je předávána i informace pozitivním signálem.

1.4.3 PZS 3

Přejezdové zabezpečovací zařízení PZS 3 představuje nejsložitější variantu z přejezdových zařízení. Automatické ovládání je odvozeno od bezpečných zapínacích prvků detekující jízdu drážního vozidla nebo od navazujícího zabezpečovacího zařízení.

Závislosti přejezdového zabezpečovacího zařízení musí zajistit:

- kontrolované měření mezní doby anulace zapínacího prvku,
- měření mezní doby anulace se musí zapnout ovlivněním vypínacího prvku. Nachází-li se ve vzdalovacím úseku místo, kolem kterého se nesmí projet bez povolení jízdy technickým prostředkem, musí být kontrola mezní doby anulace závislá na tomto povolení. Je-li jízda zakázána, nesmí být měření mezní doby anulace započato. Probíhající měření nesmí být závislé na zrušení povolení k jízdě. Měření mezní doby anulace nesmí být poruchou prodlouženo.
- měření mezní doby anulace se musí vypnout uvolněním kontrolního prvku, po jeho ovlivnění drážním vozidlem nebo uplynutím mezní doby anulace pokud nebylo měření vypnuto nebo opětovným ovlivněním zapínacího prvku, byl-li předtím uvolněn.

- spuštění výstrahy při automatickém ovládní:
 - ovlivněním zapínacího prvku drážním vozidlem s výjimkou prvku, jehož vliv je vyloučen anulací a prvku před místem, za kterým je jízda vyloučena technickým zařízením, nebo zakázána technickým zařízením s absolutním významem návěsti „Stůj“ nebo návěští „Posun zakázán“; nebo
 - příkazem k povolení jízdy technickým zařízením, je-li v přibližovacím úseku místo, které se nesmí bez tohoto povolení projet, a není-li současně vyhodnocena volnost přibližovacího úseku před tímto místem; povolení k jízdě smí být zařízením vydáno až se zpožděním, nebo musí být povolená rychlost od tohoto místa omezena tak, aby byla dodržena přibližovací doba. V případě zrušení povolení k jízdě se nesmí ukončit výstraha, je-li již drážní vozidlo v přibližovacím úseku a pokud není zabezpečovacím zařízením zkontrolováno, že drážní vozidlo zastavilo před tímto místem; nebo
 - pokud zařízení vyhodnotilo ovlivnění vypínacího prvku jízdou drážního vozidla na přejezd v době, kdy přejezdové zabezpečovací zařízení nedává výstrahu; nebo
 - pokud byla překročena mezní doba anulace u přejezdových zařízení bez přejezdníků, nebo jiného obdobného technického zařízení.
- Spuštění výstrahy při ručním ovládní:
 - ovlivněním ovládacího prvku (např. tlačítko) obsluhujícím zaměstnancem.
- Výstraha při automatickém ovládní bude ukončena:
 - ovlivněním a uvolněním vypínacího prvku (pokud nebyl ovlivněn zapínací prvek následným drážním vozidlem) nebo
 - uvolněním přibližovacího úseku drážním vozidlem, které neprojelo železničním přejezdem - opustilo přibližovací úsek změnou směru jízdy, aniž ovlivnilo vypínací prvek (je-li přibližovací úsek vybaven kolejovým obvodem, musí být přibližovací úsek volný nejméně 10 s) nebo
 - nouzovým zrušením závěru neprojeté jízdni cesty

- uplynutím mezní výstražné doby (u PZS 3 s přejezdíky nebo jiným technickým zařízením s obdobnou funkcí).
- Výstraha při ručním ovládní bude ukončena:
 - ovlivněním vhodného ovládacího prvku obsluhujícím zaměstnancem.
- Výstraha při nouzové obsluze bude ukončena:
 - nouzovým otevřením přejezdu nebo
 - nouzovým vypnutím přejezdového zařízení z činnosti.
- Výstraha se ukončí zavedením dopravního klidu na přejezdu.

Uživateli pozemní komunikace je předávána informace varovným, výstražným nebo pozitivním signálem.

Zapojení elektrických obvodů přejezdového zabezpečovacího zařízení musí být navrženo tak, aby umožňovalo provádět kontrolu správné činnosti zařízení a v případě vzniku poruchy tuto situaci vyhodnotilo a zpracovalo stanoveným způsobem. Dle závažnosti poruchy rozeznáváme nouzový a poruchový stav přejezdového zabezpečovacího zařízení.

Nouzový stav přejezdového zabezpečovacího zařízení je stav při vzniku poruch, které jsou popsány v kapitole: „1.7.1 Nouzový stav“. O nouzovém stavu přejezdového zabezpečovacího zařízení má být informován obsluhující zaměstnanec nebo pomocí diagnostického zařízení pracovník údržby.

Poruchový stav přejezdového zabezpečovacího zařízení popisuje kapitola: „1.7.2 Poruchový stav“.

Přejezdové zabezpečovací zařízení PZS 3 musí informovat:

- strojvedoucího nebo obsluhujícího pracovníka o schopnosti dávat výstrahu
- strojvedoucího nebo obsluhujícího pracovníka, zda při automatickém ovládní není spuštění výstrahy automatickým ovládním vyloučeno
- obsluhujícího zaměstnance, zda při ruční obsluze dává výstrahu
- udržujícího zaměstnance o nouzovém stavu.

Nepředává-li přejezdové zabezpečovací zařízení informace o svém stavu na hnací vozidlo, mají být indikace přejezdů soustředěny v dopravně v místě obsluhy.

Z dopravní s kolejovým rozvětvením nesmí být zařízením povolena jízda na přejezd po koleji, ve které je pro jeho směr jízdy anulován vliv zapínacího prvku, jestliže by drážní vozidlo mohlo dosáhnout zapínacího prvku dříve, než jeho stav anulace skončí. Je tedy nutné realizovat závislost mezi přejezdovým zabezpečovacím zařízením a zabezpečovacím zařízením sousední dopravní, která zajistí zrušení dosud trvajících anulací před vydáním povolení k jízdě na přejezd nebo znemožnit po dobu trvání anulace vydání tohoto povolení. Pokud nelze tyto závislosti realizovat, musí přejezdové zabezpečovací zařízení poskytovat bezpečnou informaci o bezanulačním stavu. Provozovatel dráhy potom musí stanovit způsob zajištění bezpečnosti na přejezdu jiným způsobem v době, kdy bezanulační stav není indikován.

1.5 Ovládání přejezdového zabezpečovacího zařízení

Přejezdová zabezpečovací zařízení mohou být ovládána automaticky nebo ručně. Priority jednotlivých způsobů ovládání jsou specifikovány a musí být realizovány v následujícím pořadí:

1. místní uzavření přejezdu
2. nouzové vypnutí z činnosti
3. místní nouzové otevření přejezdu
4. dálkové uzavření přejezdu
5. dopravní klid na přejezdu
6. automatické ovládání

Konstrukce přejezdových zabezpečovacích zařízení musí umožnit ukončení nežádoucí výstrahy způsobené poruchou ovládacích prvků závislých na jízdě drážního vozidla. Se souhlasem provozovatele je doporučeno umožnit i ukončení nežádoucí výstrahy v případech jiných poruch.

Podle způsobu realizace přenosu informací o stavu přejezdového zabezpečovacího zařízení musí být zajištěno ukončení nežádoucí výstrahy:

- u přejezdového zabezpečovacího zařízení bez přenosu informací do trvale obsazené dopravní, uplynutím mezní výstražné doby (přejezd musí být kryt přejezdníky nebo zařízením, které plní jejich funkci)
- u přejezdového zabezpečovacího zařízení s přenosem informací do trvale obsazené dopravní stanoveným úkonem obsluhujícího zaměstnance
 - nouzovým otevřením přejezdu
 - nouzovým vypnutím z činnosti
 - zavedením dopravního klidu na přejezdu

1.5.1 Ruční ovládání

Ruční ovládání je realizováno vhodným technickým zařízením, například tlačítkem. Po obsluhujícím zaměstnanci jsou vyžadovány dva různé úkony. Jedním úkonem se přejezd uzavírá, druhým se uzavření ruší.

Každé přejezdové zabezpečovací zařízení musí být v místě, odkud je na přejezd zajištěn rozhled, vybaveno zařízením pro **místní uzavření přejezdu**.

Každé přejezdové zabezpečovací zařízení kromě PZS 1 musí být v místě, odkud je na přejezd vidět, vybaveno zařízením pro **nouzové otevření**. Toto zařízení vylučuje vliv ovládání s nižší prioritou. Ruší se jím výstraha a indikace bezporuchového, pohotovostního i nouzového stavu. Technicky musí být provedeno tak, aby byl zamezen přístup k ovládání nepovolaným osobám.

U přejezdového zabezpečovacího zařízení v dopravně s kolejovým rozvětvením a přejezdového zabezpečovacího zařízení na trati, jehož přibližovací úsek zasahuje před návěstidlo s absolutním významem návěsti „Stůj“ dopravní s kolejovým rozvětvením, musí být v místě obsluhy zabezpečovacího zařízení dopravního zařízení pro dálkové uzavření přejezdu.

Nouzové vypnutí z činnosti trvale ruší u přejezdového zabezpečovacího zařízení výstrahu a pozitivní signál. Jízda na přejezd nesmí být povolena bez zpravení strojvedoucího.

Technické podmínky pro nouzové vypnutí přejezdového zabezpečovacího zařízení s přenosem informací obsluhujícím zaměstnanci z činnosti:

- Není použito místní uzavření přejezdu.
- Povel k nouzovému vypnutí z činnosti musí být prokazatelně registrován obsluhujícím zaměstnancem. Obsluhující zaměstnanec tímto úkonem potvrzuje, že se k přejezdu neblíží žádné drážní vozidlo, které není zpraveno o nouzovém vypnutí z činnosti.
- Umožňuje-li to navazující zabezpečovací zařízení, musí být před provedením pokynu k nouzovému vypnutí z činnosti přejezdu zjištěno technickými prostředky, že není povolena jízda drážního vozidla na přejezd a k přejezdu se neblíží drážní vozidlo.

Dopravní klid na přejezdu slouží k vyloučení vlivu ovládání s nižší prioritou pro spuštění výstrahy. Po kolejích, které prochází přejezdem, u něhož je zaveden dopravní klid na přejezdu, nesmí být povolena jízda na přejezd bez zpravení strojvedoucího o tom, že přejezdové zařízení nebude dávat výstrahu.

1.5.2 Automatické ovládání

Při automatickém ovládání je stav přejezdového zabezpečovacího zařízení odvozen od ovládacích prvků závislých na jízdě drážního vozidla nebo od povolení k jízdě návazným zabezpečovacím zařízením.

Při automatickém ovládání odvozeném od jízdy drážního vozidla je na začátku přibližovacího úseku umístěn zapínací prvek a v bezprostřední blízkosti přejezdu prvek vypínací. V závislosti na variantě přejezdového zabezpečovacího zařízení jsou kladeny následující požadavky na zapínací prvek:

- u PZS 3 musí bezpečně vyhodnocovat nepřítomnost drážního vozidla v daném místě,
- u PZS 2 musí alespoň spolehlivě vyhodnotit ovlivnění drážním vozidlem.

U přejezdového zabezpečovacího zařízení v dopravně musí být pro každou kolej umožněna dálková výluka závislostí pro spuštění výstrahy u ovládacích prvků, které mohou být ovlivněny posunujícími drážními vozidly, která nezajíždějí na přejezd a z nichž není přejezd kryt proměnným návěstidlem zakazující posun.

Vypínací prvek musí zajistit bezpečné vyhodnocení průjezdu drážního vozidla přejezdem.

Ovládací prvek závislý na jízdě drážního vozidla může mít charakter liniového nebo bodového technického prostředku vyhodnocující nebo nevyhodnocující směr jízdy.

1.6 Informace předávané uživateli pozemní komunikace

Vnější projevem přejezdového zabezpečovacího zařízení vůči uživateli pozemní komunikace je světelná a akustická signalizace předávaná výstražníky. Umístění výstražníků je před přejezdem ve směru pozemní komunikace. Přejezdové zabezpečovací zařízení může být vybaveno závory, které představují doplňkovou mechanickou výstrahu.

1.6.1 Výstraha

Při výstraze je uživatel pozemní komunikace varován před ohrožením drážním vozidlem. Nesmí vjíždět na železniční přejezd (Zákon 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích).

Světelná výstraha je u přejezdového zabezpečovacího zařízení výstrahou základní. Zvuková výstraha je výstrahou doplňkovou. Musí být spuštěna současně s výstrahou světelnou a trvat po celou dobu výstrahy. U přejezdového zabezpečovacího zařízení se závory musí být zvuková výstraha spuštěna současně se světelnou výstrahou a musí být ukončena v okamžiku, kdy je celý jízdní pruh, pro který je výstražník určen, přehrazen sklopeným břevnem závory. Po dobu zvedání břevna závory se zvuková výstraha nespouští.

Výstraha musí být dávana dostatečně včas. Musí umožnit, aby i nejdelší a nejpomalejší vozidlo nebo cyklista či chodec, kteří jsou při spuštění výstrahy ve vzdálenosti 1 m před výstražníkem nebo břevnem závory, stihli bezpečně opustit přejezd před příjezdem drážního vozidla.

1.6.1.1 Světelná výstraha

Světelná výstraha je směřována proti provozu na pozemní komunikaci. Je dávana dvěma červenými střídavě přerušovanými (ve vzájemné protifázi) světly. Kmitočet přerušování každého červeného světla musí být (60 ± 15) cyklů/min. Doba svícení jednoho světla musí být 40 % až 60 % z doby jednoho cyklu. Osová svítivost červeného světla nesmí být menší než 100 cd a nesmí překročit 500 cd. Při poruše svícení kteréhokoliv červeného světla nesmí být zařízením zamezeno svícení ostatních červených světel. Světelná výstraha musí trvat po celou dobu výstrahy. Je-li přejezdové zabezpečovací zařízení vybaveno mechanickou výstrahou, nesmí skončit světelná výstraha dříve, než břevna závory dosáhnou horní koncové polohy.

1.6.1.2 Zvuková výstraha

Zvuková výstraha je dávana charakteristickým přerušovaným zvukovým signálem nezáměnného významu vycházejícího z kmitočtů 300 Hz až 3 000 Hz. Frekvence přerušování zvukového signálu musí být (60 ± 15) cyklů/min. Zvuk signálu musí být jasně slyšitelný a musí převyšovat práh maskování. Hlasitost zvukové výstrahy ve vzdálenosti 7 m od zdroje nemá být menší než 60 dB a větší než 80 dB. Umožňuje-li zařízení automatickou korekci hlasitosti, má být o 15 dB větší než je hluk pozadí.

1.6.1.3 Mechanická výstraha

Přejezdové zabezpečovací zařízení může být vybaveno závorami, které představují doplňkovou mechanickou výstrahu. Výstraha je dávana sklápěným, sklopeným a zvedaným břevnem závory. Smí být spouštěna až po uplynutí předzváněcí doby od povelu pro zahájení světelné a zvukové výstrahy. Břevno závory má mít lehkou konstrukci, zvednuté nesmí zasahovat do průjezdného prostoru pozemní komunikace. Sklopené břevno závory musí přehrazovat alespoň 90 % šířky jízdního pruhu. Doba sklápění břevna závory nesmí být menší než 3 s doba zvedání nesmí být delší než 10 s.

Mechanická výstraha se musí zřídit u přejezdu, na kterém dochází ke křížení silnice I. nebo II. třídy a vícekolejných tratí. Pro omezení hlukové zátěže se doporučuje vybavit přejezd závorami v blízkosti obytných domů, nemocnic, lázní atd. V ostatních případech se má přednostně používat přejezdové zařízení bez závor.

1.6.1.4 Časová posloupnost výstrahy

U přejezdového zabezpečovacího zařízení bez závor dojde ihned po zapnutí výstrahy ke spuštění světelné a akustické výstrahy.

Je-li přejezdové zabezpečovací zařízení vybaveno celými závorami, dojde ihned po zapnutí výstrahy ke spuštění světelné a akustické výstrahy. Současně se začne měřit předzváněcí doba. Po jejím uplynutí je vydán povel ke spuštění břevna závory.

Po zapnutí výstrahy u přejezdového zabezpečovacího zařízení s dvojitými polovičními závorami s postupným chodem břevna závory, dojde ihned po zapnutí výstrahy ke spuštění světelné a akustické výstrahy. Současně se začne měřit

předzváněcí doba. Po jejím uplynutí je vydán povel ke spuštění břevnen závor před přejezdem, ve směru jízdy na pozemní komunikaci. Po skončení vyklizovací doby je vydán povel ke spuštění závor za přejezdem a ukončení akustické výstrahy.

1.6.2 Pozitivní signál

Pozitivní signál informuje uživatele pozemní komunikace, že v obvodu přejezdu není drážní vozidlo, které by jej mohlo ohrozit. Pozitivní signál je dáván přerušovaným svícením bílého světla. Kmitočet přerušování svícení bílého světla musí být (40 ± 10) cyklů/min, doba svícení 40 % až 60% doby jednoho cyklu. Osová svítivost bílého světla nesmí být menší než 100 cd a nesmí překročit 500 cd.

Pro svícení pozitivního signálu musí být současně splněny následující podmínky:

- a) přejezdové zabezpečovací zařízení není v takové poruše, která neumožňuje vyhodnotit splnění následujících podmínek
- b) přejezdové zabezpečovací zařízení vyhodnocuje vlastními ovládacími prvky, případně prvky jiného zařízení, že všechny koleje vedoucí přes přejezd jsou volné nejméně do vzdálenosti 60 m od nejbližší krajnice pozemní komunikace, kromě částí, ze kterých je přejezd kryt odvratnou výhybkou nebo výkolejkou
- c) přejezdové zabezpečovací zařízení vyhodnocuje vlastními ovládacími prvky, případně prvky jiného zařízení, že další části přibližovacích úseků jsou v celé délce volné s výjimkou částí, ze kterých je přejezd kryt:
 - c.1.) odvratnou výhybkou nebo výkolejkou
 - c.2.) hlavním návěstidlem s absolutním významem návěsti „Stůj“ platným i pro posun a posun mezi dopravami.
 - c.3.) světelným seřadovacím návěstidlem s návěstí „Posun zakázán“
 - c.4.) přejezdníkem s návěstí „Otevřený přejezd“

- d) přejezdové zabezpečovací zařízení vyhodnocuje, že další části vzdalovacího úseku jsou:
 - d.1.) volné, nebo
 - d.2.) jsou volné pouze z části a jsou při tom splněny podmínky bodu c) nebo
 - d.3.) jsou obsazeny drážním vozidlem pohybujícím se od přejezdu a provozovatelem dráhy je stanoven způsob zajištění bezpečnosti i pro případ návratu drážního vozidla zpět na přejezd a je zakázána jízda dalšího drážního vozidla v opačném směru na přejezd bez varování účastníka provozu na pozemní komunikaci jiným způsobem, pokud probíhá anulace nebo musí být zajištěno, že po uplynutí mezní doby anulace bude anulace bezpečně zrušena.
- e) přejezdové zabezpečovací zařízení není nouzově vypnuto z činnosti.
- f) přejezdové zabezpečovací zařízení nedává ani nemá dávat výstrahu.
- g) pozitivní signál není vypnut udržujícím zaměstnancem.

1.6.3 Varovný signál

Není-li dáván pozitivní signál ani výstraha (žádné ze světel nesvítí), signalizuje přejezdové zabezpečovací zařízení tzv. varovný signál. Uživatel pozemní komunikace tedy nemá informaci o tom, zda se k přejezdu blíží nebo neblíží drážní vozidlo, které by jej mohlo ohrozit.

1.7 Kontrola funkce přejezdového zabezpečovacího zařízení

Zapojení elektrických obvodů přejezdového zabezpečovacího zařízení musí být navrženo tak, aby umožňovalo provádět kontrolu správné činnosti zařízení a v případě vzniku poruchy tuto situaci vyhodnotilo a zpracovalo stanoveným způsobem.

U přejezdových zabezpečovacích zařízení rozeznáváme tři druhy poruch. Jsou to poruchy:

- které neovlivňují činnost zařízení, nejsou zařízením kontrolovány a jejich odhalení je možné pouze při pravidelné údržbě nebo prohlídce zařízení
- poruchy, které ovlivní činnost zařízení, ale nemohou ohrozit bezpečnost provozu na železničním přejezdu (tzv. nouzový stav)
- poruchy, při kterých již není zaručena bezpečnost provozu na železničním přejezdu (tzv. poruchový stav) a při kterých je nutné při jízdě drážního vozidla na přejezd zavést mimořádná dopravní opatření.

1.7.1 Nouzový stav

Nouzový stav přejezdového zabezpečovacího zařízení má být vyhodnocen při:

- poruše svícení hlavního vlákna kterékoliv dvouvláknové žárovky červeného světla výstražníku
- poruše svícení kterékoliv bílého světla výstražníku
- jiné poruše světelného zdroje kteréhokoliv světla výstražníku, kdy jsou ještě splněna kritéria svítivosti
- nedosažení horní koncové polohy břevna závory po povelu k jejímu zvednutí a uplynutí doby zvedání břeven závor
- nesprávné funkce zvukové výstrahy (je-li vyhodnocována)
- neukončení výstrahy v době, kdy měla být ukončena
- přerušení hlavního napájení přejezdového zařízení
- poruše hlavního nebo náhradního napájení ovládacích prvků závislých na jízdě drážního vozidla
- poruše vypínacích prvků

- poruchách uvedených v technické specifikaci provozovatele dráhy nebo v technických specifikacích výrobce

Informace o nouzovém stavu musí trvat až do doby, kdy zařízení zjistilo její odstranění.

1.7.2 Poruchový stav

Poruchový stav přejezdového zabezpečovacího zařízení musí být vyhodnocen při:

- nespuštění nebo ukončení světelné výstrahy (třeba jen na jednom výstražníku) v době, kdy má přejezdové zařízení dávat výstrahu
- poruše světelného zdroje červeného světla
- změně kteréhokoliv přerušovaného červeného světla výstražníků na stálé
- provedení anulace, jestliže pro ni nebyly splněny podmínky
- poklesu napětí na baterii pod stanovenou mez
- nouzovém otevření
- nouzovém vypnutí z činnosti
- dopravním klidu na přejezdu
- zavedení výluky závislosti ovládacích prvků závislých na jízdě drážního vozidla u jednokolejného přejezdu
- při nedosažení horní koncové polohy břevna závory po povelu k jejímu zvednutí a uplynutí doby zvedání břeven závor
- každé další poruše uvedené výrobcem v technické dokumentaci, která může ohrozit bezpečnost funkce přejezdového zařízení

Informace o poruchovém stavu musí trvat do doby, než zařízení zjistilo její odstranění, nebo do potvrzení o odstranění příčiny poruchy udržujícím zaměstnancem.

1.7.3 Bezporuchový stav

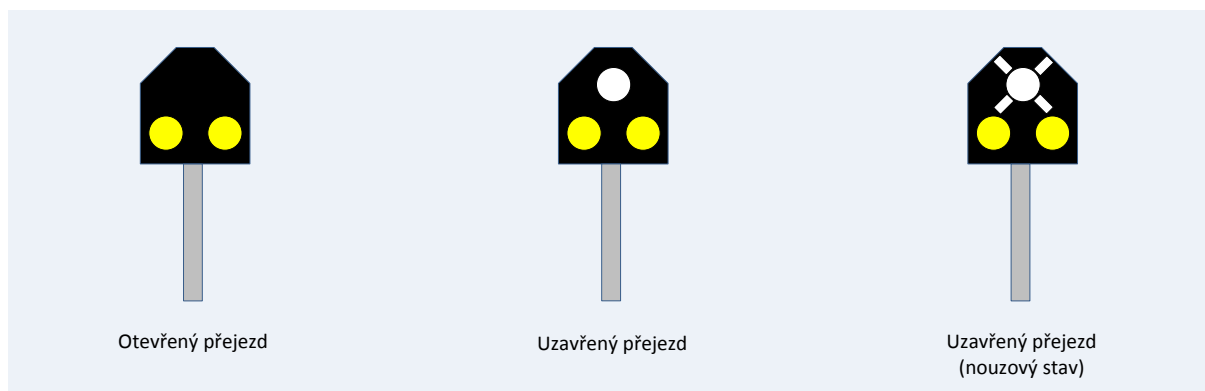
Bezporuchový stav přejezdového zabezpečovacího zařízení je v době, kdy na zařízení není vyhodnocen nouzový ani poruchový stav.

1.8 Přenos informací o stavu přejezdového zabezpečovacího zařízení

1.8.1 Informace o stavu PZS pro strojvedoucího

Pokud je přejezdové zabezpečovací zařízení v pohotovostním stavu a pro danou kolej a směr jízdy není vyloučeno spouštění výstrahy ovlivněním zapínacího prvku závislého na jízdě drážního vozidla, smí být strojvedoucí přímo informován o povolení k jízdě přes přejezd bez omezení.

Informace o stavu přejezdového zabezpečovacího zařízení je strojvedoucímu na drážní vozidlo předávána přejezdníkem. Přejezdník umožňuje předávat informaci: „Otevřený přejezd“, „Uzavřený přejezd“. Návěst „Uzavřený přejezd“ může být provedena dvojím způsobem: stálým svícením bílého světla nebo přerušovaným svícením bílého světla. Návěst s přerušovaným svícením bílého světla se použije při nouzovém stavu přejezdového zabezpečovacího zařízení vyjma výpadku napájení trvajícím kratší dobu, než stanoví provozovatel dráhy. Při této návěsti je povinen strojvedoucí v nejbližší dopravně informovat výpravčího o nouzovém stavu přejezdového zabezpečovacího zařízení. Na obr. 1.3 jsou znázorněny návěsti předávané přejezdníkem.



Obr. 1.3 Návěsti přejezdníku

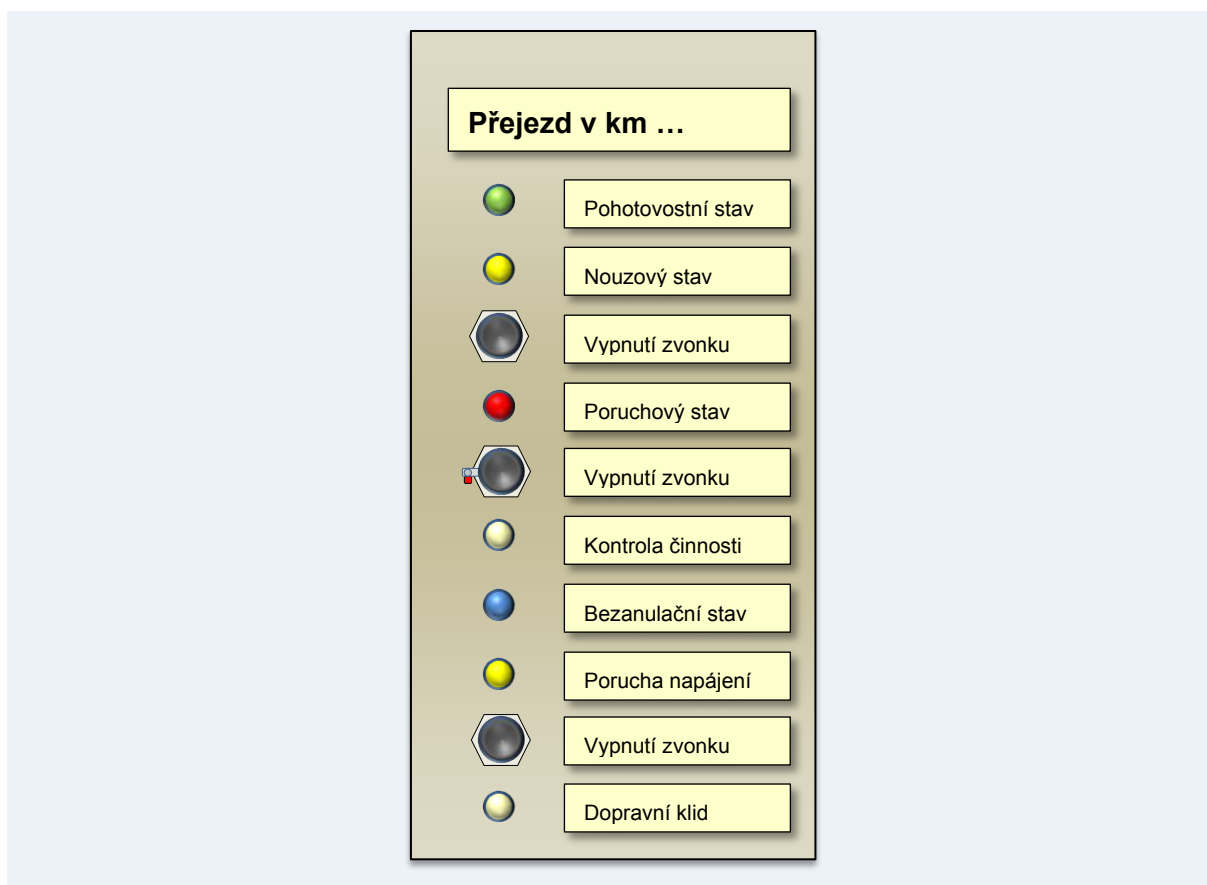
V základní poloze dává přejezdník zpravidla návěst „Otevřený přejezd“. Při poruše v obvodech přejezdníku nesmí dojít k dávání návěsti „Uzavřený přejezd“.

1.8.2 Informace o stavu PZS v dopravě

Přejezdové zabezpečovací zařízení informuje obsluhujícího zaměstnance o svém stavu následujícími indikacemi:

- indikace bezporuchového stavu
- indikace nouzového stavu
- indikace poruchového stavu
- indikace bezanulačního stavu
- indikace výstrahy
- indikace poruchy hlavního napájení
- indikace pohotovostního stavu
- indikace přejezdové zařízení není v dopravním klidu
- indikace bezvýlukového stavu

Na obr. 1.4 je zobrazen příklad panelu kontrol přejezdového zabezpečovacího zařízení umístěného v dopravě.



Obr. 1.4 Panel kontrol přejezdového zařízení v dopravě (typ SM98)

1.9 Napájení přejezdového zabezpečovacího zařízení

Přejezdové zabezpečovací zařízení PZS 2 a PZS 3 musí mít zajištěnou dodávku elektrické energie odpovídající 1. kategorii důležitosti ve smyslu ČSN 37 6606. Tato norma řadí přejezdové zabezpečovací zařízení do kategorie zařízení, u něhož přerušení dodávky elektrické energie může způsobit ohrožení lidských životů nebo velké národohospodářské škody.

Dodávka elektrické energie musí být zajištěna jedním napájecím zdrojem, splňujícím podmínky pro dodávku elektrické energie 1. kategorie důležitosti nebo dvěma nezávislými zdroji – hlavním a náhradním.

Při napájení ze dvou nezávislých zdrojů se jako hlavní zdroj obvykle používá elektrická přípojka z lokální nebo veřejné distribuční sítě. Pro náhradní zdroj se používá akumulátorová baterie s automatickým dobíječem a se schopností napájet přejezdové zabezpečovací zařízení bez dobíjení po dobu stanovenou provozovatelem dráhy (osm hodin), nebo druhá nezávislá elektrická přípojka.

Přepínání zdrojů musí být automatické a nesmí způsobit narušení bezpečnosti funkce přejezdového zařízení.

Každý vnější napájecí zdroj přejezdového zabezpečovacího zařízení musí být dimenzován na největší předpokládanou vlastní spotřebu zařízení. Akumulátorová baterie musí pokrýt vlastní spotřebu přejezdového zabezpečovacího zařízení vyjma obvodů, které se při výpadku hlavního napájecího zdroje vypínají (bílé světlo výstražníků, činnost mechanické výstrahy a dobíječ). Úroveň napětí akumulátorové baterie musí být sledována. Umožňuje-li přejezdové zabezpečovací zařízení odpojení akumulátorové baterie při poklesu jejího napětí pod definovanou hodnotu (ochrana olověných akumulátorů před zničením), musí být před jejím odpojením indikován poruchový stav.

Při použití akumulátorové baterie jako náhradního zdroje musí být přejezdové zabezpečovací zařízení vybaveno tak, aby k němu bylo možno připojit další zdroj. Obvykle se jedná o připojení elektrického soustrojí se spalovacím motorem, nebo provizorní elektrickou přípojku z lokální nebo veřejné distribuční sítě nízkého napětí.

1.10 Konstrukční uspořádání prvků PZS

Příslušné části přejezdového zabezpečovacího zařízení musí spolehlivě pracovat v okolním prostředí, v přístrojové skříni a v technologickém domku bez regulace teploty a respektovat ostatní vlivy prostředí.

Rozmístění závislostních a napájecích částí přejezdového zabezpečovacího zařízení v technologických skříních nebo reléovém domku musí umožňovat přístup ke všem udržovaným jednotkám, umožnit jejich údržbu a zajistit podmínky prostředí pro bezpečný provoz jednotek.

1.11 Požadavky stanovené provozovatelem dráhy

Správce celostátních i regionálních drah ve vlastnictví České republiky je Správa železniční dopravní cesty, státní organizace (dále jen SŽDC).

Pro rekonstrukce a výstavbu nových zařízení na regionálních dráhách byla Správou železniční dopravní cesty vydána *Směrnice SŽDC č. 32 Zásady rekonstrukce regionálních drah*. Směrnice stanovuje jednotnou koncepci a technická řešení mající za cíl:

- zvýšení bezpečnosti provozu
- zvýšení bezpečnosti pohybu cestujících v kolejišti
- zajištění technického stavu infrastruktury podle požadavků platných zákonů, vyhlášek a norem
- minimalizace nákladů na zajištění provozuschopnosti železniční dopravní cesty
- minimalizace nákladů na provozování železniční dopravní cesty
- zvýšení rychlosti.

Pro nově budované přejezdové zabezpečovací zařízení na regionální dráze směrnice stanovuje následující požadavky:

- Úrovňové přejezdy se špatnými rozhledovými poměry s nutností snížení traťové rychlosti, respektive přejezdy s pozemními komunikacemi vyšší třídy (I. a II. třída) případně komunikacemi s vyšší hodnotou dopravního momentu (vyšší než 10 000) budou vybaveny novým přejezdovým zabezpečovacím zařízením vyhovujícím požadavkům ČSN 34 2650. Stejným způsobem bude postupováno při rekonstrukci stávajícího přejezdového zabezpečovacího zařízení vzor SSSR nebo vzor VÚD.
- Přednostně budou navrhována zavedená reléová přejezdová zabezpečovací zařízení s elektronickými doplňky (elektronický kmitač pro červená i bílá světla, stabilizace napětí pro světla výstražníků, elektronické záznamové zařízení atd.) splňující podmínky ČSN 34 2650.
- Nově realizovaná PZS musí splňovat požadavky technické specifikace TS-Zabezpečení přejezdů.

- Základní napájení zabezpečovacích zařízení bude provedeno z veřejné elektrické sítě, náhradní napájení z akumulátorové baterie.
- Vnitřní části zabezpečovacích zařízení budou umístovány do zavedených reléových domků.

2 ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU

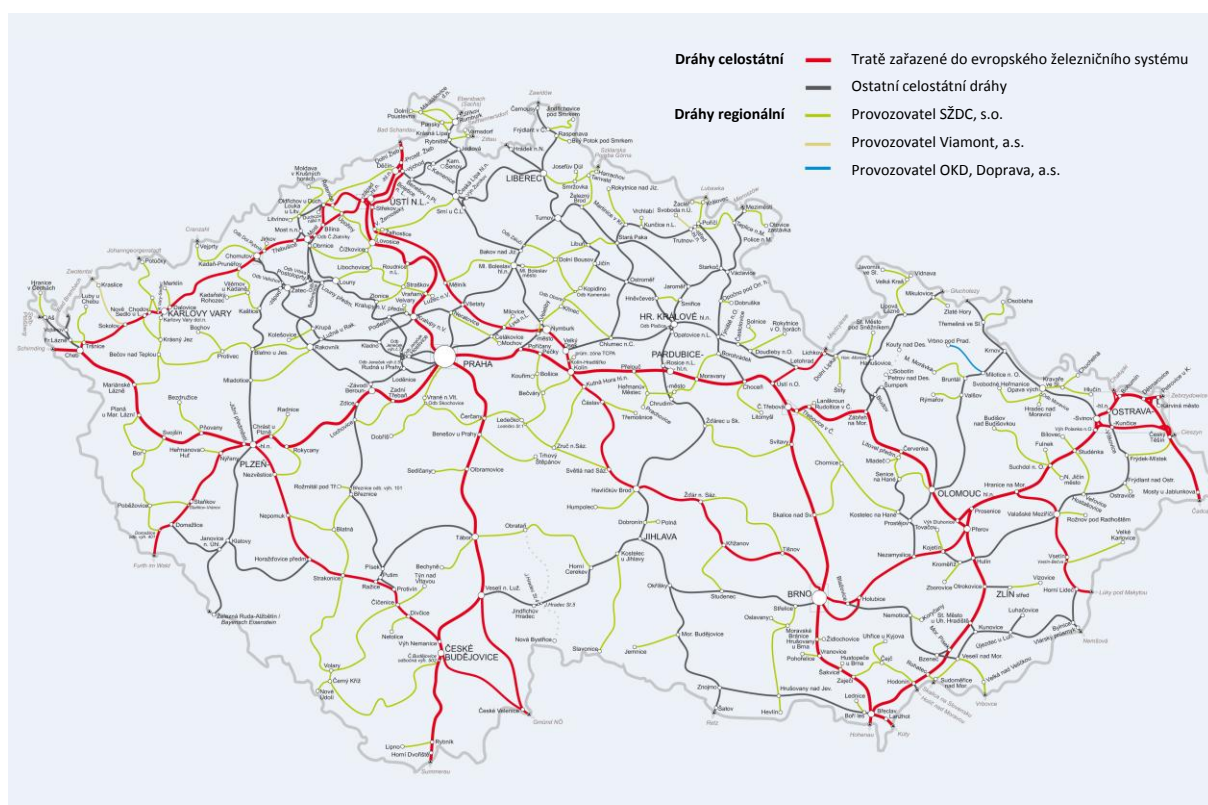
2.1 Specifikace regionální dráhy

Železniční dráhy se z hlediska významu, účelu a technických podmínek, stanovených prováděcím předpisem, člení do jednotlivých kategorií. Kategoriemi železničních drah jsou dle zákona č. 266/1994 Sb., o dráhách:

- dráha celostátní
- dráha regionální
- vlečka
- speciální dráha.

Dráha regionální je dráha regionálního nebo místního významu, která slouží veřejné železniční dopravě a je zaústěná do celostátní nebo jiné regionální dráhy. Z technického, provozního a právního hlediska jsou na regionální dráhy kladeny stejné požadavky jako na dráhy celostátní.

Na obr. 2.1 je zobrazena mapa železniční sítě s grafickým znázorněním celostátních a regionálních drah.



Obr. 2.1 Mapa rozdělení železniční sítě na státní a regionální dráhy

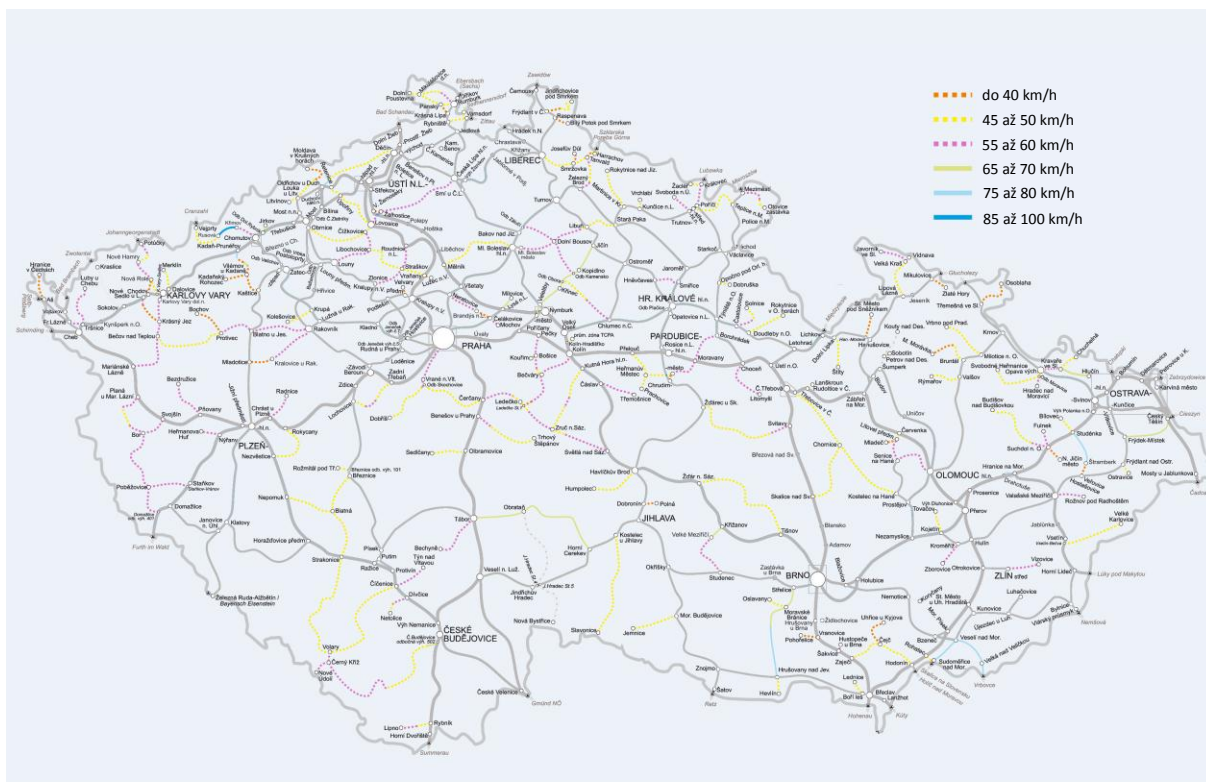
Jedná se celkem o 128 regionálních tratí s celkovou délkou 3 157 km. Tyto tratě činí 34,5% celkové délky železniční sítě České republiky.

Mezi charakteristické vlastnosti regionální dráhy lze zařadit:

- nízkou rychlost vlaků do 60 km/h
- nízkou propustnost
- nízkou úroveň zabezpečení
- provoz nevhodných vozidel.

2.1.1 Nízká rychlost vlaků na regionálních dráhách

Rychlost vlaků na regionální dráze je omezená. Důvodem jsou stavebně technické parametry tratě, stav železničního spodku a svršku a také úroveň zabezpečení zabezpečovacím zařízením v kolejových dopravních a na trati. Na obr. 2.2 je zobrazena mapa železniční sítě s uvedením nejvyšších traťových rychlostí na regionálních dráhách. Z předložených údajů lze konstatovat, že největší část regionálních tratí je možno pojíždět rychlostí do 50 km/h. Následuje druhá část tratí kde je rychlost omezena do 60 km/h. Výjimkou jsou pak tratě s rychlostí vyšší.



Obr. 2.2 Mapa nejvyšších traťových rychlostí regionálních drah.
(Tratě vyznačené šedou barvou náleží do kategorie celostátních drah)

2.1.2 Nízká propustnost regionálních drah

Propustnost dráhy kromě jiných parametrů ovlivňuje i způsob řízení dopravy. Doprava na regionálních tratích je řízena dle interních předpisů provozovatele. Provoz na 44 tratích o celkové délce 1218 km (38,6 % z celkové délky regionálních tratí) je řízen předpisem pro organizování a provozování drážní dopravy D2. Trať je rozdělena na traťové úseky mezi dopravnami s kolejovým rozvětvením a na koleje v dopravnách. Dopravny jsou trvale obsazeny zaměstnanci operátora dráhy, kteří řídí a organizují dopravu. Jedná se o souhrn činností vykonávaných podle interních předpisů provozovatele dráhy a dalších činností pro zabezpečení jízd vlaků, posunu v obvodu dopraven s kolejovým rozvětvením, posunu mezi dopravnami atd.

Na 84 tratích o celkové délce 1 939 km (61,4 % z celkové délky regionálních tratí) je doprava řízena dle předpisu pro zjednodušené řízení drážní dopravy D3. Na trati se ve stanovených traťových úsecích pohybuje pouze jeden vlak nebo posunující drážní vozidlo. Dopravny nejsou trvale obsazeny zaměstnanci operátora dráhy. Vlaková doprava bývá řízena z jednoho místa a doprovod vlaku se ve stanovených dopravnách dorozumívá s osobou řídící dopravu pomocí vhodného sdělovacího zařízení. Při křižování nebo předjíždění musí být předem určena vjezdová kolej, popřípadě se stanoví, který vlak vjede do dopravný jako první. Odjezd vlaku je podmíněn souhlasem osoby řídící dopravu nebo jiným povolením provozovatele dráhy.

2.1.3 Nízká úroveň zabezpečení regionálních drah

Převážná část staničního zabezpečovacího zařízení na regionální dráze spadá podle úrovně zabezpečení dle TNŽ 34 2620 do 1. kategorie. Jedná se o jednoduchá zařízení, která zajišťují činnost návěstidel a ostatních technických prostředků pro informování strojvedoucího o dovolené jízdě vlaku. Zařízení musí zajistit soulad povelu vydaného pracovníkem operátora dráhy s návěstmi hlavních návěstidel a jejich předvěstí. Musí zajistit závislost dovolujících návěstí na uzavření výhybek určených provozovatelem dráhy ve správné poloze a vyluku současných vlakových cest. Zařízení musí umožnit vazbu na spolupracující zabezpečovací zařízení.

U zabezpečovacího zařízení 1. kategorie je vyžadována spoluodpovědnost obsluhujících zaměstnanců za postavení jízdni cesty. Bezpečnost železniční dopravy je tedy přímo závislá na lidském činiteli.

Křížení dráhy s pozemní komunikací bývá zabezpečeno pouze výstražnými kříži nebo přejezdovým zařízením starší konstrukce. Převážně se jedná o přejezdová zařízení světelná typ VÚD, SSSR, AŽD 71 nebo o přejezdová zařízení mechanická PZM 1, PZM 2.

2.1.4 Provoz nevhodných vozidel

Provoz nevhodných vozidel je uváděn v souvislosti s vazbou na zabezpečovací zařízení. Činnost zabezpečovacích zařízení v závislosti na jízdě drážního vozidla je odvozena od výstupu prvků sledujících volnost nebo obsazenost definovaných kolejových úseků. Plní-li tuto funkci kolejové obvody, je jejich činnost závislá na správném šuntování dvojkolí drážního vozidla.

Na regionálních dráhách jsou však provozována lehká vozidla a vozidla vybavená kotoučovými brzdami. Dopravní provoz je omezený a tak dochází k situacím, kdy nejsou splněny podmínky pro správnou činnost kolejových obvodů a tedy i zabezpečovacího zařízení.

Na obr. 2.3 jsou pro příklad zobrazeny:

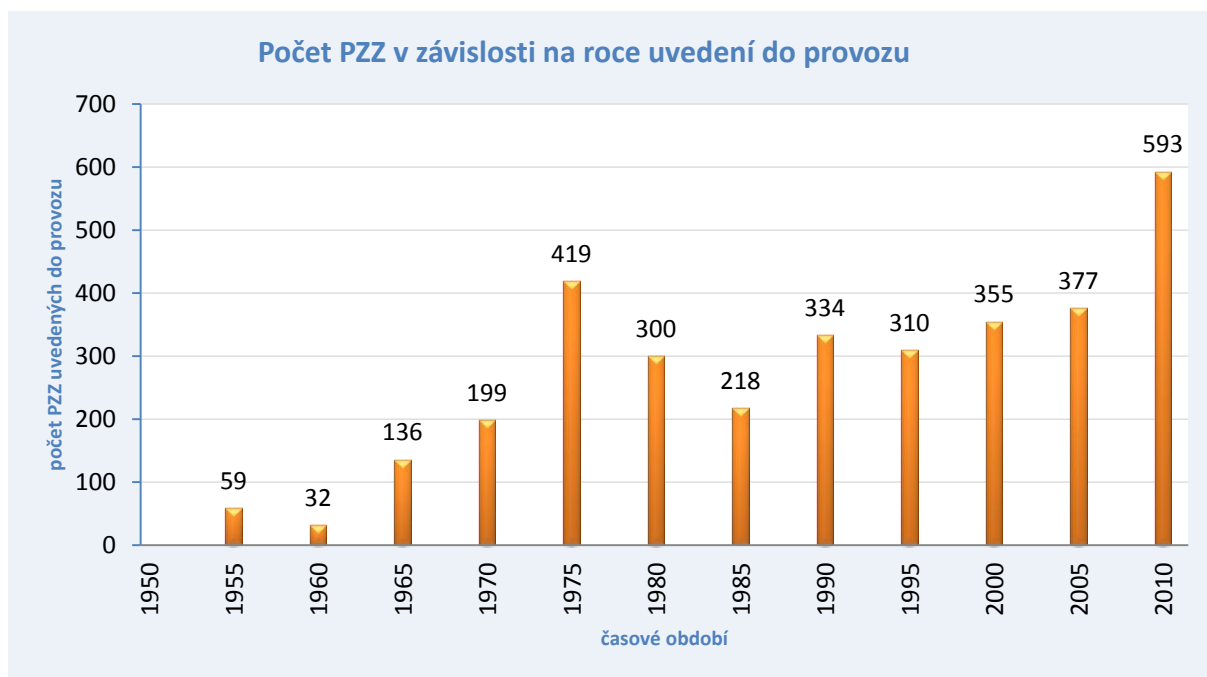
- lehký motorový vůz řady 810, služební hmotnost 20 tun, dvojkolí oboustranně brzděna špalíky třecí brzdy
- motorový vůz řady 843, služební hmotnost 56 tun, dvojkolí brzděna kotoučovou brzdou s kotouči v kolech.



Obr. 2.3 Motorový vůz řada 809 [20], motorový vůz řady 843 [21]

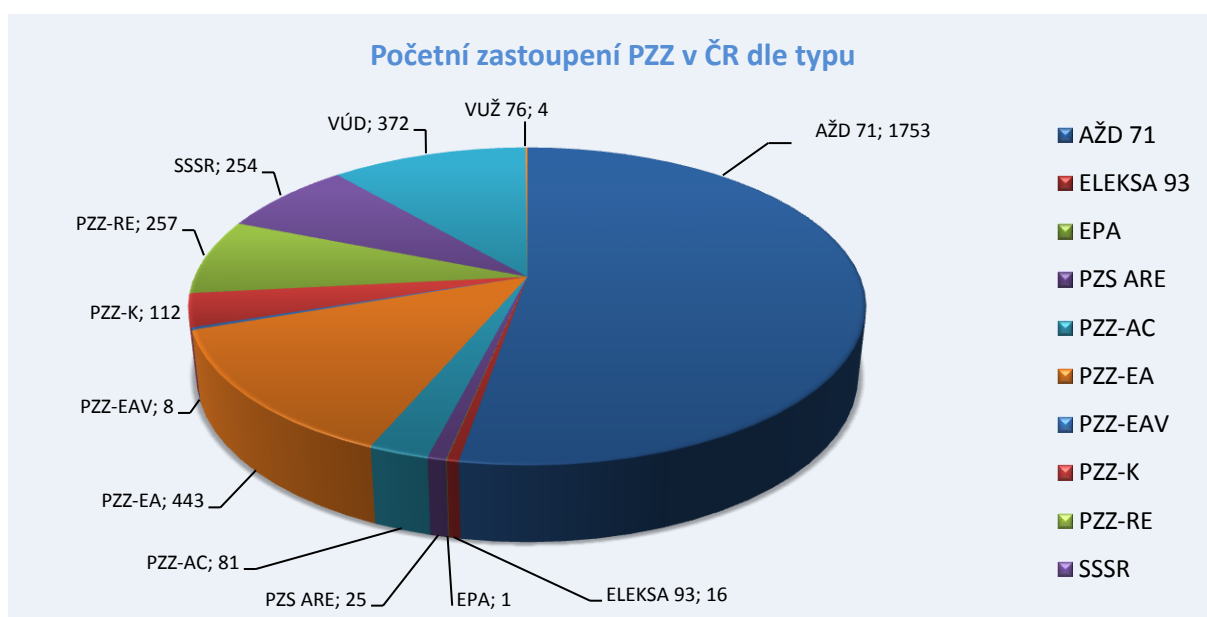
2.2 Přehled nasazených typů přejezdového zařízení

Světelná přejezdová zabezpečovací zařízení jsou budovaná již od padesátých let dvacátého století. Počty do provozu uvedených zařízení v závislosti na časovém období zobrazuje graf. 2.1.



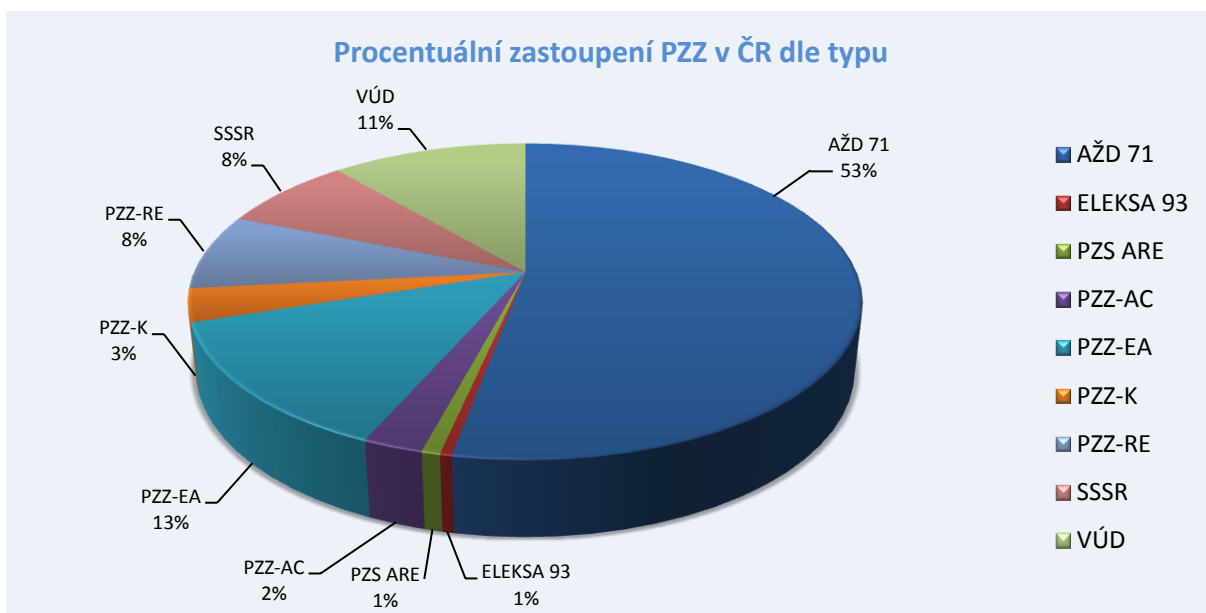
Graf. 2.1 Počet PZZ v závislosti na roce uvedení zařízení do provozu

Zastoupení jednotlivých typů přejezdového zabezpečovacího zařízení zobrazuje graf. 2.2.



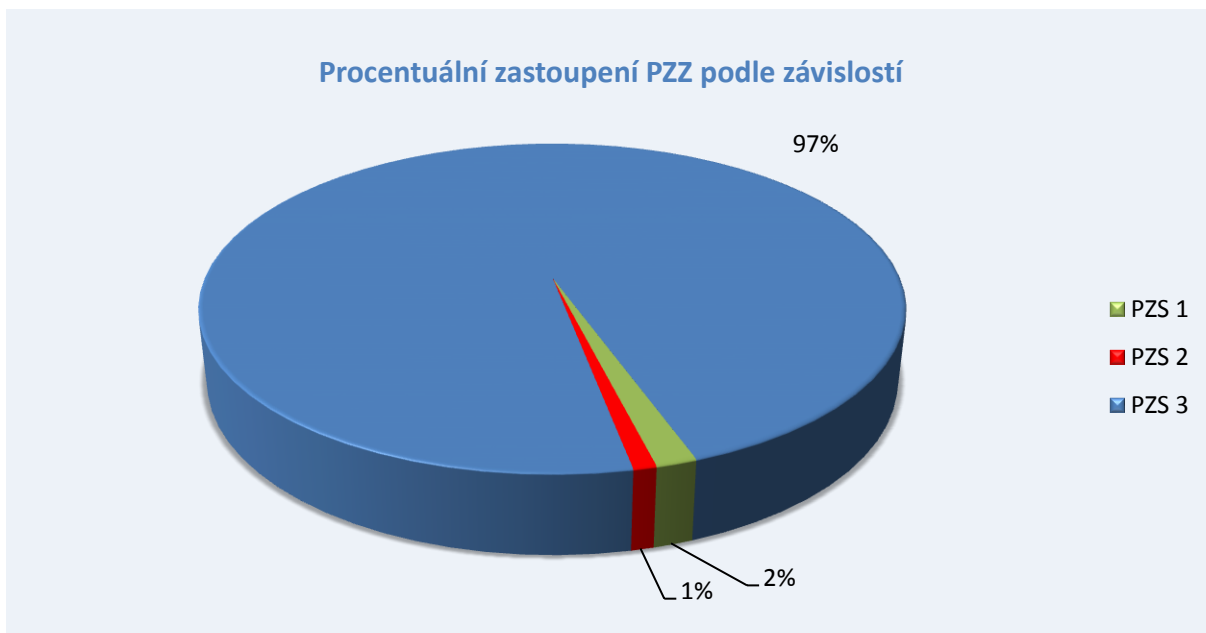
Graf. 2.2 Početní zastoupení jednotlivých typů PZZ v ČR na infrastruktuře SŽDC, s.o.

Graf. 2.3 uvádí procentuální typové zastoupení přejezdových zabezpečovacích zařízení.



Graf. 2.3 Procentuální zastoupení jednotlivých typů PZZ v ČR na infrastrukturu SŽDC, s.o.

Rozdělení přejezdových zabezpečovacích zařízení podle způsobu ovládání a závislostí zobrazuje graf. 2.4



Graf. 2.4 Procentuální zastoupení PZZ v ČR podle závislostí.

Předkládané hodnoty byly aktualizovány k 16. 12. 2010. Jako zdroj byly použity interní podklady SŽDC, s.o. (databáze zabezpečovacího zařízení verze 2.18.). V následujících kapitolách budou podrobněji popsány vybrané typy provozovaných přejezdových zabezpečovacích zařízení.

2.3 Přejezdové zabezpečovací zařízení PZS AŽD 71

Přejezdové zabezpečovací zařízení typu AŽD 71 bylo vyvinuto koncem šedesátých let dvacátého století. Bylo určeno pro zabezpečení železničních přejezdů na jednokolejných i dvoukolejných tratích s libovolnou trakcí. V základním provedení je přejezdové zabezpečovací zařízení ovládáno samočinně jízdou drážního vozidla. Zařízení je rovněž možné ovládat dálkově, např. z ovládacího stolu výpravčího, nebo nouzově tlačítky z uzamykatelné ovládací skříňky v místě přejezdu.

Jedná se o první přejezdové zabezpečovací zařízení, které bylo navrženo pro univerzální použití, respektující místní podmínky. Konstrukční uspořádání logických obvodů začalo využívat typizovaných panelů, osazených malorozměrovými relé, které usnadnily a zejména urychlily montáž i údržbu zařízení.

Výše zmíněné vlastnosti předurčily v předešlých letech tento typ přejezdového zabezpečovacího zařízení k hromadné výstavbě. V roce 2010 bylo více jak padesát procent provozovaných přejezdových zabezpečovacích zařízení v České republice tohoto typu.

Přejezdové zabezpečovací zařízení AŽD 71 můžeme z hlediska prostorového umístění rozdělit do čtyř základních konstrukčních částí:

- reléový domek (ŠM skříň) včetně vnitřního vybavení
- výstražníky (závorové stojany)
- kontrolní skříňku
- prvky pro detekci drážního vozidla

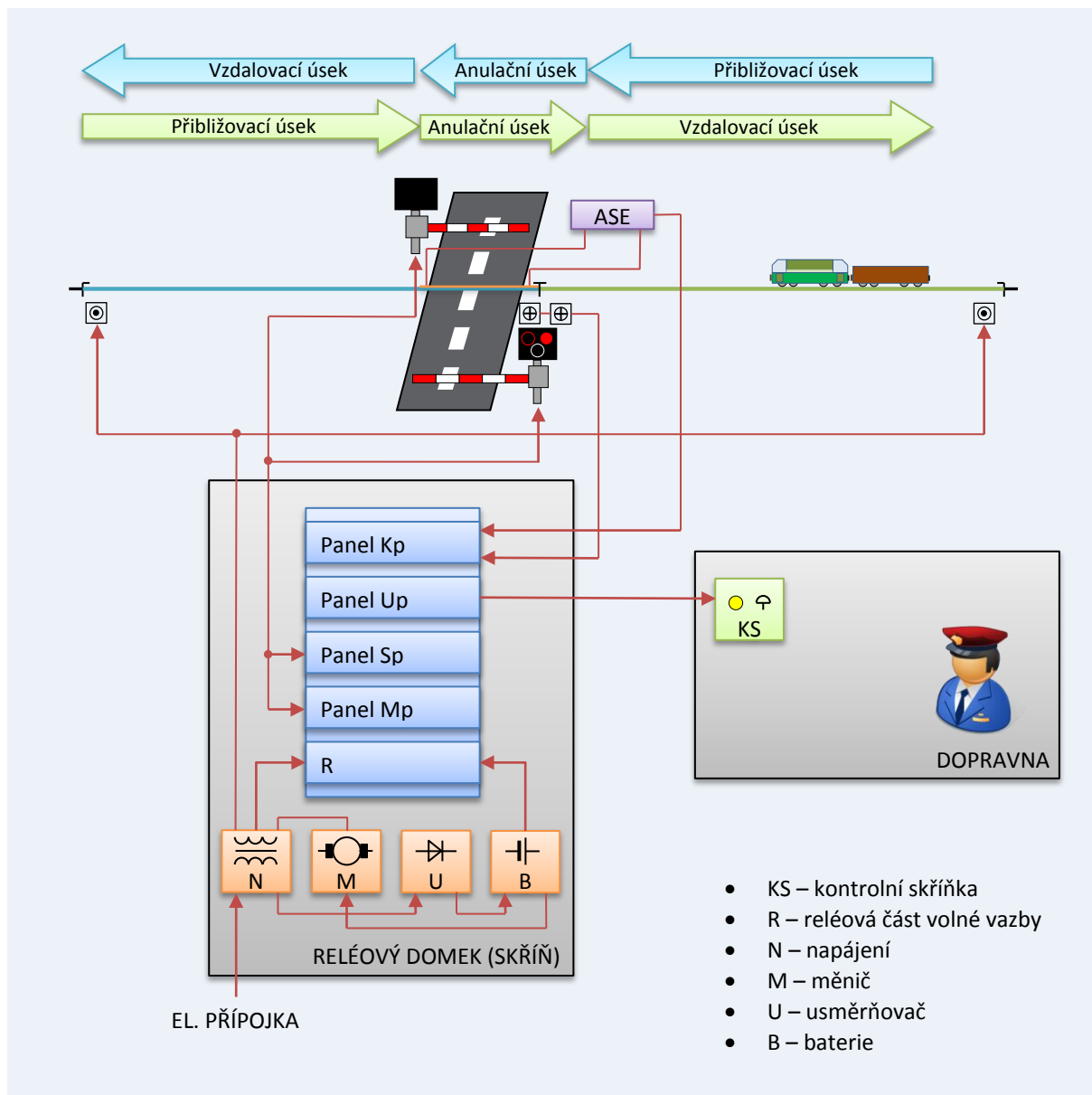
Prvky pro detekci drážního vozidla, výstražníky a kontrolní skříňka jsou s reléovým domkem spojeny kabely.

V reléovém domku je umístěna vnitřní část přejezdového zabezpečovacího zařízení, která je tvořena funkčními jednotkami pro napájení a ovládání zařízení. Elektrická přípojka pro napájení zařízení je zakončena v elektrickém rozvaděči upevněném na vnější straně domku.

2.3.1 Popis zařízení

Na obr. 2.4 je zobrazeno zjednodušené schematické uspořádání přejezdového zabezpečovacího zařízení typu AŽD 71 na trati. Koncepce automatického ovládání přejezdového zabezpečovacího zařízení vychází

z tříúsekového ovládání (přibližovací úsek, anulační úsek, vzdalovací úsek). Obvod anulačního úseku je řešen neohrazeným kolejovým obvodem - ASE (anulační soubor elektronický).



Obr. 2.4 Přejezdové zabezpečovací zařízení typu AŽD 71

Základní stavebnicovou jednotkou přejezdového zabezpečovacího zařízení AŽD 71 jsou typizované panely Kp, Up, Sp, Mp, ve kterých se vytvářejí všechny hlavní závislosti. Panely se umísťují do sedmnáctipatrového stojanového rámu upevněného v reléovém domku. Ve stojanovém rámu jsou namontovány panely pojistek, odporů a svorkovnic. Zpravidla ve spodní části rámu je na svorkovnicích vyvedeno zakončení kabelů.

V horní části je osazen typizovaný panel koleje Kp, následuje ústřední panel Úp, panel světel Sp a panel závor Mp. Dále je ve stojanu panel pojistek, odporů, volné vazby atd. Na polici může být umístěn automatický dobíječ a anulační soubor elektronický ASE. Ve spodní části rámu je na svorkovnicích SV 12 provedeno zakončení kabelů od vnějších prvků zařízení (venkovní výstroj prostředků pro detekci kolejového vozidla, výstražníky, pohony závor, přejezdníky, kontroly a dálkové ovládání).

Typizované panely jsou osazeny malorozměrovými zástrčkovými relé první bezpečnostní funkce a diskrétními součástkami – odpory, kondenzátory, diody. Součástky jsou upevněny pomocí destiček a svorníků na zadní stranu panelu.

V zapojení přejezdového zabezpečovacího zařízení se používají čtyři druhy typizovaných panelů:

- panel koleje Kp2
- ústřední panel Úp2
- panel světel Sp2
- panel závor Mp2

První písmeno v označení představuje funkci panelu, druhé typ zabezpečovacího zařízení (přejezdové) a číslice konstrukční provedení panelu.

2.3.2 Kp2 panel koleje

Panel koleje vytváří závislosti z jedné jednosměrně i obousměrně pojížděné koleje v ose přejezdu. Potřebné závislosti se realizují šesti malorozměrovými zástrčkovými relé a jedním časovým motorovým relé. Obr. 2.5 zobrazuje osazení panelu Kp2 relé.

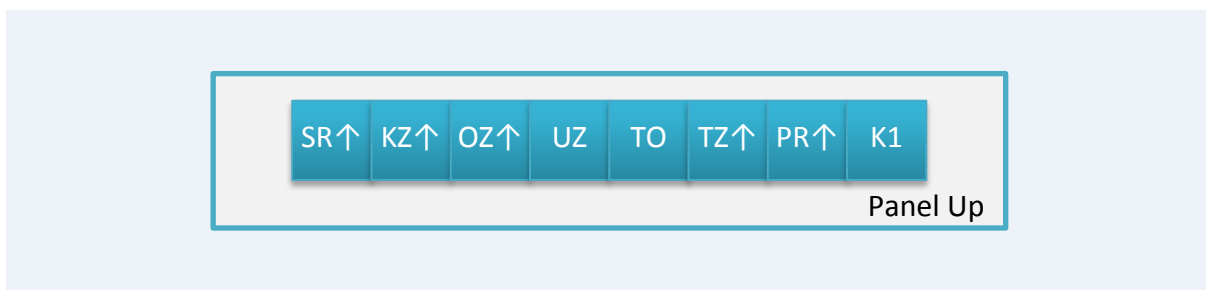


Obr. 2.5 Osazení relé panelu Kp2 – čelní pohled

Na panelu jsou umístěny výlukové zásuvky **Výluka 1** a **Výluka 2**. V základním stavu je v zásuvce **Výluka 1** zasunuta vidlice. Po jejím vyjmutí a zasunutí do zásuvky **Výluka 2** dojde k vyloučení závislosti zařízení na obsazení kolejového obvodu (používá se např. při rekonstrukci železničního svršku, opravných pracích atd.).

2.3.3 Úp2 ústřední panel

V ústředním panelu jsou informace z kolejového panelu Kp2 převáděny na povely pro spouštění nebo zastavení výstrahy. Závislosti vytváří osm malorozměrových zástrčkových relé. Jejich rozmístění je znázorněno na obr. 2.6.



Obr. 2.6 Osazení relé panelu Úp2 – čelní pohled

Z panelu Up2 jsou ovládány zvonce ve výstražnicích. Jsou zde obvody pro indikace stavů zařízení, a je-li přejezd vybaven závorovými stojany, přivádí se do panelu také kontroly od závorových břeven.

2.3.4 Sp2 panel světél

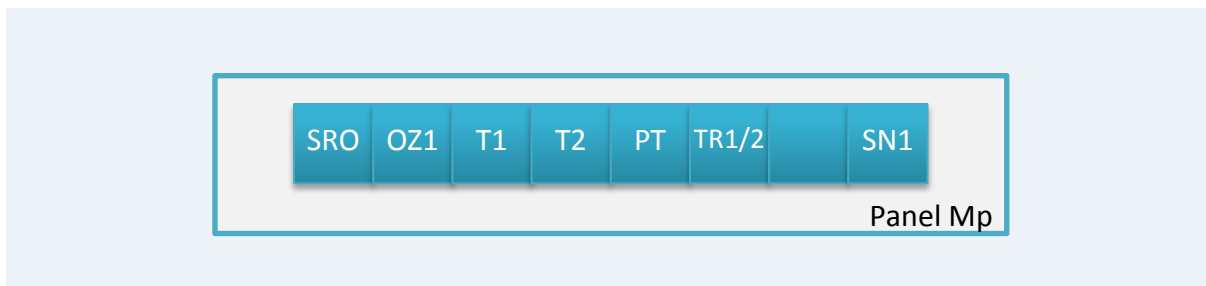
Panel světél Sp2 se používá pro ovládání a kontrolu svícení červených světél výstražníků. Jeden panel Sp2 umožňuje ovládání tří výstražníků. Vyžadují-li místní podmínky použití čtvrtého výstražníku, je nutné panel doplnit o další malorozměrová zástrčková relé zapojená ve volné vazbě. Osazení panelu je zobrazeno na obr. 2.7.



Obr. 2.7 Osazení relé panelu Sp2 – čelní pohled

2.3.5 Mp2 panel závor

Panel závor se používá u přejezdového zabezpečovacího zařízení vybaveného závorami. Může ovládat nejvíce čtyři závorová břevna s postupným nebo současným chodem. Potřebné závislosti se provádějí šesti malorozměrovými zástrčkovými relé. Napájení tepelného relé TR je realizováno pomocí stabilizátoru napětí SN1. Obr. 2.8 zobrazuje osazení panelu Mp2 relé.



Obr. 2.8 Osazení relé panelu Mp2 – čelní pohled

2.3.6 Měření časových intervalů

Pro měření doby anulace se používá motorové časové relé TM10. Časový rozsah relé je 0 – 30 min. Konstrukčně je řešeno strojkem tvořeným synchronním elektromotorkem s napájecím napětím 220 V AC a elektromagnetickou spojkou ovládanou napětím 24 V DC. Motorek pohání přes ozubené převodové soukolí hřídel s mechanickou třecí spojkou, ovládanou elektromagnetem spojky. Na pohyblivém spojkovém talíři je pastorek, který zabírá s hlavním ozubeným kolem. Toto ozubené kolo je otočně uloženo na čepu a přes pojistnou třecí spojkou ovládá výsledný kontakt. Pojistná spojka dovoluje nařizování relé za chodu bez nebezpečí poškození. Žádaný čas se nařizuje knoflíkem na kruhové stupnici, upevněné na strojku relé. Relé je opatřeno vlečným ukazatelem, který se vrací při vypnutí spojky relé. Je-li relé v klidu, souhlasí poloha ukazatele nařízení času (černé šipky) s vlečným ukazatelem (žlutou šipkou). Pokud je relé v chodu, udává vlečný ukazatel, jaký čas zbývá do vyčerpání nastavené doby.

Měření doby od zahájení výstrahy do okamžiku, kdy se mají začít sklápět závorová břevna, zajišťuje tepelné časové relé TMŠ-2. Relé je tvořeno dvěma tepelnými spínači umístěnými v krytu od malorozměrového relé. Tepelné spínače pracují střídavě, aby byl minimalizován vliv tepelné hystereze. Tepelné spínače jsou tvořeny pérovým svazkem, ve kterém jsou péra zhotovena z dvojkovu CuNi-NiFe. Na jednom z per je navinuto zahřívací vinutí. Oba tepelné spínače mají po jednom

zapínacím doteku. Vinutí spínačů jsou napájena stabilizovaným stejnosměrným napětím 11 V. Dobu sepnutí kontaktu lze pomocí předřadného odporu nastavit v rozmezí 18 s až 30 s.

2.3.7 Tyristorový kmitač TK

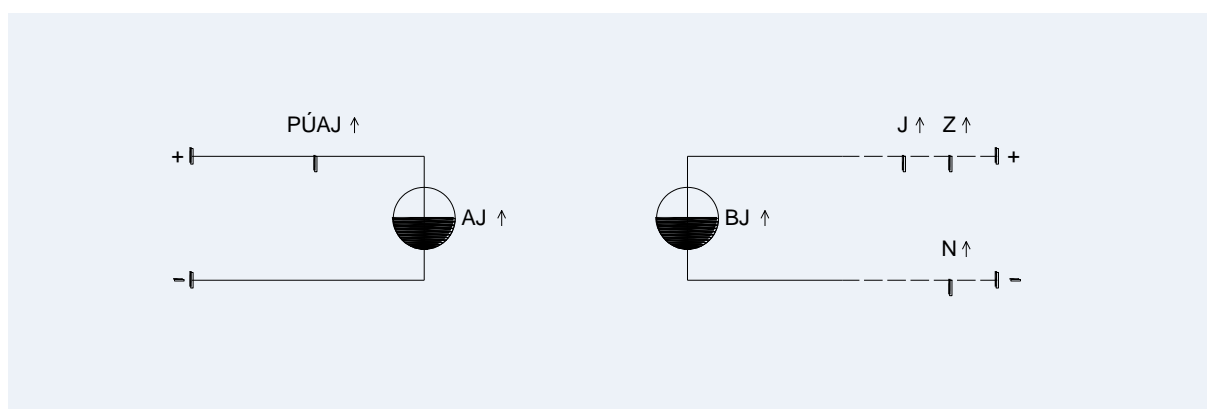
Tyristorový kmitač TK se používá v zapojení obvodu bílých světel výstražníků. Přerušování obvodu zajišťuje tyristor, jehož řídicí elektroda je přes zesilovací stupně ovládána multivibrátorem. Kmitač spíná a rozepíná obvody všech bílých světel ve výstražnicích přejezdového zabezpečovacího zařízení současně.

2.3.8 Logické obvody

Přejezdové zabezpečovací zařízení PZS AŽD 71 je nejrozšířenějším typem zařízení v České republice. Z logických závislostí reléových obvodů PZS AŽD 71 vycházejí všechna novější přejezdová zařízení. V následujících kapitolách bude princip funkce vybraných obvodů popsán podrobněji.

2.3.9 Kolejová relé přibližovacích úseků

Činnost přejezdového zabezpečovacího zařízení je (v závislosti na jízdě drážního vozidla) automaticky ovlivňována dvěma relé přibližovacích úseku **AJ** a **BJ** (platí pro jednu kolej). Jízda drážního vozidla zleva je indikována odpadem kotvy relé **AJ** a zprava odpadem relé **BJ**. Relé mohou být zapojena jako přímé opakovače základních kolejových relé přibližovacích úseků nebo jako výsledná závislostní relé obr. 2.9.



Obr. 2.9 Kolejová relé. Relé AJ zapojené jako přímý opakovač relé přibližovacího úseku PÚAJ. Relé BJ zapojené jako výsledné relé závislé na funkci relé J, Z a N.

Podle směru jízdy vlaku je vždy jedno kolejovým relé přibližovacího úseku a druhé kolejovým relé vzdalovacího úseku.

2.3.10 Vyhodnocení anulace

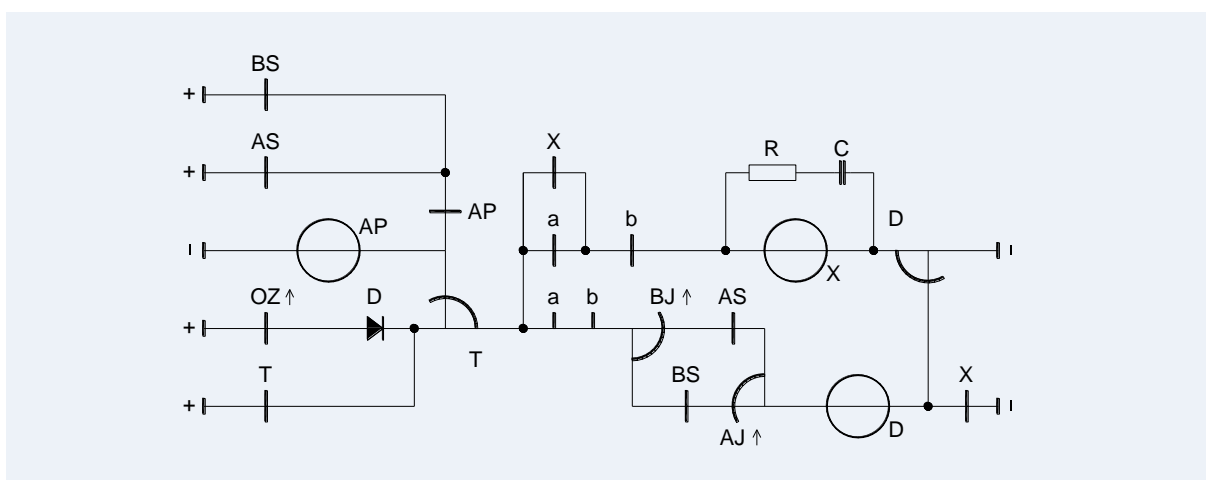
Přejezdové zabezpečovací zařízení nesmí omezovat provoz na pozemní komunikaci nad dobu nezbytně nutnou k zajištění bezpečného průjezdu drážního vozidla. Výstraha má být ukončena v okamžiku, kdy konec drážního vozidla opustí přejezd.

Anulace je stav přejezdového zabezpečovací zařízení, při kterém je vyloučeno ovlivnění zařízení obsazením vzdalovacího kolejového úseku. Je ukončena výstraha, aniž by bylo zařízení v základní poloze.

Uživatelům silniční komunikace je umožněn průjezd přes železniční přejezd. Proto, aby nedošlo k předčasnému nebo nesprávnému zrušení výstrahy, jsou pro provedení anulace stanoveny následující podmínky:

- u přejezdového zabezpečovacího zařízení byla vyvolána výstraha vstupem vlaku do přibližovacího úseku
- k obsazení vzdalovacího úseku došlo při současném uvolnění úseku přibližovacího
- proběhlo správné vyhodnocení průjezdu vlaku prostorem přejezdu
- správně pracuje relé pro kontrolu doby anulace a doba anulace nebyla překročena.

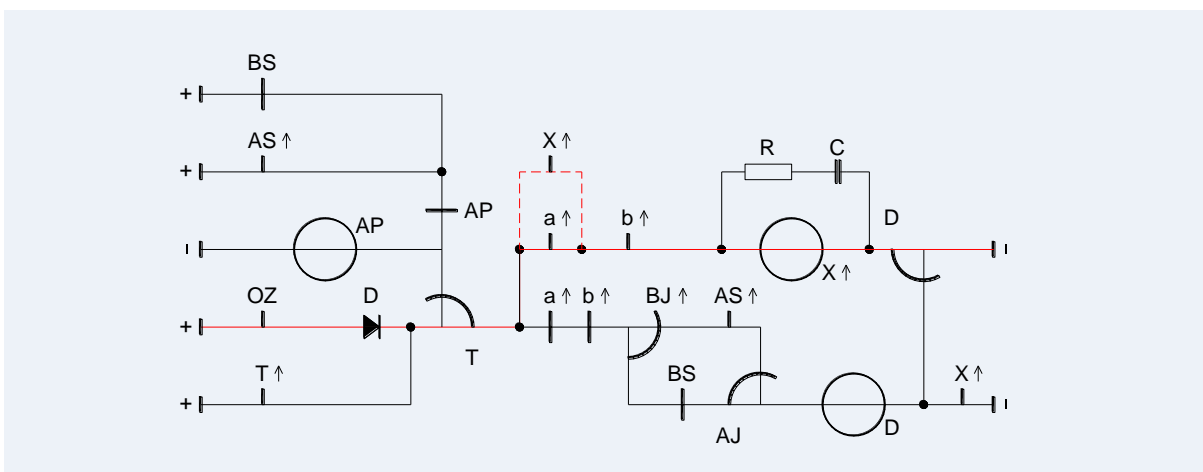
Splnění uvedených podmínek je kontrolováno a vyhodnocováno obvodem podle obr. 2.10.



Obr. 2.10 Obvod pro vyhodnocení anulace

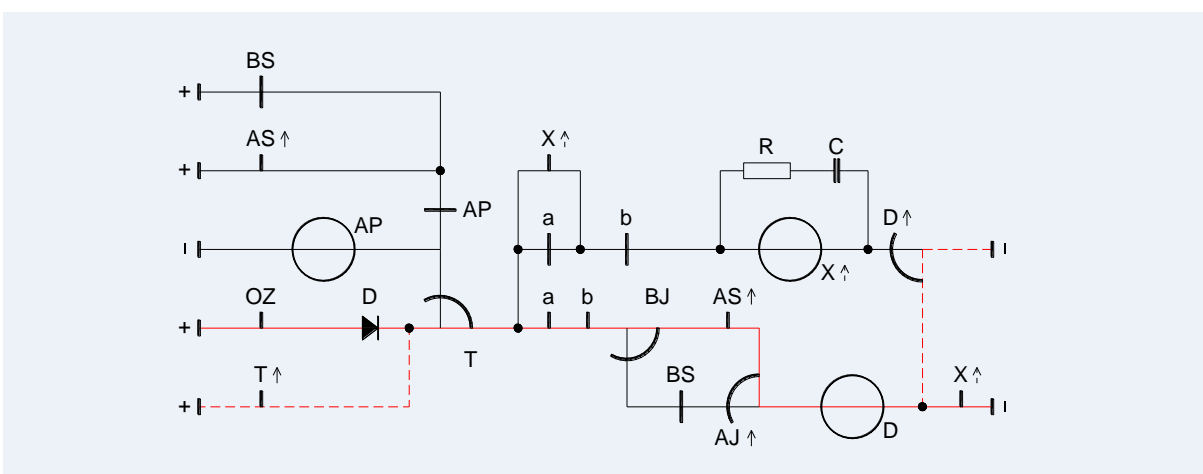
Vstupem vlaku do přibližovacího úseku A (B) dojde ke ztrátě buzení a odpadu kotvy kolejového relé přibližovacího úseku **AJ (BJ)**. Přes jeho kontakty se

vybudí příslušné směrové relé **AS** (**BS**). Spouští se výstraha a odpadá kotva relé **OZ**. Následuje obsazení prostoru přejezdu a dojde k vybuzení relé anulačního souboru **a** a **b**, která svými pracovními kontakty uzavřou obvod pro přitah relé **X** podle obr. 2.11. Relé **X** si svým pracovním kontaktem vytvoří přidržný obvod (značeno čárkovaně) paralelně ke kontaktu relé **a**. Tento obvod zajišťuje buzení relé **X** v době, kdy je již ovlivněno pouze relé **b** anulačního souboru. Druhý pracovní kontakt relé **X** připravuje obvod buzení relé **D**.



Obr. 2.11 Obvod pro vyhodnocení anulace

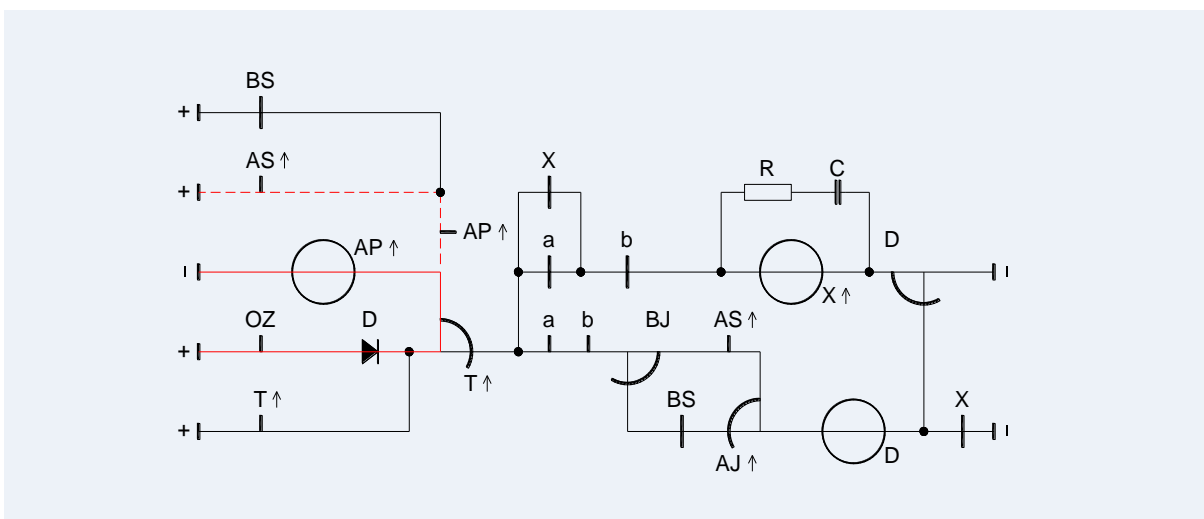
V okamžiku, kdy vlak uvolní přibližovací úsek A (B) a obsadí vzdalovací úsek B (A), uzavře se podle obr. 2.12 obvod pro přitah relé **D**. Relé **D** svým pracovním kontaktem vytvoří přidržný obvod (paralelně k pracovnímu kontaktu relé **X**, označeno čárkovaně) a rozpojením klidového kontaktu se odpojí buzení pro relé **X**. Další kontakty relé **D** v ostatních obvodech zajistí anulaci výstrahy.



Obr. 2.12 Obvod pro vyhodnocení anulace

Do základní polohy podle obr. 2.12 přejde obvod vyhodnocení anulace až v okamžiku, kdy celý vlak opustil vzdalovací úsek. Obvod buzení relé **D** je přerušen přeložením kontaktu kolejového relé vzdalovacího úseku **BJ (AJ)**.

Pro zamezení trvalého blokování výstrahy v případě poruchy kolejového obvodu vzdalovacího úseku, (trvale buzeno relé **D**), je do obvodu relé **D** zařazen kontakt relé pro měření doby anulace **T**. Čas anulace je pevně nastaven podle místních podmínek a jeho měření je spouštěno pracovním kontaktem relé **X**. Pokud je doba anulace delší než nastavený čas relé **T**, přeloží toto relé kontakt „T“. Přeložením tohoto kontaktu dojde k rozpojení obvodu buzení relé **D**. Odpadem kotvy relé **D** dojde k přerušení měření doby anulace, k ukončení anulace a obnovení výstrahy. Přeložením kontaktu „T“ časového relé **T** dochází současně k vybuzení relé pro indikaci překročení doby anulace **AP** obr. 2.13.



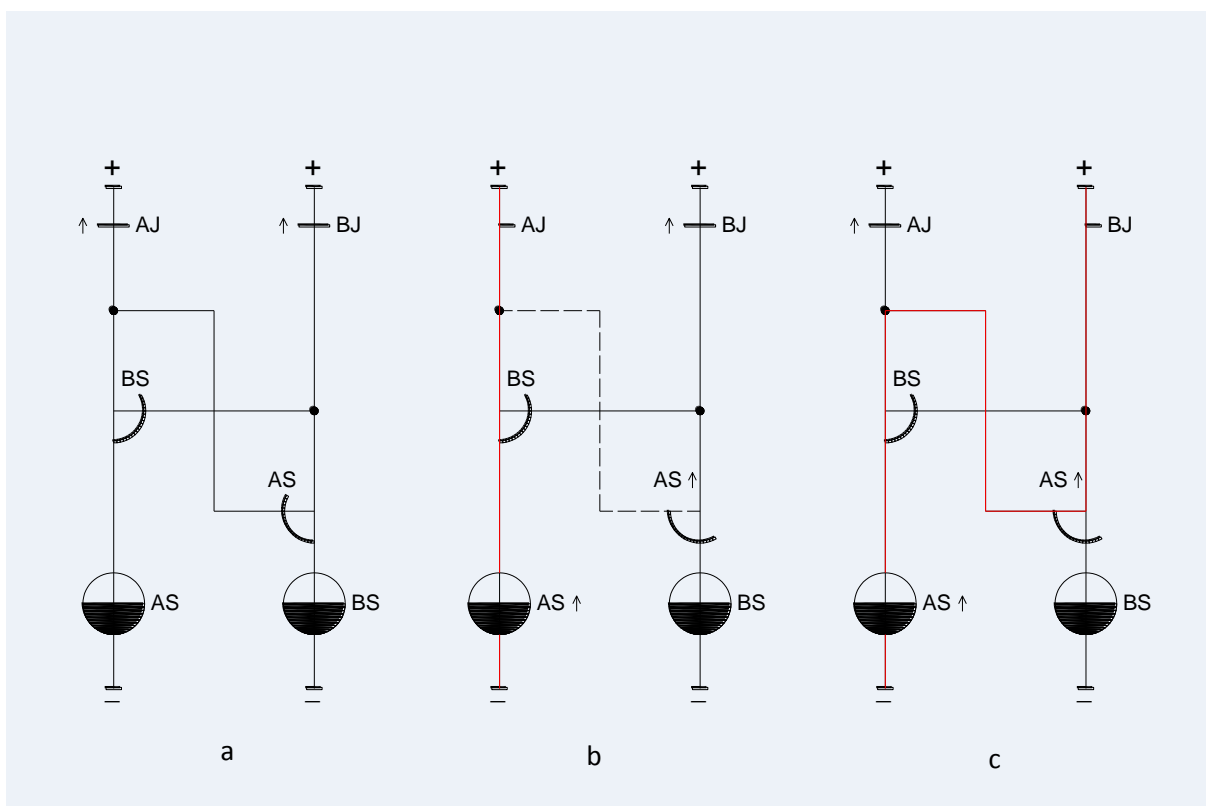
Obr. 2.13 Obvod pro vyhodnocení anulace

2.3.11 Směrová relé

Směrová relé **AS**, **BS** zajišťují zachycení směru jízdy vlaku. Pro směr jízdy vlaku zleva slouží směrové relé **AS**, pro směr zprava relé **BS**. V základním stavu, kdy nejsou kolejové obvody přibližovacích úseků obsazeny vlakem, jsou kotvy směrových relé odpadlé.

Základní poloha je zobrazena na obr. 2.14 a. Směrová relé nejsou buzena. Po obsazení přibližovacího úseku zleva odpadne kotva kolejového relé **AJ**. Klidový kontakt relé **AJ** uzavře obvod pro přitah směrového relé **AS** obr. 2.14 b. Kotva relé **AS** přitáhne a přeložením kontaktů se připraví přídržný obvod pro buzení **AS** a současně je blokována možnost pro přitah směrového relé **BS**. Přídržný obvod se

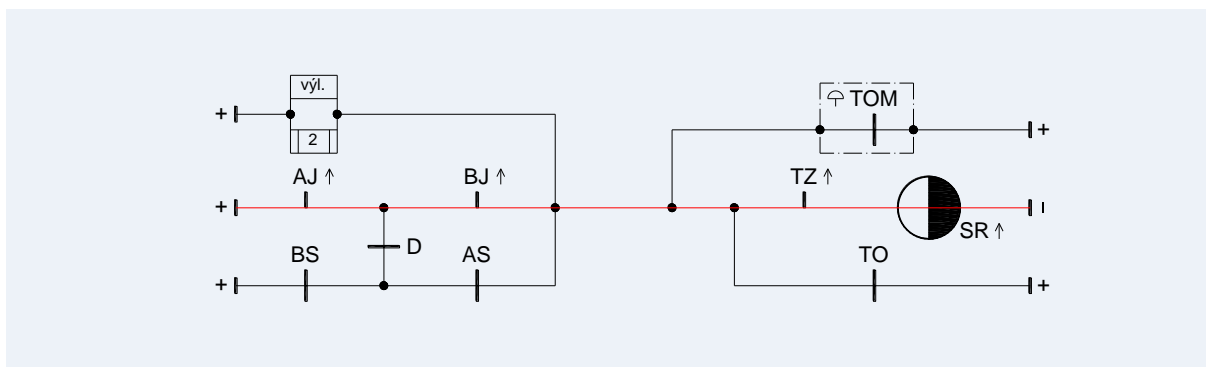
uzavře po uvolnění přibližovacího úseku, kdy je relé **AJ** buzeno, a obsazení vzdalovacího úseku přes klidový kontakt relé **BJ** obr. 2.14 c.



Obr. 2.14 Obvod směrových relé

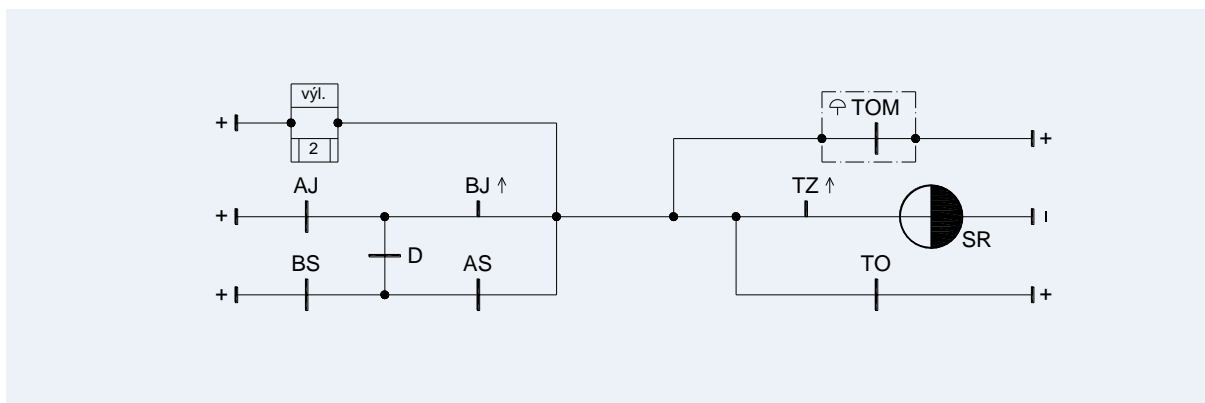
2.3.12 Spouštěcí obvod

Spouštěcí obvod zajišťuje zapínání výstrahy a ostatních činností PZS. Na obr. 2.15 je znázorněn obvod v základním stavu. Relé **SR** je buzeno přes pracovní kontakty kolejových relé **AJ** a **BJ** a přes kontakt tlačítkového relé pro uzavření přejezdu **TZ**.



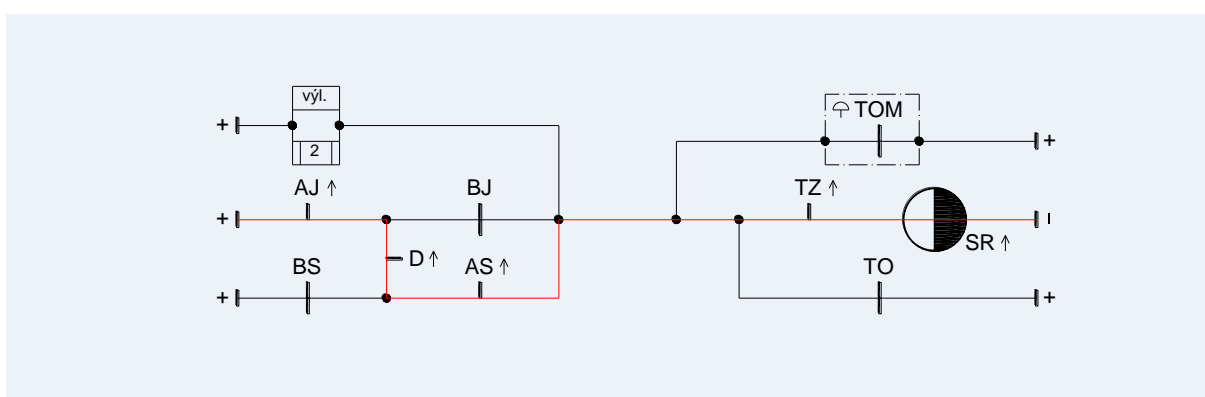
Obr. 2.15 Spouštěcí obvod

Vstupem vlaku do přibližovacího úseku (např. zleva) dojde k rozpojení obvodu přeložením kontaktu kolejového relé **AJ**, k odpadu relé **SR** a spuštění výstrahy - obr. 2.16.



Obr. 2.16 Spouštěcí obvod

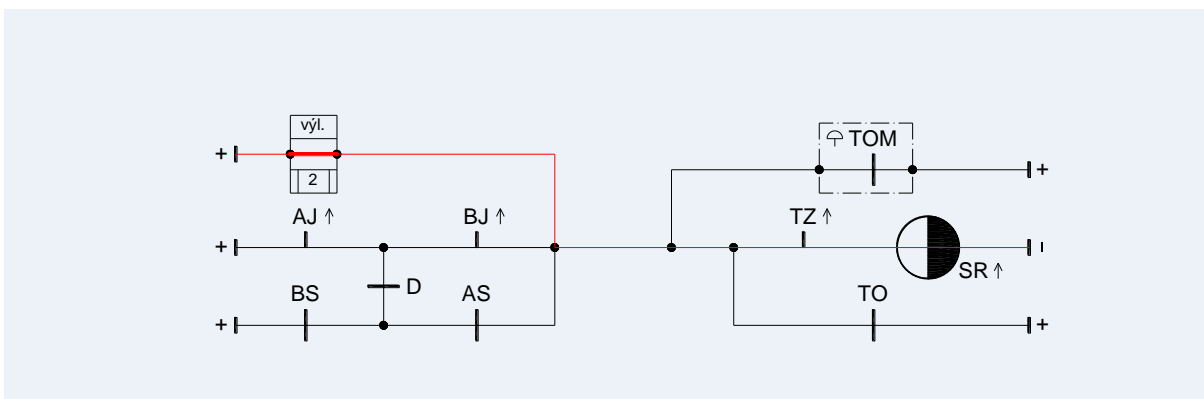
Další jízdou vlak uvolní přibližovací úsek, obsadí vzdalovací úsek a po vyhodnocení anulace přejde obvod do stavu podle obr. 2.17. Kotva relé **SR** je znovu buzena přes kontakty kolejového relé **AJ**, anulačního relé **D** a směrového relé **AS**. Pokud by byla doba anulace překročena, časové relé **T** přeruší obvod buzení anulačního relé **D** a jeho kontakt rozpojí obvod buzení relé **SR**. Pro ruční ovládání přejezdového zabezpečovacího zařízení slouží tlačítkové zavírací relé **TZ**, kterým se uvádí zařízení do výstrahy. Nouzové zrušení výstrahy (v době kdy je spouštěcí obvod rozpojen) je možné tlačítkem pro místní nouzové otevření přejezdu **TOM** nebo vybuzením relé **TO** ze vzdáleného stanoviště.



Obr. 2.17 Spouštěcí obvod

Je-li třeba vyřadit přejezdové zabezpečovací zařízení ze závislostí na kolejových obvodech, (např. při traťové výluce, rekonstrukci výstroje kolejových obvodů nebo při odstraňování závad atd.), použije se výluková zásuvka. Zasunutím

této zásuvky do patice **Výluka 2** dojde k vybuzení spouštěcího relé **SR** nezávisle na stavu kolejových obvodů - obr. 2.18.



Obr. 2.18 Spouštěcí obvod

2.3.13 Kmitač

Výstraha na přejezdovém zabezpečovacím zařízení je dávana kmitavým svícením červených světel výstražníků a zvukem zvonců. Kmitavé zapínání je realizované pomocí reléového kmitače. Schéma zapojení je znázorněno na obr. 2.19.

Spouštění reléového kmitače zajišťuje kontakty relé spouštěcího - **SR**, relé kontroly otevřených závor - **OZ**, relé kontrolního - **KZ** a relé anulačního - **D**. Kontakty relé **SR** zajišťují zapnutí kmitače. Relé **OZ** udržuje kmitač zapnutý v době zvedání závorových břevien (relé **SR** je již vybuzeno). Kontakt relé **KZ** zapíná kmitač při poruše přejezdového zabezpečovacího zařízení. Relé **D** spouští kmitač při začátku anulace (použití v indikačních obvodech).

Po zapnutí kmitače se uzavírá obvod pro přítah kotvy kmitacího relé **K1** (vyznačeno červenou nepřerušovanou čarou). Přítah kotvy relé **K1** je zpožděný kondenzátorem **C2**. Přeložením kontaktu **K1** se uzavře obvod buzení relé **K2** (vyznačeno červenou přerušovanou čarou). Relé **K2** se vybudí a jeho kontakt rozpojí obvod buzení relé **K1**. Kotva relé **K1** se zpožděním odpadne a přeruší obvod buzení relé **K2**. Následně se zpožděním (nastavené členy R1, R2 a C1) odpadá kotva relé **K2**. Obvod se dostává do výchozí polohy a popsaná činnost se periodicky opakuje.

2.4 Přejezdové zabezpečovací zařízení PZZ-RE

Přejezdové zabezpečovací zařízení PZZ-RE je reléové zabezpečovací zařízení s elektronickými subsystemy, které je určeno pro používání k zabezpečení úrovněového křížení pozemní komunikace s železniční jednokolejnou nebo víceokolejnou tratí.

Pro používání v provozu bylo schváleno v roce 2004. Výrobce zařízení je firma AŽD. s.r.o., Žirovnická 2/3146, Praha 106 17.

PZZ-RE lze použít na neelektrifikovaných i elektrifikovaných tratích s elektrickou stejnosměrnou nebo střídavou trakcí.

Logické závislosti PZZ-RE jsou tvořeny reléovými obvody sestavenými z relé třídy N (relé I. bezpečnostní funkce). Další obvody pro svoji činnost využívají elektronické jednotky.

Výstrahu lze spouštět a ukončovat automaticky jízdou drážního vozidla nebo ručně obsluhujícím zaměstnancem.

Technologická část PZZ-RE se vyrábí v provedeních pro umístění do venkovní skříňe nebo reléového domku. Konstrukční prvky zařízení se umísťují do stojanového rámu. Hmotnost takto osazeného stojanového rámu činí cca 250 kg.

2.4.1 Sestava zařízení

Základní sestava přejezdového zabezpečovacího zařízení PZZ-RE se skládá z:

- relé kategorie N (I. bezpečnostní funkce) typu NMŠ, SMŠ
- dohlédacího relé napětí baterie DRB
- elektronického ovládní světél EOS
- časové jednotky CJ
- výstražníků AŽD 97
- (elektromechanické závory AŽD 99 nebo AŽD 71)
- zapínacích a vypínacích prvků
- skříňky místního ovládní
- napájecího systému včetně jisticích a ochranných prvků

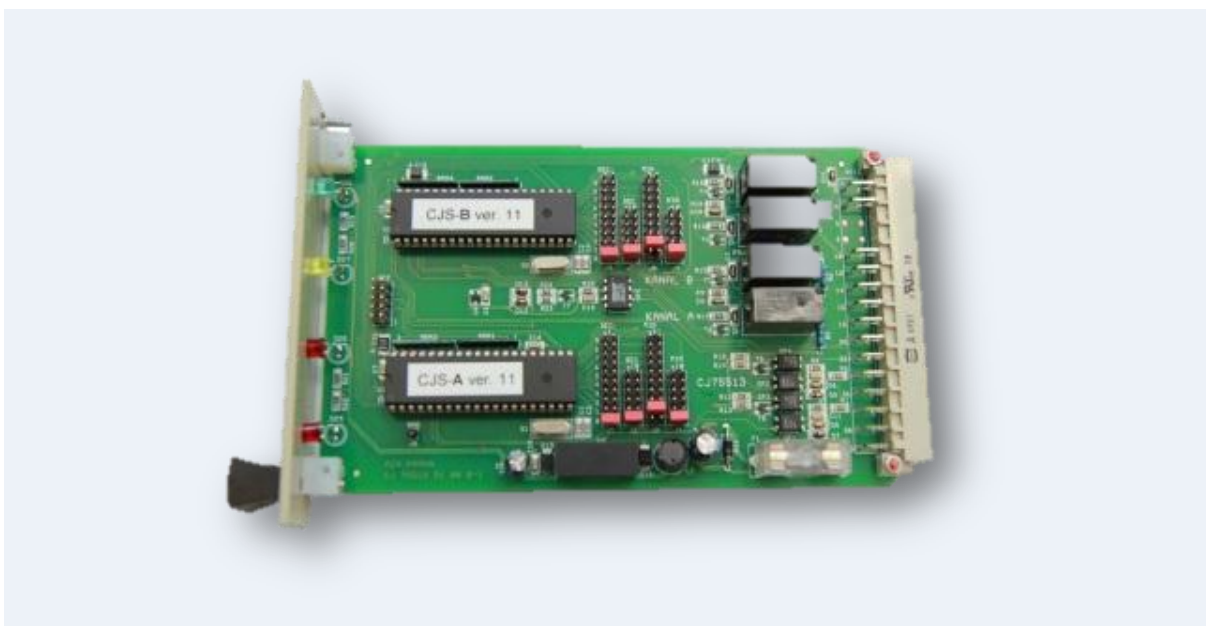
2.4.2 Koncepce řešení PZZ-RE

Činnost přejezdového zabezpečovacího zařízení PZZ-RE je v principu shodná s činností zařízení PZS AŽD 71. Do zařízení byly doplněny nové funkční vlastnosti požadované ČSN 34 2650.

Logické funkce jsou vytvářeny pomocí relé N (relé I. bezpečnostní funkce) a doplněny o elektronické subsystémy pro měření času a ovládání světel.

2.4.3 Měření času

Časové funkce jsou řešeny mikroelektronickými časovými jednotkami. Časová jednotka zajišťuje měření předem nastavitelného časového intervalu s bezpečným projevem případné poruchy. Podle požadavků se používají dva způsoby měření času. Jeden způsob zaručuje, že nedojde k prodloužení měřeného časového intervalu (poruchou může dojít ke zkrácení času). Druhý způsob měření času zaručuje, že nedojde k jeho zkrácení (poruchou dojde k prodloužení času). Na obr. 2.20 je zobrazena časová jednotka CJS.



Obr. 2.20 Časová jednotka CJS

K prodloužení měřeného časového intervalu nesmí dojít při měření:

- anulační doby
- zpoždění spuštění výstrahy
- první části mezní doby výstrahy
- doby pohybu závorových břevien

Ke zkrácení měřeného časového intervalu nesmí dojít při měření:

- ztráty šuntu
- předzváněcí doby
- druhé mezní doby výstrahy
- kritické doby

2.4.4 Elektronické ovládání světel

Elektronické ovládání světel EOS slouží ke spínání svícení červených a bílých světel výstražníků. Zajišťuje kontrolu frekvence přerušovaného svitu žárovek a celistvost jejich vláken. Při poruše jednotky EOS je zajištěno nepřerušované svícení obou červených světel výstražníků.

Elektronické ovládání světel je sestaveno z těchto zásuvných jednotek:

- zásuvná jednotka kmitače a dohledů (KM+DO)
- zásuvná jednotka pulzního zesilovače (PZ)
- zásuvná jednotka tlumivky (L-EOS)
- zásuvná jednotka dohledu celistvosti vláken (DCV)

Zásuvná jednotka kmitače a dohledů (KM+DO) obsahuje astabilní multivibrátor s operačním zesilovačem generující obdélníkové napětí a obvod dohledu kmitání.

Zásuvná jednotka pulzního zesilovače (PZ) slouží pro výkonové zesílení obdélníkových impulzů z jednotky kmitače. Jednotka je vybavena nadproudovou a tepelnou pojistkou. Výstupní pracovní proud jednotky je 7 A DC a umožňuje připojení až čtyř výstražníků s pozitivním signálem. V případě potřeby většího počtu výstražníků je zařízení EOS doplněno o další zásuvnou jednotku pulzního zesilovače PZ.

Zásuvná jednotka tlumivky L-EOS potlačuje vyšší kmitočty výstupního napětí. Při zvýšení kmitočtu výstupního napětí na dvojnásobek jmenovité hodnoty dochází k odpadu dohlédacího relé SO.

Zásuvná jednotka dohledu celistvosti vláken (DCV) kontroluje celistvost hlavních i náhradních vláken žárovek návěštních svítilen dvou výstražníků s pozitivním signálem.

2.4.5 Elektrické napájení PZZ-RE

Přejezdové zabezpečovací zařízení PZZ-RE může být napájeno z jednofázové nebo třífázové elektrické sítě. Způsob napájení je určen typem použitého dobíječe. Přes automatický dobíječ je nabíjena akumulátorová baterie, ze které je napájena technologie PZZ-RE. Kapacita akumulátorové baterie je volena na základě konfigurace přejezdového zařízení a požadované doby, po kterou má být zařízení v provozuschopném stavu při výpadku elektrické sítě.

Při výpadku elektrické sítě je hlášen nouzový stav přejezdového zabezpečovacího zařízení. Napájecí napětí akumulátorové baterie je bezpečným způsobem kontrolováno a při poklesu pod nastavenou mez je hlášen poruchový stav.

Světla přejezdníků jsou napájena konvertorem napětí s převodem 24 V DC na 230 V, 50 Hz.

2.4.6 Diagnostika zařízení

Přejezdové zabezpečovací zařízení PZZ-RE nemá vlastní diagnostický systém. Jedná se o zařízení s reléovou logikou, ze kterého lze vyvést libovolné dvoustavové informace, které mohou být zapojeny do externích diagnostických zařízení. Totéž platí i pro snímání, přenos a archivaci analogových veličin.

2.4.7 Základní obvody PZZ-RE

Přejezdové zabezpečovací zařízení PZZ-RE se skládá z těchto základních elektrických obvodů:

- obvody výsledných kolejových relé
- soubor ASE 5
- obvody vyhodnocení anulace
- obvody spouštěcích relé výstrahy

- obvody nouzové obsluhy a spouštěcího relé pozitivního signálu
- obvody ovládání světel
- obvody ovládání elektronických zvonců
- obvody ovládání pohonu závor
- obvody kontroly polohy a celistvosti břevna závor
- obvody časových relé
- obvody kontroly činnosti
- obvody indikací

Jak již bylo zmíněno, výše jmenované elektrické obvody vycházejí z logiky přejezdového zabezpečovacího zařízení AŽD 71.

2.5 Přejezdové zabezpečovací zařízení PZZ-K

Přejezdové zabezpečovací zařízení PZZ-K je reléové zabezpečovací zařízení s elektronickými subsystemy, které je určeno pro používání k zabezpečení úrovněového křížení pozemní komunikace s železniční jednokolejnou nebo vícekolejnou železniční tratí s rychlostí v místě přejezdu nejvíce 120 km/h.

Výrobce přejezdového zařízení je firma První SaZ Plzeň a.s., Wenzigova 8, Plzeň 301 00.

PZZ-K lze použít na neelektrifikovaných i elektrifikovaných tratích s elektrickou stejnosměrnou nebo střídavou trakcí.

Logické závislosti PZZ-K jsou tvořeny reléovými obvody sestavenými z relé třídy N (relé I. bezpečnostní funkce). Další obvody pro svoji činnost využívají elektronické jednotky.

Výstrahu, zakazující vjezd nebo vstup na železniční trať před přibližujícím se drážním vozidlem, lze spouštět a ukončovat automaticky jízdou drážního vozidla nebo ručně obsluhujícím zaměstnancem. Výstraha je dávana světelně a akusticky. Může být doplněna o mechanickou výstrahu tvořenou závorou typu AŽD 99 nebo závorou typu AŽD 71.

Informace o stavu přejezdového zabezpečovacího zařízení je možné přenášet do trvale obsazené dopravní prostřednictvím napěťové vazby nebo přenosovým zařízením s bezpečným přenosem. Přenášené informace lze zobrazovat na kolejové desce s indikačními a ovládacími prvky PZS nebo na pracovišti obsluhy vybavené JOP.

Technologická část PZZ-K se umísťuje do reléového domku. Doporučuje se použít reléový domek s tepelnou izolací.

2.5.1 Popis zařízení

Základní sestava přejezdového zabezpečovacího zařízení PZZ-K je tvořena:

- základní reléovou logikou
- bezpečnostní logikou s elektronickými prvky včetně indikačních prvků činnosti
- vnitřní diagnostikou
- doplňujícími systémy na PZZ

2.5.2 Koncepce řešení PZZ-K

Koncepce řešení přejezdového zabezpečovacího zařízení PZZ-K vychází z logiky obvodů PZS AŽD 71. Hlavním rozdílem oproti PZS AŽD 71 je aplikace elektronických subsystémů v obvodech světel výstražníků a měření časových intervalů. Pro obvody napájení světel výstražníků se používá stejnosměrný měnič napětí SMN01 v kombinaci s bezkontaktním zdrojem kmitavých signálů BZKS20. Měření časových intervalů je realizováno pomocí časových souborů typu CJ.

2.5.3 Základní reléová logika

- zapojení kolejových relé AJ, BJ
- zapojení směrových relé AS, BS
- zapojení relé pro vyhodnocení anulace X, D
- zapojení spouštěcího relé SR
- zapojení tlačítkových relé TOD, TZD, TOM, TZM, DKNP
- zapojení relé kontroly uzavřených nebo otevřených závor UZ, OZ
- zapojení opakovače spouštěcího relé OSR, SRO
- zapojení relé kontroly systému KZ, NS
- zapojení relé pro ovládání pozitivního signálu SP, SPQ
- zapojení relé pro kontrolu napájení PR, HNB
- zapojení relé výluky koleje
- zapojení relé kontroly celistvosti břeven závor

- zapojení pomocného spouštěcího relé PSR

2.5.4 Bezpečnostní logika s elektronickými prvky

- zapojení reléových obvodů žárovek bílých světel výstražníků
- zapojení stejnosměrného měniče napětí SMN01
- zapojení bezkontaktního zdroje kmitavých signálů BZKS20
- zapojení časových souborů PZS (CJ)
- zapojení časových souborů pro měření mezní doby anulace – relé TA
- zapojení ostatních časových souborů pro kontrolu činnosti závor
- zapojení časového souboru pro měření předzváněcí doby – relé TP (CJ)
- zapojení časového souboru pro kontrolu doby sklopení břeven závor – relé KUZ (CJ-P)
- zapojení časového souboru kontroly doby zvedání břeven závor – relé KPZ a KPZP (CJ-P)
- zapojení indikačních prvků – relé Z a Y
- zapojení indikace ve skříňce místní obsluhy

2.5.5 Vnitřní diagnostika

- tvořena elektronickým záznamovým zařízením RZZ 01

2.5.6 Doplnující systémy

- napájecí systém
- prvky detekce volnosti přibližovacích úseků a vyhodnocení průjezdu přejezdem
- systém přepětových ochran
- výstražníky AŽD 97 (AŽD 71), možnost rozšíření o automatické závory AŽD 99
- indikační a ovládací prvky

2.5.7 Stejnoseměrný měnič napětí SMN01

Stejnoseměrný měnič napětí SMN01 zobrazen na obr. 2.21 slouží pro napájení obvodu žárovek červených a bílých světel výstražníků. Umožňuje plynule nastavitelnou velikost stejnosměrného napětí v rozsahu od 12 V do 18 V. Nastavené výstupní napětí měniče je stabilizované a neprojeví se na něm pokles napětí akumulátoru. Tím je zajištěno konstantní napětí na vláknech žárovek ve výstražnících.



Obr. 2.21 Stejnoseměrný měnič napětí SMN01 [38]

2.5.8 Bezkontaktní zdroj kmitavých signálů BZKS20

BZKS20 je bezpečný zdroj kmitavých signálů. Zajišťuje spínání pozitivního světla výstražníku kmitočtem 40 kmitů za minutu a výstražných červených světél kmitočtem 59 kmitů za minutu. Obojí s bezpečným dohledem kmitání. Provedení BZKS20 je zobrazeno na obr. 2.22.



Obr. 2.22 Bezkontaktní zdroj kmitavých signálů BZKS20

2.6 Přejezdové zabezpečovací zařízení PZS-ARE

Přejezdové zabezpečovací zařízení PZS-ARE je reléové zabezpečovací zařízení s elektronickými subsystemy, které je určeno pro používání k zabezpečení úrovněového křížení pozemní komunikace s železniční jednokolejnou nebo víceokolejnou železniční tratí s rychlostí v místě přejezdu nejvíce 160 km/h.

Výrobce zařízení je firma ATE. s.r.o., Wolkerova 14 Cheb 350 02.

2.6.1 Popis zařízení

Technologie přejezdového zařízení se umísťuje do reléového rámu nebo do rámu přístrojové skříně. Z hlediska konstrukce lze zařízení rozdělit na funkční prvky a celky:

- malorozměrová relé třídy N (relé I. bezpečnostní funkce)
- elektronický kmitač EKP1 - EKP2
- časové jednotky CJ
- jističe CBI typu QF
- filtr časových jednotek
- skříňka místního ovládání
- hlídač napětí baterie HNB

2.6.2 Koncepce řešení PZS-ARE

Koncepce řešení přejezdového zabezpečovacího zařízení PZS-ARE vychází z logiky obvodů PZS AŽD 71. Hlavním rozdílem oproti PZS AŽD 71 je aplikace elektronických subsystemů.

2.6.3 Elektronický kmitač EKP2

Elektronický kmitač EKP2 je zdrojem kmitavého napájení pro obvody červených a bílých světel výstražníků přejezdových zabezpečovacích zařízení. Vytváří impulsy kmitavého napájení a zároveň obsahuje bezkontaktní spínače pro přímé zapojení obvodu žárovek. Čelní pohled na panel elektronického kmitače EKP2 je zobrazen na obr. 2.23.



Obr. 2.23 Pohled na čelní panel elektronického kmitače EKP2 [39]

Elektronický kmitač EKP2 obsahuje:

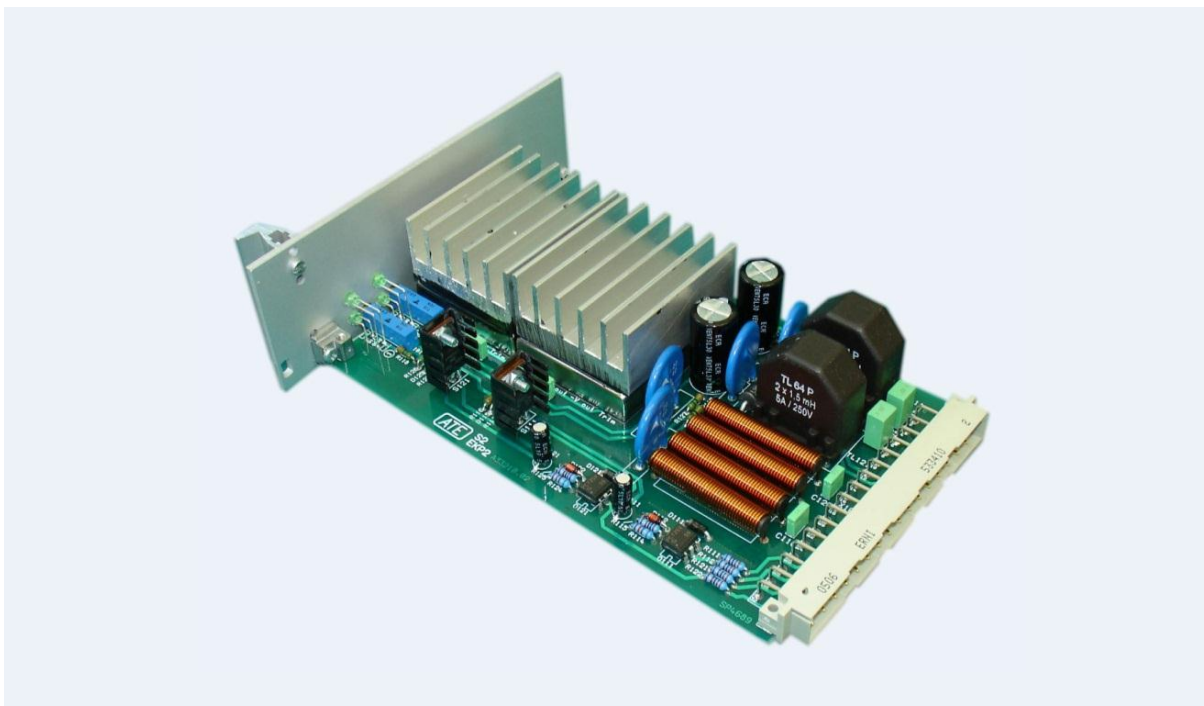
- kmitočtovou ústřednu
- zapojení dohledu kmitání
- silové bezkontaktní spínače proudu pro vnější zařízení
- bezkontaktní spínače pro obvody indikací

Pro napájení obvodů jsou v kmitači použité měniče DC/DC. Měníče zajišťují stabilizované napětí s možností regulace pro žárovky výstražníků. Dohled kmitání je vyhodnocen relé třídy N (relé I. bezpečnostní funkce).

Kmitočtová ústředna vytváří impulsy s frekvencí 40 nebo 60 kmitů za minutu, se střídou 1 : 1. Frekvence signálů se mezi 40 a 60 kmitů za minutu přepíná kontaktem relé. Při kontrolním měření hodnoty napětí na žárovkách výstražníků lze,

pomocí přepínačů umístěných na čelním panelu EKP2, kmitání zastavit. Činnost kmitání je indikována svítivými diodami na čelním panelu EKP2.

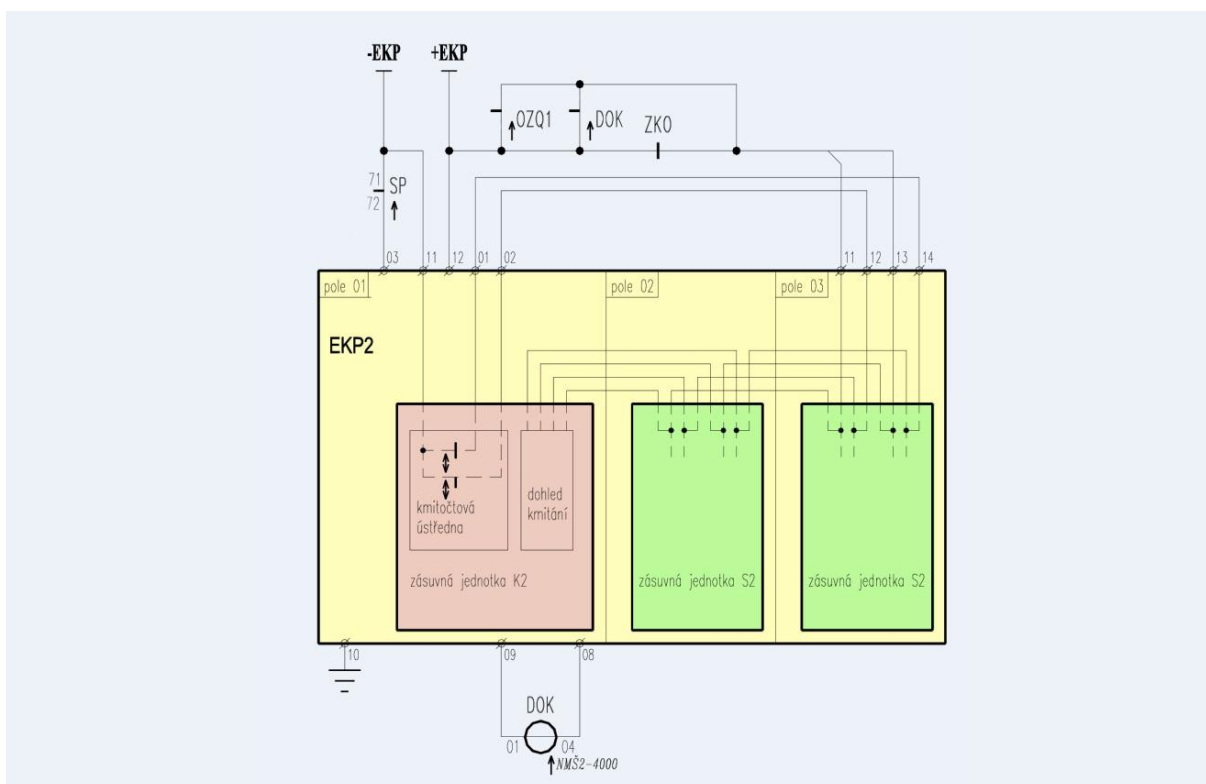
Signály z kmitočtové ústředny řídí silové bezkontaktní spínače - obr. 2.24. Každý obvod světla výstražníku je napájen ze samostatného měniče DC/DC. Výstupní napětí měničů je 15 V. Napětí je stabilizované, regulovatelné v rozsahu $\pm 10\%$ ovládacím prvkem na čelním panelu kmitače EKP2.



Obr. 2.24 Deska S2 elektronického kmitače EKP2 [39]

Obvod dohledu kmitání bezpečně kontroluje správnou činnost kmitočtové ústředny. Při správné činnosti je vybuzené dohlédací malorozměrové relé DOK. V opačném případě relé odpadá. Dojde-li k odpadu relé DOK během výstrahy, je vnějším obvodem mimo kmitač EKP2 zajištěno přerušení řídicího signálu pro silové spínače a tím i trvalý odpad tohoto relé. Tím je zajištěno, že se trvale rozsvítí světla výstražníků. Stav dohlédacího relé DOK je kontrolován a při jeho odpadu se indikuje poruchový stav na přejezdu.

Na obr. 2.25 je znázorněno blokové schéma elektronického kmitače EKP2 včetně zapojení napájení a dohlédacího relé DOK.



Obr. 2.25 Blokové schéma elektronického kmitače EKP2

2.7 Přejezdové zabezpečovací zařízení PZZ-EA

Elektronické přejezdové zabezpečovací zařízení PZZ-EA bylo vyvinuté na přelomu osmdesátých a devadesátých let dvacátého století pro použití na české železnici. Poprvé bylo do provozu nasazeno v roce 1993. Je určeno pro používání k zabezpečení úrovnového křížení pozemní komunikace s železniční jednokolejnou nebo víceokolejnou tratí. Výstraha je dávana světelně a zvukově. Umožňuje ovládání dvou až osmi výstražníků, které mohou být doplněny o závory. Výstrahu lze spouštět automaticky (jízdou vlaku nebo v závislosti na stavu staničního či traťového zabezpečovacího zařízení) nebo ručně. Informace o stavu PZZ-EA je možné přenášet do trvale obsazené dopravní nebo prostřednictvím přejezdvníku informovat strojvedoucího.

2.7.1 Popis zařízení

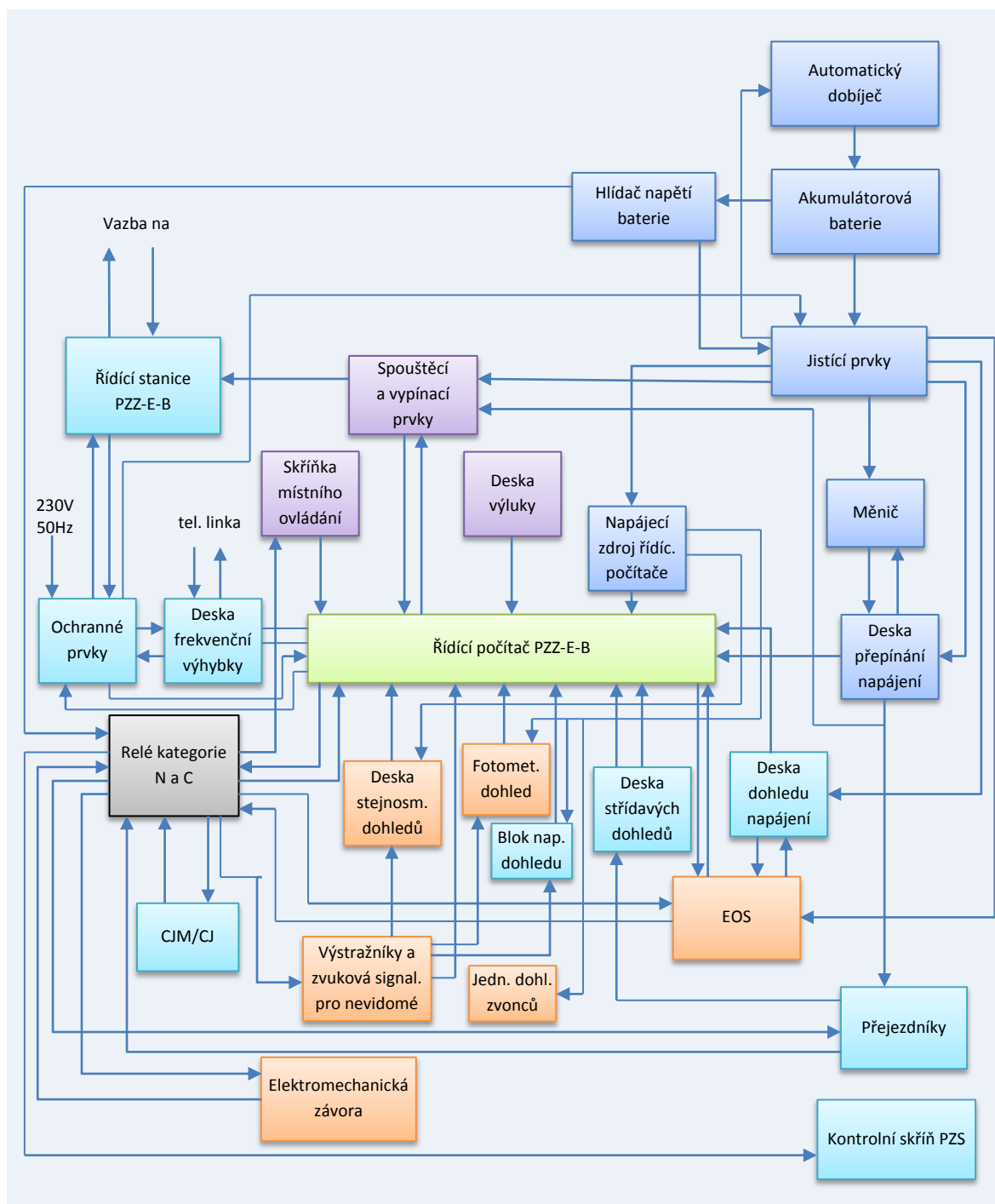
Základní sestava přejezdového zabezpečovacího zařízení PZZ-EA se skládá z:

- řídicího počítače PZZ-E-B
- napájecího zdroje řídicího počítače
- pomocných prvků (dohled napájení, vstupní optočleny, přepínání napájení atd.)
- fotometrického dohledu nad dopravními návěstidly sestavy výstražníků, napěťového dohledu bílých světél výstražníku
- spouštěcích a vypínacích prvků
- relé kategorie N (relé I. bezpečnostní funkce)
- relé kategorie C (relé II. bezpečnostní funkce)
- elektronického ovládání světél EOS
- napájecího systému
- jisticích a ochranných prvků
- výstražníků

2.7.2 Konceptce řešení PZZ-EA

Přejezdové zabezpečovací zařízení PZZ-EA pracuje na redundantním principu dva ze dvou.

Blokové schéma přejezdového zabezpečovacího zařízení PZZ-EA je zobrazeno na obr. 2.26.



Obr. 2.26 Blokové schéma přejezdového zabezpečovacího zařízení PZZ-EA [29]

PZZ-EA využívá jeden řídicí počítač PZZ-E-B, který dvěma nezávislými programovými bloky sekvenčně zpracovává dvojnásobnou vstupní informaci v přímém a inverzním stavu. Výsledkem zpracování vstupních informací je určení stavu přejezdu a předání informace na skupinu komparátorů. Z výstupu komparátorů je odvozeno zapnutí světelné a zvukové výstrahy, spuštění pohonu závor, zapnutí svícení bílého světla výstražníků atd.

2.7.3 Řídicí počítač PZZ-E-B

Řídicí počítač PZZ-E-B slouží k ovládání přejezdového zabezpečovacího zařízení. Skládá se z centrální mikroprocesorové jednotky a jednotek periferních obvodů. Technické prostředky počítače jsou plně podřízeny speciálnímu programovému vybavení.

Sestava počítače je umístěna v kompaktní kazetě namontované do stojanu přejezdového zabezpečovacího zařízení.

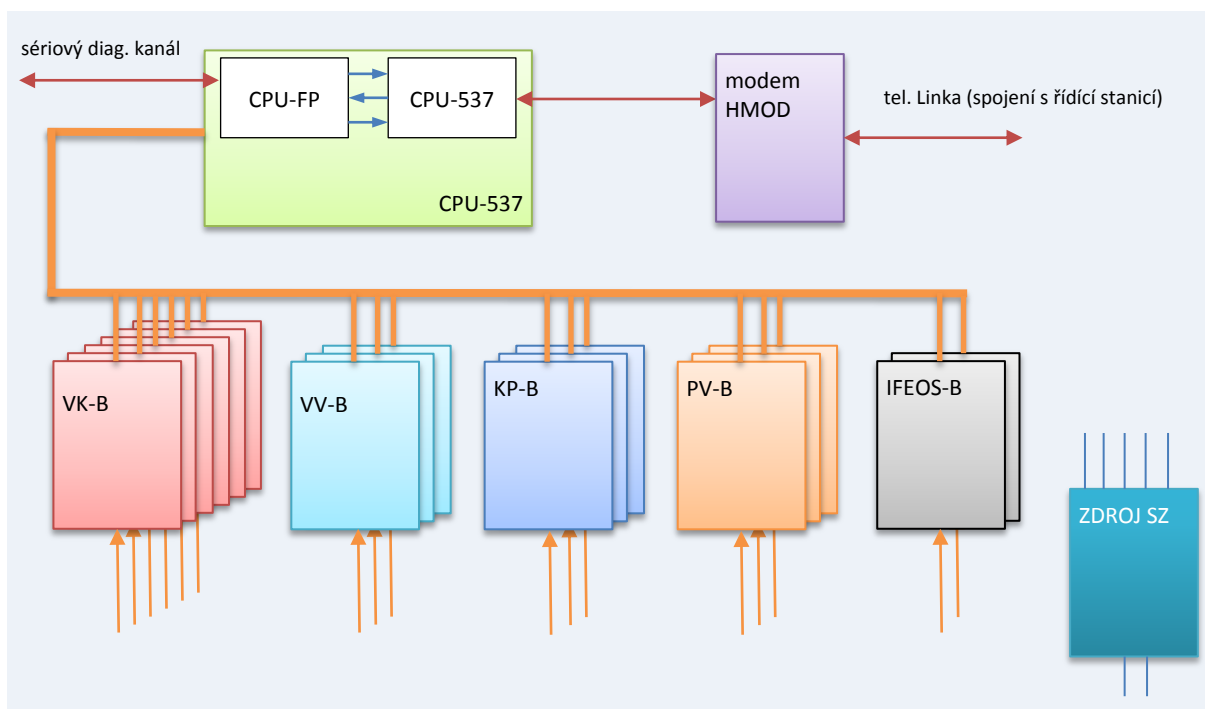
Řídicí počítač PZZ-E-B využívá jako jádro jednočipový mikrokontrolér SAB 80C537 firmy SIEMENS. Procesorová část je umístěna v jednotce CPU-537. Skládá se z desky diagnostiky CPU-FP a vlastní desky mikrokontroléru CPU-537, která rovněž obsahuje paměti programu, operační paměť, EEPROM paměť pro archivaci prováděných funkcí a údajů pro diagnostiku. Sběrnice a napájení počítače jsou rozvedeny pomocí propojovacích desek PZZ-RIG1 a PZZ-RIG2. Tyto desky současně umožňují připojení všech vstupů a výstupů na periferní jednotky řídicího počítače PZZ-E-B.

Všechny ostatní vstupní a výstupní jednotky v kazetě počítače jsou připojeny na hlavní datovou, adresovou a řídicí sběrnici. Jsou to tyto jednotky:

- jednotky VK-B – obsahují vstupy s úrovní 15 V s testováním pro bezpečné načtení informace.
- jednotky VV-B – vstupní jednotky s úrovní 5 V, které se využívají ke kontrole kmitavých dohledů světél.
- jednotky KP-B – vstupní jednotky pro ovládání relé I. bezpečnostní funkce.
- jednotky PV-B – obsahují reléové výstupy počítače pro zapínání náhradních vláken žárovek červených světél výstražníků.

- jednotky IFEOS-B – kombinované jednotky vstupů a výstupů (dohled EOS).
- jednotka zdroje SZ – obsahuje spínaný zdroj zajišťující všechna potřebná napětí pro řídicí počítač PZZ-E-B ze vstupního napětí 24 V.

Obr. 2.27 zobrazuje zjednodušené blokové schéma řídicího počítače PZZ-E-B.



Obr. 2.27 Blokové schéma řídicího počítače PZZ-E-B [30]

2.7.4 Napájení

Napájení přejezdového zabezpečovacího zařízení PZZ-EA je provedeno z jednofázové nebo třífázové sítě. Nabíječ s automatikou regulací nabíjecího proudu je připojen k akumulátorové baterii 24 V. Z akumulátorové baterie je napájena elektronická část PZZ-EA a její venkovní prvky. Úroveň napájecího napětí baterie je sledována hlídačem napětí baterie a bezpečným způsobem vyhodnocována počítačem PZZ-E-B. Při poklesu pod stanovenou mez je hlášen poruchový stav přejezdu.

Vyžaduje-li to konfigurace přejezdového zabezpečovacího zařízení (použití kolejových obvodů, přejezdníků atd.) je napájení doplněno o statický elektronický měnič z 24 V DC na 230 V, 50 Hz

3 NÁVRH KONCEPCE PZZ

Při návrhu koncepce přejezdového zabezpečovacího zařízení pro regionální dráhu musí být respektovány požadavky vyplývající z norem, předpisů a směrnic:

- ČSN 34 2650 ed. 2 Železniční zabezpečovací zařízení – Přejezdová zabezpečovací zařízení
- ČSN 34 2600 ed. 2. Drážní zařízení - Železniční zabezpečovací zařízení
- ČSN 37 6605. Připojování elektrických zařízení celostátních drah na elektrický rozvod
- Předpisů provozovatele dráhy D1, D2, D3
- Směrnice SŽDC č. 32 Zásady rekonstrukce regionálních drah
- TS přejezdová zabezpečovací zařízení

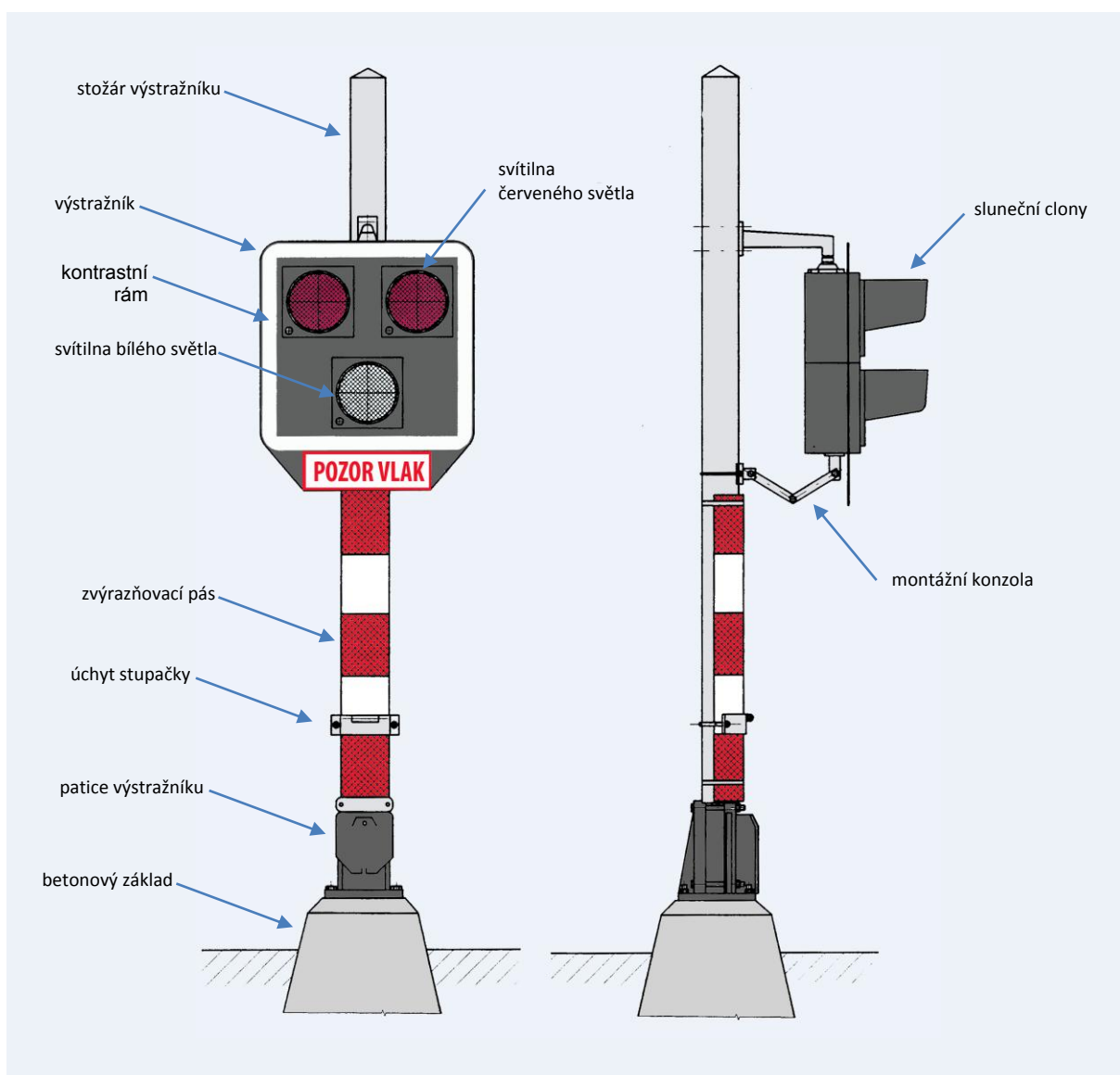
Z informací o regionální dráze uvedených v kapitole 2.1 Specifikace regionální dráhy vyplývá, že na více jak šedesáti procentech regionálních tratí je doprava provozována podle předpisu pro zjednodušené řízení dráhy D3. Z dostupných informací o připravovaných racionalizacích na železnici lze předpokládat zavádění zjednodušeného řízení dráhy i na zbylých tratích, proto bude při návrhu koncepce přejezdového zabezpečovacího zařízení vycházeno z charakteristických vlastností regionální dráhy provozované podle předpisu D3.

Při popisu přejezdového zabezpečovacího zařízení v následujících kapitolách je zařízení rozděleno na dílčí části, podle normy ČSN 34 2650 ed. 2.

3.1 Signalizace uživateli pozemní komunikace

Vnější projevem přejezdového zařízení vůči uživateli pozemní komunikace je světelná a akustická signalizace předávaná výstražníky. Z hlediska norem jsou přesně definovány požadavky na předávané signály výstrahy a pozitivního signálu viz kapitola 1.6.

Dle méně dostupných informací je v současné době k používání na nových přejezdových zabezpečovacích zařízeních infrastruktury SŽDC, s.o. schválen pouze výstražník s typovým označením AŽD 97 viz obr. 3.1.



Obr. 3.1 Výstražník AŽD 97

Pro použití na přejezdovém zařízení regionálních tratí splňuje veškeré předpoklady.

Pro zvýšení pohotovosti zařízení (ve smyslu ČSN EN 50126-1) bych doporučoval nahradit používané dvouvláknové žárovky svítlen výstražníku modernějšími zdroji světla. V současné době jsou ve fázi vývoje dvě alternativy, které využívají LED diod.

První varianta používá matici LED diod osazených na kruhovém plošném spoji. LED diody jsou zapojeny do třech nezávislých okruhů. V případě poruchy jednoho okruhu zajišťuje svit zbylých diod normou předepsané požadavky na svítivost. Jedná se o obdobné řešení jako při použití dvouvláknových žárovek. Oproti nim je zde však navíc ještě jedna sekce diod. Není tedy nezbytně nutné, aby při poruše jedné sekce diod vyjížděl pracovník údržby k opravě tak jako tomu je nyní.

Druhá varianta řešení využívá vysoce svítivých diod umístěných na patici žárovky. Lze tedy využít stávající optiku výstražníků a provést náhradu za žárovku pouhou výměnou.

Předpokládám, že uplatnění v provozu naleznou obě představené varianty. První varianta bude nejspíše využívána u nově budovaných zařízení a druhá bude použita pro náhradu žárovek ve stávajícím zařízení.

Výsledky z testování LED výstražníků také uvádějí zásadní výhodu oproti žárovkovým. Bylo zjištěno, že světlo LED výstražníků je lépe viditelné i v ostrém slunci, a dokonce i z extrémních pohledových úhlů.

Akustická signalizace je součástí výstražníků AŽD 97. Je realizována elektronickým zvonem ZV01 s možností nastavení úrovně hlasitosti zvukové výstrahy na 65 dB nebo 75 dB. Navrhoval bych zvětšit rozmezí nastavované hlasitosti. Norma ČSN 34 2650 ed. 2 umožňuje korekci hlasitosti tak, aby byla o 15 dB větší, než je hluk pozadí. Této možnosti bych využil u přejezdů v blízkosti obydlí.

Při řešení signalizace pro uživatele pozemní komunikace bychom se také měli zabývat otázkou, zda je signalizace situovaná tak, aby si ji řidič nebo chodec včas všiml.

V posledních letech proběhla řada studií na toto téma. Nejznámější z nich s názvem „AGATHA“ předkládá i řadu návrhů pro zlepšení stávající situace. Z výsledků studie vyplývá potřeba zajistit dostatečné a včasné upozornění uživatele pozemní komunikace na prostor přejezdu a na umístění výstražníku. Prostředkem je např. použití zvýrazněných výstražných křížů z retroreflexního materiálu, červenobílé pruhy na stožárech výstražníků a doplňkové vodorovné silniční značení.

Výše uvedené závěry lze prezentovat na obr. 3.2 a obr. 3.3. Přejezd působí pro uživatele komunikace „nenápadně“ – vilová čtvrť v pozadí, málo významná pozemní komunikace, železniční trať částečně neviditelná (skryta v zářezu). Z obou směrů jízdy je průhled, který podvědomě nabádá spíše k projetí než k zastavení. Celkově zabezpečení přejezdu motivuje spíše k bezstarostnosti než k ostražitosti, což je v rozporu s reálným silným drážním provozem. Stožár výstražníku je šedý a nenápadný. Nejsou použity žádné zvýrazňující prvky - obr. 3.2 a.



Obr. 3.2 Použití zvýrazňujících prvků na přejezdu [15]

Pro eliminaci možného rizika je vhodné před přejezdem provést příčnou souvislou čáru (příčný prvek podvědomě spojený se zastavením), použít zvýrazněné výstražné kříže z retroreflexního materiálu a opatřit stožár výstražníku červeno-bílými pruhy - obr. 3.2 b.

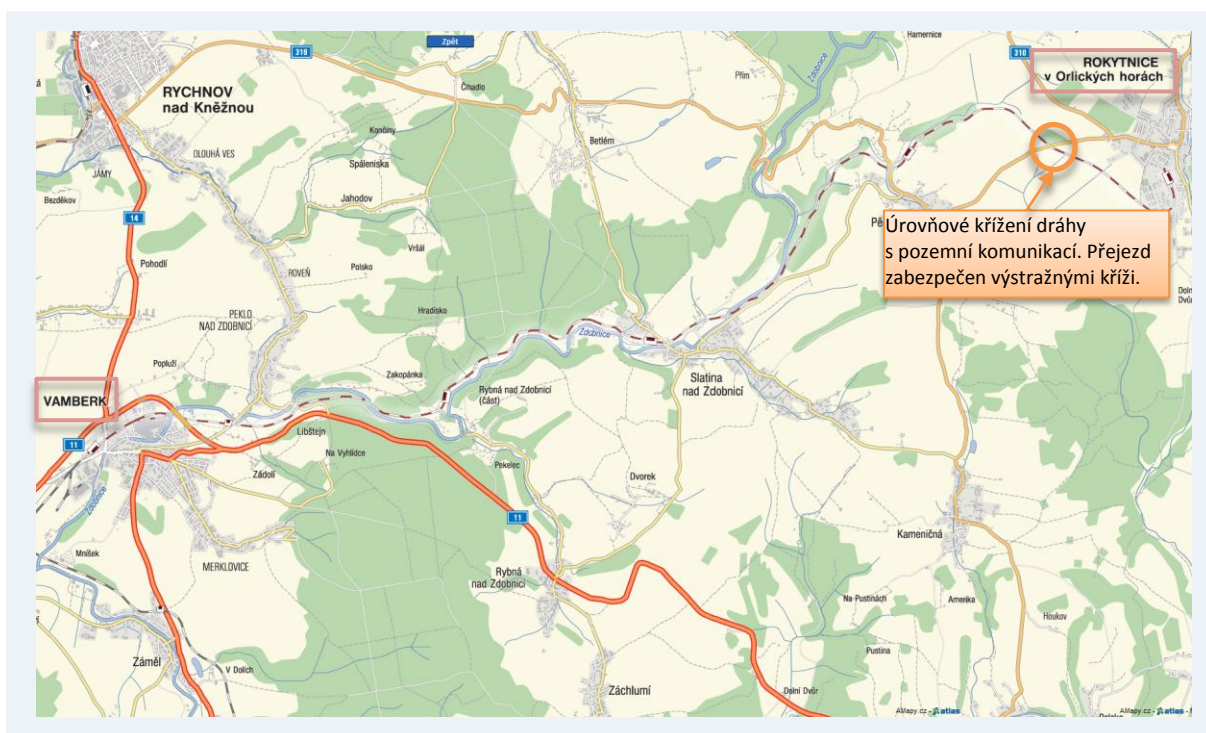
Na obr. 3.3 je zobrazeno použití příčných prvků, které mají působit na chování řidičů – optickoakustická psychologická brzda.



Obr. 3.3 Použití zvýrazňujících prvků na přejezdu [15]

3.2 Indikace obsluhujícím zaměstnanci

Indikace obsluhujícím zaměstnanci přináší aktuální informaci o stavu přejezdového zabezpečovacího zařízení (bezporuchový stav, nouzový stav, porucha hlavního napájení atd.). Pro zajištění přenosu informací z místa přejezdu do trvale obsazené dopravní je třeba kabelového vedení. Z informací uvedených v kapitole 2.1 Specifikace regionální dráhy vyplývá, že na více jak 60 % regionálních tratí je doprava řízena dle předpisu pro zjednodušené řízení drážní dopravy D3. Dopravní nejsou trvale obsazeny a provoz na trati je centrálně řízen z jednoho dispečerského pracoviště. Možnost využít stávající kabelové vedení je minimální, protože většinou neexistuje a pokud ano, pak většinou jeho technické parametry neodpovídají současným nárokům vyplývajících z norem a požadavků provozovatele. Pro zajištění přenosu indikací by tedy bylo nutné vybudovat nové kabelové vedení až do místa dispečerského pracoviště, které může být vzdálené i desítky kilometrů.



Obr. 3.4 Regionální dráha Vamberk – Rokytnice v O. h.

Na obr. 3.4 je pro příklad zobrazen průběh regionální dráhy Vamberk – Rokytnice v Orlických horách. Doprava je řízena dle předpisu pro zjednodušené řízení drážní dopravy D3 z obsazené dopravní ve Vamberku. Při zabezpečení přejezdu zobrazeném na obr. 3.4 přejezdovým zabezpečovacím zařízením by pro

přenos indikací dopravnímu zaměstnanci bylo třeba vybudovat nové kabelové vedení z místa přejezdu (železniční km 18,630) do dopravní ve Vamberku (železniční km 2,856). Délka nového kabelového vedení je cca 16 km.

Ekonomická a časová náročnost tohoto řešení by byla značná. V současné době se cena jednoho kilometru kabelového vedení pohybuje v rozmezí 500 000 Kč – 600 000 Kč. Nové kabelové vedení pro přenos indikací v uvedeném příkladu by finančně představovalo částku cca 8 – 9,6 milionů Kč.

Předpokladem využití indikací je také existence rádiového spojení mezi osobou řídící dopravu a strojvedoucím, pomocí kterého jsou předávány informace o vzniklé poruše na přejezdovém zabezpečovacím zařízení.

Na základě předložených informací jsem dospěl k závěru, že není vhodné přenášet indikace obsluhujícímu zaměstnanci, ale předávat informace o stavu přejezdového zabezpečovacího zařízení strojvedoucím a udržujícímu zaměstnanci.

3.3 Informace strojvedoucímu

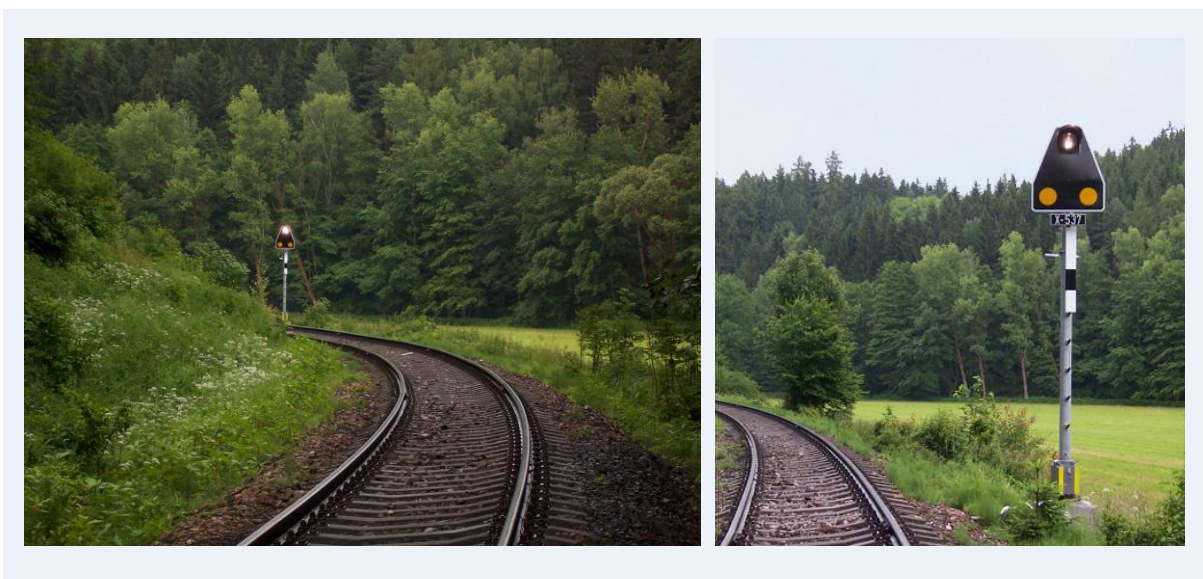
Strojvedoucí smí být přímo informován o povolení jízdy přes přejezd bez omezení, pokud je přejezdové zabezpečovací zařízení v pohotovostním stavu a jsou splněny následující podmínky:

- pro danou kolej a směr jízdy není vyloučeno spuštění výstrahy ovlivněním zapínacího prvku závislého na jízdě drážního vozidla nebo
- proběhla kontrola, že přejezdové zařízení dává výstrahu nebo
- byl přijat povel ke spuštění výstrahy pro danou kolej a směr jízdy, ale spuštění výstrahy bylo odloženo

Jsou-li výše uvedené podmínky splněny, smí přejezdník návštěit návěst „Uzavřený přejezd“. Strojvedoucí smí jet přes přejezd maximální povolenou rychlostí.

V opačném případě musí přejezdník předávat návěst „Otevřený přejezd“. Drážní vozidlo jede k přejezdu s předpokladem, že přejezdové zabezpečovací zařízení nedává výstrahu. Strojvedoucí na tuto návěst reaguje jízdou se zvýšenou opatrností. Jedná se o způsob jízdy, při kterém musí strojvedoucí od vzdálenosti alespoň 250 m před přejezdem dávat opakovaně akustickou návěst „Pozor“, dokud čelo vlaku nemine přejezd. V úseku alespoň 60 m před přejezdem až do okamžiku, kdy čelo vlaku mine přejezd, smí jet strojvedoucí rychlostí nejvíce 10 km/h.

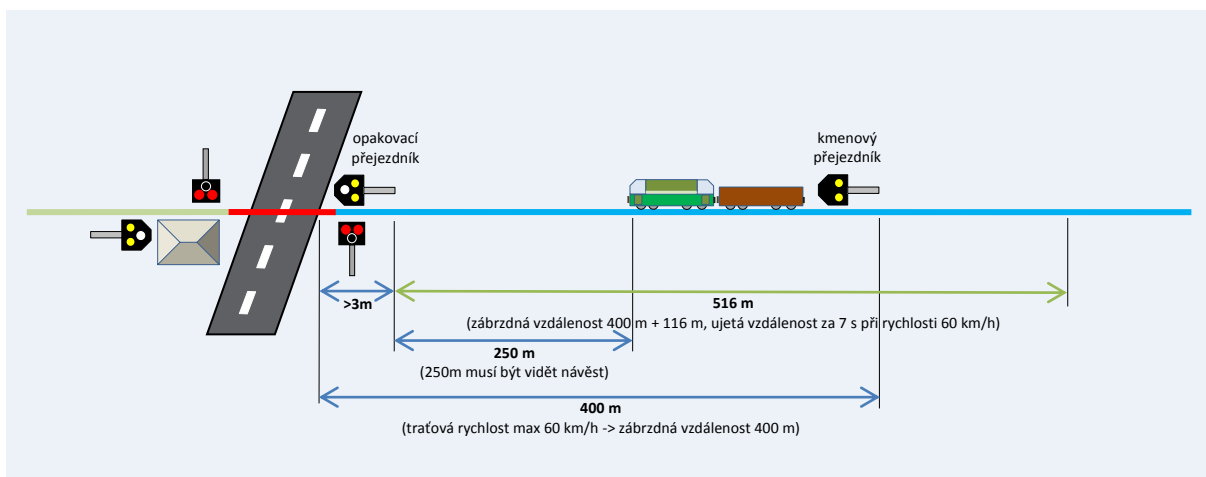
Na obrázku obr. 3.5 je zobrazen kmenový přejezdník předávající návěst „Uzavřený přejezd“



Obr. 3.5 Přejezdník

Přejezdňíky dělíme na kmenové a opakovací. Kmenový přejezdňík může být proveden jako proměnné nebo neproměnné návěstidlo. Na obr. 3.6 je zobrazen jeden ze způsobů umístování přejezdňíků. Kmenový přejezdňík musí být umístěn nejméně na zábrzdnou vzdálenost před hranou přejezdu. Je-li kmenový přejezdňík neproměnný (trvalá návěst „Otevřený přejezd“) musí být použit opakovací přejezdňík a splněny následující podmínky:

- nezastavují-li všechny vlaky před opakovacím přejezdňíkem (např. přítomnost železniční zastávky v blízkosti přejezdu) měla by být návěst „Uzavřený přejezd“ na opakovacím přejezdňíku vidět na zábrzdnou vzdálenost plus vzdálenost odpovídající jízdě traťovou rychlostí po dobu sedmi sekund od bližší hrany přejezdu
- návěst „Uzavřený přejezd“ na opakovacím přejezdňíku musí být vidět na vzdálenost minimálně 250 m.



Obr. 3.6 Umístění přejezdňíků

Použitím přejezdňíků je zajištěno předání základních informací o stavu přejezdového zabezpečovacího zařízení. Je-li přejezdové zařízení v pohotovostním stavu, je strojvedoucímu předávána trvalým svícením bílého světla návěst „Uzavřený přejezd“ - obr. 1.3. Při nouzovém stavu je návěst „Uzavřený přejezd“ předávána přerušovaným svícením bílého světla a strojvedoucí má za povinnost o tom vyzrozumět pracovníka řídicí dopravu. Při poruchovém stavu přejezdňík návěstí „Otevřený přejezd“. Dle mého názoru je použití přejezdňíků nejvhodnějším řešením pro regionální dráhy.

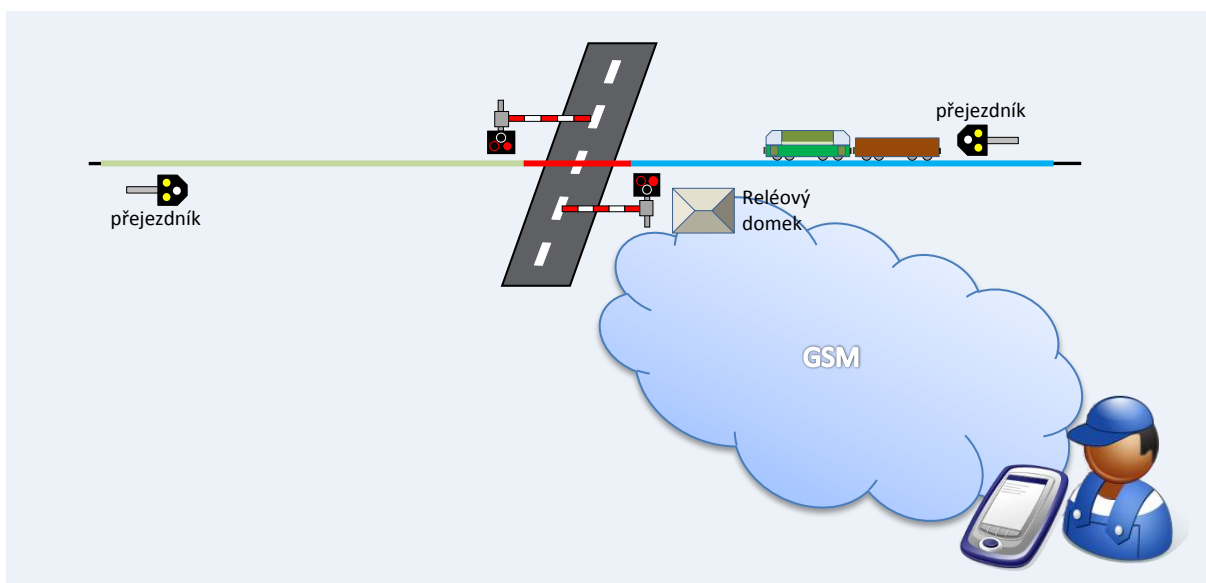
3.4 Diagnostická informace udržujícímu zaměstnanci

Norma ČSN 34 2650 ed. 2 stanovuje, že by přejezdové zabezpečovací zařízení mělo umožňovat předávání diagnostických informací. Osobně si myslím, že u přejezdových zabezpečovacích zařízení na regionálních tratích je toto podmínkou.

Z předešlých kapitol vyplývá, že provoz na regionální dráze je omezený a o stavu přejezdového zařízení je prostřednictvím přejezdníku informován strojvedoucí drážního vozidla až v okamžiku jízdy k přejezdu. Mezi vznikem poruchy na přejezdovém zabezpečovacím zařízení a jejím nahlášením udržujícímu pracovníkovi může uplynout dlouhá doba. Z principu koncepce zabezpečovacího zařízení je nevhodné, aby se zařízení nacházelo v poruchovém stavu, aniž by byly učiněny kroky k jeho uvedení do provozuschopného stavu. Navrhují přejezdové zabezpečovací zařízení doplnit o prvek, který by zaznamenával a archivoval základní činnost a stavy zařízení a v případě definovaných stavů předal tuto informaci udržujícímu pracovníkovi.

Archivované údaje o činnosti zařízení by byly využívány při vyhledávání a odstraňování závad a rovněž by sloužily jako průkazný materiál při řešení nehodových událostí na přejezdu, kdy je třeba prokázat správnou činnost zařízení.

Přenos informací udržujícímu zaměstnanci by měl být realizován bezdrátově. Vzhledem k tomu, že jsou pracovníci údržby sloužící pohotovost vybaveni mobilními telefony, navrhuji pro přenos informací použít síť GSM a SMS zpráv – obr. 3.7.



Obr. 3.7 Přenos diagnostických informací udržujícímu pracovníkovi

Stavy zařízení, na jejichž základě budou informace zasílány pracovníkovi údržby:

- nežádoucí výstraha
- stav napájení, dojde-li k jeho poklesu pod stanovenou mez
- informace o výpadku napájení z elektrické přípojky
- nouzový stav
- poruchový stav
- informace o neoprávněném vniknutí (zabezpečení objektu)

Každá SMS zpráva by také měla obsahovat identifikační údaje:

- datum
- čas
- číslo přejezdu
- kilometrickou polohu
- traťový úsek

3.5 Ovládací části

3.5.1 Automatické ovládání

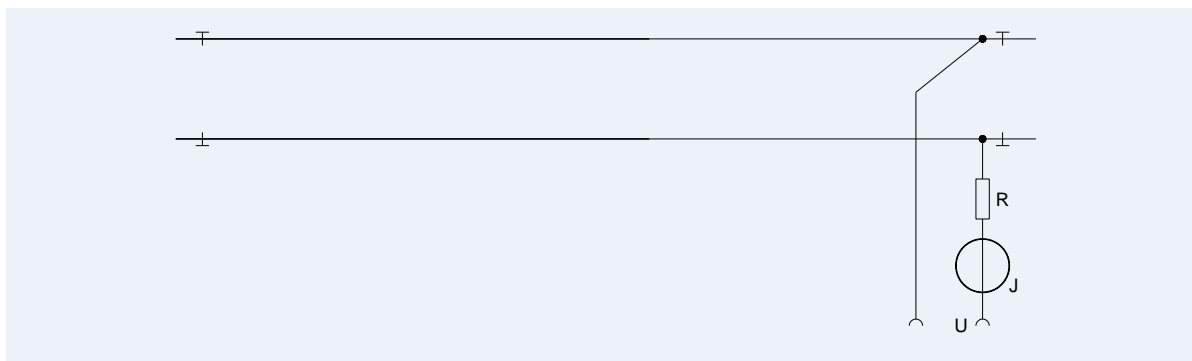
Při automatickém ovládnání je stav přejezdového zařízení odvozen od ovládacích prvků závislých na jízdě drážního vozidla nebo od povolení k jízdě návazným zabezpečovacím zařízením.

Ovládací prvek může mít charakter liniového nebo bodového technického prostředku vyhodnocující nebo nevyhodnocující směr jízdy.

3.5.1.1 Kolejové obvody

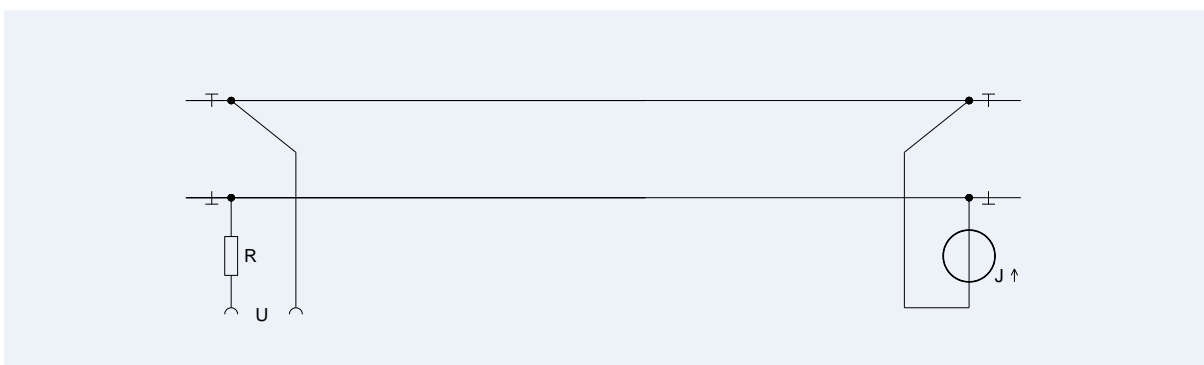
Kolejové obvody řadíme mezi liniové prostředky pro detekci drážního vozidla. Kolejový obvod se skládá z kolejového vedení a k němu připojené výstroje. Kolejové vedení je tvořeno úsekem železničního svršku, u kterého kolejnicové pásy zastávají funkci vodiče a izolaci nahrazují pražce uložené ve šterkovém loži. Konce ohraničeného kolejového obvodu jsou vymezeny izolačními spojkami (izolovanými styky), které tvoří pevné mechanické spojení kolejnic kolejového obvodu se sousedícími kolejnicemi, ale elektricky je vzájemně izolují. Při vstupu drážního vozidla do kolejového obvodu propojí elektricky dvojkolář oba kolejnicové pásy - tzv. šuntování.

Podle způsobu zapojení rozeznáváme sériové a paralelní kolejové obvody. Na obr. 3.8 je zobrazeno principiální zapojení sériového kolejového obvodu. V základním stavu je kolejové relé **J** nevybuzené. Vjezdem drážního vozidla do kolejového obvodu dojde k elektrickému propojení obvodu a přitahu kotvy relé **J**. Vybuzené relé vyhodnocuje průjezd drážního vozidla sledovaným úsekem. Při přerušení elektrického obvodu nedojde k ovlivnění kolejového relé a není indikován průjezd drážního vozidla sledovaným úsekem. Dojde-li poruchou v kolejovém obvodu ke zkratu, bude chybně indikován průjezd.



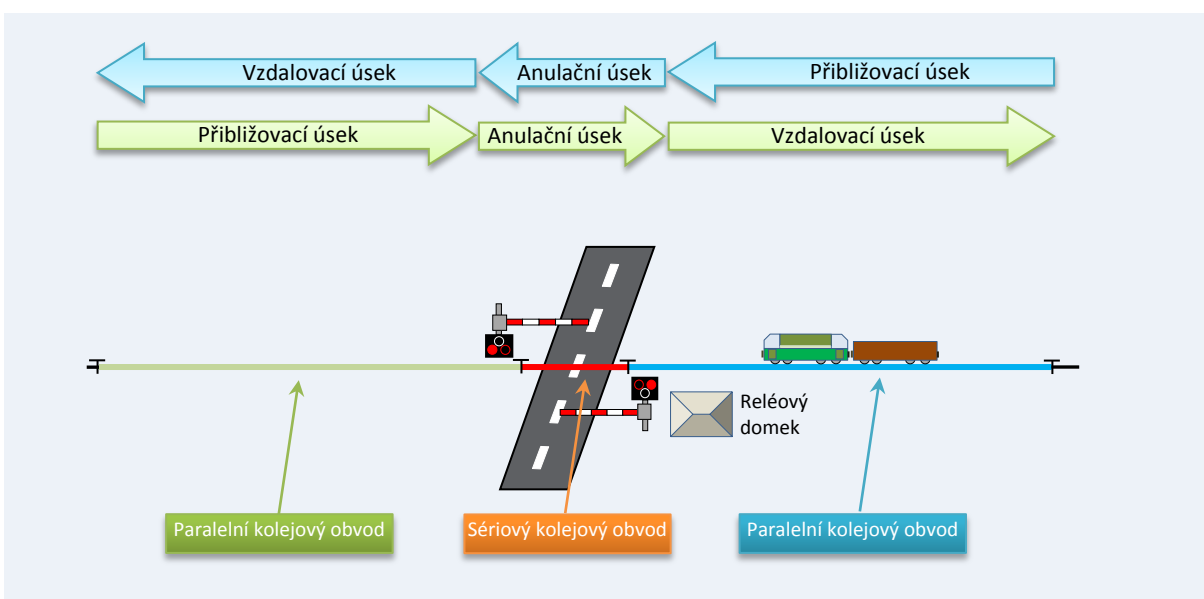
Obr. 3.8 Sériový kolejový obvod

Obr. 3.9 zobrazuje paralelní kolejový obvod, který bezpečně detekuje přítomnost nebo nepřítomnost drážního vozidla. V základním stavu protéká elektrický proud ze zdroje kolejnicovými pásy do kolejového relé **J**. Relé je vybuzeno. Kolejový obvod předává informaci o volnosti sledovaného úseku. Vjezdem drážního vozidla do kolejového obvodu dojde k šuntování. Kotva kolejového relé **J** odpadá. Sledovaný úsek je obsazen. Zapojení obvodu zajišťuje, že vzniklou poruchou nedojde k chybné informaci o volnosti koleje.



Obr. 3.9 Paralelní kolejový obvod

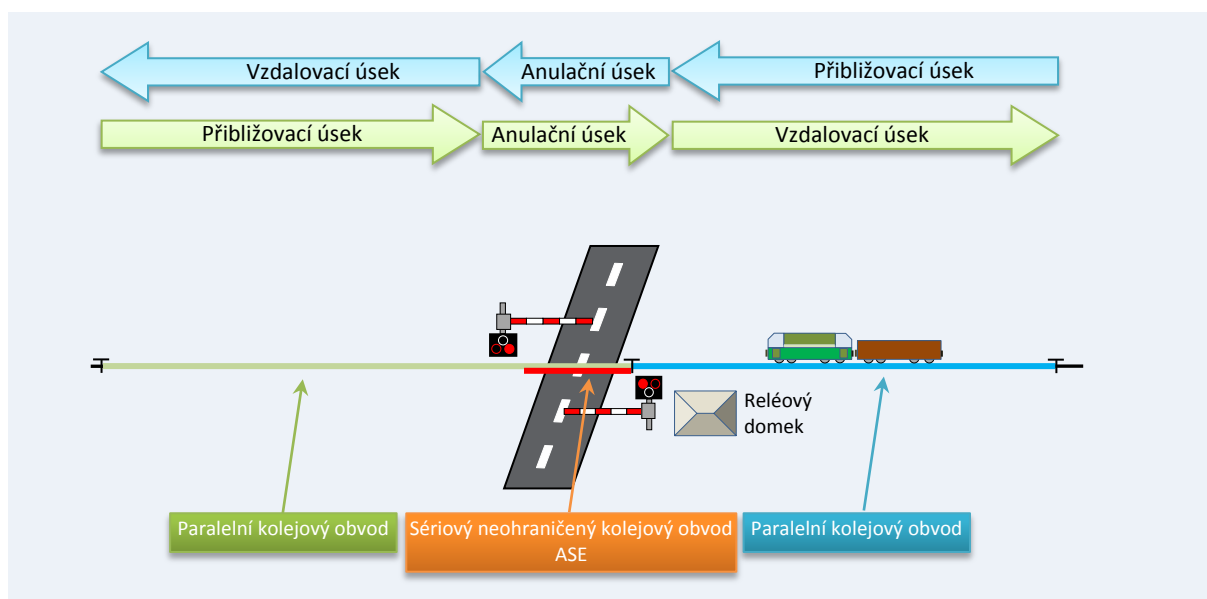
Při automatickém ovládní odvozeném od jízdy drážního vozidla je na začátku přibližovacího úseku umístěn zapínací prvek a v bezprostřední blízkosti přejezdu prvek vypínací. Zapínací prvek musí bezpečně vyhodnocovat nepřítomnost drážního vozidla v daném místě. Vypínací prvek musí zajistit bezpečné vyhodnocení průjezdu drážního vozidla přejezdem. Splnění výše uvedených požadavků lze realizovat použitím kolejových obvodů zobrazených na obr. 3.10.



Obr. 3.10 Automatické ovládní přejezdového zabezpečovacího zařízení

Realizace automatického ovládání přejezdového zabezpečovacího zařízení kolejovými obvody - obr. 3.10 vyžaduje použití tří kolejových izolovaných úseků ohraničených osmi izolovanými styky.

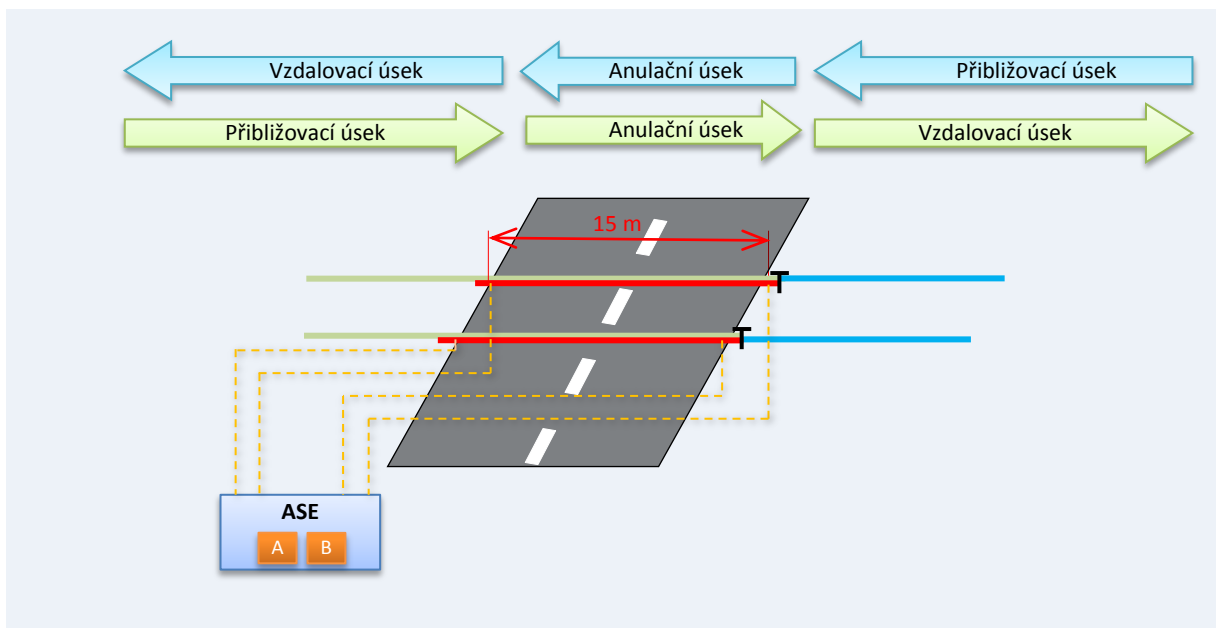
Na sériový kolejový obvod, používaný u přejezdového zabezpečovacího zařízení, jsou však kladeny větší nároky oproti obvodu znázorněnému na obr. 3.8. Obvod by neměl chybně vyhodnotit průjezd drážního vozidla vlivem bodově zkratovaných kolejnicových pásů (např. kovové části silničních vozidel, spadlý vodič v místě přejezdu atd.), ale na základě prostorového šuntu. Zřízení izolovaného styku je ekonomicky nákladné a vyžaduje následnou údržbu a kontrolu. Proto se hledalo technické řešení, které by vyhodnocovalo průjezd drážního vozidla na základě prostorového šuntu, určilo směr jízdy a umožnilo snížit počet použitých izolovaných styků, ale zároveň umožnilo zachovat tříúsekové ovládání přejezdového zařízení. Výsledkem je použití sériového neohraničeného kolejového obvodu ASE - obr. 3.11.



Obr. 3.11 Automatické ovládání přejezdového zabezpečovacího zařízení

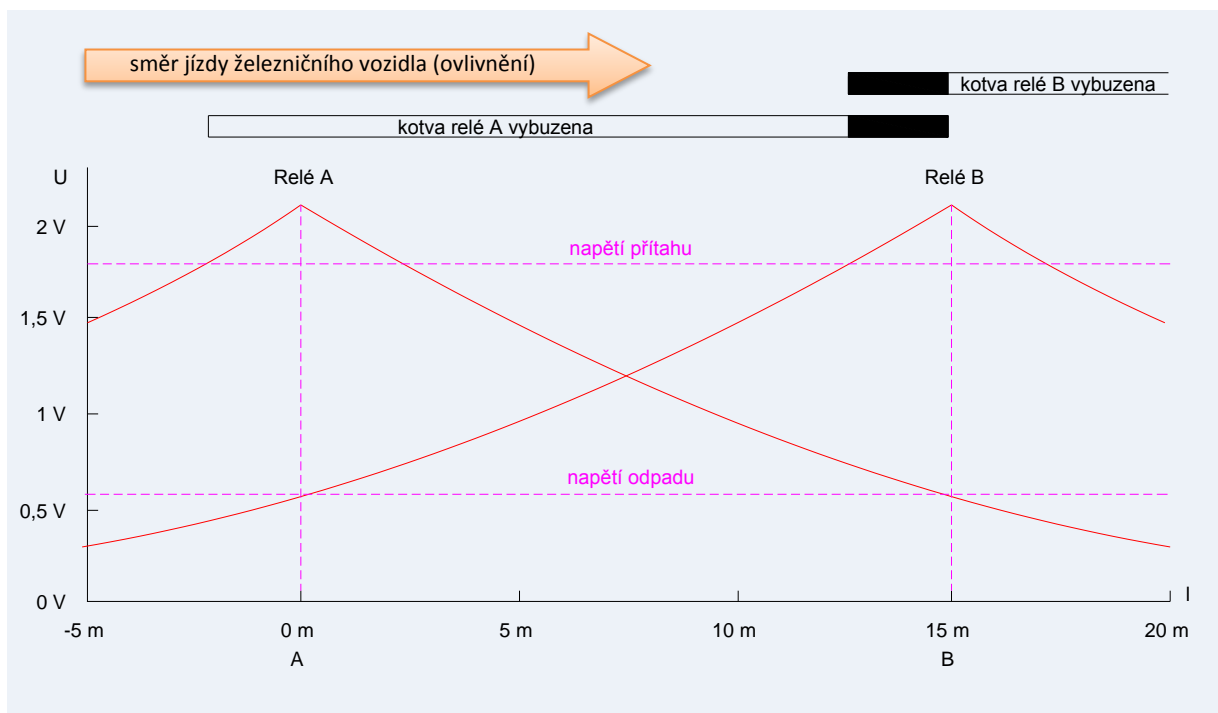
Anulační soubor elektronický (ASE) je tvořen dvěma sousedícími překrývajícími se neohraničenými sériovými kolejovými obvody pracujícími v pásmu 50 kHz. Kolejové obvody jsou umístěny přímo v prostoru křížení železniční trati s pozemní komunikací nebo v jeho bezprostřední blízkosti - obr. 3.12. Vzdálenost systémů kolejových obvodů mezi sebou je 15 m. Vysoký kmitočet kolejových obvodů má za následek omezený dosah působnosti cca 7,5 m. Na obr. 3.13 je zobrazen princip činnosti. Stav každého kolejového relé je vyhodnocován výstupním relé. První

obvod vyhodnocuje relé **A**, druhý relé **B**. Výsledná informace o průjezdu drážního vozidla je závislá na postupném ovlivnění obou relé. Obr. 3.13 ukazuje průběh napětí



Obr. 3.12 Zapojení anulačního souboru elektronického ASE

na relé v závislosti na pohybu železničního dvojkolí prostorem přejezdu. V horní části obrázku je vyznačena doba, po kterou jsou kotvy jednotlivých relé vybuzeny. Černě označená oblast představuje čas, ve kterém jsou přitaženy kotvy relé **A** a **B** a lze předat výslednou informace o průjezdu drážního vozidla prostorem přejezdu.



Obr. 3.13 Průběh napětí na relé A a B (směr jízdy zleva doprava)

Předpokladem pro správnou činnost kolejových obvodů je zajištění podmínek pro umožnění detekce drážního vozidla. Požadavky kladené kolejovými obvody na nový nebo obnovený železniční svršek vyžadují, aby měrná svodová admittance mezi kolejnicovými pásy byla menší nebo rovna $0,67 \text{ S} \cdot \text{km}^{-1}$. Kolejové lože musí být upraveno tak, aby štěrk byl vzdálen nejméně 30 mm od paty kolejnice.

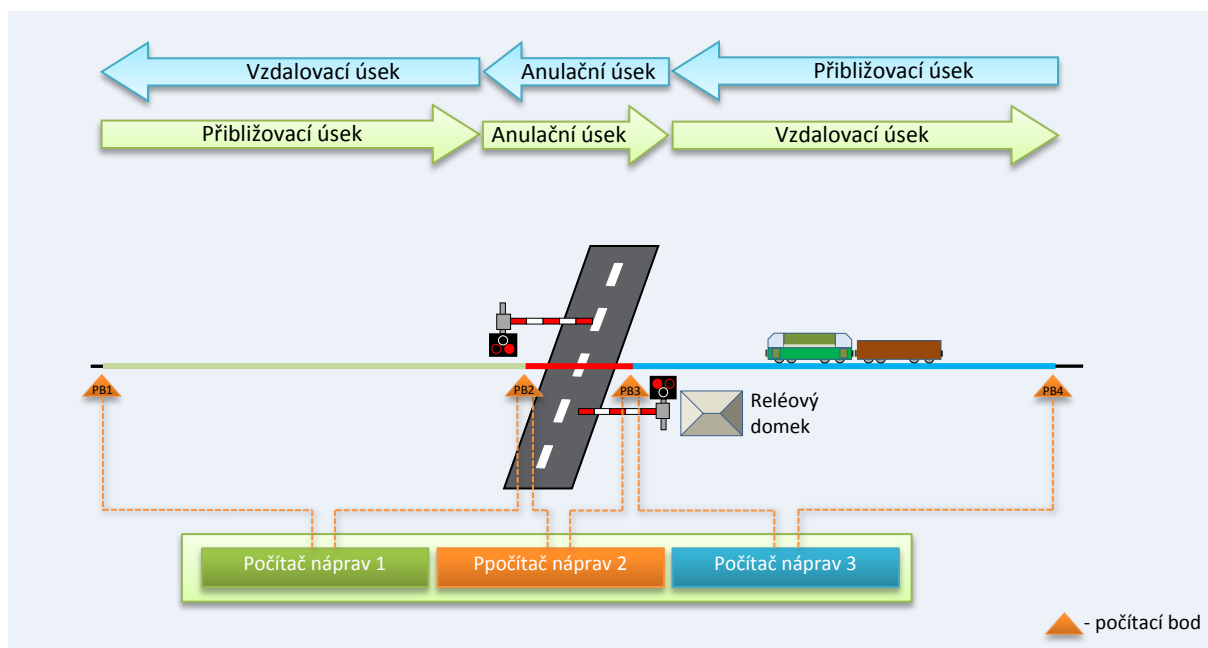
Podmínky kladené na konstrukci pojezdové části drážních vozidel vyžadují, aby elektrický odpor železničního dvojkolí (značený R_s) měřený mezi obručemi nebo celistvými koly byl u nových dvojkolí $R_s \leq 0,01 \Omega$ a u opravovaných dvojkolí $R_s \leq 0,05 \Omega$. Samostatně jezdící hnací kolejové vozidlo o hmotnosti menší než 38 t musí být vybaveno zařízením na odstraňování nečistot z jízdny plochy dvojkolí. Je-li hmotnost drážního vozidla menší než 30 t, musí mít provedeno vodivé propojení ložiskových domků mezi sebou navzájem, pokud není vybaveno nápravovými uzemňovači. Zařízení hnacího vozidla pro pískování by mělo být konstruováno tak, aby při jeho použití nedošlo k přerušení vodivého spojení kolejnic alespoň u jednoho dvojkolí vozidla.

Přítomnost drážního vozidla se v kolejovém obvodu projeví zařazením vlakového šuntu mezi kolejnice. Odpor vlakového šuntu představuje odpor mezi temeny obou kolejnic. Je složen z odporu dvojkolí, přechodových odporů mezi obručemi a kolejnicemi. Při příznivých provozních podmínkách se odpor vlakového šuntu mění v rozmezí od nuly do setin ohmu. Závisí na nápravovém tlaku, počtu dvojkolí vlaku, rychlosti a zejména na čistotě styčných ploch mezi dvojkolími a kolejnicemi.

Paralelní kolejové obvody musí vyhovovat podmínkám mezní šuntové citlivosti R_{MC} (kvantitativní parametr kolejového obvodu, který udává, jak velký vlakový šunt zajistí bezpečnou detekci šuntovaného kolejového úseku příslušného kolejového obvodu). Pro kolejové obvody uváděné do provozu do konce roku 2006 musí být $R_{MC} \geq 0,06 \Omega$, pro kolejové obvody po roce 2007 musí být $R_{MC} \geq 0,1 \Omega$.

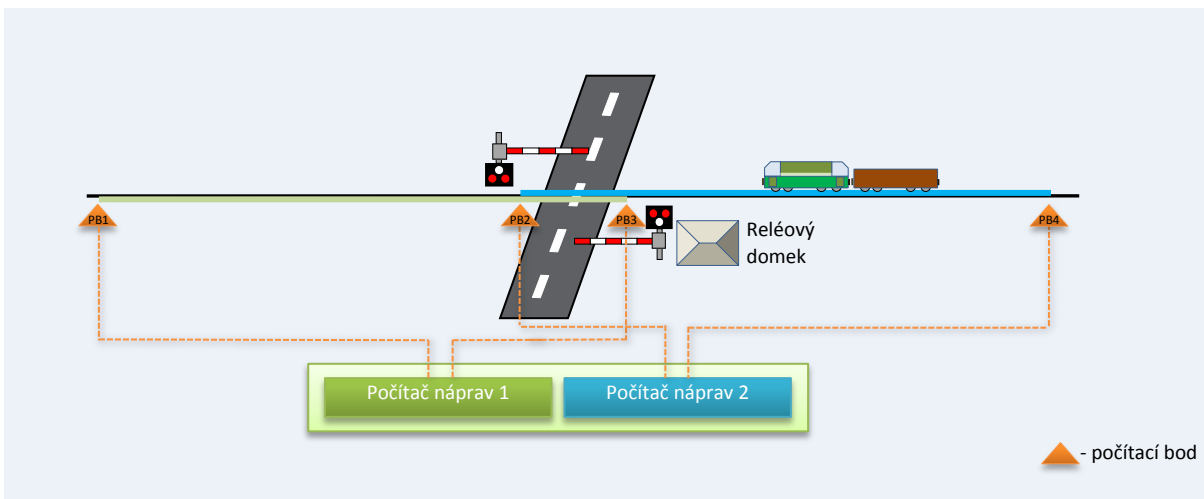
3.5.1.2 Počítače náprav

Počítače náprav řadíme mezi bodové prostředky detekce drážního vozidla. Z hlediska prostorového uspořádání lze počítač náprav rozdělit na venkovní a vnitřní část. Venkovní část je tvořena počítacím bodem a kabelovým vedením. Vnitřní část se skládá z vyhodnocovací logiky a napájení. Sledovaný kolejový úsek je vymezen počítacími body. Při vjezdu drážního vozidla do sledovaného kolejového úseku detekuje (krajní) počítací bod projíždějící železniční dvojkolí a předává tuto informaci vyhodnocovací logice počítače náprav. Zde je tato informace zaznamenávána čítačem, který napočítává jednotlivé nápravy. Při výjezdu drážního vozidla ze sledovaného úseku jsou opět železniční dvojkolí detekována (koncovým) počítacím bodem a čítačem odpočítávána. Je-li stav čítače nulový, je sledovaný kolejový úsek volný, v opačném případě je obsazený. Na obr. 3.14 je zobrazeno zapojení počítačů náprav odpovídající třem kolejovým obvodům.



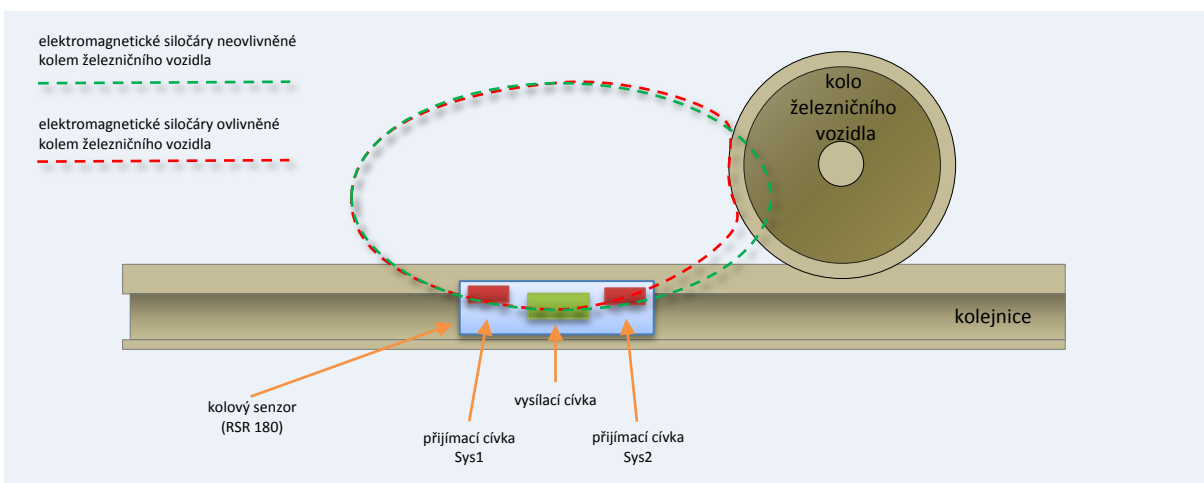
Obr. 3.14 Použití počítače náprav pro automatické ovládání přejezdového zařízení

Počítače náprav kromě bezpečné informace o volnosti nebo obsazenosti sledovaného kolejového úseku poskytují i informaci o směru jízdy drážního vozidla. Na základě těchto informací lze realizovat automatické ovládání přejezdového zařízení pomocí dvou vzájemně se překrývajících kolejových úseků viz. obr. 3.15.



Obr. 3.15 Použití počítače náprav se směrovým výstupem pro automatické ovládání přejezdového zařízení

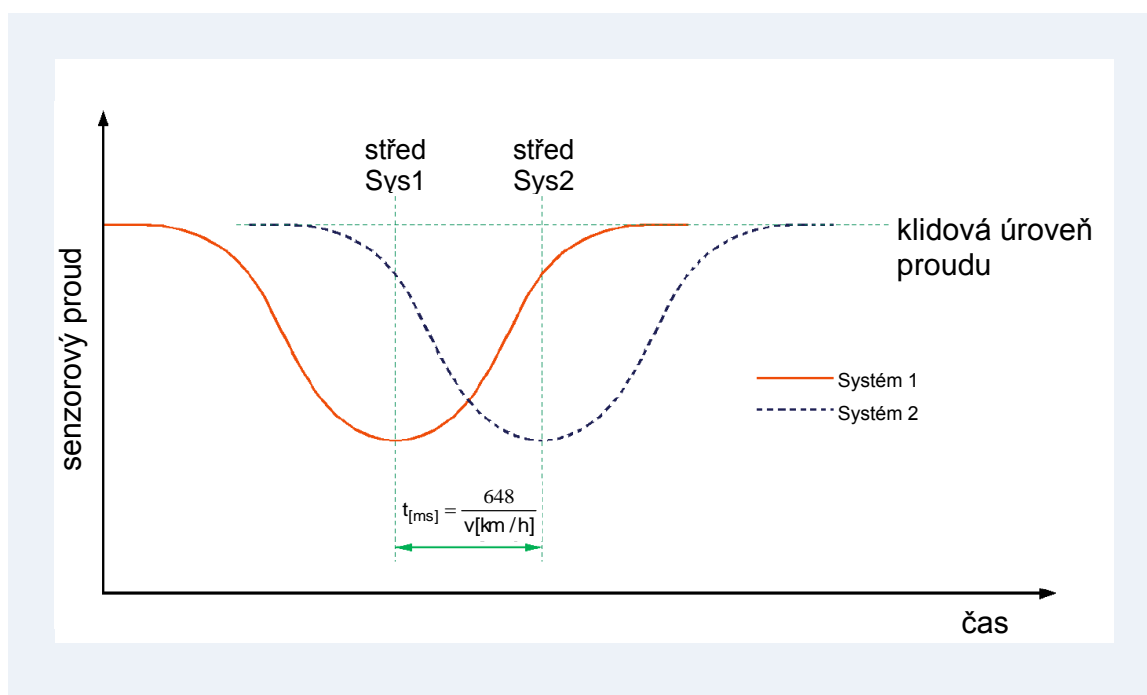
Detekci průjezdu drážního vozidla zajišťuje kolový senzor počítacího bodu. Princip činnosti kolového senzoru spočívá v ovlivnění siločar elektromagnetického pole generovaného vysílací cívkou kolem drážního vozidla. Na obr. 3.16 je zobrazen princip činnosti. Kolový senzor obsahuje dva indukční analogové přijímací systémy označené Sys1 a Sys2. Oba dva systémy jsou umístěny symetricky vůči vysílací cívkě, která je uprostřed senzoru.



Obr. 3.16 Princip činnosti kolového senzoru (Frauscher RSR 180)

Elektromagnetické siločáry vysílací cívky procházejí přijímacími cívkami (Sys1, Sys2). V případě přítomnosti kovových předmětů v oblasti nad nebo pod cívkami senzoru dochází k vychýlení siločar a tím i ke změně magnetické indukce ve snímacích cívkách. Tohoto efektu je využíváno k zaznamenání průjezdu kola drážního vozidla. Současně je kontrolována i poloha kolového senzoru na koleji. V případě jeho mechanického uvolnění a odpadnutí se projeví změna úrovně

zatlumení kolového senzoru od paty kolejnice a vyhodnocovací část počítače náprav tuto změnu vyhodnotí.



Obr. 3.17 Průběh proudu systémy Sys1 a Sys2 kolového senzoru RSR 180 při ovlivnění

Při projíždění železničního kola (nebo jiného kovového předmětu) nad místem, kde je umístěn kolový senzor, dochází k postupné změně úrovně protékajícího proudu Sys1 a Sys2 v pořadí, v jakém k jejich ovlivnění došlo. Popsaná situace je zobrazena na obr. 3.17. Na základě postupného ovlivnění systémů je počítač náprav schopen vyhodnocovat směr jízdy drážního vozidla.

3.5.1.3 Rozbor možností aplikace automatického ovládání na regionální dráze

Pro správnou funkci přejezdového zařízení je nutné zajistit včasné upozornění uživatele pozemní komunikace o blížícím se drážním vozidle a umožnit mu bezpečné opuštění prostoru železničního přejezdu. Je tedy nutné, aby v okamžiku, kdy drážní vozidlo vjede do přibližovacího úseku, byla tato informace předána logickým obvodům přejezdového zařízení a byla dávana výstraha. Jakékoliv zpoždění má za následek zkrácení přibližovací doby, opoždění výstrahy a tedy i ohrožení uživatele pozemní komunikace.

Kolejové obvody představují nejrozšířenější způsob automatického ovládání přejezdových zabezpečovacích zařízení v ČR. Přesto se domnívám, že v současné době používané typy kolejových obvodů nejsou vhodnými prvky pro automatické

ovládání přejezdového zařízení na regionálních tratích a nejsou schopny plnit spolehlivě svoji činnost. To je včas a bezpečně identifikovat přítomnost drážního vozidla ve sledovaném úseku.

K tomuto závěru jsem dospěl na základě přesvědčení, že stávající stav železničního svršku a provozovaných drážních vozidel na regionálních tratích není schopen zaručit vhodné podmínky pro správnou činnost kolejových obvodů.

Je prokázáno, že hodnoty přechodového odporu mezi kolem drážního vozidla a kolejnicí se pohybují ve značném rozpětí. Zatímco u kovově čistých povrchů kola i kolejnice dosahuje hodnota odporu velikosti řádu $10^{-3} \Omega$, u znečištěných povrchů odpor prudce stoupá a stává se dominantní složkou celého vlakového šuntu. Příčinou znečištění povrchů je koroze způsobená vlivy prostředí a organické i anorganické materiály nanesené na styčné plochy (listí, písek, olej).

K čištění povrchu kolejnic přispívá častá jízda drážního vozidla (rozjezd, brzdění, jízda v oblouku). Naopak malý čistící efekt má jízda lehkých samostatných vozidel s diskovými brzdami, kde je povrch kol po delší jízdě na zkorodovaných kolejnicích znečištěn tak, že byly zaznamenány nejen zvýšené přechodové odpory, ale i výrazné změny adhezního součinitele, který výrazně ovlivňuje brzdnu dráhu.

Provoz drážních vozidel na regionálních tratích je omezený. Používají se často lehká drážní vozidla vybavená kotoučovými brzdami a hodnoty vlakového šuntu mohou dosahovat takové hodnoty, že již není kolejový obvod schopen vyhodnotit přítomnost drážního vozidla.

Pro činnost přejezdového zabezpečovacího zařízení je rozhodující, jakým způsobem dojde ke ztrátě šuntu v kolejovém obvodu přibližovacího úseku. Mohou nastat tyto dva případy:

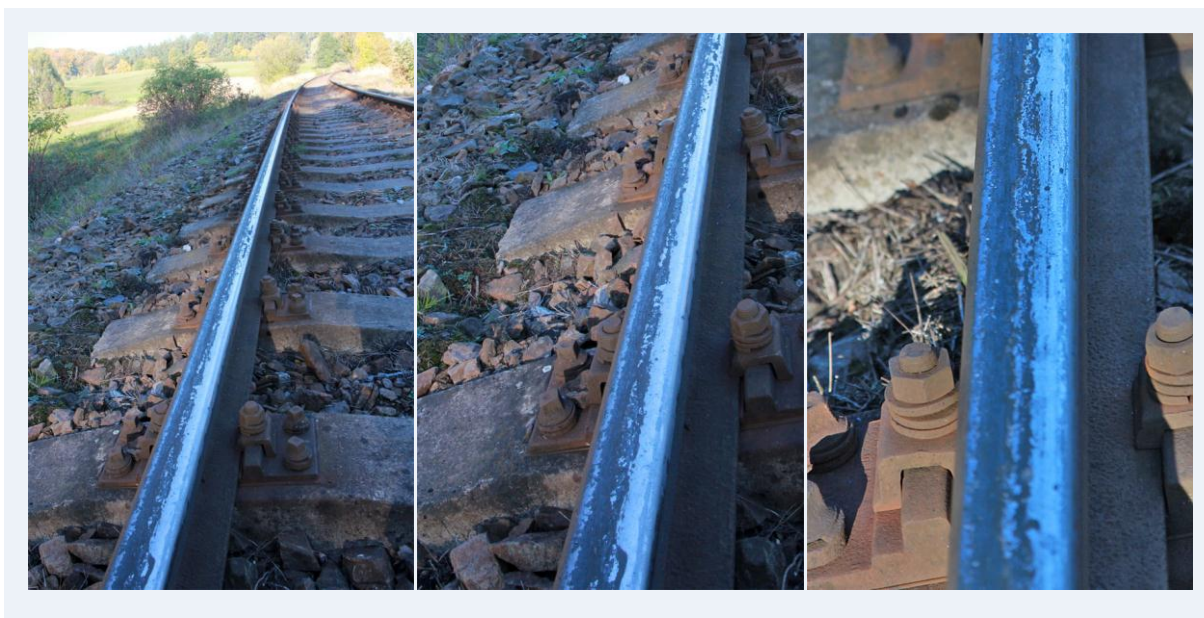
1. drážní vozidlo vjelo do přibližovacího úseku, jeho přítomnost byla kolejovým obvodem vyhodnocena a následně došlo ke ztrátě šuntu
2. při vjezdu drážního vozidla do přibližovacího úseku nebyla jeho přítomnost rozeznána (k vyhodnocení došlo s časovým zpožděním).

Ztráta šuntu popsaná v prvním bodě neohroží bezpečnost účastníka pozemní komunikace. Výstraha byla spuštěna a k jejímu ukončení smí dojít pouze vyhodnocením průjezdu drážního vozidla přejezdem nebo při volnosti kolejového

obvodu po dobu 10 s. Předpokládá se, že tato doba je dostatečná pro opětovné ovlivnění kolejového obvodu.

Ztráta šuntu popsaná v bodě dvě může bezprostředně ohrozit uživatele pozemní komunikace. Zpožděné vyhodnocení přítomnosti drážního vozidla v přibližovacím úseku má za následek zkrácení přibližovací doby. Vyrůstá riziko, že uživatel pozemní komunikace vjede na železniční přejezd a nestihne jej opustit dříve, než čelo drážního vozidla vjede na přejezd.

Na obr. 3.18 jsou zobrazeny znečištěné kolejnicové pásy kolejového obvodu přibližovacího úseku přejezdového zabezpečovacího zařízení. Toto znečištění mělo za následek zkrácení přibližovací doby o 7 s.

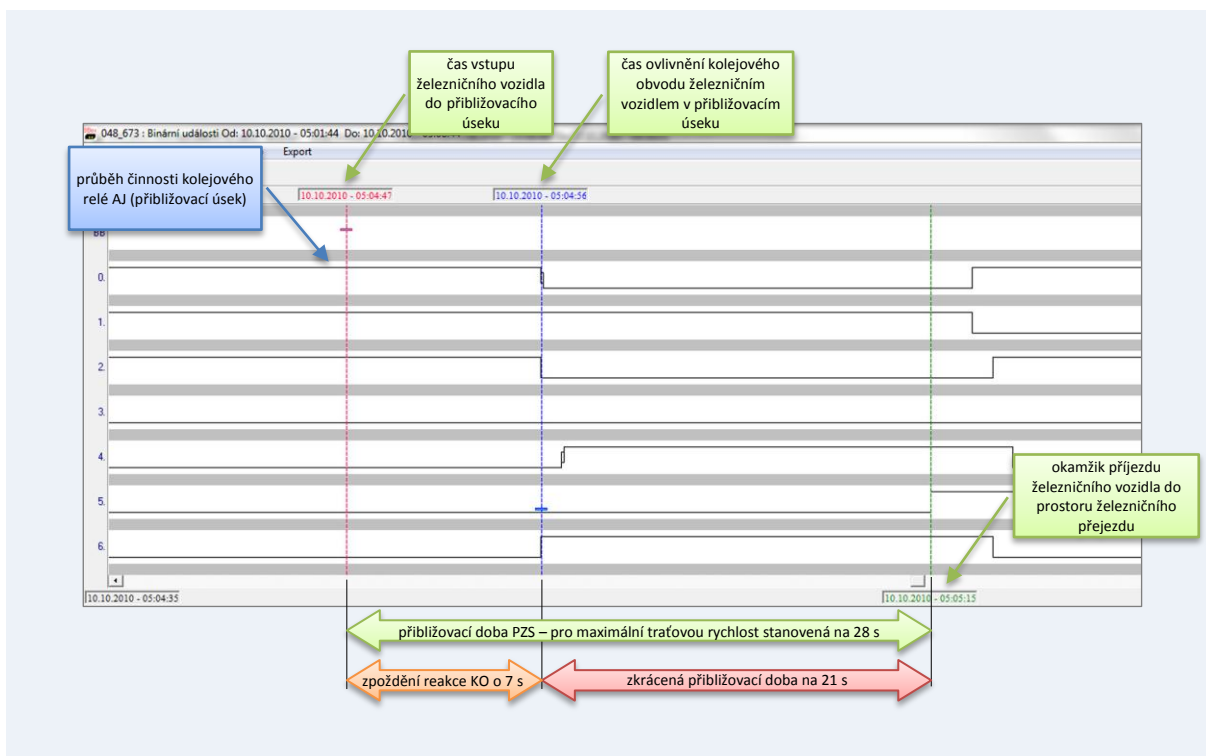


Obr. 3.18 Znečištění kolejnicových pásů KO přibližovacího úseku přejezdového zabezpečovacího zařízení

Vypočtená přibližovací doba u tohoto přejezdu byla 28 s. Zpožděné vyhodnocení přítomnosti drážního vozidla kolejovým obvodem ji zkrátilo na 21 s. V důsledku toho vjel vlak na železniční přejezd v době, kdy ještě nebyla sklopena závorová břežna.

Průběh činnosti přejezdového zabezpečovacího zařízení byl sledován záznamovým zařízením B 2000.

Obr. 3.19 zobrazuje průběh výše zmíněné události. Pro názornost byla do obrázku doplněna červená přerušovaná čára, která zobrazuje čas, kdy mělo dojít k ovlivnění kolejového obvodu (odpad kotvy kolejového relé AJ). Modrá přerušovaná čára zobrazuje skutečné ovlivnění kolejového obvodu. Zelená přerušovaná čára zobrazuje okamžik příjezdu drážního vozidla do prostoru přejezdu.



Obr. 3.19 Záznam činnosti přejezdového zařízení

Z výše uvedených informací jsem usoudil, že pro automatické ovládání přejezdového zabezpečovacího zařízení na regionální dráze je nejvhodnější používat výhradně počítače náprav se směrovým výstupem.

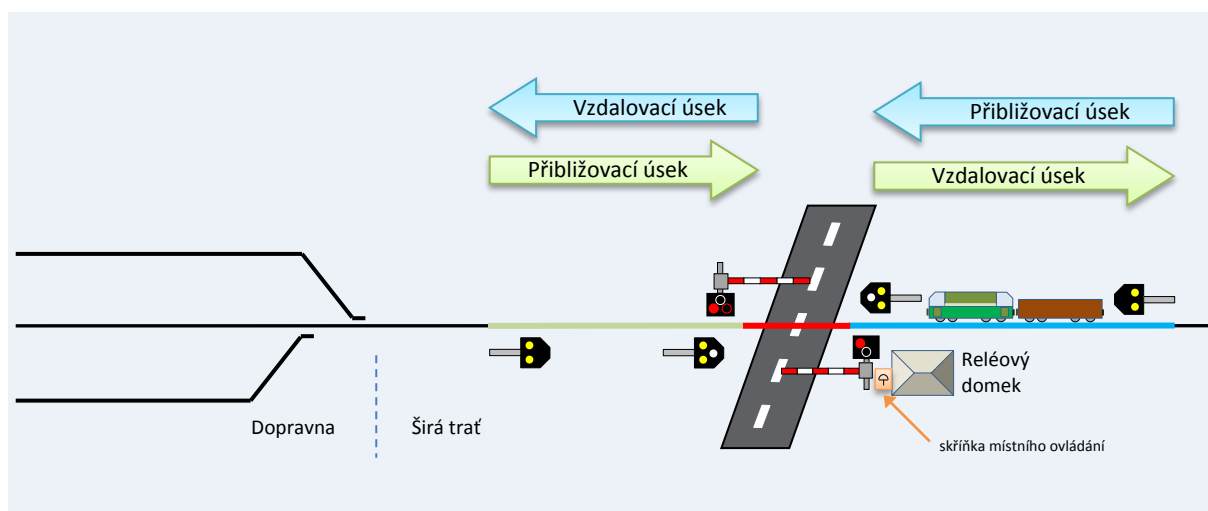
3.5.1.4 Vazba na ostatní zabezpečovací zařízení

Vzhledem k velmi nízké technické úrovni stávajících zabezpečovacích zařízení v dopravnách na regionální dráze se zjednodušeným řízením dopravy se mi jeví jako nejlepší řešení nevytvářet přímé vazby na tato zabezpečovací zařízení. Přesto je nutné řešit možné varianty umístění přejezdového zabezpečovacího zařízení.

V závislosti na topologickém umístění přejezdu na dráze se zjednodušeným řízením drážní dopravy (D3) a jeho přibližovacích úseků mohou nastat následující varianty uspořádání:

1. přejezdové zabezpečovací zařízení na (širé) trati bez závislostí
2. přejezdové zabezpečovací zařízení v blízkosti dopravní
3. přejezdové zabezpečovací zařízení v dopravně.

První varianta uspořádání přejezdu nemá žádné vazby na navazující zabezpečovací zařízení. Umístění přejezdu na trati je takové, že žádný z vypočítaných přibližovacích úseků nezasahuje až na staniční kolej. Automatické ovládání zařízení zajišťují prvky detekce volnosti nebo obsazenosti kolejových úseků na základě jízdy drážního vozidla. Ruční povely pro ovládání přejezdového zabezpečovacího zařízení jsou zadávány v místě přejezdu. Obr. 3.20 zobrazuje popisované uspořádání přejezdového zabezpečovacího zařízení na širé trati.

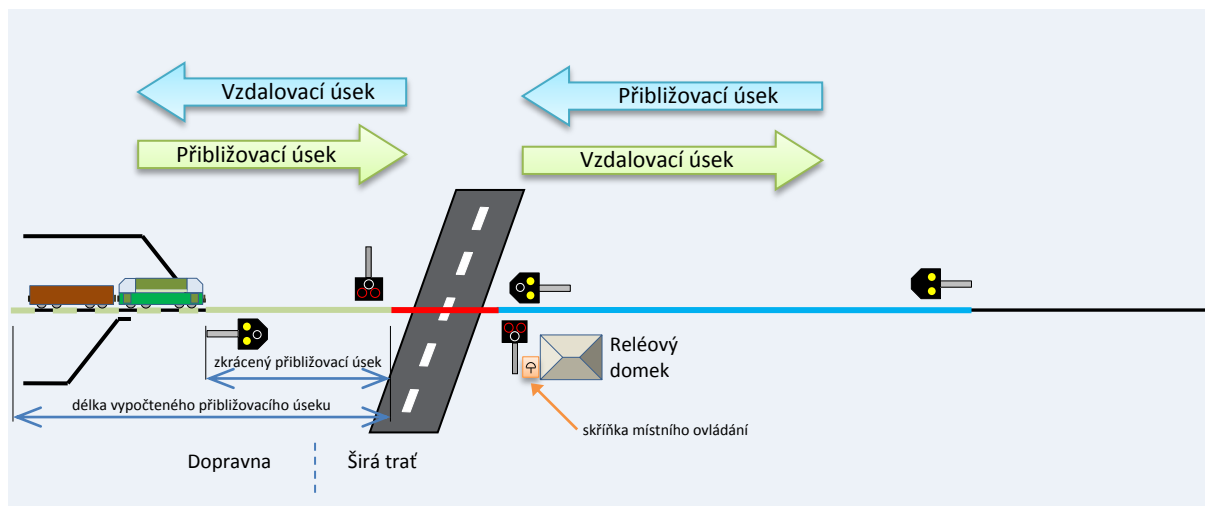


Obr. 3.20 Přejezdové zabezpečovací zařízení na širé trati

Druhá varianta umístění přejezdu popisuje přejezdové zabezpečovací zařízení, jehož vypočtený přibližovací úsek zasahuje až na staniční kolej dopravní viz obr. 3.21. Vzhledem k možnému křížování vlaků v dopravně s kolejovým rozvětvením, prodeji jízdenek strojvedoucím cestujícím, posunu atd. není možné spouštět výstrahu na přejezdovém zabezpečovacím zařízení vyhodnocením obsazení přibližovacího úseku. Pro ovládání přejezdového zabezpečovacího zařízení je třeba zapojit strojvedoucího.

Mezi krajní výhybku odjezdového zhlaví a přejezd se umístí přejezdník s návěstí „Otevřený přejezd“ v základním stavu. Přibližovací kolejový úsek ve směru

od dopravní se zřídí zkrácený pouze mezi přejezdem a krajní výhybkou. Při použití opakovacího přejezdníku se na zábrzdnu vzdálenost umístí kmenový přejezdník s trvalou návěstí „Otevřený přejezd“.



Obr. 3.21 Přejezdové zabezpečovací zařízení s vypočteným přibližovacím úsekem zasahujícím do dopravní

Pro spuštění výstrahy na přejezdovém zabezpečovacím zařízení bude ve směru od dopravní použito rádiové ovládání.

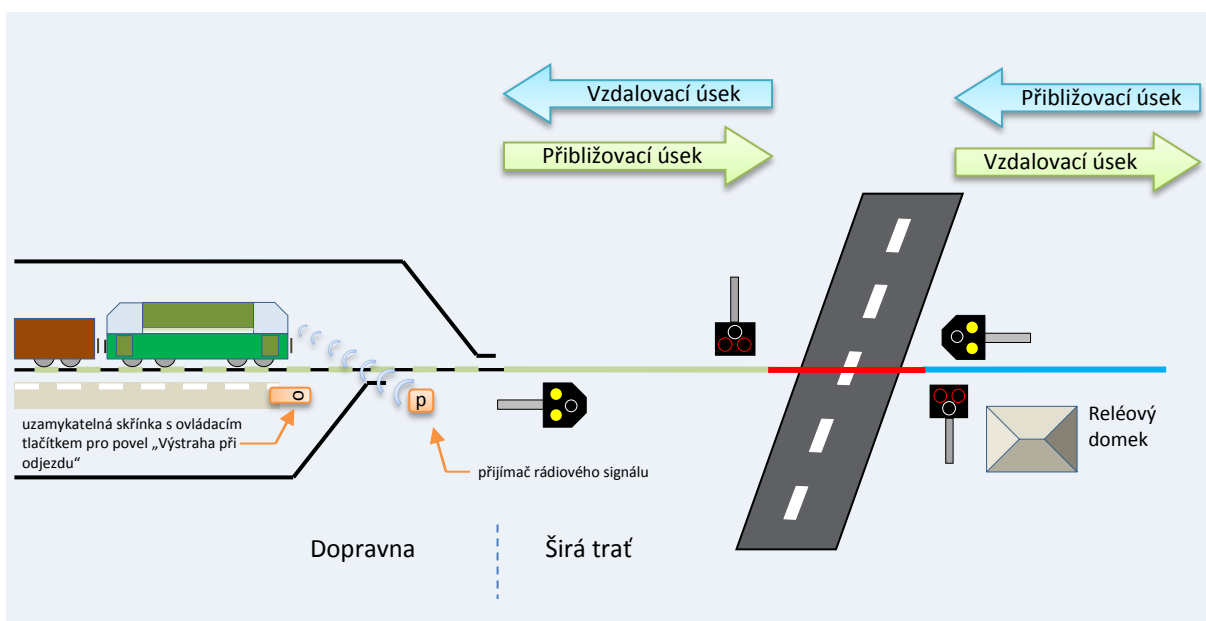
Strojvedoucí bude vybaven přenosným vysílačem rádiového ovládání. Stlačením příslušného tlačítka rádiového ovládání bude vyslán povel „Výstraha při odjezdu“ a bude spuštěna výstraha na přejezdovém zabezpečovacím zařízení. Po uplynutí doby zpoždění (odpovídající zkrácené délce přibližovacího úseku před přejezdníkem) se na přejezdníku rozsvítí návěst „Uzavřený přejezd“.

Přijímač rádiového ovládání pro příjem povelu „Výstraha při odjezdu“ musí být zřízen v místě, kde bude zaručen příjem rádiového povelu vyslaného strojvedoucím z vedoucího drážního vozidla z míst, kde vlaky zastavují. Pro omezení následků poruchy rádiového ovládání bude na přístupném místě v dopravně umístěno v uzamykatelné skříňce tlačítko pro vydání povelu „Výstraha při odjezdu“.

Bude-li přejezd umístěn v dopravně, bude ovládání řešeno obdobně jako u varianty číslo dvě.

Při používání rádiového ovládání je nutné vyřešit způsob nasazení v provozu. Nachází-li se na trati více přejezdových zabezpečovacích zařízení ovládaných rádiovým signálem, měl by jejich ovládání umožnit pouze jeden vysílač, který obdržel strojvedoucí od pracovníka řídicího dopravní v dirigující stanici. Tento

požadavek vychází z úvahy, že je nevhodné, aby strojvedoucí pro ovládání několika přejezdů byl vybaven více ovladači (možnost záměny při používání, ekonomicky náročnější atd.). Pro příjem povelu „Výstraha při odjezdu“ musí být použity systémy, které umožňují spolupráci vysílače s více přijímači. S ohledem na možnost současného provozu více drážních vozidel na trati musí být schopen každý přijímač přijímat povely od více vysílačů. Dosah vysílače by měl být takový, aby nemohlo dojít k ovlivnění sousedního přejezdového zabezpečovacího zařízení.



Obr. 3.22 Rádiové ovládání přejezdového zabezpečovacího zařízení

Rádiové ovládání přejezdového zabezpečovacího zařízení z dopravny je zobrazeno na obr. 3.22.

3.5.2 Ruční ovládání

Ruční ovládání je realizováno vhodným technickým zařízením, například tlačítkem. Po obsluhujícím zaměstnanci jsou vyžadovány dva různé úkony. Jedním úkonem se přejezd uzavírá, druhým se uzavření ruší.

V kapitole 3.2 Indikace obsluhujícímu zaměstnanci byly popsány překážky spojené s vybudováním kabelového vedení do místa řízení dopravy, proto bude ruční ovládání přejezdového zařízení realizováno pouze v místě přejezdu.

Pro splnění požadavků kladených normou ČSN 34 2658 ed 2. bude v místě, odkud je na přejezd zajištěn rozhled, umístěno zařízení, ve kterém budou ovládací prvky pro:

- místní uzavření přejezdu
- nouzové otevření přejezdu

Technické provedení místního ovládání musí zamezit manipulaci neoprávněnou osobou. Ovládací prvky budou umístěny v uzamykatelné skříňce v provedení zajišťující alespoň částečnou odolnost vůči násilnému poškození.

3.6 Závislostní části (logické jádro)

Závislostní části přejezdového zabezpečovacího zařízení zajišťují splnění podmínek stanovených normami a požadavky provozovatele.

Závislosti mohou být provedeny redundantními systémy, reakčními systémy nebo systémy s vnitřní bezpečností.

Redundantní systémy řeší zpracování informace a zabezpečení před poruchami jako dvě oddělené funkce. Zpracování informace se uskutečňuje vícenásobně a vzájemně nezávisle. Zabezpečení před poruchami zajišťuje vícenásobné zpracování spolu s komparací porovnávající výsledek. Tento princip je založen na předpokladu, že jakákoliv porucha při jednom zpracování informace způsobí odlišný výsledek od druhého zpracování a komparace chybu odhalí a vyvodí důsledky. Při dvojnásobném zpracování informace dojde k přestavení výstupu do stavu, který neohrožuje bezpečnost dopravy. Je-li použito vícenásobné zpracování, je možné na základě majority rozhodnout o tom, která část systému je vadná a vyřadit ji z činnosti až do následné opravy, při zachování činnosti zařízení. Toto řešení zvyšuje dostupnost zařízení.

Reakční systémy zpracovávají informaci pouze jednou. Zařízení však provádí intenzivní testování sebe samého a v případě poruchy se samo odpojí.

Systémy s vnitřní bezpečností mají funkci zpracování informací a zabezpečení před poruchami řešenu v jedné rovině. Jsou navzájem neoddělitelné. To znamená, že žádná z uvažovaných poruch nevyvolá hazardní stav systému a ten může být realizován jediným zařízením. Na tomto principu je založena reléová logika využívající relé kategorie N (I. bezpečnostní funkce).

Z podmínek provozovatele dráhy SŽDC, s.o. uvedených v kapitole 1.11 Požadavky stanovené provozovatelem dráhy vyplývá, že by měla být na regionální dráze přednostně budována přejezdová zabezpečovací zařízení s reléovou logikou doplněnou elektronickými prvky.

Požadavek použít reléovou logiku je patrně vyvolán dobrými zkušenostmi získanými provozem zařízení typu PZS AŽD 71 (některá zařízení v provozu 40 let) a značnou zásobou relé, vyzískaných při investičních akcích na koridorech, vzniklou likvidací staničních reléových zařízení (relé budou opět použita pro nové PZZ).

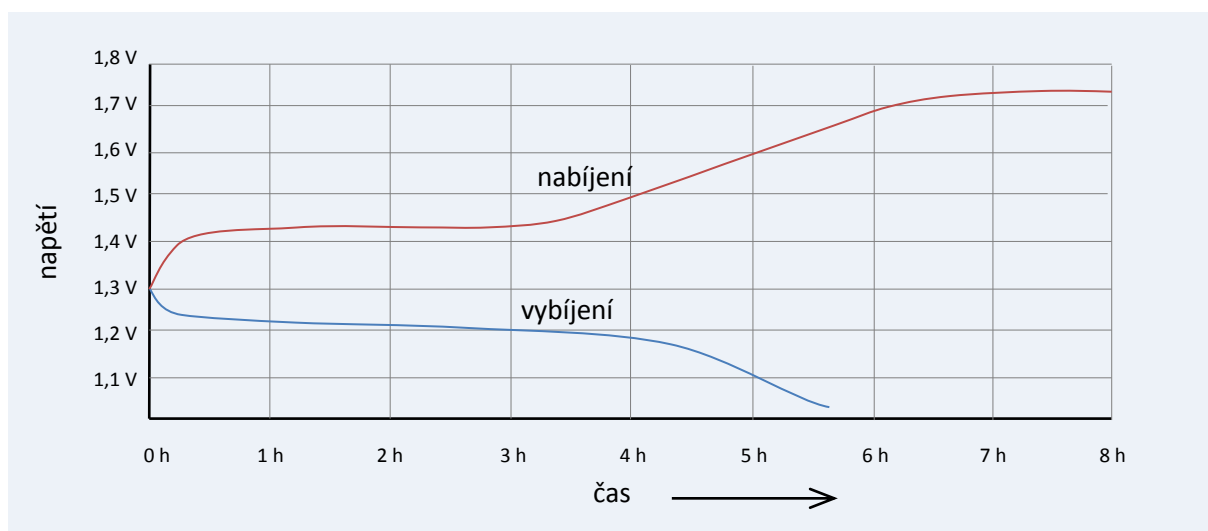
Požadavek na použití elektronických prvků rovněž vychází ze zkušeností získaných při provozu přejezdového zařízení PZS AŽD 71 a řeší jeho problematičtější obvody, které vzhledem k technické vyspělosti tehdejší doby konstrukce PZS AŽD 71 nemohly být řešeny jiným způsobem.

Elektronickými doplňky mají být řešeny:

- obvody ovládání světel výstražníků,
- obvody zajišťující měření času
- diagnostika

Při ovládání světel výstražníků je kladen požadavek na dodržení předepsaného kmitočtu přerušování svícení světel a zajištění bezkontaktního spínání.

Dle mého názoru je vhodné použít elektronické ovládání světel doplněné o stabilizaci výstupního napětí. U výstražníků se svítilnami osazenými žárovkami jsou optické vlastnosti požadované normou kontrolovány udržujícím pracovníkem nepřímou. Vychází se z předpokladu, že požadovaná svítivost bude dodržena, bude-li napětí měřené na žárovce odpovídat předepsané hodnotě. Výstražník AŽD 97 je osazen žárovkami 12 V / 20 W, napětí na žárovce smí být dle technických specifikací výrobce v rozmezí 12 V - 9,6 V.



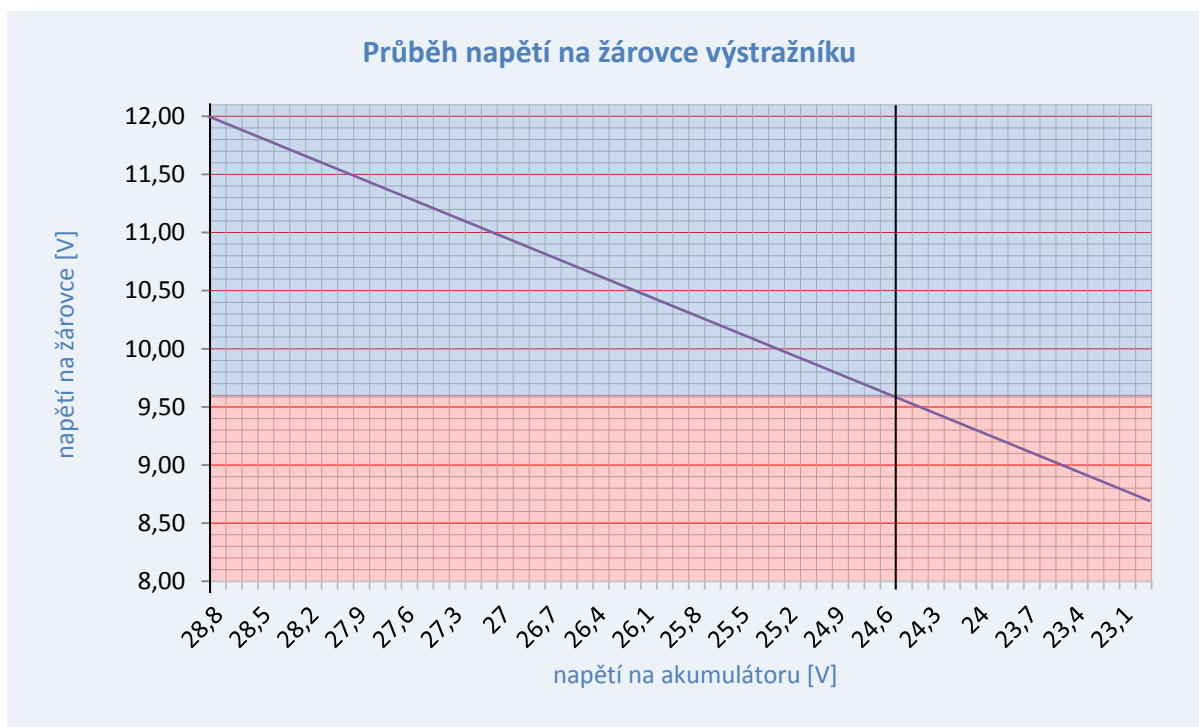
Graf. 3.1 Nabíjecí a vybíjecí křivka článku Ni-Cd akumulátoru [22]

Napájení přejezdového zabezpečovacího zařízení není konstantní. Je závislé na stavu akumulátoru, nastavení dobíječe a kolísání napětí elektrické přípojky. Při použití Ni-Cd akumulátorové baterie je úroveň výstupního napětí 28,8 V. Hodnota

odpovídá nastavení napětí na dobíječi (vychází z nabíjecího napětí jednoho článku Ni-Cd akumulátoru 1,44 V). Při výpadku napájení z elektrorozvodné sítě je zařízení napájeno z akumulátoru. Napětí klesne na 22 V (odpovídá nominální hodnotě Ni-Cd článku 1,2 V). Průběh křivek nabíjecího a vybíjecího napětí Ni-Cd článku je zobrazen na graf. 3.1.

Pro nastavení požadované hodnoty napětí na žárovce se používá sériově zapojený regulační odpor. Na graf. 3.2 je zobrazen průběh napětí na žárovce výstražníku odpovídající napájecímu napětí 28,8 V – 22 V. Regulační odpor byl nastaven pro hodnotu 12 V na žárovce při plném napájecím napětí 28,8 V.

Modře označená část graf. 3.2 zobrazuje povolenou toleranci napětí žárovky. Červená oblast představuje úroveň napětí, při které již není zaručena dostatečná svítivost optické návěsti výstražníku. Z průběhu křivky je zřejmé, že nelze pomocí jednoho sériového odporu provést nastavení požadované hodnoty napětí žárovky v povolené toleranci při rozptylu napájecího napětí 28,8 V – 24 V.



Graf. 3.2 průběh napětí na žárovce výstražníku

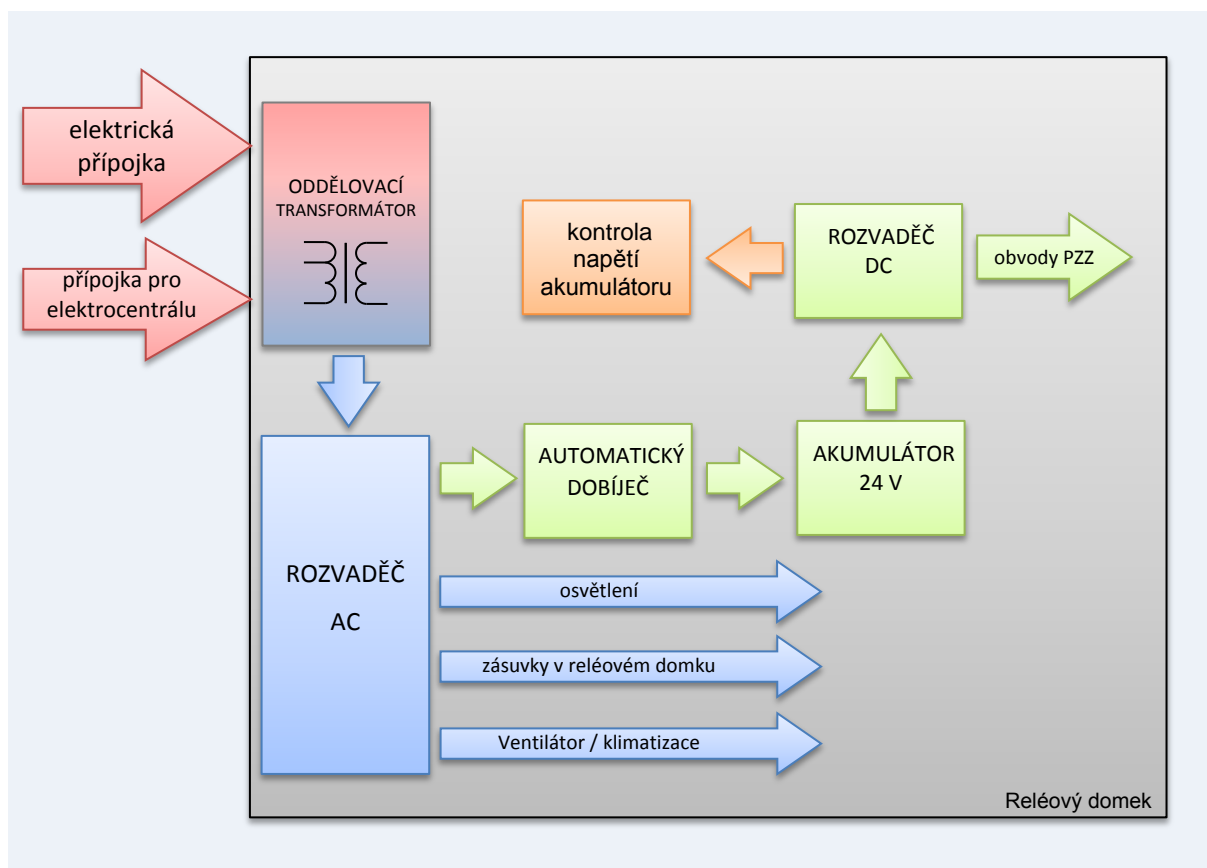
Výše popsany problém řeší použití stabilizátoru se vstupem 30 V – 20 V a konstantním výstupním napětím 15 V.

3.7 Napájení

Napájení přejezdového zabezpečovacího zařízení spadá dle ČSN 37 6605 do 1. kategorie důležitosti dodávky elektrické energie. Může být realizováno jedním napájecím zdrojem splňujícím podmínky pro dodávku elektrické energie 1. kategorie důležitosti (např. vedení 6 kV pro napájení zabezpečovacího zařízení), nebo dvěma nezávislými zdroji, hlavním a náhradním.

První způsob napájení je na regionální dráze ekonomicky nerealizovatelný, proto se budeme nadále zabývat napájením dvěma nezávislými zdroji.

Při napájení ze dvou nezávislých zdrojů se jako hlavní zdroj obvykle používá elektrická přípojka z lokální distribuční sítě nebo veřejné distribuční sítě. Pro náhradní zdroj se používá akumulátorová baterie s automatickým dobíječem a se schopností napájet přejezdové zabezpečovací zařízení bez dobíjení po dobu stanovenou provozovatelem dráhy (osm hodin). Přepínání zdrojů musí být automatické a nesmí způsobit narušení bezpečnosti funkce přejezdového zařízení.



Obr. 3.23 Princip napájení přejezdového zabezpečovacího zařízení ze dvou nezávislých zdrojů

Na obr. 3.23 je zobrazen princip napájení přejezdového zabezpečovacího zařízení ze dvou nezávislých zdrojů. Elektrická přípojka je přes oddělovací transformátor ukončena v rozvaděči střídavého napětí. Oddělovací transformátor zajišťuje galvanické oddělení od vnější sítě a také umožňuje v případě potřeby korekci napájecího napětí (podpětí nebo přepětí elektrické přípojky). V rozvaděči střídavého napětí jsou umístěny přepětové ochrany a jištění jednotlivých okruhů pro napájení osvětlení, zásuvek a termoregulace reléového domku. Samostatné jištění má i obvod napájení automatického dobíječe pro akumulátorovou baterii, ze které jsou přes rozvaděč stejnosměrného napětí napájeny obvody přejezdového zabezpečovacího zařízení. Kapacita akumulátorové baterie je volena tak, aby v případě výpadku napájení z elektrické přípojky bylo zařízení v provozu po dobu nejméně osmi hodin. Hodnota napětí akumulátoru je sledována a vyhodnocována.

Při použití akumulátorové baterie jako náhradního zdroje musí být přejezdové zabezpečovací zařízení vybaveno tak, aby k němu bylo možno připojit další zdroj. Pro tento účel je do rozvaděče střídavého napětí zavedena přípojka pro elektrocentrálu.

Pro funkci napájení je zásadní volba akumulátorové baterie. Při požadavcích na volbu akumulátorové baterie by měly být splněny nároky na:

- spolehlivost
- dlouhou životnost
- nízké nároky na údržbu
- široký rozsah provozních teplot
- odolnost konstrukce
- ekonomickou výhodnost

V současné době se pro napájení přejezdových zařízení používají dva typy akumulátorů. Jsou to olověné a Ni-Cd (niklo-kadmiové) akumulátory.

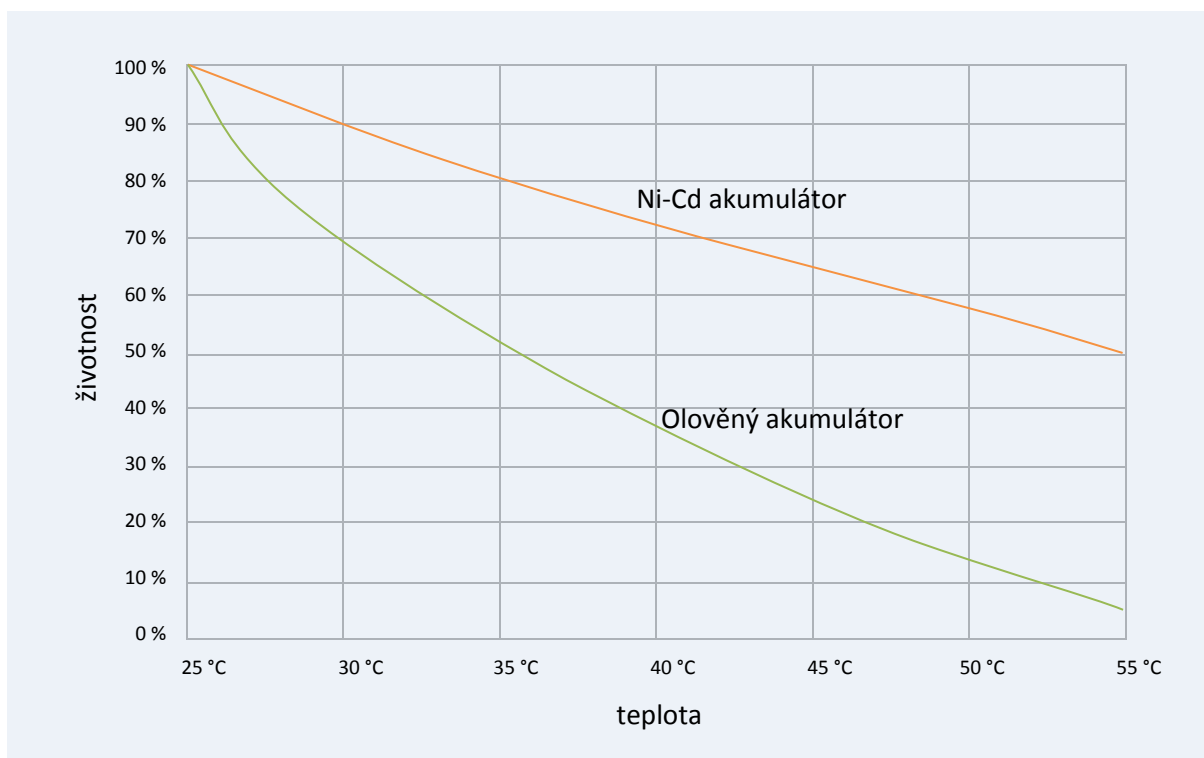
Pro přejezdové zabezpečovací zařízení na regionální dráze je dle mého názoru vhodnější Ni-Cd akumulátor.

Ni-Cd akumulátor se skládá z jednotlivých článků s nominálním napětím 1,2 V zapojených v sérii. Aktivním materiálem kladné desky elektrody akumulátoru je hydroxid nikelnatý a záporné desky hydroxid kademnatý. Elektrolytem je vodný roztok hydroxidu draselného. Elektrolyt zajišťuje pouze přenos iontů. Během nabíjení

a vybíjení nedochází k jeho chemickým změnám ani k znehodnocování. Nosná konstrukce kladné i záporné desky je z oceli a zůstává elektrolytem nedotčena. Po celou dobu životnosti článku si zachovává pevnost.

V případě olověného akumulátoru kladná i záporná aktivní složka elektrod chemicky reagují s elektrolytem, jímž je kyselina sírová, což vede ke stárnutí. Základní konstrukce u obou desek je z olova a oxidu olovnatého. Tyto látky se zúčastňují elektrochemických pochodů a přirozeně korodují v průběhu životnosti baterie.

Velkou předností Ni-Cd akumulátorů oproti olověným jsou dle mého názoru provozní podmínky – přesněji životnost. Obr. 3.24 zobrazuje křivky životnosti olověného a Ni-Cd akumulátoru v závislosti na teplotě okolí.



Obr. 3.24 Vliv teploty na životnost akumulátorů [22]

Technologie přejezdového zabezpečovacího zařízení se umísťuje do reléového domku. V letních měsících se může teplota ve vnitřních prostorech domku pohybovat v hodnotách nad 35 °C. Při této teplotě klesá životnost olověného akumulátoru téměř o 50 %. Řešením je použití klimatizace, která však zvyšuje energetické nároky zařízení a potažmo i náklady na provoz.

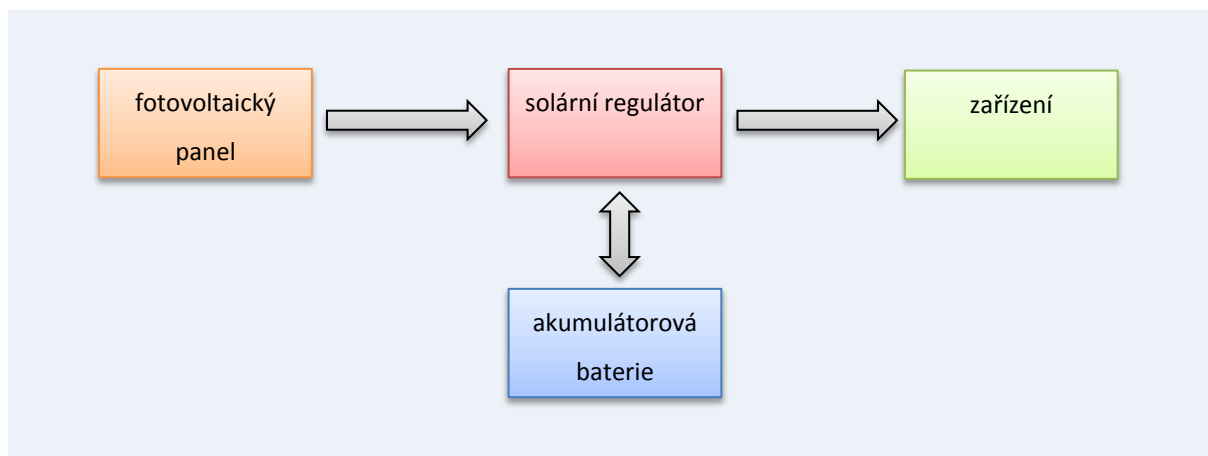
Ni-Cd akumulátory jsou oproti olověným teplotně odolnější a proto i vhodnější. Rovněž dosahují Ni-Cd akumulátory většího počtu cyklů nabití – vybití, nežli akumulátory olověné.

Zajímavou alternativou napájení přejezdového zabezpečovacího zařízení na regionální dráze by bylo využití fotovoltaických panelů. Bohužel pro jejich použití by bylo třeba provést úpravu stávající normy ČSN 37 6606 Připojování elektrických zařízení celostátních drah na elektrický rozvod. Dle této normy je pro napájení zabezpečovacího zařízení ze dvou zdrojů možné použít pouze akumulátorovou baterii v kombinaci s elektrickou přípojkou.

Využití fotovoltaických panelů by řešilo problematiku napájení přejezdového zabezpečovacího zařízení v místech, kde není v blízkosti rozvod elektrické energie a vybudování elektrické přípojky by bylo ekonomicky i časově náročné.

V závislosti na zapojení systémů řídicích výstupní veličiny mohou fotovoltaické panely pracovat jako zdroj síťového napětí (tzv. systém grid – on) nebo jako autonomní zdroj napětí (tzv. systém grid – off).

Napájení přejezdového zabezpečovacího zařízení bych realizoval systémem grid – off, který bývá nazýván též ostrovním systémem.



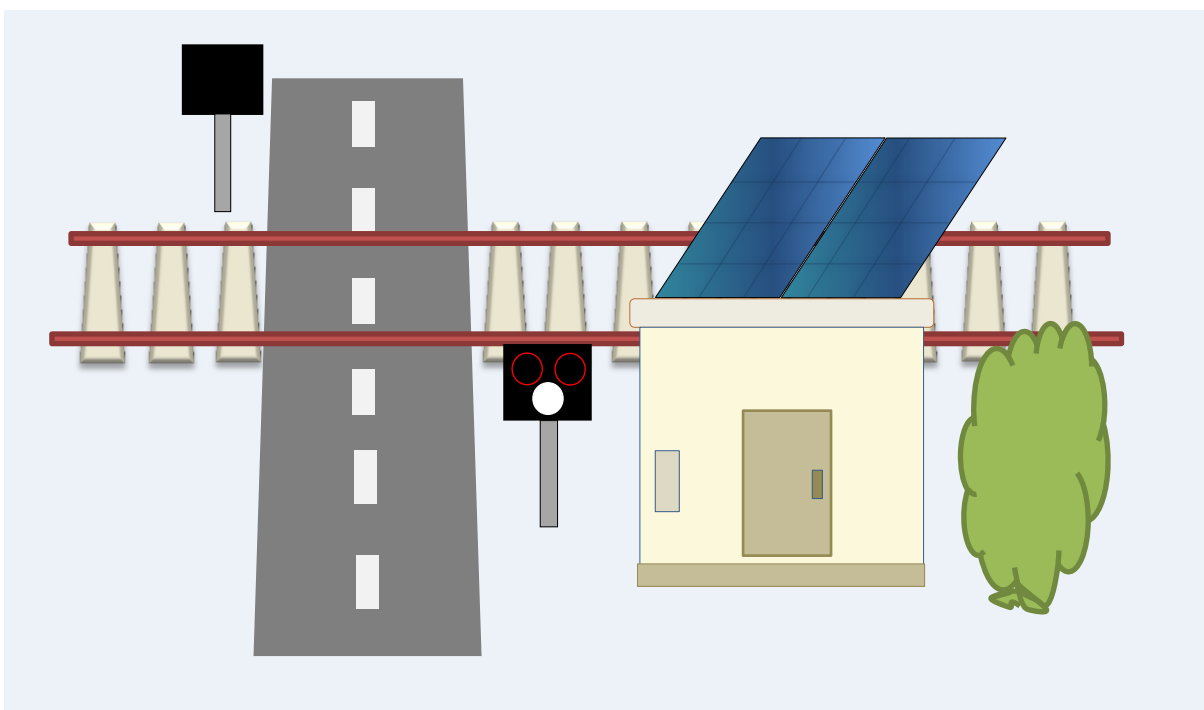
Obr. 3.25 Zapojení systému grid – off [23]

Na obr. 3.25 je zobrazeno zapojení systému grid – off. Tento způsob zapojení se instaluje na místa bez přítomnosti elektrické rozvodné sítě. Zátěží je přímo spotřebič vyžadující napájení stejnosměrným napětím, nebo záložní akumulátorová baterie, popřípadě spotřebič i akumulátor najednou.

Při zapojení systému grid – off se elektrická energie ukládá do akumulátorů, které mají dlouhé doby nabíjení a vybíjení. Kapacita baterie musí pokrýt dostatečně dlouhé časové rozmezí pro provoz zařízení v době nečinnosti fotovoltaických panelů.

Úroveň napětí akumulátoru by byla nepřetržitě sledována a vyhodnocována. Byly by definované hodnoty poklesu napětí, při kterých by byl udržující pracovník pomocí sms zpráv vyrozuměn o aktuálním stavu. Na základě vyhodnocení zaslanych informací by v případě potřeby zajistil nouzové napájení z přenosné elektrocentrály. V případě selhání napájení nedojde k ohrožení bezpečnosti uživatele pozemní komunikace, protože informace o stavu přejezdového zabezpečovacího zařízení je trvale návěštěna přejezdníkem.

Fotovoltaický panel bych s ohledem na možnost poškození umístil na střeše reléového domku viz. obr. 3.26.



Obr. 3.26 Umístění fotovoltaického panelu na střeše reléového domku

3.8 Nosné a konstrukční části

Části přejezdového zabezpečovacího zařízení lze podle umístění dílčích prvků rozdělit na vnější a vnitřní. Mezi vnější části zařízení patří výstražníky, přejezdníky, venkovní výstroj systémů detekce přítomnosti drážního vozidla, místní ovládání a kabelové vedení. Vnitřní část zařízení tvoří prvky vytvářející logické závislosti (relé, elektronické jednotky atd.), vnitřní část systémů detekce přítomnosti drážního vozidla, automatický dobíječ, akumulátorová baterie, zakončení kabelových rozvodů atd.

Nosné a konstrukční části zajišťují požadované rozmístění a upevnění dílčích prvků přejezdového zabezpečovacího zařízení. Elektronická přejezdová zabezpečovací zařízení se obvykle montují do skříní, reléová do reléových stojanů. Obr. 3.27 zobrazuje v levé části namontování technologie ve skříní, v pravé části je pro montáž použit reléový stojan.



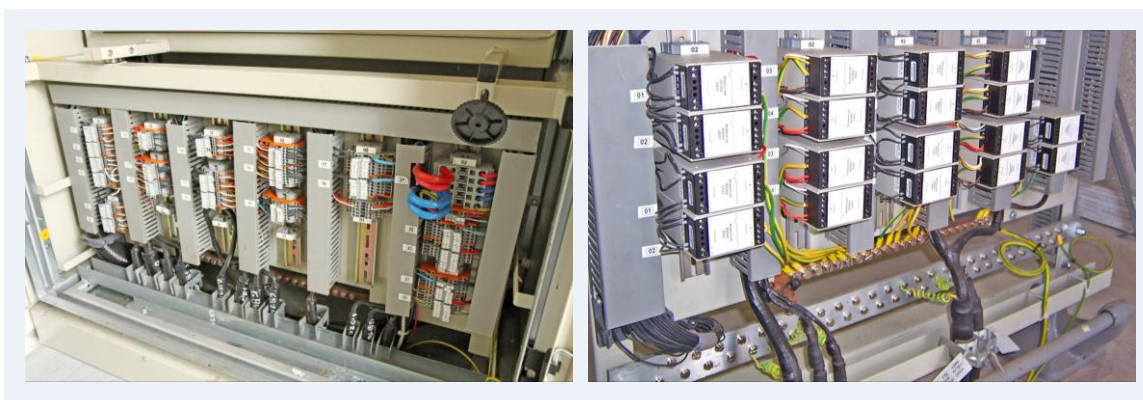
Obr. 3.27 Montáž vnitřní výstroje PZZ do skříně (vlevo) a do reléového stojanu (vpravo)

Závislostní části přejezdového zabezpečovacího zařízení pro regionální dráhu budou realizovány prostřednictvím relé. Z toho důvodu bude konstrukční uspořádání provedeno v reléovém stojanu.

Při návrhu rozmístění jednotlivých prvků je třeba dodržovat pokyny stanovené výrobcem zařízení a obecně platné zásady EMC. Ve spodní části reléového stojanu je provedeno zakončení kabelů na svorkovnicích a přepětových ochranách. Používají se svorkovnice SV 12 nebo systémy svorek WAGO.

Obr. 3.28 zobrazuje v levé části zakončení kabelů na WAGO svorkách, v pravé části je zakončení kabelů od počítačích bodů na přepětových ochranách.

Osobně se přikláním k zakončování kabelů na WAGO svorkách, které umožňují rychlou, spolehlivou montáž a přehledné profesionální označení.



Obr. 3.28 Zakončení kabelového vedení na reléovém stojanu

V horních částech reléového stojanu jsou v rámu patice pro upevnění malorozměrová relé, kazety pro desky elektroniky, jistící prvky atd.

Umístění reléového stojanu v reléovém domku musí zajistit volný přístup ke všem udržovaným prvkům.

Reléový domek by měl být tepelně izolovaný a vybavený termoregulací pro zajištění provozních podmínek elektronických doplňků a akumulátorové baterie.

4 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÉ KONCEPCE

Přejezdové zabezpečovací zařízení pro regionální tratě bylo navrženo pro tratě se zjednodušeným řízením drážní dopravy. Závislostní a napájecí části jsou umístěné v zatepleném reléovém domku s termoregulací.

Logické závislostní obvody jsou provedeny prostřednictvím relé a doplněné elektronickými subsystemy zajišťující vybrané funkce. Mezi tyto funkce patří ovládání světel výstražníků a měření časových hodnot. Činnost zařízení je sledována a zaznamenávána diagnostickým systémem s výstupem do GSM modulu pomocí kterého jsou vybrané informace zasílány SMS zprávou na mobilní telefon pracovníka údržby.

Informace pro uživatele pozemní komunikace je předávána výstražníky s návrhem realizovat optickou návěst LED diodami a použít akustickou signalizaci umožňující plynulé nastavení úrovně zvukového signálu. Pro upozornění na prostor přejezdu a výstražníky by měly být používány vhodné prostředky na zvýraznění.

Indikace o stavu přejezdového zabezpečovacího zařízení jsou přenášeny pomocí přejezdníků na stanoviště strojvedoucího.

Automatické ovládání zařízení je realizováno počítačem náprav se směrovým výstupem. Manuální ovládání přejezdového zařízení je pouze v místě přejezdu, vyjma přejezdů v blízkosti dopraven s kolejovým rozvětvením. Zde je ovládání ze širé trati zajištěno automaticky počítačem náprav a z dopravní ručně pomocí dálkového ovládání (pageru) ze stanoviště strojvedoucího na drážním vozidle.

Napájení zařízení je primárně realizováno elektrickou přípojkou, sekundární napájení z akumulátoru dobíjeného dobíječem s automatickou regulací. Dojde-li ke změně norem, doporučuji využít jako primární zdroj akumulátorovou baterii dobíjenou pomocí fotovoltaických článků umístěných na střeše reléového domku.

Věřím, že navržená koncepce přejezdového zabezpečovacího zařízení plně vyhovuje požadavkům regionální dráhy se zjednodušeným řízením drážní dopravy a požadavkům provozovatele dráhy. Při jejím návrhu byly respektovány nejen požadavky na bezpečnost a spolehlivost zařízení, ale také na ekonomickou realizovatelnost, která do značné míry ovlivňuje budování nových zařízení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČSN 34 2650 ed. 2. *Železniční zabezpečovací zařízení – Přejezdová zabezpečovací zařízení*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. 68 s.
- [2] ČSN 73 6380. *Železniční přejezdy a přechody*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004. 32 s.
- [3] Zákon č. 266/1994 Sb., o dráhách
- [4] ČSN 34 2600 ed. 2. *Drážní zařízení - Železniční zabezpečovací zařízení*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 12 s.
- [5] ČSN 37 6605. *Připojování elektrických zařízení celostátních drah na elektrický rozvod*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1986. 24 s.
- [6] Tendry v regionální dopravě v oblasti infrastruktury. CHRDLÉ, Zdeněk. [online]. Brno : [s.n.], 2009 [cit. 2011-03-14]. Dostupné z WWW: <www.azd.cz/uploads/media/Trendy_v_regionalni_doprave.ppt>.
- [7] Vyhláška 173/1995 Sb. *Vyhláška Ministerstva dopravy ze dne 22. Června 1995, kterou se vydává dopravní řád drah, ve znění vyhlášky č.242/1996 Sb. A vyhlášky č. 174/2000 Sb.*
- [8] TNŽ 34 2620. *Železniční zabezpečovací zařízení – Staniční a traťová zabezpečovací zařízení*. Olomouc: České dráhy, s.o. Technická ústředna dopravní cesty, 2002. 84 s.
- [9] Správa železniční dopravní cesty, státní organizace. *Směrnice SŽDC č. 32 Zásady rekonstrukce regionálních drah*
- [10] FARAN, Antonín. *Paralelní kolejové obvody železnic České republiky a Slovenské republiky a jejich proudová kompatibilita s drážními vozidly*. Praha : AŽD Praha s.r.o., 2008. 136 s.
- [11] CHUDÁČEK, V. a kol. *Detekce kolejových vozidel v železniční zabezpečovací technice*. 2. doplň. vyd. Praha: VÚŽ, 2005. 110 s. Dostupná také z WWW: <http://members.chello.cz/kuna/Literatura/KO_n.pdf>.

- [12] ČSN 34 2613 ed.2. *Železniční zabezpečovací zařízení – Kolejové obvody a vnější podmínky pro jejich činnost*. Praha : Český normalizační institut, 2007. 64 s.
- [13] POUPĚ, Oldřich, et al. *Zabezpečovací technika v železniční dopravě II*. Praha : Nadas, 1990. 676 s.
- [14] Poprvé v ČR: Vlakové přejezdy s LED výstražníky. *SILNICE ŽELEZNICE* [online]. 30.9.2009, 4/2009, [cit. 2011-05-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/poprvve-v-cr-vlakove-prejezdy-s-led-vystrazniky/>>.
- [15] Analýza a návrh opatření pro snížení nehodovosti na železničních přejezdech (AGATHA) : Příručka pro správce železniční a silniční infrastruktury a odbornou veřejnost. In *Příručka pro správce železniční a silniční infrastruktury a odbornou veřejnost : Příloha č.4 Příklady nejčastějších rizik na železničních přejezdech a návrhy na jejich možnou eliminaci (vizualizace možných sanačních opatření)*. Brno : Centrum dopravního výzkumu v.v.i. , 2009. s. 23.
- [16] SŽDC (ČD) D1 Předpis pro používání návěstí při organizování a provozování drážní dopravy
- [17] SŽDC (ČD) D2 Předpis pro organizování a provozování drážní dopravy
- [18] SŽDC (ČD) D3 Předpis pro zjednodušené řízení drážní dopravy
- [19] Poznámky z přednášek z předmětu Zabezpečovací systémy II
- [20] <http://ceskelokomotivy.blog.cz/0811>, [online]. 5.5.2011
- [21] http://www.zoosztanvald.wz.cz/foto/fotogalerie/rok07/854212+843006_Dolni_Smrzovka_3.10.2007_Pavel_Sturm.jpg, [online]. 5.5.2011
- [22] Akumulátory NiFe a NiCd. HAMMERBAUER, Jiří. [cit. 2011-04-24]. Dostupné z WWW: <http://stag.zcu.cz/fel/kae/enz/Texty_folie/Texty/Akum_otevrene_NiFe_NiCd.pdf>.
- [23] JANKO, Milan. *Využití slunečního kolektoru pro napájení zabezpečovacího zařízení*. Plzeň, 2009. 44 s. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická.

- [24] VINTR, Josef. *Specifikace požadavků na přejezdová zabezpečovací zařízení v ČR*. Pardubice, 2007. 47 s. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera.
- [25] CENEK, Miroslav, et al. *Akumulátory od principu k praxi*. Praha : FCC PUBLIC s. r. o., 2003. 248 s.
- [26] KONEČNÝ, Ivan. *Elektronické doplňky reléových přejezdových zabezpečovacích zařízení*, URL:
<http://www.fel.zcu.cz/Data/documents/sem_de_2006/el-doplnekypzz-pr-ko.pdf>
[cit. 2011-02-01]
- [27] VOLF, Josef; JAKL, Jaroslav. *Výstražná světelná zařízení typů AŽD 71*. Praha : Nadas, 1975. 184 s.
- [28] KŘÍŽAN, Dušan. *Zabezpečovací technika II*. Praha : Nadas, 1987. 240 s.
- [29] AŽD Praha s.r.o., Žirovnická 5, 106 17 Praha 10. *TECHNICKÝ POPIS – PŘEJEZDOVÉ ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ PZZ-EA*. 2009. 60 s.
- [30] AŽD Praha s.r.o., Žirovnická 5, 106 17 Praha 10. *TECHNICKÝ POPIS – ŘÍDÍCÍ POČÍTAČ PZZ-E-B*. 2000. 31 s.
- [31] AŽD Praha s.r.o., Žirovnická 5, 106 17 Praha 10. *TECHNICKÝ POPIS – PŘEJEZDOVÉ ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ PZZ-RE*. 2003. 16 s.
- [32] AŽD Praha s.r.o., Žirovnická 5, 106 17 Praha 10. *TN AŽD 8628 – PŘEJEZDOVÉ ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ PZZ-RE*. 2003. 130 s.
- [33] První SaZ Plzeň a.s., Wenzigova 8, 301 00 Plzeň. *Přejezdové zabezpečovací zařízení (PZS) typu PZZ-K*. 23 s.
- [34] První SaZ Plzeň a.s., Wenzigova 8, 301 00 Plzeň. *Technický popis a pokyny pro montáž a údržbu přejezdového zabezpečovacího zařízení PZZ-K*. 2004. 70 s.
- [35] ATE, s.r.o., Wolkerova 14, 350 02 Cheb. *TECHNICKÉ PODMÍNKY TP ATE 86100*. 2007. 14 s.
- [36] ATE, s.r.o., Wolkerova 14, 350 02 Cheb. *PZS ARE TECHNICKÝ POPIS OBVODŮ TPO ATE 86100*. 2007. 54 s.

- [37] PŘEJEZDOVÉ ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ PZZ-R URL:
<http://www.azd.cz/fileadmin/user_upload/katalog-produktu/pdf/cs/Kat-list-A09.pdf> [cit. 2011-01-10]
- [38] <http://www.prvni-saz.cz/pic/smn01.jpg>, [online]. 5.5.2011
- [39] http://www.fel.zcu.cz/Data/documents/sem_de_2006/el-doplnekypzz-pr-ko.pdf, [online]. 5.5.2011

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1 Přejezdové zabezpečovací zařízení.....	14
Obr. 1.2 Uspořádání logických vazeb přejezdového zařízení	18
Obr. 1.3 Návěsti přejezdníku	33
Obr. 1.4 Panel kontrol přejezdového zařízení v dopravně (typ SM98)	34
Obr. 2.1 Mapa rozdělení železniční sítě na státní a regionální dráhy	39
Obr. 2.2 Mapa nejvyšších traťových rychlostí regionálních drah. (Tratě vyznačené šedou barvou náleží do kategorie celostátních drah)	40
Obr. 2.3 Motorový vůz řada 809 [20], motorový vůz řady 843 [21]	42
Obr. 2.4 Přejezdové zabezpečovací zařízení typu AŽD 71	46
Obr. 2.5 Osazení relé panelu Kp2 – čelní pohled.....	47
Obr. 2.6 Osazení relé panelu Úp2 – čelní pohled.....	48
Obr. 2.7 Osazení relé panelu Sp2 – čelní pohled.....	48
Obr. 2.8 Osazení relé panelu Mp2 – čelní pohled	49
Obr. 2.9 Kolejová relé. Relé AJ zapojené jako přímý opakovač relé přibližovacího úseku PÚAJ. Relé BJ zapojené jako výsledné relé závislé na funkcích relé J, Z a N.	50
Obr. 2.10 Obvod pro vyhodnocení anulace	51
Obr. 2.11 Obvod pro vyhodnocení anulace	52
Obr. 2.12 Obvod pro vyhodnocení anulace	52
Obr. 2.13 Obvod pro vyhodnocení anulace	53
Obr. 2.14 Obvod směrových relé.....	54
Obr. 2.15 Spouštěcí obvod.....	54
Obr. 2.16 Spouštěcí obvod.....	55
Obr. 2.17 Spouštěcí obvod.....	55
Obr. 2.18 Spouštěcí obvod.....	56
Obr. 2.19 Kmitač a dekodér červených světél výstražníku	57

Obr. 2.20 Časová jednotka CJS	59
Obr. 2.21 Stejnoseměrný měnič napětí SMN01 [38]	66
Obr. 2.22 Bezkontaktní zdroj kmitavých signálů BZKS20	67
Obr. 2.23 Pohled na čelní panel elektronického kmitače EKP2 [39].....	69
Obr. 2.24 Deska S2 elektronického kmitače EKP2 [39]	70
Obr. 2.25 Blokové schéma elektronického kmitače EKP2.....	71
Obr. 2.26 Blokové schéma přejezdového zabezpečovacího zařízení PZZ-EA [29]...	73
Obr. 2.27 Blokové schéma řídicího počítače PZZ-E-B [30].....	75
Obr. 3.1 Výstražník AŽD 97.....	77
Obr. 3.2 Použití zvýrazňujících prvků na přejezdu [15]	79
Obr. 3.3 Použití zvýrazňujících prvků na přejezdu [15]	79
Obr. 3.4 Regionální dráha Vamberk – Rokytnice v O. h.....	80
Obr. 3.5 Přejezdník	82
Obr. 3.6 Umístění přejezdníků.....	83
Obr. 3.7 Přenos diagnostických informací udržujícímu pracovníkovi	84
Obr. 3.8 Sériový kolejový obvod.....	86
Obr. 3.9 Paralelní kolejový obvod.....	87
Obr. 3.10 Automatické ovládání přejezdového zabezpečovacího zařízení	87
Obr. 3.11 Automatické ovládání přejezdového zabezpečovacího zařízení	88
Obr. 3.12 Zapojení anulačního souboru elektronického ASE	89
Obr. 3.13 Průběh napětí na relé A a B (směr jízdy z leva doprava)	89
Obr. 3.14 Použití počítače náprav pro automatické ovládání přejezdového zařízení	91
Obr. 3.15 Použití počítače náprav se směrovým výstupem pro automatické ovládání přejezdového zařízení	92
Obr. 3.16 Princip činnosti kolového senzoru (Frauscher RSR 180)	92
Obr. 3.17 Průběh proudu systému Sys1 a Sys2 kolového senzoru RSR 180 při ovlivnění	93

Obr. 3.18 Znečištění kolejnicových pásů KO přibližovacího úseku přejezdového zabezpečovacího zařízení	95
Obr. 3.19 Záznam činnosti přejezdového zařízení	96
Obr. 3.20 Přejezdové zabezpečovací zařízení na širé trati	97
Obr. 3.21 Přejezdové zabezpečovací zařízení s vypočteným přibližovacím úsekem zasahujícím do dopravního úseku	98
Obr. 3.22 Rádiové ovládání přejezdového zabezpečovacího zařízení	99
Obr. 3.23 Princip napájení přejezdového zabezpečovacího zařízení ze dvou nezávislých zdrojů	104
Obr. 3.24 Vliv teploty na životnost akumulátorů [22]	106
Obr. 3.25 Zapojení systému grid – off [23]	107
Obr. 3.26 Umístění fotovoltaického panelu na střeše reléového domku	108
Obr. 3.27 Montáž vnitřní výstroje PZZ do skříně (vlevo) a do reléového stojanu (vpravo)	109
Obr. 3.28 Zakončení kabelového vedení na reléovém stojanu.....	110

SEZNAM GRAFŮ

Graf. 2.1 Počet PZZ v závislosti na roce uvedení zařízení do provozu	43
Graf. 2.2 Početní zastoupení jednotlivých typů PZZ v ČR na infrastruktuře SŽDC, s.o.	43
Graf. 2.3 Procentuální zastoupení jednotlivých typů PZZ v ČR na infrastruktuře SŽDC, s.o.	44
Graf. 2.4 Procentuální zastoupení PZZ v ČR podle závislostí.....	44
Graf. 3.1 Nabíjecí a vybíjecí křivka článku Ni-Cd akumulátoru.....	102
Graf. 3.2 průběh napětí na žárovce výstražníku.....	103

SEZNAM ZKRATEK

PZZ	přejezdové zabezpečovací zařízení
PZS	přejezdové zařízení světelné
ZZ.....	zabezpečovací zařízení
KO	kolejový obvod
ASE	anulační soubor elektronický
PN	počítač náprav
PB	počítací bod
MO	místní ovládání
GSM.....	globální systém pro mobilní komunikaci
SŽDC, s.o.....	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
RS	elektrický odpor železničního dvojkolí
RMC.....	mezní šuntová citlivost
D1.....	Předpis pro používání návěstí při organizování a provozování drážní dopravy
D2.....	Předpis pro organizování a provozování drážní dopravy
D3.....	Předpis pro zjednodušené řízení drážní dopravy
AC	střídavý proud
DC	stejnoseměrný proud
EOS.....	elektronické ovládání světél