

**UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA**

Technické prostředky k signalizaci krádeží částí trakčního vedení

Bc. Robert Nohel

**Diplomová práce
2012**

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Robert Nohel**
Osobní číslo: **D10760**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Dopravní infrastruktura: Elektrotechnická zařízení v dopravě**
Název tématu: **Technické prostředky k signalizaci krádeží částí trakčního vedení**
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 :

Popis částí trakčního vedení
Problematika krádeží barevných kovů, příčiny, následky
Technické prostředky k podpoře dopadení pachatelů
Ekonomické zhodnocení navrhovaného řešení

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

SVOBODA, Jiří a kol. Trakční vedení. 1. vyd. Praha: Nadas, 1979. 307, [2] s. [10] tb. a obr. příl.

Němec, Bohuslav a kol. Učebnice kriminalistiky. Praha: Ministerstvo vnitra, Hlavní správa Veřejné bezpečnosti, Kriminalistický ústav, 1959- . sv.

UHLÁŘ, Jan. Technická ochrana objektů. II. díl, Elektrické zabezpečovací systémy II. 2. vyd. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2009. 229 s. ISBN 978-80-7251-313-0.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ladislav Mlynařík

Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě

Datum zadání diplomové práce:

6. ledna 2012

Termín odevzdání diplomové práce:

31. května 2012



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Radovan Doleček, Ph.D.

vedoucí katedry

V Pardubicích dne 22. února 2012

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto práci 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.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 20. 05. 2012

Bc. Robert Nohel

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat Ing. Ladislavu Mlynaříkovi za odborné vedení diplomové práce, metodickou pomoc při její realizaci a především cenné připomínky.

Anotace

Práce se zabývá problematikou krádeží součástí trakčního vedení a návrhem nástrahového signalizačního zařízení. Cílem uvedeného zařízení je signalizace narušení trakčního vedení a předání informace oprávněné osobě nebo policii za účelem dopadení pachatelů. Součástí práce je popis skutečného způsobu krádeže částí trakčních vedení, od kterého se odvíjí i vlastní technické řešení.

Klíčová slova

trakční vedení, krádeže, nástrahové zařízení

Annotation

This thesis deals with problems of thefts of the overhead line parts and a pitfall and pitfall signaller proposal. The aim of this device is signalling of overhead line disruption and transmission of information to the beneficiary of the police to catch offenders. The work contains an account of actual method of stealing parts of overhead wiring, from which it derives its own technical solution.

Keywords

overhead lines, theft, pitfall equipment

OBSAH

ÚVOD	9
1 TRAKČNÍ VEDENÍ	10
1.1 Základní součásti trakčního vedení	10
1.2 Řetězovková vedení	12
1.3 Nosné konstrukce	13
1.3.1 Základní rozdělení podle funkce	13
1.3.2 Rozdělení podle průřezu a materiálu	13
1.4 Vodiče, způsoby jejich napínání a kotvení	14
1.5 Izolátory	19
1.6 Použité materiály jednotlivých součástí	21
1.7 Dynamické vlastnosti trolejového vedení	22
2 KRÁDEŽE BARVENÝCH KOVŮ	25
2.1 Problematika krádeží kovů	25
2.2 Vývoj cen barevných kovů	25
2.3 Krádeže na železnici	26
2.4 Způsob krádeže částí trakčního vedení	27
2.5 Možné následky krádeží	30
3 TAKTICKÁ HLEDISKA ZÁKROKU	34
3.1 Tipování možných lokalit krádeží trakčního vedení	34
3.2 Možnost fyzického dohledu nad vytipovanými lokalitami	35
3.3 Mechanoskopie	37
3.3.1 Vznik sešinitých stop	38
4 NAVRHOVANÉ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ NÁSTRAHOVÉHO ZAŘÍZENÍ (EZS)..	
.....	39
4.1 Požadavky na EZS	39
4.2 EZS, základní pojmy	39
4.3 Výběr detektoru dle způsobu ochrany	43
4.4 Analýza možného umístění detektoru	44
4.5 Možné typy detektorů	48
4.5.1 Komerčně dostupné polohové a magnetické detektory	51
4.6 Přenos informace z detektorů a ústředny	53
4.6.1 Radiový přenos v pásmu VKV	54

4.6.2	Přenos po síti GSM	55
4.7	Ústředna EZS	55
4.8	Napájení ústředny.....	60
4.8.1	Určení potřebné kapacity akumulátoru.....	62
4.9	Celkové uspořádání ústředny a nastavení funkčních parametrů EZS ...	64
5	VLASTNÍ APLIKACE DETEKTORU.....	69
5.1	Princip detektoru JA-82SH	69
5.2	Konfigurace umístění detektorů a ústředny	70
5.3	Varianty umístění a montáže detektoru JA82-SH.....	73
5.3.1	Aplikace detektoru na táhlo	73
5.3.2	Aplikace detektoru na lano.....	75
6	EKONOMICKÁ ANALÝZA.....	77
	ZÁVĚR.....	81
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	83
	SEZNAM OBRÁZKŮ	86
	SEZNAM TABULEK	89
	SEZNAM ZKRATEK	90
	SEZNAM PŘÍLOH	91

ÚVOD

K sepsání této práce mne vedlo několik faktorů. Za prvé to byly v roce 2010 a 2011 série krádeží částí trakčního vedení, které jsme řešili v rámci PČR Pardubického kraje. Dále z policejních statistik a ze sdělovacích prostředků bylo zřejmé, že tento problém není jen v našem kraji, ale i v celé České republice a okolních státech. A zároveň tyto krádeže spadaly do většího celku krádeží barevných, ale i dalších, kovů, ke kterým dochází nejen na železnici, ale i na majetku obcí, firem a občanů.

V současné době byl zatím k ostraze zařízení železnice využíván převážně lidský faktor, který a to je potřeba zdůraznit, příležitostně vykonával viditelný nebo skrytý dohled na železnici. Nedá se zde hovořit o cílené ostraze zařízení na širé trati a železničních stanicích. Zpravidla je tato činnost spojena s hlídkovou činností zaměřenou na bezpečnost osob v blízkosti nádraží nebo cestujících. Zároveň se nejedná a jedinou činnost nebo úsek při výkonu služby dané hlídky. Je to pouze jeden z dílčích úkolů, který je zahrnutý v rámci plnění dalších úkolů a samozřejmě i v širším prostoru území vymezeného k působnosti hlídky.

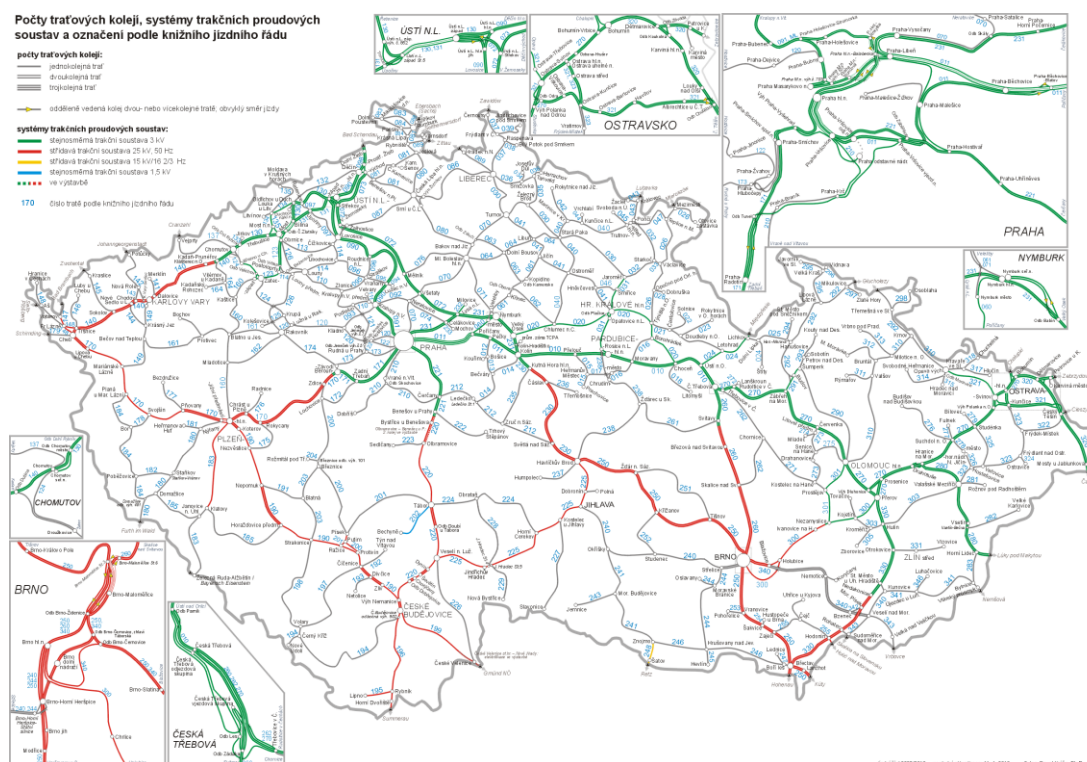
Cílem této práce je popsat problematiku krádeží trakčních vedení a navrhnout řešení nástrahového (zabezpečovacího) zařízení, které by v případě krádeže nebo pokusu krádeže informovalo příslušné represivní složky. Jejich úkolem by pak bylo zadržet možné pachatele a informovat příslušnou dopravní kancelář (výpravčího) v daném úseku trati, aby se zabránilo vzniku dalších škod.

Navrhované zařízení by mělo využívat komerčně dostupné komponenty, ale zároveň by nemělo být příliš drahé. Dále by celé zařízení mělo být konstrukčně co nejjednodušší, spolehlivé, s nároky na minimální údržbu a pokud možno nezávislé na trvalém přívodu elektrické energie. Zároveň i jeho montáž by měla být rychlá a jednoduchá, v ideálním případě bez nutnosti výluky daného úseku železniční trati.

Je potřeba zdůraznit, že navrhované zařízení nebude určeno k plošnému a trvalému nasazení ochrany trakčního vedení. Zařízení by bylo dočasně montováno na předem vybrané (vytipované) úseky na omezenou dobu, kde by sloužilo jako technický prostředek, k možnému dopadení pachatelů krádeží trakčních vedení. O uvedené zařízení byl již projevem zájem ze strany SŽDC.

1 TRAKČNÍ VEDENÍ

V České republice je 9470 km železničních tratí (informace k 31.12.2011). Přibližně 1/3 z nich je elektrifikována. Z té dále připadá 1733 km na elektrifikaci stejnosměrnou proudovou soustavou 3 kV a zbývající část 1314 km střídavou proudovou soustavou 25 kV, 50 Hz. Z Obr. 1.1 je patrné, že elektrifikované jsou především hlavní železniční koridory.



Obr. 1.1 - Elektrifikované tratě na území ČR (<http://www.szdc.cz/obrazky/mapy/pocety-tratovych-koleji.gif>)

1.1 Základní součásti trakčního vedení

Trakční vedení, které mimo jiné zahrnuje především trolejové a zpětné vedení, slouží k napájení elektrických kolejových vozidel.

Podle normy ČSN 34 5145 mezi základní trakční vedení patří:

- a) Přívodní vedení - části trakčního vedení, které mají napětí trakční soustavy
- b) Napájecí vedení - spojuje napájecí stanici s trolejovým vedením nebo s přívodní proudovou kolejničí

c) Trolejové vedení - část přívodního vedení, která se používá pro vlastní napájení elektrických hnacích vozidel.

d) Zesilovací vedení - je vedeno souběžně s trolejovým vedením a má za úkol zvětšovat jeho užitečný průřez.

e) Obcházecké vedení - vedení, které paralelně obchází nějaký objekt a dovoluje tak vypnout vedení v určitém objektu (např. tunel, most atd.), čímž nemusí dojít k přerušení provozu v ostatních napájených částech vedení

f) Zpětné vedení - část trakčního vedení vedoucí proud zpětného potenciálu (trakční kolejnice, zemní cesta) zpět do TNS

g) Kolejnicové vedení - část zpětného vedení vytvořená vodivě propojenými kolejnicemi

Dále jsou důležité následující pojmy:

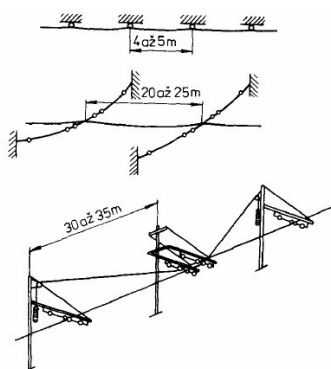
Věšák - drát nebo lano, pomocí kterého je zavěšen trolejový drát na nosném laně

Boční držák - pevné rameno, které určuje klikatost trolejového drátu

Sestava vedení - soubor vodičů patřící k jednomu trolejovému drátu [2].

Trolejové vedení se dále podle způsobu zavěšení dělí na dva typy:

a) prosté - vzhledem ke způsobu konstrukce se jedná o nejjednodušší vedení, které je tvořeno pouze trolejovým drátem, zavěšeným přímo na podpěrách nebo příčných drátech.



Obr. 1.2 - Trolejové vedení prosté [2]

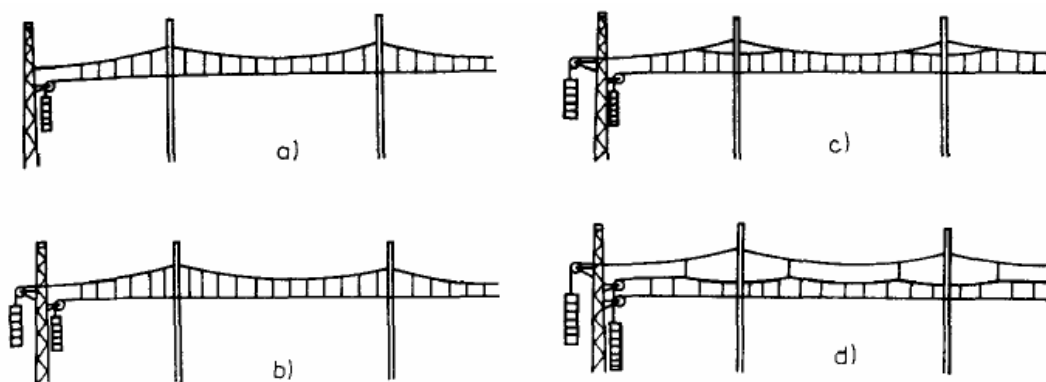
b) řetězovkové – je složitější a využívá závěsné (nosné) lano (ve tvaru zavěšeného řetězu), na kterém je trolejový vodič zavěšen pomocí věšáků různé délky.

1.2 Řetězovková vedení

Řetězovková vedení jsou nejpoužívanější trakční vedení. V ČR jsou tato vedení používána především na všech hlavních a vedlejších tratích. Vzhledem ke způsobu napínání se dělí na tři typy:

1. nekompenzované - nosné lano i trolejový drát jsou pevně zakotveny, tah a průhyb závisejí na teplotě
2. polokompenzované - nosné lano je pevně zakotveno a trolejový drát je napínán trvalou silou Obr. 1.3 a)
3. kompenzované - nosné lano i trolejový drát jsou napínány zvlášť (Obr. 1.3 b, c)

Pomocné závěsné lano Obr. 1.3 c, d) se používá z důvodu dosažení rovnoměrného a pružného zavěšení při velkých rychlostech (140 až 200 km/h).



Obr. 1.3 - Řetězovkové trakční vedení a) polokompenzované, b) kompenzované, c), d) s pomocným závěsným lanem [2].

1.3 Nosné konstrukce

Nosné konstrukce (podpěry - stožáry, sloupy a bránové konstrukce) musí splňovat svou konstrukcí a materiálem požadavky na statické namáhání podle ČSN EN 50119 a ČSN EN 1090-2 a to i s přihlédnutím k povětrnostním podmínkám.

1.3.1 Základní rozdělení podle funkce

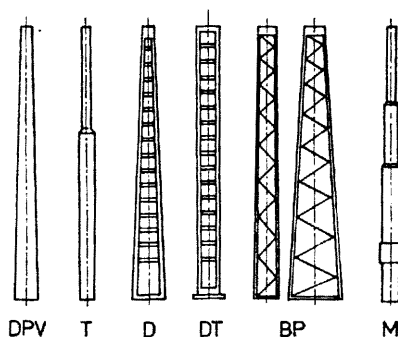
Trakční stožáry lze rozdělit vzhledem k jejich použití a konstrukci na:

- nosné - pomocí závěsů a konzol nesou vodiče
- kotevní - jsou určeny pro napínání vodičů
- typové - vyráběny v typových řadách vzhledem účelu k jejich použití
- speciální - pro zvláštní a individuální účely

1.3.2 Rozdělení podle průřezu a materiálu

Vzhledem k použitému průřezu a materiálu se stožáry dělí na stožáry:

- s kruhovým průřezem
 - ocelové trubkové (T, M)
 - z předpjatého betonu (DPV)
- příhradové a ploché ocelové (D, DT, BP)
- břevna ocelové pro brány – bránové konstrukce
- speciální – v tunelech a u zdí apod.



Obr. 1.4 - Typy stožárů [1]

Přehled značení, materiálů a použití stožárů je uveden v Tab. 1.1. Všechny uvedené typy stožárů jsou použitelné pro všechny používané proudové soustavy v ČR (1,5 kV DC, 3 kV DC, 25 kV/50 Hz AC).

Tab. 1.1 - Přehled stožárů trakčního vedení (Zdroj SŽDC)

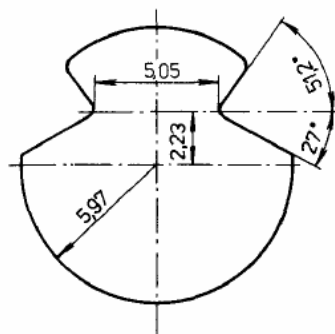
Označení	Tvar (průřez)	Materiál	Upevnění k základu	Použití
DPV	kruhový	předpjatý beton	vetknutý do základu	především jako nosné stožáry
DPVSu	kruhový	předpjatý beton	s ocelovou patkou	
T	kruhový	ocel	vetknutý do základu na silnějším konci stožáru	
TB	kruhový	ocel	vetknutý do základu na slabším konci stožáru	
TS	kruhový	ocel	patka na silnějším konci stožáru	
TBS	kruhový	ocel	patka na slabším konci stožáru	
2TBS	2 x kruhový	ocel	dva stožáry vedle sebe na společné patce na slabších koncích	
DT	plochý rovnoběžný	ocel		nosné
D	plochý rozkročený	ocel		
BP	příhradový	ocel		kotevní

1.4 Vodiče, způsoby jejich napínání a kotvení

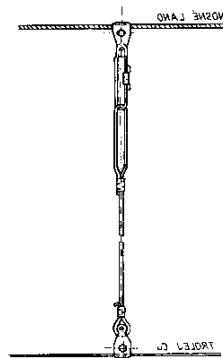
Hlavním prvkem trakčního vedení je trolejový drát. Jeho úkolem je přenos elektrického proudu do trakčního vozidla přes jeho sběrač. Z toho je zřejmé, že musí splňovat níže uvedené požadavky:

- vysoká elektrická vodivost
- mechanická pevnost
- odolnost vůči mechanickému opotřebení
- odolnost proti opalu a oxidaci

Samotný tvar drátu (průřez) je vidět na Obr. 1.5. Na tvaru průřezu jsou v horní části patrné zářezy do tvaru rybiny, které slouží pro uchycení trolejového drátu k nosnému lanu pomocí věšáků.



Obr. 1.5- Trolejový vodič 100 mm² Cu [2]



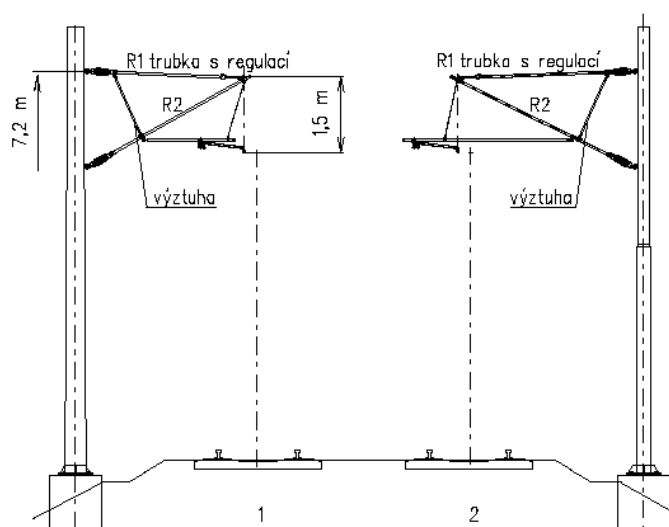
Obr. 1.6- Věšák [1]

Uspořádání zavěšení trakčního vedení na podpěry a dalších součástí je řešeno v tzv. sestavě – vzorové dokumentaci trakčního vedení. Cílem těchto dokumentací je vytvoření jednotného podkladu pro projektování a vlastní montáž trakčních vedení. Mezi dvě nejpoužívanější sestavy v rámci železniční sítě ČD patří sestava J a S.

J – jednotná – určená pro stejnosměrný provoz, trolejové vedení je na konzolách, které jsou pod napětím, izolátory umístěny těsně u stožáru

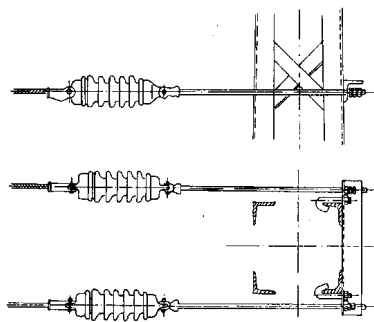
S – je podobná sestavě J, ale její prvky jsou konstrukčně řešeny pro střídavý provoz 25 kV, 50 Hz

V nově budovaných nebo rekonstruovaných sestavách obou typů se v současné době používá uspořádání uvedené na Obr. 1.7.



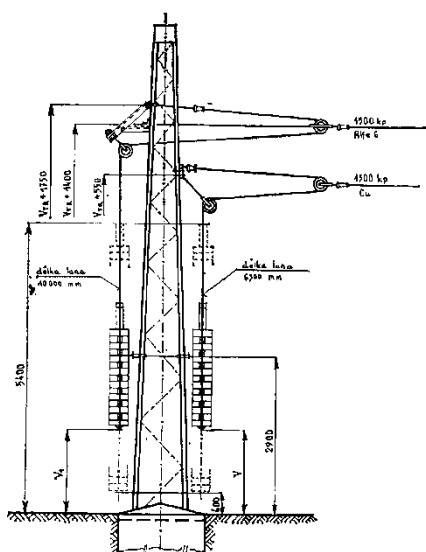
Obr. 1.7 - Konzoly trolejového vedení – nový typ [3]

Kotvení trolejového drátu a nosného lana je řešeno buď jako pevné nebo pohyblivé. Pevné je řešeno ukotvením vodiče přes izolátor a táhlo, které je připevněné ke stožáru. Kotevní úseky bývají ve vzdálenosti 800 až 1000. Vzdálenost podpěr na přímém úseku trati je max. 65 m a na jednu sestavu bývá použito 19 podpěr, kdy prostřední (zpravidla devátá) slouží jako pevný bod.

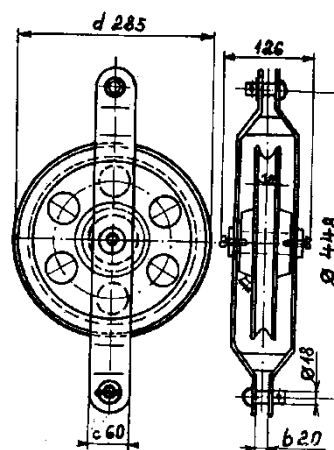


Obr. 1.8- Pevné kotvení [1]

Pokud se jedná o pohyblivé kotvení (kompenzované vedení), které se používá především kvůli zachování stálého tahu na vedení bez zřetelného vlivu změny teploty, je napínání provedeno pomocí kladkostroje a závaží. Jako podpěry zde slouží převážně příhradové stožáry typu BP. Závaží kladkostrojů jsou především betonová, výjimečně železná. Aby se zabránilo v případě poruchy přetržení kladkostroje nosného lana a následnému pádu vedení, je kladka navíc zajištěna pojistným táhlem k podpěře.

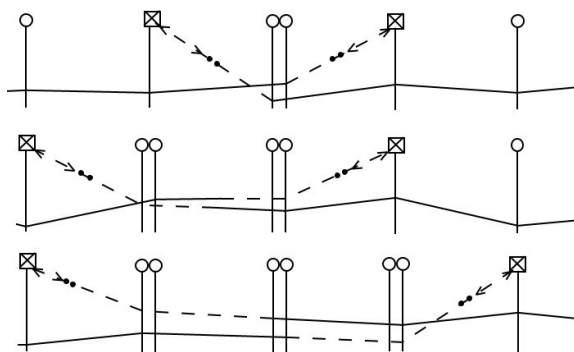


Obr. 1.9 - Pohyblivé kotvení [1]



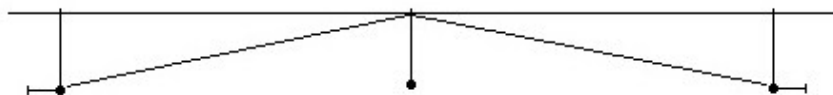
Obr. 1.10 - Napínací kladka [1]

Kotvené konce trolejového drátu a nosného lana v daném úseku jsou v případě, že má trakční vedení dále pokračovat, ukončeny výměnou sestavy. Ty bývají realizovány mezi 2, 3 nebo 4 podpěrami. Přechod smýkadla sběrače přes výměny musí být plynulý.

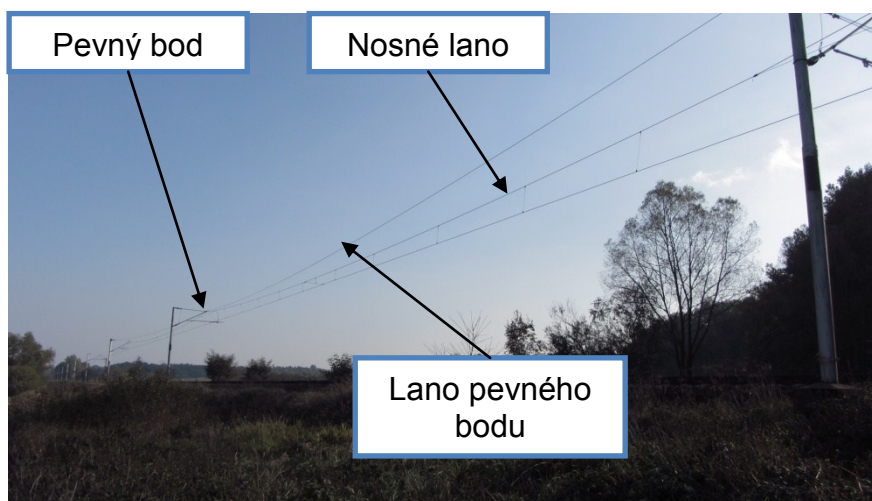


Obr. 1.11 - Možné způsoby řešení výměn sestav

Nežádoucím posunům nosného lana v podélném směru u kompenzovaných vedení zabraňuje uprostřed úseku je tzv. pevný bod. V tomto bodě je nosné lano pomocnými lany ukotveno na sousední stožáry.

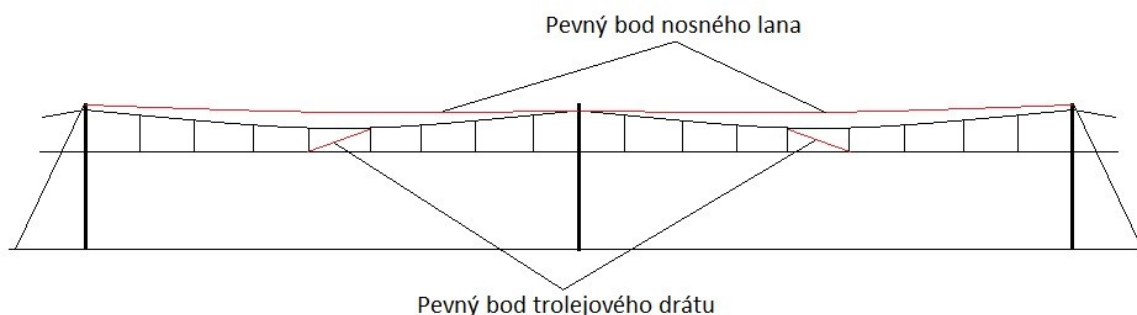


Obr. 1.12 - Pevný bod nosného lana (pohled ze shora) [1]



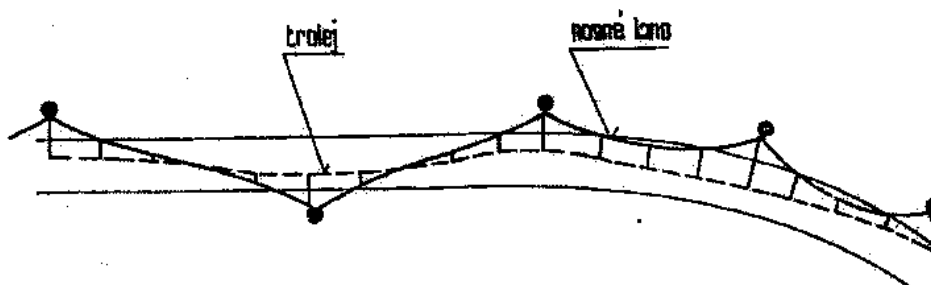
Obr. 1.13 - Pevný bod na širé trati

Zároveň musí být vytvořen i pevný bod trolejového drátu, aby nedošlo k vzájemnému posunutí trolejového drátu a nosného lana.



Obr. 1.14 - Pevný bod trolejového drátu a nosného lana

Aby nedocházelo k nadměrnému opotřebení smýkadla sběrače trakčního vozidla při pohybu po trolejovém drátu, musí být uspořádán tak, aby mezi jednotlivými stožáry vytvářel klikatost Obr. 1.15. Zásadně však nikdy nesmí dojít k tomu, aby vodič sklouzl ze smýkadla sběrače.



Obr. 1.15 - Klikatost vedení [1]

Při konstrukci trakčního vedení je potřeba brát v úvahu i vliv povětrnostních podmínek, námrazy, oteplení při zatížení a vzdálenosti mezi živými částmi vedení konstrukcemi nebo vozidly.

Tab. 1.2 - Vzdušné vzdálenosti [4]

Napětí	Doporučené vzdálenosti	
	Statické mm	Dynamické mm
DC 3 kV	150	100
AC 25 kV	270	150

Tab. 1.3 - Maximální přípustné teploty - překročení může narušit mechanické vlastnosti materiálů [4]

Materiál	Max. teplota °C
Normální měď a měď s vysokou pevností a vysokou vodivostí	80
Slitina stříbra a mědi	100
Slitiny kadmia a mědi	80

Jako zpětný vodič (zpětné vedení) se používají kolejnice. Ty musí být co nejlépe pospojovány (pomocnými lany), aby měly co nejmenší odpor, vzhledem k bludným proudům vznikajícím v případě stejnosměrné trakce.

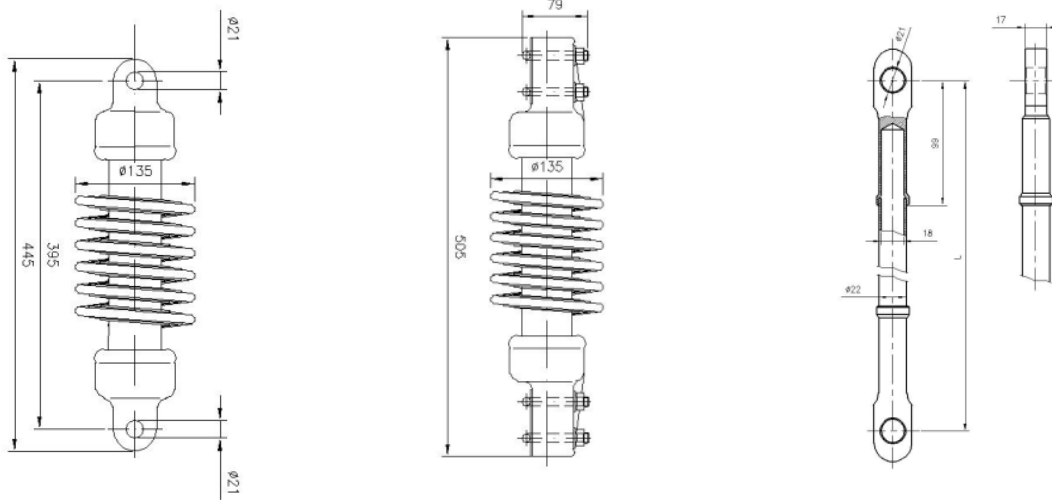
1.5 Izolátory

Izolátory zabezpečují elektrickou izolaci a zároveň přenáší mechanické namáhání od armatur. Vzhledem k bezpečnosti a spolehlivosti se izolátory volí na vyšší izolační hladinu, než která by byla potřeba pro konkrétní napětí (Tab. 1.4).

Tab. 1.4 - Hodnoty izolátorů DZL [1]

Izolátor	Trakční soustava	Jmenovité napětí	Zkušební napětí za sucha
DZL 3	3 kV DC	10 kV	116 kV
DZL 25/4	25 kV AC	25 kV	120 kV
DZL 25/8	25 kV AC	25 kV	170 kV

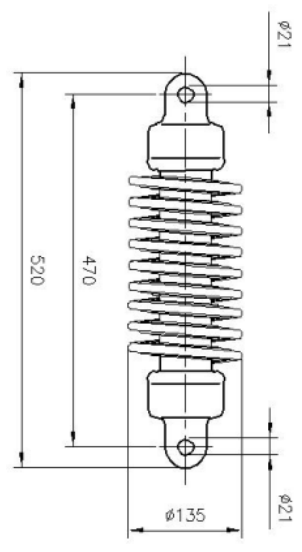
S ohledem na vyšší spolehlivost jsou stávající sestavy J a S osazeny pouze dvěma izolátory. Izolátory se vyrábí převážně z porcelánu, skla a v poslední době z polymerů. Zároveň mají různé natmelené armatury dle potřeb konkrétní aplikace (namáhání tahem, podpěrné apod.).



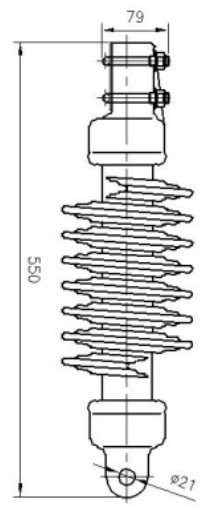
a)

b)

c)



d)



e)

Obr. 1.16 - Izolátor a) spirálový 3 kV oko - oko, b) spirálový 3 kV objímka - objímka, c) spirálový 25 kV oko - oko, d) spirálový 25 kV oko - objímka, e) tyčový [5]

1.6 Použité materiály jednotlivých součástí

Tab. 1.5 – Přehled používaných materiálů [1]

		Trakční soustava	3 kV ss.	25 kV 50 Hz
		Sestava	J	S
Sestava	Oblast použití	Typy podpěr	P, T, AP	P, T, AP
Hlavní sestava	Trolejový drát	S mm ² / materiál	150 / Cu	100 / Cu
	Nosné lano	S mm ² / materiál	120 / Cu	50 / Bz
	Tah trol. drátu a nosného lana	kN	15	10
	Přídavné lano	S mm ² / materiál	50 / Bz	50 / Bz
	Věšáky	S mm ² (Ø) / materiál	Ø 3,55 / Cu	laníčko 10 / Cu
Vedlejší sestava	Trolejový drát	S mm ² / materiál	100 / Cu	80 / Cu
	Tah trol. drátu	kN	10	8
	Nosné lano	S mm ² / materiál	50 / Fe	50 / Fe, 50 / Bz
	Věšáky	S mm ² (Ø) / materiál	Ø 3,55 / Cu	laníčko 10 / Cu
Obě sestavy	Příčná nosná lana	S mm ² / materiál	70, 95, 120 / Fe	70, 95, 120 / Fe
	Směrová lana	S mm ² / materiál	35, 50, 70, 95, 120 / Fe	35, 50, 70, 95 / Fe
	Lana kotevních závaží	S mm ² / materiál	10 / Fe (ocelové)	10 / Fe (ocelové)
	Lana pevného bodu	S mm ² / materiál	50, 70 / Fe; 35, 50, 70 / Bz	50, 70 / Fe; 35, 50, 70 / Bz
	Napájecí vedení	S mm ² / materiál	240 / AlFe 6, 120 / Cu	240 / AlFe 6
	Lano proudového propojení nosné lano	S mm ² / materiál	95 / Cu	95 / Cu
	Zesilovací vedení	S mm ² / materiál	240 / AlFe 6	95 / AlFe 6
	Obcházecí vedení	S mm ² / materiál	240 / AlFe 6	95 / AlFe 6
	Ukolejňovací drát	S mm ² / materiál	10 / Fe pozink	10 / Fe pozink
	Lano propojení bleskojistek a nosného lana	S mm ² / materiál	70 / AlFe 6; 70 / Bz	50 / Bz

Cu – měď

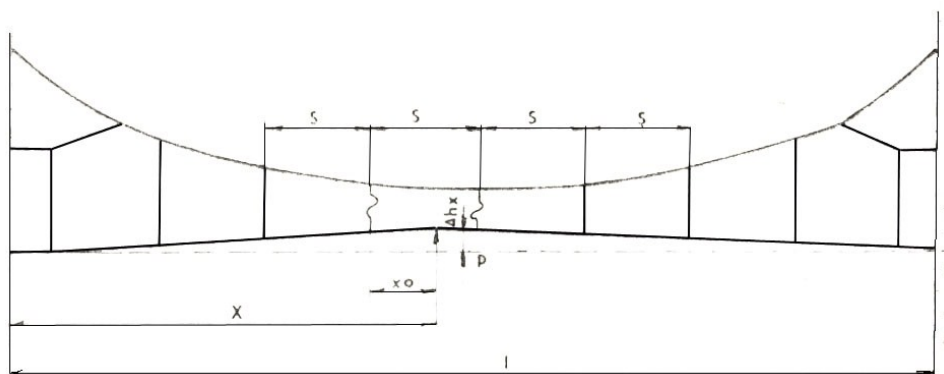
Bz – bronz

Al - hliník

AlFe 6 – hliníkové lano doplněné ocelovou dušičkou

1.7 Dynamické vlastnosti trolejového vedení

Sběrač trakčního vozidla nadzvedává trolejový drát tak, jak to umožňuje pružnost trolejového drátu viz. Obr. 1.17.



Obr. 1.17 – Pružnost trolejového vedení [1]

Legenda:

l – rozpětí sloupů [m]

S – vzdálenost mezi věšákovými závěsy [m]

X_0 – vzdálenost od místa přiložené síly P k nejbližšímu neuvolněnému věšákovému závěsu [m]

X – vzdálenost síly P od sloupu TV

Δh – zdvih troleje v místě přiložení síly P

Pružnost se mění během pohybu sběrače po trolejovém drátu mimo jiné i vlivem pružnosti v jednotlivých polích mezi sousedními sloupy, což nutí sběrač k pohybu nahoru a dolů. Frekvence těchto pohybů sběrače je dána vztahem:

$$f_T = \frac{v_T}{3,6 \cdot l} \quad [\text{Hz}; \text{km/h}; \text{m}] \quad (1.1)$$

kde

v_T – rychlost pohybu sběrače trakčního vozidla

l – délka pole

Tato frekvence se přenáší i na trakční vedení. Zvyšuje se se zvyšující se rychlostí pohybu sběrače. Při určité rychlosti může f_T dosáhnout vlastní frekvence trolejového vedení f_{TV} , která je dána vztahem:

$$f_{TV} = \frac{K}{3,6 \cdot l} \cdot \sqrt{128 \frac{F_{NL} + F_{TD}}{q_{NL} + q_{TD}}} \quad [\text{Hz}; \text{m}; \text{N}; \text{N/m}] \quad (1.2)$$

kde

q_{NL} - tíha 1 m nosného lana [N/m]

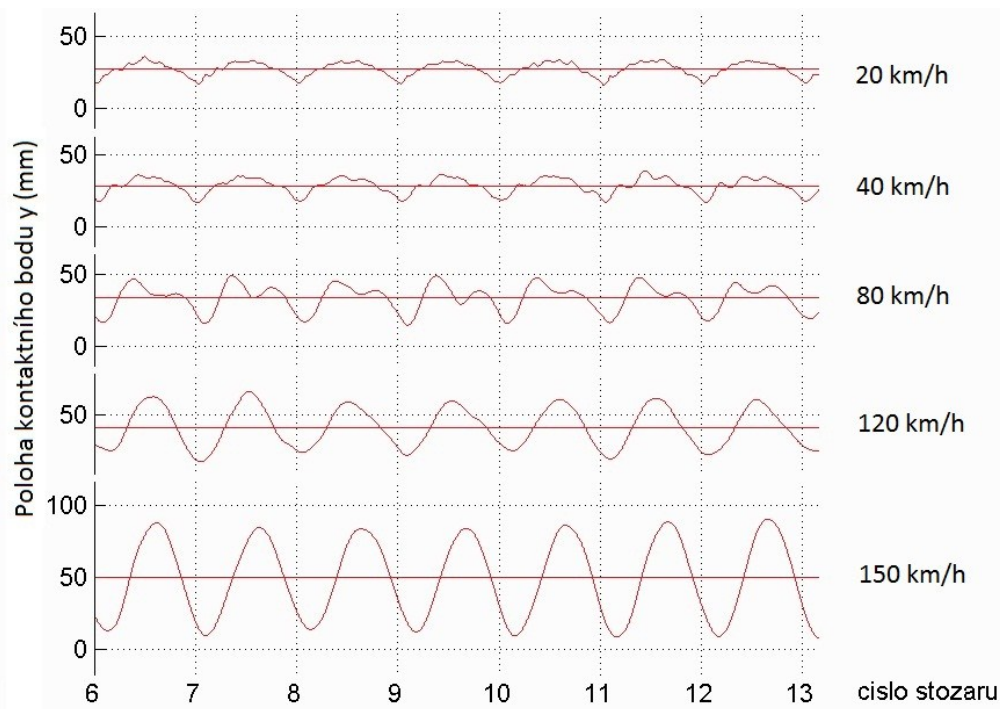
q_{TD} - tíha 1 m trolejového drátu [N/m]

K - 0,46 pro vedení s přídavným lanem
- 0,48 pro vedení bez přídavného lana

l - délka pole [m]

Hodnoty vlastní frekvence trolejového vedení jsou pro sestavu J: 0,635 Hz a pro sestavu S: 0,727 Hz [1].

Pružnost a tím i mechanické vertikální kmity vedení bývají v blízkosti stožáru nejmenší, což je patrné z Obr. 1.18.



Obr. 1.18 - Časové průběhy polohy kontaktního bodu [14]

Další nepříjemnou vlastností působící jak na trolejový drát, tak i na nosné lano je vliv větru. Ten může způsobit svislé stojaté vlnění, které má uzly v místech upevnění vodiče na stožárech. Nosné lano i trolejový drát se v jednom poli (mezi sloupy) zvedá a v druhém klesá. Vlnění tak působí i na konzoly na stožárech.

Během pohybu sběrače po trolejovém drátu se z místa dotyku šíří na obě strany deformace trolejového vedení. Rychlost šíření deformační vlny je dána vztahem:

$$v_p = \sqrt{128 \frac{F_{NL} + F_{TD}}{q_{NL} + q_{TD}}} \quad [\text{km/h; N; N/m}] \quad (1.3)$$

kde

F_{NL}	- tah nosného lana	[N]
F_{TD}	- tah trolejového drátu	[N]
v_p	- rychlost šíření deformační vlny	[km/h]
q_{NL}	- tíha 1 m nosného lana	[N/m]
q_{TD}	- tíha 1 m trolejového drátu	[N/m]

Tedy konstrukčními parametry daného trolejového vedení, především tahem ve vodičích. U sestavy J se tato rychlost pohybuje kolem 398 km/h a u sestavy S pak 438 km/h [1].

Tab. 1.6 – Parametry trolejových vedení [1]

Sestava vedení			J	S
Trakční soustava			3 kV	25 kV 50 Hz
Průřezy a materiál vodičů	Trolejový drát	mm ²	150 Cu	100 Cu
	Nosné lano		120 Cu	50 Bz
Tah	Trolejový drát	kN	15	10
	Nosné lano		15	10
Maximální rozpětí		m	80	80
Maximální pružnost		mm/N	0,677	1,00
Vlastní frekvence f_{TV}		Hz	0,635	0,701
Rychlost šíření vlny v_p		km/h	398	438
Kritická rychlost		km/h	183	202
Maximální dovolená rychlost		km/h	318	350

2 KRÁDEŽE BARVENÝCH KOVŮ

2.1 Problematika krádeží kovů

Problematika krádeží kovů včetně barvených je celorepublikový problém. Jedná se jednak o krádeže prosté, ale i o krádeže vloupáním z různých objektů.

Kradou se věci volně položené nebo uskladněné, tak i součásti různých zařízení nebo objektů (víka kanálů, měděné okapy, hliníkové šablony střech, kabely, lana apod.).

Pachatelé krádeží lze rozdělit na „obyčejné sběrače kovů“, kdy se ve většině případů jedná o různé bezdomovce nebo sociálně slabší spoluobčany, kteří si sběrem a krádežemi kovů zajišťují vlastní obživu nebo alkohol. Anebo se jedná o organizované skupiny, které cílevědomě kradou na předem vytipovaných místech za účelem co největšího zisku. Mnohdy jsou tyto skupiny dobře technicky vybavené (dopravní prostředky, nástroje, komunikační prostředky) a organizované (předem si připraví možné únikové cesty, potřebné vybavení, odbyt odcizeného materiálu apod.).

2.2 Vývoj cen barevných kovů

K uvedeným skutečnostem přispívá i neméně důležitý faktor, kterým je výkupní cena druhotných surovin, především barevných kovů.

Aktuální ceny železa a barevných kovů k 28.12.2011 jsou uvedeny v Tab. 2.1.

Tab. 2.1 – Přehled cen výkupu kovového odpadu k 28.12.2011
(<http://www.druhotnesuroviny.cz/cenik-kovu>)

Materiál	Druh	Výkupní cena Kč/kg
železo	šrot	5,50
měď	drát nový	132,00
	drát opalovaný (starý)	122,00
	drát opředený (vinutí trafo)	105,00
	drát/kabel izolovaný	38,00
bronz	plech, drát	90,00
hliník	drát nový	35,00
	drát opalovaný (starý)	35,00
	drát/kabel izolovaný	3,00

Z uvedené tabulky je vidět, že nejvíce se vyplatí odevzdat do výkupu měď. Je potřeba si všimnout, jaký je markantní rozdíl v cenách výkupu měděného drátu s izolací a bez izolace. Proto pachatelé krádeží zbavují měděné kabely izolace jeho opalováním někde na hromadách v ohništích.

Je důležité zdůraznit, že na základě ustanovení § 18 odst. 3 zákona o odpadech č. 185/2001 Sb. povinen, je každý provozovatel sběrný druhotných surovin povinen vést tzv. knihu výkupu. V této knize by měl být zaznamenán a identifikován veškerý materiál vykoupný nebo převzatý do sběrný včetně totožnosti prodávající osoby a data převzetí. Zároveň provozovatel nesmí podle vyhlášky č. 478/2008 Sb. vykupovat obecně prospěšné zařízení nebo jeho části, zejména zařízení pro hromadnou dopravu, dopravního značení, součásti nebo příslušenství veřejného prostranství a pozemních komunikací a energetické, vodárenské nebo kanalizační zařízení, umělecké díla, nebo jejich součásti, pietní, nebo bohoslužebné předměty a průmyslové a strojní zařízení.

Avšak i přes uvedená nařízení mnozí provozovatelé sběren druhotných surovin s vidinou zisku vykupují takovýto materiál, který pak řádně ani nezaevidují.

2.3 Krádeže na železnici

Pokud si položíme otázku proč je velké procento krádeží železa a barevných kovů na železnici, nalezneme několik možných vysvětlení:

- spousta příležitostí – dlouhé úseky prakticky bez dozoru a možnosti dopadení
- relativně snadno přístupný materiál – často bývají v blízkosti nádraží skládky železného materiálu, šroubů, podložek, patek apod.
- velký výskyt měděných nebo bronzových kabelů a lan – ve většině případů se jedná o vodiče zabezpečovacích zařízení, které jsou mnohde položeny nekrytě podél železniční trati, nebo transformátory, kolejové propojky, tlumivky a také části trakčních vedení.

Z údajů SŽDC zveřejněných dne 25.2.2011 (Tab. 2.2) je zřejmý nárůst škod způsobených krádežemi barevných kovů na železnici. Uvedené částky jsou alarmující.

Tab. 2.2 – Škody způsobené krádežemi barevných kovů na síti SŽDC [8]

	Vyčíslená výše škod v Kč za rok:	
	2009	2010
Krádeže na ŽDC		
Barevné kovy	19 890 935	23 601 553
Barevné kovy + ostatní	1 596 420	3 948 132
Celkem krádeže na ŽDC	21 487 355	27 549 685
Krádeže mimo ŽDC		
Barevné kovy	62 728	77 379
Barevné kovy + ostatní	316	114 579
Celkem krádeže mimo ŽDC	63 044	191 957

2.4 Způsob krádeže částí trakčního vedení

Jednou z mnoha krádeží rozličného materiálu na železnici jsou krádeže částí trakčního vedení. V tomto případě láká pachatele relativně snadný zisk (jako ve většině případů), ale především nižší riziko dopadení. Podaří-li se pachatelům odcizit takové komponenty trakčního vedení, aby nedošlo při krádeži ke zkratu a následnému výpadku el. proudu, přijde se na takovou krádež až s patřičným odstupem času.

Příkladem takovéto krádeže na trakčním vedení jsou krádeže lan zajišťujících pevný bod nosného lana. Tato lana jsou převážně bronzová (jak na stejnosměrné tak i střídavé trakci) o průřezu 50 mm² (mohou být i z nerez oceli nebo železná s protikorozní úpravou – o ta však zloději nemají zájem). V místě pevného bodu jsou vždy dvě lana každé o délce cca 60 m, podle vzdálenosti sousedních podpěr. Odcizením lan jednoho pevného bodu, kdy je délka obou lan dohromady (cca 120 m) o hmotnosti 58 kg, si mohou pachatelé následným prodejem těchto lan, při výkupních cenách 90,- Kč/kg (k 28.12.2011), „vydělat“ 5.220 Kč !

Z provedené policejní rekonstrukce na území Německa si lze udělat představu o vlastním způsobu a provedení krádeže. Tato rekonstrukce byla provedena dne 16.9.2010 na železniční trati u obce Neuseddin v Německu. Krádeže se v tomto případě dopustili občané Polska, kteří byli na celou akci velice dobře připraveni.

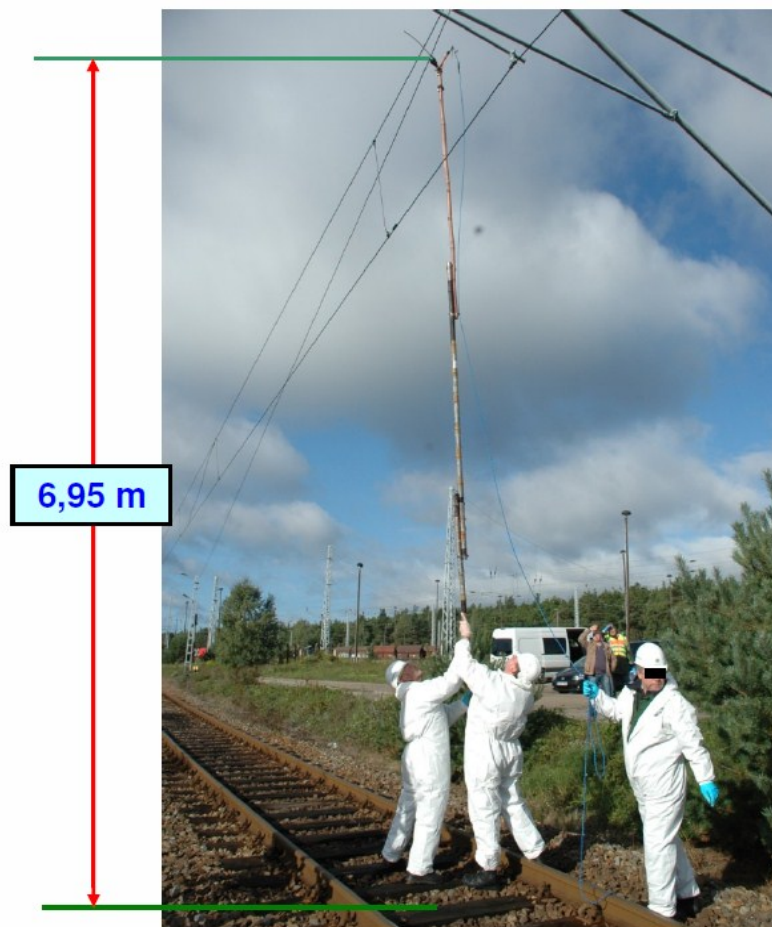
Ke krádeži používali pákových kleští, které měli upravené tak, že na jednom břitu byla nasazena vodící trubička. Jedna rukojeť byla upevněna v bambusové tyči a druhá byla volně opatřená oky, kudy byl provlečen provázek. U kloubů mezi

rukojetěmi byla vložena pružina, která tak držela čelisti v rozevřené poloze. Zároveň byli pachatelé vybavení i gumovými rukavicemi, čímž se snažili eliminovat zásah el. proudem.



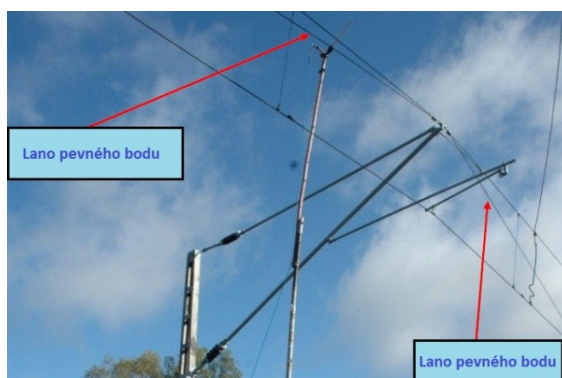
Obr. 2.1 – Upravené pákové kleště [9]

Způsob použití uvedených pákových kleští je patrný z Obr. 2.2. Trubička slouží ke snazšímu navedení lana mezi čelisti kleští. Pomocí provázku tahem dolů se kleště sevrou a přeštípnou lano. Část kleští s bambusovou tyčí musela být, vzhledem k výšce nosného lana (7m), nastavena další tyčí nebo bidlem, případně osekáním kmínkem z mladého stromku nebo větvi. Každopádně museli mít pachatelé dostatek zručnosti a odvahy, neboť jak lano pevného bodu, tak i nosné lano a trolejový drát byly pod napětím 15 kV 16 2/3 Hz.



6,95 m

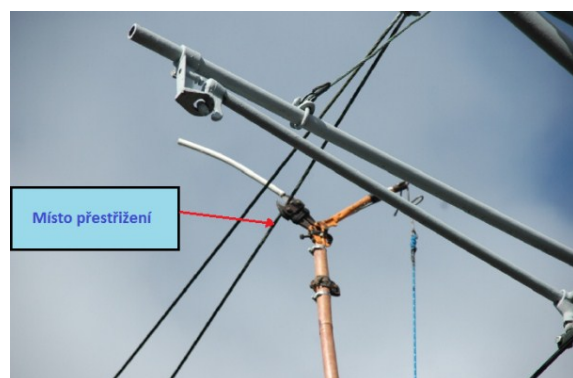
Obr. 2.2 – Způsob krádeže lana pevného bodu za použití pákových kleští [9]



Lano pevného bodu

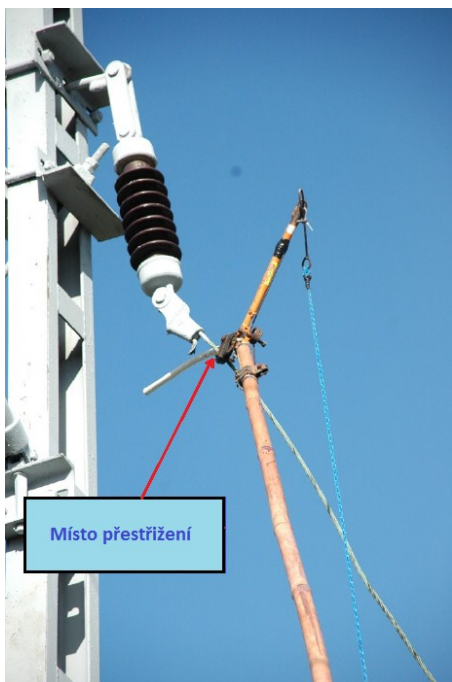
Lano pevného bodu

Obr. 2.3 – Pevný bod [9]



Místo přestřížení

Obr. 2.4 – První místo přestřížení lana [9]



Obr. 2.5 – Druhé místo přestřížení lana u následující podpěry [9]

Vlastní způsob odstřížení lana proběhl ve dvou fázích. Nejprve pachatelé přestříhli lano co nejbližší ukotvení pevného bodu. V tu chvíli volná část lana spadla na zem a zároveň byla již bez napětí. Potom pachatelé odstříhli zbývající část lana, která zůstala viset z vedlejší podpěry na uchycení izolátoru. Dále přešli pachatelé k druhé polovině pevného bodu, kterou odstříhli stejným způsobem.

Obě části lana poté smotali a odnesli do vozidla, které měli zaparkované poblíž.

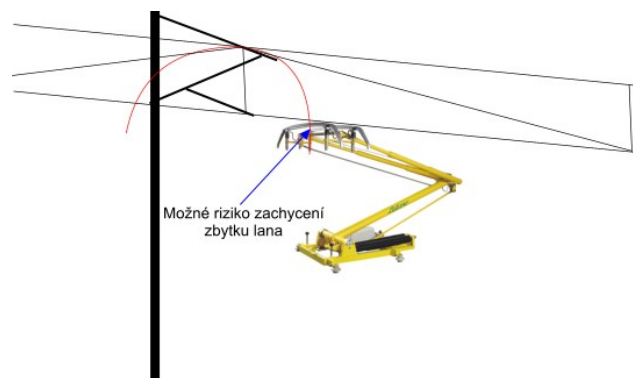
Pokud pachatelé během krádeže zjistili, zpravidla po přestřížení první části lana pevného bodu, že toto lano je železné, ztratili

o lano zájem. V tomto místě pevného bodu ponechali lano viset tak, jak bylo odstříženo a místo opustili.

2.5 Možné následky krádeží

V uvedeném případě krádeží pevných bodů může na dotčené žel. trati dojít k několika závažným následkům.

- Zbytky odstříhnutých lan pevných bodů, které zůstaly uchyceny na nosném laně, mohou v některých případech zasahovat do průjezdného profilu trolejového sběrače právě projíždějícího trakčního vozidla (Obr. 2.6). V takovém případě může dojít buď k poškození vlastního trakčního vozidla nebo ke stržení části trakčního vedení.



Obr. 2.6 – Riziko zachycení zbytků lan sběračem trakčního vozidla



Obr. 2.7, 2.8 – Zbytky lan pevného bodu z případu zasahující do průjezdného profilu (Zdroj Policie ČR)

- Absencí pevného bodu trakčního vedení, který se vždy nachází u oboustranně pohyblivého kotvení, může pak docházet k nežádoucím posunům nosného lana.

Problém je, že se na takovouto krádež ve většině případů přijde až při pravidelných obchůzkách (kontrolách) trati nebo hlášením strojvedoucího z projíždějícího vlaku. Je nezbytně nutné takovouto závadu neprodleně odstranit, aby nedošlo k dalším škodám.

Například v lednu r. 2010 na úseku žel. trati Pardubice – Hradec Králové u obce Semtín došlo po pokusu krádeže lana pevného bodu, kdy pachatelé přestřihli jednu část lana (zde bylo výjimečně použito lana Fe 70 mm), k prověšení lana pevného bodu po trolejový drát mezi nejbližšími sloupy. Při následném průjezdu lokomotivy řady 163 s osobním vlakem tímto místem došlo k zavlečení sběrače hnacího vozidla, při čemž následkem bylo poškození sběrače hnacího vozidla a trakčního vedení Obr. 2.9. Následky této krádeže nebyla jen oprava trakčního vedení, ale i oprava poškozené lokomotivy.



Obr. 2.9, 2.10 - Poškozená elektrická lokomotiva řady 163 v žst. Rosice nad Labem (Zdroj Policie ČR)



Obr. 2.11 - Poškozený sběrač lokomotivy řady 163 (Zdroj Policie ČR)

Pokud se jedná o odcizené části zabezpečovacích zařízení (kabely, tlumivky apod.), mohou tak svým jednáním pachatelé způsobit trestný čin. Mnohdy ani ne tak výší způsobené škody jako spíš poruchou vlastního zabezpečovacího zařízení. Přestože při takovém zásahu na zabezpečovacím zařízení toto přechází do více omezujícího stavu, pohlíží se na uvedené jednání pachatelů jako na trestný čin poškození a ohrožení provozu obecně prospěšného zařízení podle § 276 trestního zákoníku nebo trestný čin obecné ohrožení podle § 272 trestního zákoníku.

Vzhledem k poškozenému nebo odcizenému zařízení nebo jeho části, se musí provést jeho oprava. Ta si však vyžádá výluku na daném úseku trati. Výluka s sebou přináší omezení jak osobní, tak i nákladní vlakové dopravy. Podle délky opravy dojde u osobní dopravy ke zpoždění vlaků nebo k použití náhradní autobusové dopravy. U nákladní dopravy přichází v úvahu víceméně pouze zpoždění.

Každopádně vlastní výluka a oprava poškozeného zařízení s sebou přináší škodu v podobě nemalých finančních částek za použitý materiál, práci opravářů, náhradní dopravu, ušlý zisk apod.

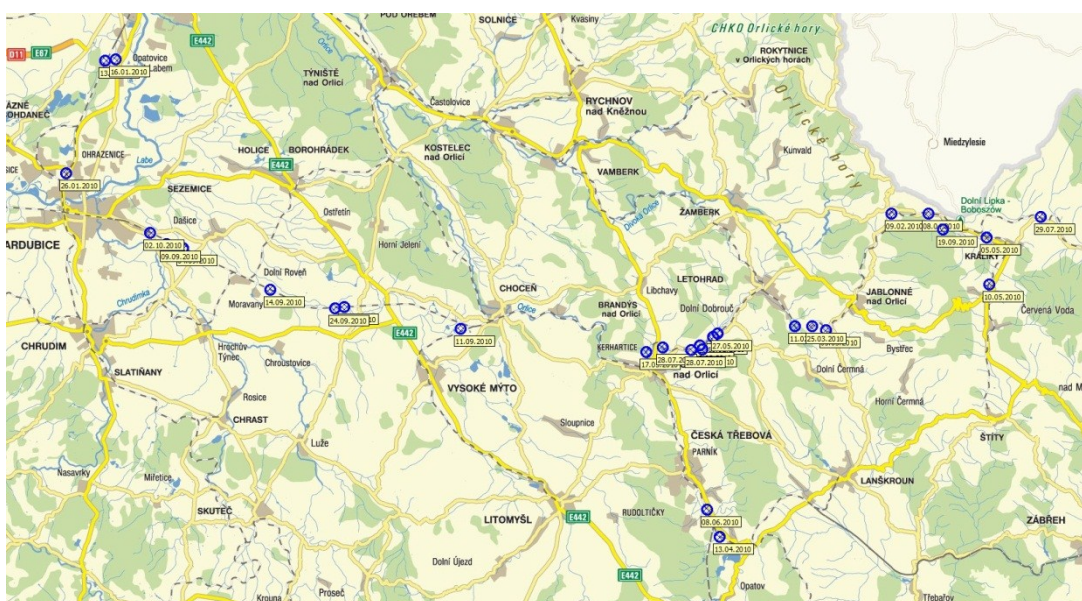
3 TAKTICKÁ HLEDISKA ZÁKROKU

3.1 Tipování možných lokalit krádeží trakčního vedení

Před tím, než by se montovalo určité technické zařízení k signalizaci krádeže trakčního vedení nebo by se prováděla jeho skrytá ostraha, musí se vytipovat možný úsek žel. trati a na něm konkrétní místa, kde by v úvahu přicházela možná akce pachatele.

Z lokalit dosud provedených krádeží lze usoudit, že si pachatelé snaží vybrat takové místo, kde je minimální pohyb osob nebo vozidel, ale zároveň musí být v dostupné vzdálenosti od pozemní komunikace (silnice, účelové, polní nebo lesní cesty). Je to jednak proto, aby nemuseli odcizený materiál, jehož hmotnost z jednoho pevného bodu (cca 120 m) se může pohybovat kolem 58 kg (lano 50 mm² Bz – 447 kg/km), přenášet na velké vzdálenosti a zároveň, aby měli k dispozici rychlou únikovou cestu.

Pokud se týká konkrétního výběru žel. trati (místa činu – krádeže) pachateli, tak nelze jednoznačně určit, podle čeho si ji pachatelé vybírají. Zdálo by se, že si vyberou některou z vedlejších tratí, ale z dosud zjištěných lokalit krádeží v Pardubickém kraji v letech 2010 a 2011 (viz. Obr. 3.1) je patrné, že tomu tak není. Zde pachatelé několikrát odcizili lana pevných bodů i na hlavním koridoru.



Obr. 3.1 – Lokality krádeží lan pevných bodů v Pardubickém kraji v období r. 2010 – 2011 (Zdroj Policie ČR)

Avšak z těchto dat podle data spáchání krádeží lze usuzovat možnou lokalitu příští krádeže. Vezme-li se v úvahu posledních několik krádeží podle časové posloupnosti, vyjde přibližná lokalita, kde pachatelé v daném časovém období naposled působili.

Kombinací pevných bodů obsažených ve vybraném úseku žel. trati a výše uvedených skutečností, lze vytipovat místa nasazení technických prostředků nebo ostrahy.

3.2 Možnost fyzického dohledu nad vytipovanými lokalitami

Jednou z možností zamezení krádeží na železnici je fyzická ostraha. Zde je však potřeba upozornit na jednu podstatnou skutečnost. A tou je rozlehlost železničních tratí na území České republiky (celková délka žel. sítě byla k 31.12.2011 9470 km a z toho elektrizovaných tratí bylo celkem 3037 km). Není v silách žádné bezpečnostní agentury nebo policie uhlídat majetek na železnici při uvedených vzdálenostech.

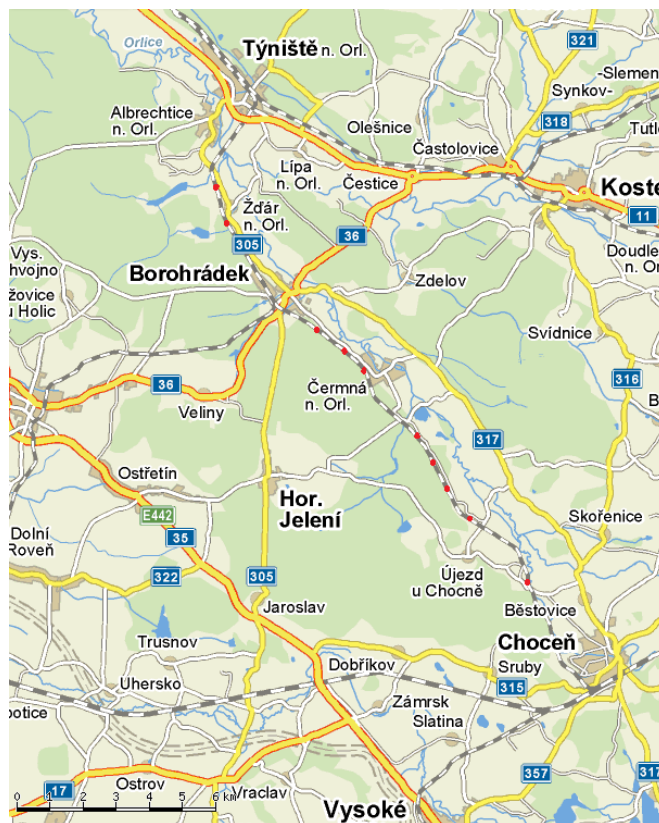
Bude-li se uvažovat vybraná trať nebo její úsek podle předcházejícího bodu, je již možnost fyzické ostrahy reálná.

Jako příklad výběru míst ostrahy je uveden úsek žel. trati Choceň – Týniště nad Orlicí. Tato část trati je plně elektrifikována. Použito je trakční vedení s napájením 3 kV. Napájení úseku je ze dvou míst – měřirna Choceň a Týniště nad Orlicí. Délka tohoto úseku činí 24 km.

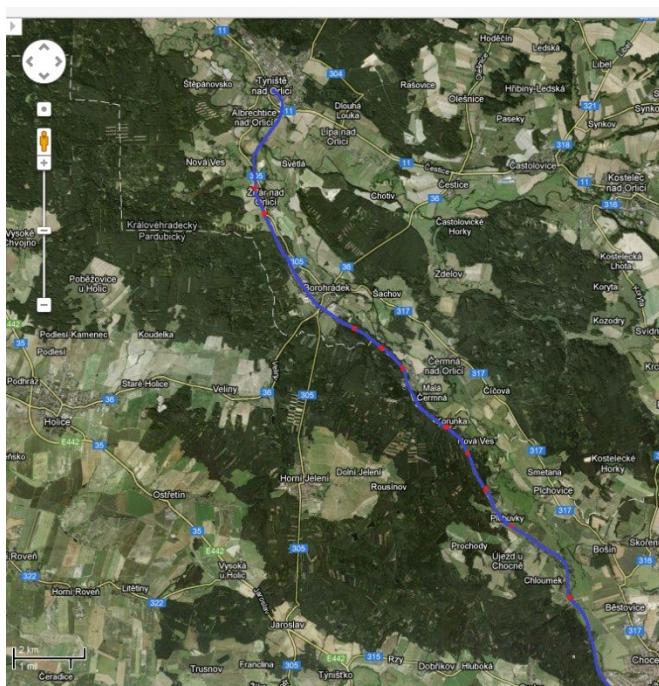
Podle místních podmínek byly vytipovány pevné body trakčního vedení viz. Obr. 3.2. Tyto pevné body byly vybrány vzhledem k jejich poloze, která je z hlediska pachatelů

- v dostatečné vzdálenosti od obydlí
- v dostatečné vzdálenosti od železniční stanice nebo zastávky
- relativně blízký přístup pomocí vozidla
- blízkost lesního porostu (uříznutí stromku pro nastavení tyče s kleštěmi)

Takto vybraných pevných bodů je celkem 10.



Obr. 3.2 – Vybrané pevné body na žel. trati Choceň – Týniště nad Orlicí



Obr. 3.3 – Vybrané pevné body na žel. trati Choceň – Týniště nad Orlicí – letecký snímek

Pokud se bude uvažovat ostražka na jeden pevný bod minimálně 2 osoby, bude celkem potřeba 20 osob plus minimálně další 2 osoby s vozidlem, které by byly

schopné v dostatečném čase dojet k jakémukoliv z vybraných pevných bodů, kde by byly schopny poskytnout pomoc při případném zákroku.

Technické vybavení hlídek:

- radiové spojení (vysílačky – využít vyhrazený kanál pro danou operaci)
- přístroj pro noční vidění nebo termovize (min. jedem přístroj uprostřed na dva sousední pevné body – pokud jsou ve viditelném dosahu)

Je zřejmé, že fyzické nasazení ostraha by nebylo prováděno po dobu 24 hodin. Z policejních statistik totiž jednoznačně vyplývá, že většina krádeží na železnici je spáchána ve večerních a nočních hodinách s ohledem na roční období. Proto by ostraha probíhala ve vybraném časovém úseku, z pravidla v nočních hodinách, po dobu několika dnů nebo týdnů.

V případě zadržení pachatelů přímo na místě činu, je nezbytně nutné důsledně zajistit veškeré důležité kriminalistické stopy, jako jsou například zbytky přestřižených lan, kleště nebo jiné nářadí používané pachateli k přestřižení lan apod.

Z takto zajištěných stop a stop zajištěných v rámci ohledání míst činů předcházejících krádeží, pak lze vzájemným porovnáním stop prokázat pachatelům i další krádeže než jen tu, při které byli zadrženi. Zde by přicházelo porovnání ploch přestřižených lan mezi sebou a s případnými zajištěnými kleštěmi pomocí kriminalistické metody – mechanoskopie.

3.3 Mechanoskopie

Mechanoskopie je vědní obor kriminalistiky, který se zabývá identifikací použitých nástrojů podle jimi vytvořených stop a dále posuzováním zákonitostí vzniku, existence a zániku stop vytvořených různými nástroji. Je to v podstatě nauka o rozličných nástrojích a technických pomůckách, které ke své trestné činnosti pachatelé používají.

V mechanoskopických stopách lze dohledat znaky obecné a zvláštní. K obecným znakům patří např. stopa šíře pracovní části nástroje, typický vzhled stop vytvořený jednotlivými druhy kleští. Podle těchto znaků lze typovat skupinu a druh nástroje. Zvláštní znaky umožňují individuální identifikaci nástroje.

3.3.1 Vznik sešinutých stop

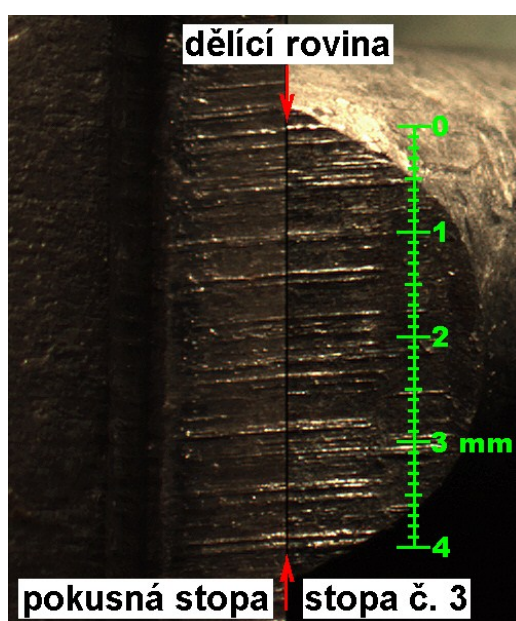
V případě dvoučelistových nástrojů, mezi které patří různé druhy kleští, hasáků, nůžek apod., dochází působením jejich činných částí ke vzniku vtisků a typických sešinutých stop. Právě sešinuté stopy obsahují velké množství použitelných a kvalitních identifikačních znaků.

Stopy zajištěné na místě činu lze použít

1. ke vzájemnému srovnání stop z různých trestných činů (zda byl použit shodný nástroj)
2. ke srovnání s pokusnou stopou (vytvořenou zkoumaným nástrojem např. pachatele)

Pokusné stopy musí být vytvořeny tak, aby úhel specifických znaků na pokusné stopě byl shodný s úhlem na stopě zajištěné.

Na Obr. 3.4 jsou vidět sešinuté stopy, které vznikly působením dvoučelistových kleští na lanu trakčního vedení. Přestože je svazek nosného lana stočen z menších drátů o průměru 1,5 mm, je stopa kvalitní, protože obsahuje individuální znaky. Za hranici, kde lze posoudit individuálnost stopy, lze u jednotlivých drátů považovat průměr 1 mm, ovšem za předpokladu, že nástroj, který stopy vytvořil má v činné části znaky schopné individuální identifikace.



Obr. 3.4 - Komparace stopy z místa činu a pokusné stopy (Zdroj Policie ČR)

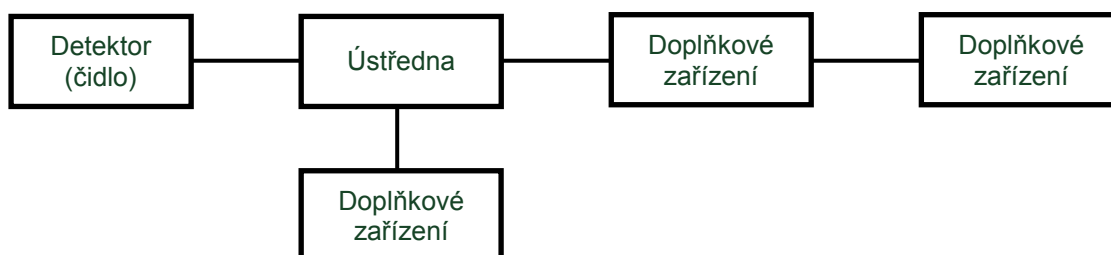
4 NAVRHOVANÉ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ NÁSTRAHOVÉHO ZAŘÍZENÍ (EZS)

4.1 Požadavky na EZS

- Navrhované řešení musí vycházet z předpokladu, že se bude jednat o dočasnou aplikaci (řádově 3 týdny).
- Montáž zařízení musí být jednoduchá a časově nenáročná.
- Napájení EZS musí být konstrukčně jednoduché. V případě požití akumulátorů musí splnit podmínky na časový rozsah aplikace EZS.
- Prvky EZS musí být, vzhledem ke způsobu napájení, energeticky nenáročné.
- Maximální možná eliminace planých poplachů.
- Prvky EZS musí být běžně dostupné (komerčně vyráběné).
- Cena EZS musí být pokud možno co nejmenší.

4.2 EZS, základní pojmy

EZS - elektronický zabezpečovací systém je poplachový systém, který je určen pro detekci a indikaci přítomnosti, vstupu nebo pokusu o vstup narušitele do střežených objektů nebo prostor. Zjednodušené blokové schéma zabezpečovacího řetězce EZS je uvedeno na Obr. 4.1.



Obr. 4.1 - Blokové schéma zabezpečovacího řetězce EZS [11]

Detektor je zařízení, které je schopno reagovat na jevy související s narušením střeženého objektu, prostoru nebo manipulací se střeženým předmětem pomocí předem určeného, definovaného elektrického signálu.

Detektory lze rozdělit na:

- napájené - vyžadují ke svému provozu elektrickou energii,
 - aktivní – aktivním zásahem do svého okolí vyhodnocují jeho stav (např. vysíláním ultrazvukového vlnění),
 - pasivní – registrují fyzikální změnu ve svém okolí,

Tyto detektory lze dále dělit dle:

a) charakteru střežené oblasti

- prostorová
- směrová
- bariérová
- polohová

b) dosahu detekce narušení – vnitřní / vnější použití

- s krátkým dosahem do 15 / 50 m
- se středním dosahem do 50 / 150 m
- s dlouhým dosahem nad 50 / 150 m

c) tvaru vyzařovací nebo snímací charakteristiky detektoru

- se standardním rozsahem
- se širokouhlým rozsahem
- s kruhovým rozsahem
- se svislou bariérou
- s vodorovnou bariérou
- s dlouhým dosahem,

- nenapájené

- destrukční - jednorázové, po vyhlášení poplachu dojde k jejich zničení,
- nedestrukční – při aktivaci dochází k vratným změnám (např. magnetické kontakty, mikrospínače apod.) [11].

Ústředna je opět zařízení (v dnešní době již zpravidla elektronické) určené k příjmu a vyhodnocení výstupních elektrických signálů detektorů nebo tísňových hlásičů a k vytvoření signálu o narušení hlídaného prostoru. Zároveň obvykle zajišťuje i napájení části, nebo celého systému EZS.

Přenosové prostředky jsou zařízení a komunikační síť, používané pro přenos informací, týkající se stavů jednoho nebo více EZS do jednoho nebo více PCO, nebo jiného zařízení sloužícího k vyhodnocení informací z EZS.

Signalizační zařízení převádí předané informace na vhodný signál (indikace, vyhlášení poplachu).

Doplňková zařízení zajišťují některé speciální funkce a dále usnadňují ovládání systému.

Z hlediska použití EZS se ochrana objektů dělí na zóny:

- obvodovou – signalizace narušení obvodu daného objektu (vymezený venkovní prostor),
- plášťovou – signalizace narušení pláště objektu (narušení mechanických překážek – okna, dveře apod.),
- prostorovou – signalizace nebezpečí v chráněném prostoru (uvnitř budovy, objektu),
- předmětovou – signalizace manipulaci s chráněným předmětem (trezory, obrazy apod.),
- klíčovou – signalizuje narušení klíčových míst objektu (předem vytipovaná místa předpokládaného pohybu pachatele) [11].

Pod jednotlivé zóny resp. typy ochrany objektů lze zařadit následující detektory:

Tab. 4.1 – Dělení detektorů dle typu ochrany [11]

Ochrana	Detektory	Typ	Funkce
Plášťová	Kontaktní	Mikrospínače Dveřní a přechodové kontakty Smykové kontakty Nášlapné kontakty Rozpěrné tyče Závěsné kontakty Koncové spínače Magnetické kontakty	Detektory přeruší smyčky s klidovým proudem.
	Destrukční	Poplachové fólie, tapety a skla Fóliové polepy Vodičové sítě a zátarasy Světlovodné zábranné sítě	Pachatel je musí rozbít, poškodit. Jsou jednorázové, nelze je použít vícekrát.
	Destrukčních projevů	Otřesové s mech. Měničem Otřesové s akusticko-el. Měničem Detektory na ochranu skleněných ploch Mikrofonní kabely Mech. zábrany s detekcí narušení	Detektory reagují na otřesy (vibrace).
	Tlaková akustická	Infrazvukové detektory	Reaguje na akustické frekvence řádu jednotek Hz.

	Bariérová	Světelné detektory Laserové aktivní záclony Pasivní a aktivní infračervené detektory s charakteristikou záclony	Reagují na přerušení infračerveného paprsku.
Prostorová	Pohybu	VKV detektory Mikrovlnné detektory Ultrazvukové detektory Pasivní infračervené detektory Aktivní infračervené detektory Kombinované (duální) detektory	Reagují na změny elektromagnetického vlnění.
Předmětová	Kontaktní	Tlakové kontakty Tahové kontakty Mikrospínače Magnetické kontakty	Detektory přerušují smyčky s klidovým proudem.
	Kapacitní		Princip deskového kondenzátoru.
	Tlakové akustické	Ultrazvukové	Vysílač, přijímač
	Bariérové	Laserové detektory s char. záclony Infračervené záclony PIR čidla s char. záclony	Reagují na narušení bariéry vytvářené vyzářovací nebo snímací charakteristikou.
	Na ochranu uměleckých předmětů	Závěsové Polohové Váhové Optické	Reagují na manipulaci se střeženým předmětem.
Obvodové	Pasivní detektory	Plotové vibrační	Detekce odrazů elmg. vlny na vedení.
		Plotové tenzometrické	Vyhodnocují tahovou diferenci napnutých drátů.
		Systémy střežící drátěnou osnovu	Vyhodnocují proudové smyčky (zkrat, přerušení).
		Mikrofonní kabely	
		Diferenciální tlakové	Hydraulické podzemní detektory vyhodnocující diferenci tlaku.
		Detektory magnetických anomálií	Reagují na změny v mag. Poli Země vznikající při pohybu feromagnetických materiálů v jejich blízkosti.
		Vláknově optické systémy	
		Perimetrické pasivní infračervené	Reagují na elektromagnetické vlny.
		Infračervené termovizní detektory	Snímání tepelného záření vyzářovaného i odraženého od objektů.
	Aktivní detektory	Štěrbinové kabely	Detekce pohybu elmg. polem
		Infračervené závory a bariéry	Přerušení paprsku.
		Aktivní infračervené	Reagují na změny elektromagnetického vlnění
		Laserové závory	Přerušení paprsku.
		Laserové lokátory	Detekce odražených paprsků.
		Mikrovlnné detektory	Narušení vyvolá změnu amplitudy na přijímači.
		Duální detektory	
		Kapacitní detektory	Princip deskového kondenzátoru.
		Reflexní detektory dynamických změn el. pole	Detekce změny vyzářovaného elektrického pole

Samozřejmě lze využívat, a v praxi se často i využívá, kombinace výše uvedených typů ochran objektů.

4.3 Výběr detektoru dle způsobu ochrany

Vzhledem ke konstrukci trakčního vedení, jak je uvedeno v kapitole 1, a dosud zaznamenaných způsobů krádeží lan pevného bodu (2.4), lze zhodnotit požadavky na způsob ochrany a výběr typu detektoru.

Z typů ochran objektů uvedených v 4.1 lze předem vyloučit obvodovou, plášťovou, prostorovou a klíčovou ochranu.

Důvody:

Obvodová – bylo by obtížné zabezpečit prostor podél koridoru železniční trati, byť i jenom v blízkosti pevných bodů.

Plášťová – zde se nejedná o zabezpečení budov. Úsek železniční tratě není ohraničen žádným pláštěm.

Prostorová – zde by bylo použití již reálnější, ale při zajištění prostoru v blízkosti pevného bodu (rozsah vzdálenosti tří sloupů trakčního vedení – cca 120 m) nelze vyloučit jednak možný pohyb zaměstnanců ČD, popř. jiných osob. Pravděpodobnost vzniku planých poplachů je značná, z toho důvodu je použití tohoto způsobu ochrany nepřijatelné.

Jako nejvhodnější se tedy jeví **předmětová ochrana**, která zahrnuje následující druhy detektorů:

- Kontaktní
- Kapacitní
- Tlakové akustické (infrazvukové)
- Bariérové
- Na ochranu uměleckých předmětů.

Nevhodno jsou detektory pracující na principu tlakovém akustickém (určené pro uzavřené prostory), bariérovém a kapacitním.

Kapacitní a infrazvukové nelze použít vzhledem k jejich způsobu detekce a zároveň ke konstrukci trakčního vedení (pevného bodu) a způsobu jeho krádeže.

Bariérové detektory jsou detektory pasivní a aktivní, což v případě aktivních znamená, že potřebují trvalé napájení. Pokud se má dodržet podmínka nezávislého napájení, zvyšují se tím nároky na napájecí zdroj energie v tomto případě baterii (akumulátor).

U pasivních detektorů, kam patří detektory pracující na principu PIR, je sice splněna podmínka minimálního odběru ze zdroje energie, ale jejich spolehlivost může být ovlivněna následujícími faktory:

Tab. 4.2 – Rušení PIR detektorů [11]

Faktor rušení	Původce rušení		Eliminace
	Uvnitř objektů	Na železnici	
Světelné rušení	Světlomety automobilu, sluneční záření	Světlomety trakčního vozidla	Omezení složek spektra filtry
Rychlé teplotní změny	Technická zařízení	Teplý vzduch vyfukovaný z chladících ventilátorů trakčního vozidla	Teplotní kompenzace a počítání impulsů signálů snímacího elementu v závislosti na čase – NELZE ELIMINOVAT 100 %
Faxovací přístroje	Padající list termopapíru		
Zařízení místností	Pohybující se závěsy a žaluzie zahřáté slunečním zářením		
Proudění vzduchu	Závany teplého nebo studeného vzduchu (topení, klimatizace)	Teplý nebo studený vzduch vyfukovaný z chladících ventilátorů	
Zvířata	Myši, psi, kočky	Lesní zvěř a ptáci	NELZE

Zbývají tedy detektory kontaktní a na ochranu předmětů. K použití konkrétního typu je ale potřeba podrobněji specifikovat možnosti umístění detektoru na trakční vedení.

4.4 Analýza možného umístění detektoru

K tomuto účelu je potřeba blíže popsat co se děje s prvky pevného bodu během krádeže a blíže specifikovat prostor, kde se musí pachatelé pohybovat.

Pachatelé se během krádeže sice pohybují na zemi na kolejovém svršku v blízkosti sloupů trakčního vedení, ale aplikace detektorů, které by zabezpečovaly tento prostor (do výšky max. 2 m) by nebyla, vzhledem k možnému vzniku planých

poplachů (pohyb lesní zvěře, příležitostně zaměstnanců pracujících na železnici nebo náhodných osob), efektivní.

Jako ideální se zdá být samotné trakční vedení nebo komponenty pevného bodu. Ty jsou pro běžné osoby, vzhledem k výšce (trolejový drát běžně 5,6 m), nedostupné. Při popsaném způsobu krádeže lan pevného bodu, ale nedochází ze strany pachatelů za použití nástroje ke kontaktu s nosným lanem, trolejovým drátem nebo věšákem. Proto umístění detektoru na jeden z těchto prvků nepřipadá v úvahu.

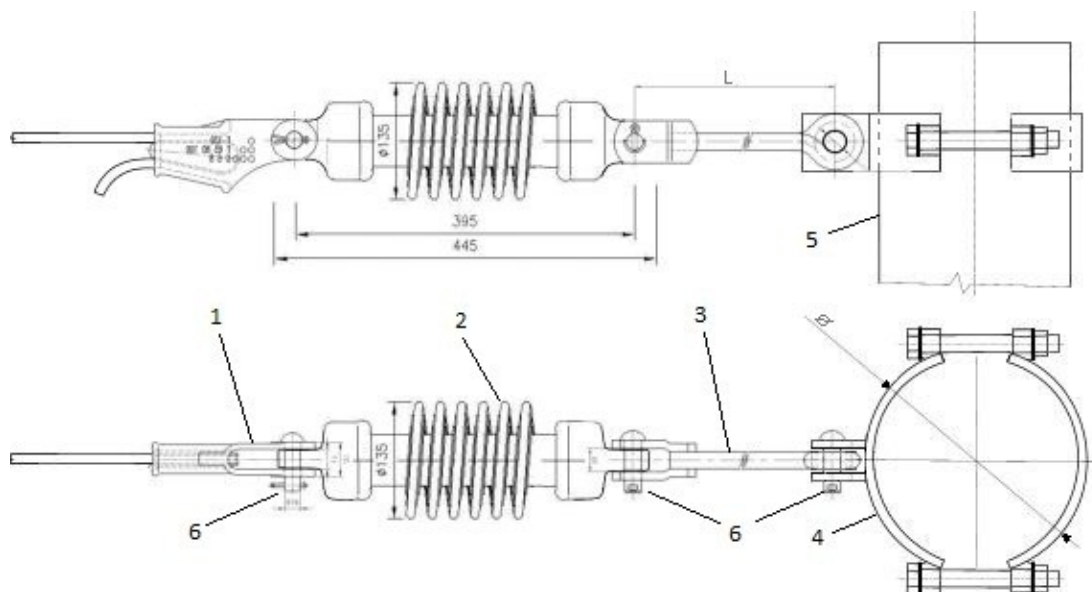
Pachatelé při tomto způsobu krádeže nejprve přestříhnou jednu část lana pevného bodu v bezprostřední blízkosti prostředního sloupu, který tvoří vlastní pevný bod. A po té odstříhnou druhý konec lana, který zůstane viset na vedlejším sloupu. Pak stejným způsobem odstříhnou druhou část lana pevného bodu. Dochází zde tedy:

1. – k pohybu nástroje pachatelů v těsné blízkosti lana pevného bodu (kleště nasazené na dlouhé tyči)
2. – k pohybu přestřižených lan pevného bodu a na ně navazujících součástí.

Z Obr. 4.2 a Obr. 4.3 je patrné, že lano pevného bodu je ke sloupu trakčního vedení ukotveno pomocí tří čepů o $\varnothing 16 \times 60$ mm. První čep spojuje lano ukotvené v klínové kotevní svorce s izolátorem, druhý izolátor s táhlem a třetí táhlo s objímkou připevněnou na sloupu.



Obr. 4.2- Detail skutečného provedení izolátoru, táhla a objímky PB

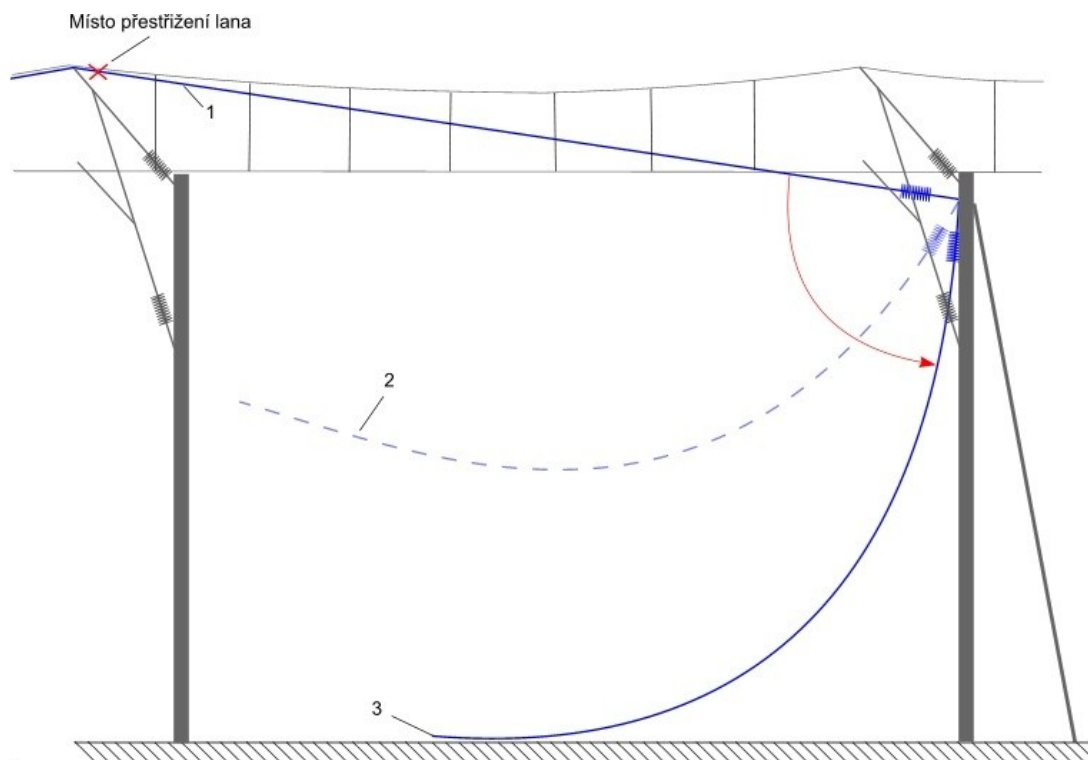


Obr. 4.3 – Upevnění lana pevného bodu přes izolátor a táhlo ke sloupu trakčního vedení

Legenda:

- 1 – svorka kotevní klínová (ozn. K12/2 – pro lano 95-120 mm²)
- 2 – izolátor spirálový 3kV oko - oko (ozn. E33/II)
- 3 – táhlo Ø 16 s okem a vidlicí (ozn. P42/I) – L se vyrábí dle potřeby v rozsahu 200 – 3000 mm
- 4 – objímka pro kotvení (ozn. R43/I)
- 5 – sloup trakčního vedení
- 6 - čepy

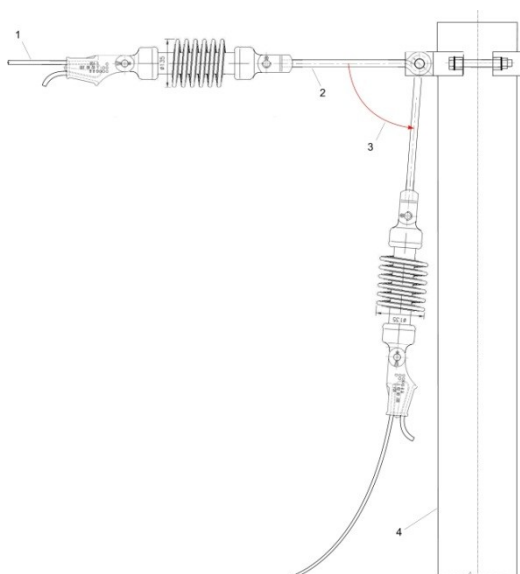
Po přestřižení lana pevného bodu u prostředního ze třech sloupů, mezi kterými je nataženo lano pevného bodu, dojde k pádu volného konce lana zem. Při tom vykoná odstřižená část lana, izolátor a především i táhlo, pohyb přibližně po čtvrtkruhové (úhel 90°) dráze směrem k tělu trakčního sloupu, viz Obr. 4.4, Obr. 4.5 a Obr. 4.6.



Obr. 4.4 – Pád lana pevného bodu po jeho přestřížení

Legenda:

- 1 – pravá polovina lana pevného bodu v základní poloze
- 2 – padající přestříhnuté lano pevného bodu
- 3 – přestříhnuté lano pevného bodu s volným koncem na zemi



Obr. 4.5 - Detail pohybu táhla s izolátorem a lanem PB



Obr. 4.6 – Ze skutečného případu v Německu (uchycení lana a izolátoru je obdobné jako v ČR) [9]

Legenda:

- 1 - lano pevného bodu
- 2 - táhlo
- 3 - směr pohybu
- 4 - sloup trakčního vedení

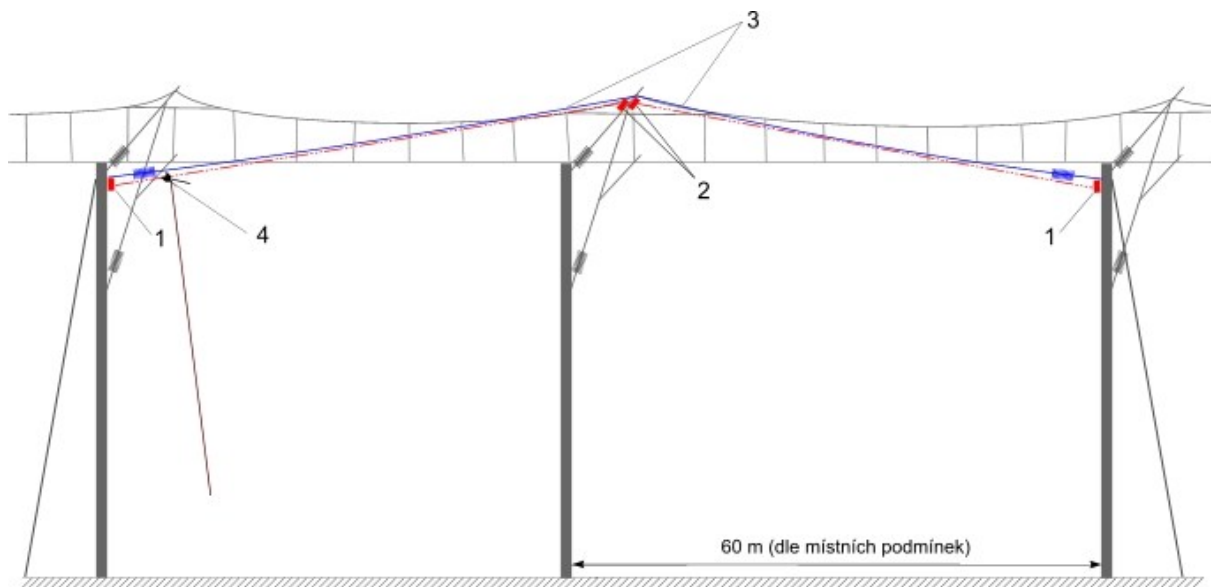
4.5 Možné typy detektorů

Z uvedených skutečností již lze blíže definovat možnosti využití konkrétních typů detektorů a zároveň vyloučit ty, jejichž použití by nebylo možné nebo by bylo složité, případně by vyžadovalo složitou montáž nebo speciální přípravky.

Použití jakýchkoliv kontaktních detektorů je sice možné, ale jejich aplikace by si vyžadovala jednak, vzhledem k jejich způsobu funkce, speciální přípravky na uchycení (konzolky, kladky, táhla apod.) a zároveň by se jednalo o celkem složitou montáž a nastavování. Jedná se v podstatě o kontakty, které musí být mechanicky sepnuty, nebo rozepnuty (v případě magnetických přiblížením - oddálením magnetu).

Pokud se jedná o detektory ze skupiny na ochranu předmětů tak obdobné podmínky vyžadují detektory závěsové a váhové.

Z optických detektorů by přicházely v úvahu detektory pracující na principu optické závory. Ty by musely být nastaveny tak, aby kleště pachatelů přerušily paprsek vyzařovaný detektorem. Toto řešení by vyžadovalo umístit vysílače na oba krajní sloupy pevného bodu a přijímače na středový sloup viz. Obr. 4.7. Nastavení by bylo složité na přesnost. Zároveň by mohly vznikat problémy při vibracích přijímačů umístěných na horním ramenu prostředního sloupu, kdy by se optická spojnice mezi vysílačem a přijímačem mohla na určitý okamžik odchýlit od nastaveného směru. To by mohlo způsobovat plané poplachy.



Obr. 4.7 – Rozmístění optických detektorů (optické závory)

Legenda:

1. vysílač optické závory
2. přijímač optické závory
3. lana pevného bodu
4. kleště s nástavcem, které stříhají lano

Zbývá tedy již jen použití detektorů vyhodnocujících polohu střeženého objektu. Jejich aplikace si vyžaduje přímou instalaci na některou ze součástí pevného bodu. Při výběru detektoru, pracujícího na uvedeném principu, je třeba uvažovat s dynamickými vlastnostmi trakčního vedení, které byly uvedeny v 1. kapitole. Ty se projevují, jak bylo uvedeno, na trolejovém drátu, nosném lanu a v menší míře i na lanech pevného bodu.

U těchto lan jsou největší výchylky (chvění, vibrace) uprostřed délky lan mezi prostředním a krajním sloupem tvořícím pevný bod. Menší jsou pak v místě uchycení lana k nosnému lanu. Minimální v místě ukotvení lana na krajních sloupech pevného bodu. Avšak téměř nulové jsou na táhlu, které spojuje izolátor a objímku na sloupu.

Obě lana pevného bodu jsou trvale pod napětím 3 kV DC (25 kV AC). Proto je nutné, z důvodu jednoduchosti a hlavně bezpečnosti montáže, umístit detektor za izolátor.

Jediná součástka pevného bodu, která splňuje všechny podmínky na detekci poplachového stavu, je uvedené táhlo:

- téměř nulové vibrace přenášené z trolejového vedení
- při přestřžení lana pevného bodu vykoná výrazný pohyb změnou polohy až o 90°
- není pod napětím.

Přehled možností použití daných typů detektorů je uveden v Tab. 4.3.

Tab. 4.3 – Souhrn použití detektorů v dané kategorii předmětové ochrany při aplikaci na trakčním vedení

Detektor	Typ	Možnost aplikace	Vhodnost aplikace	Montáž	Důvod
Kontaktní	Tlakové kontakty	ANO	NE	složitá	Nutné použití a montáž speciálního přípravku na vlastní kontakty, případně lanka vyvolávajícího tah
	Tahové kontakty	ANO	NE	složitá	Nutné použití a montáž speciálního přípravku na vlastní kontakty
	Mikrospínače	ANO	NE	složitá	Nutné použití a montáž speciálního přípravku na vlastní kontakty
	Magnetické kontakty	ANO	ANO	složitější	Nutné použití a montáž speciálního přípravku na vlastní kontakty
Na ochranu uměleckých předmětů	Závěsové	ANO	NE	složitá	Nutná změna zavěšení (upevnění) částí PB nebo použití a montáž speciálního přípravku
	Polohové	ANO	ANO	relativně jednoduchá	Pohyb částí PB – změna polohy
	Váhové	ANO	NE	složitá	Nutná změna zavěšení (upevnění) částí PB a montáž speciálního přípravku
	Optické	ANO	NE	složitá	Složitě a pracně nastavení prvků detektorů (optická závora), vyšší odběr ze zdroje

4.5.1 Komerčně dostupné polohové a magnetické detektory

Problematikou EZS, jejich dalších součástí a navazujících systémů se v rámci České republiky dlouhodobě zabývá firma Jablotron. Tato firma mimo jiné nabízí i tyto polohové a otřesové detektory:

- CA-550 digitální náklonový snímač (cena 1040 Kč)



Obr. 4.8 - CA-550 digitální náklonový snímač [18]

- JA-82SH bezdrátový detektor otřesu nebo náklonu (cena 918 Kč)



Obr. 4.9 - JA-82SH bezdrátový detektor otřesu nebo náklonu [19]

Základní parametry obou detektorů jsou uvedeny pro vzájemné porovnání v Tab. 4.4.

Tab. 4.4 – Základní parametry polohových detektorů [18, 19]

	JA-82SH	CA-550
Detekuje	Náklon / otřes	Náklon
Způsob detekce náklonu	Elektronické měření zrychlení	Elektronické měření zrychlení
Detekovaný náklon (podle nastavení)	10° – 45°	± 45° od referenční polohy
Možnost nastavení parametrů (citlivosti)	ANO	NE
Napájení	Lithiová baterie typ CR-123A, 3 V 1400 mAh	9 - 16V (ss) stálé, odběr 1 mA
Typická životnost baterie	cca 2 roky (pro max. 20 aktivací denně a zapnutém šetřícím režimu)	-
Komunikační pásmo	868 MHz, protokol Oasis	-
Komunikační dosah	cca 300m (přímá viditelnost)	-
Způsob přenosu informace do ústředny	Radiový (bezdrátový)	Prostřednictvím metalických vodičů (drátový)
Rozměry	75 x 31 x 26 mm	58 x 32 x 14 mm
Prostředí dle ČSN EN 50131-1, třída II.	vnitřní všeobecné	
Rozsah pracovních teplot	-10 °C až +40 °C	-40 °C až +85 °C
Zabezpečení stupeň 2 dle	ČSN EN 50131-1 , ČSN EN 50131-5-3	
Dále splňuje	ČSN ETSI EN 300220, ČSN EN50130-4, EN55022, ČSN EN 60950-1	
Podmínky provozování	ČTÚ VO-R/10/09.2010-11	
Cena (Kč)	976,-	998,-

- JA-83M bezdrátový magnetický detektor otevření (cena 980 Kč)
Tento typ detektorů reaguje na oddálení magnetu.



Obr. 4.10 - JA-83M bezdrátový magnetický detektor otevření [20]

Tab. 4.5 - Základní parametry magnetických detektorů [20]

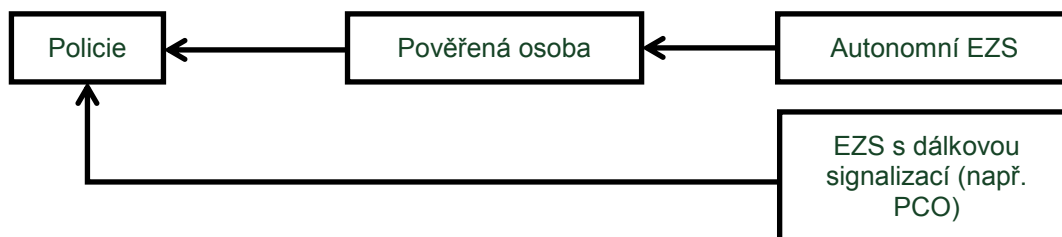
Napájení	lithiová baterie typ CR-123A (3.0V / 1,5 Ah)
Typická životnost baterie	cca 3 roky (pro max. 20 aktivací denně)
Komunikační pásmo	868 MHz, protokol Oasis
Komunikační dosah	cca 300m (přímá viditelnost)
Typická rozpínací/spínací vzdálenost	viz manuál
Rozměry vysílací část	75 x 31 x 23 mm magnet A: 56 x 16 x 15 mm, magnet B: Ø10 x 4 mm
Prostředí dle ČSN EN 50131-1	II. vnitřní všeobecné
Rozsah pracovních teplot	-10 až +40 °C
Klasifikace	stupeň 2 dle ČSN EN 50131-1, ČSN EN 50131-2-6, ČSN EN 50131-5-3
Dále splňuje	ČSN ETSI EN 300220, ČSN EN 50130-4, ČSN EN 55022, ČSN EN 60950-1
Podmínky provozování	ČTÚ VO-R/10/06.2009-9

Vzhledem ke stanoveným požadavkům na EZS zabezpečující pevný bod a jeho konstrukci se jeví jako nejvýhodnější bezdrátový detektor otřesu a náklonu JA-82SH, který komunikuje s ústřednou radiovou cestou.

Je možná i varianta s požitím bezdrátového magnetického detektoru otevření JA-83M. Ten by však vyžadoval složitější instalaci, protože se skládá ze dvou částí (vlastní detektor a magnet). Magnet by byl připevněn na táhlo a detektor by musel být namontován na pomocné konzoli v těsné blízkosti nad uvedeným magnetem, která by byla upevněna na krajní sloup pevného bodu. Celá instalace tohoto typu detektoru by byla oproti použití JA-82SH náročnější na přesnost. Výhodnější je tedy použití detektoru JA-82SH.

4.6 Přenos informace z detektorů a ústředny

Pod pojmem informace je v tomto případě zahrnut jednak systémový přenos dat (informace o aktuálním stavu, poruše, příjem dat pro nastavení některých parametrů apod.), ale především předání poplachového signálu.



Obr. 4.11 - Blokové schéma způsobu předání poplachového signálu [11]

V daném případě zabezpečení pevného bodu lze vyloučit přenos poplachového signálu cestou:

autonomní EZS

- výstup poplachové signalizace by vedl k ostraze objektu – zde do nejbližšího strážního domku (dnes se již nevyužívají pro potřeby železnice)

EZS s dálkovou signalizací

- poplachová informace bude přenesena a předána na PCO nebo do místní služebny PČR apod.

Z hlediska přenosu informace z ústředny umístěné u pevného bodu na širé trati do PCO nelze uvažovat o přenosu metalickým vedením. Což znamená, že nelze využít přenos pevnou telefonní linkou nebo sítí ISDN. V těchto podmínkách přichází v úvahu pouze bezdrátový přenos. Použitelné jsou dva způsoby bezdrátového přenosu - přenos rádiový nebo přenos po síti GSM.

4.6.1 Rádiový přenos v pásmu VKV

Využívá bezdrátový přenos prostřednictvím jednoúčelových rádiových sítí v pásmech 425 – 430, 459 – 470 MHz. Nespornou výhodou této komunikace je nezávislost na telefonní síti a případného vlastnictví celého zařízení provozovatelem EZS. Naopak mezi nevýhody patří vyšší cena, relativně snadné rušení a nutnost dostatečného výkonu. Rušení lze snížit řešením přenosu v rozprostřeném rádiovém spektru. Energetickou bilanci lze zlepšit použitím tzv. spící radiostanice.

Radiostanice se zapíná v předem nastavených intervalech anebo při příchodu poplachové informace od některého z detektorů. Zapínáním radiostanice v předem nastavených intervalech je prováděna kontrola spojení, popř. také funkčnosti systému. Provozovatelé radiových sítí (bezpečnostní agentury popř. specializované útvary Policie ČR) jsou také schopni zajistit, v případě vzniku poplachové události, odpovídající zákrok.

4.6.2 Přenos po síti GSM

GSM síť není primárně budována pro účely přenosu informací zabezpečovací techniky. Zároveň není jednotlivými operátory sítí GSM garantována trvalá provozuschopnost. Občas může na základnových stanicích GSM prováděna údržba s dočasným lokálním výpadkem sítě.

Na druhou stranu je však tento druh přenosu relativně levný a má dobré pokrytí území signálem. Přenos informace tímto způsobem je rychlý a využívá vlastností vysokého stupně bezpečnosti přenosové trasy. Stav, v jakém se EZS právě nachází, je také možné kdykoliv ověřit.

K přenosu informací je využito krátkých textových zpráv SMS, které jsou z důvodu priorit nastavených v síti GSM doprovázeny voláním EZS na přednastavená telefonní čísla.

4.7 Ústředna EZS

Pro přenos informací byla zvolena síť GSM z několika důvodů:

- vůči systému VKV nižší pořizovací náklady na zařízení
- jednodušší obsluha a komunikace
- běžná dostupnost mobilních telefonních přístrojů
- možnost přenosu informace na velké vzdálenosti
- hustá přenosová síť

Vzhledem k jednoduchosti a cenové dostupnosti jsou na výběr ústředny následující dvě možnosti:

1. zabezpečovacího systému OASiS JA-82K od firmy Jablotron
2. GSM alarm CA-1802 Athos od stejné firmy

Konstrukce OASiS JA-82K:

Základem systému je deska ústředny JA-82K, která má 4 drátové vstupy. Tuto desku lze doplnit o další rozšiřující moduly:

- **JA-82R** - *radiový modul*, pomocí kterého lze do ústředny naučit až 50 bezdrátových periferií řady JA-8x (cena 2520 Kč)
- JA-82C - modul 10 drátových vstupů, který rozšíří kapacitu ústředny až na 14 drátových vstupů
- **JA-80Y** - *GSM komunikátor*, pomocí kterého ústředna předává poplachové zprávy uživateli a komunikuje na PCO v pásmu GSM. Umožňuje dálkový přístup z klávesnice telefonu a správu systému z aplikace GSMLink (cena 5830 Kč)
- JA-80V - komunikátor pro komunikaci po počítačových sítích LAN (Ethernet) v kombinaci s komunikátorem na pevnou tel. linku. Umožňuje komunikaci na PCO po LAN a předává zprávy pomocí pevné linky. Také lze spravovat z aplikace GSMLink.
- JA-80X - komunikátor na pevnou tel. linku, který umí komunikovat na PCO a předat hlasovou zprávu uživateli podle druhu poplachu. Tento komunikátor lze v ústředně kombinovat s JA-80Y
- JA-68 - modul osmi pevně naprogramovaných polovodičových výstupů a jednoho uživatelsky nastavitelného relé s přepínacím kontaktem

V ústředně je síťový zdroj 230V a prostor pro záložní zdroj aku. max. 12V / 2,6Ah [22].

Tab. 4.6 - Technické parametry ústředny OASiS JA-82K [22].

napájení ústředny	230 V / 50 Hz, max. 0,1 A, třída ochrany II
napájecí zdroj	typ A (ČSN EN 50131-6)
zálohovací akumulátor	12V, 1,3 až 2,4 Ah
maximální doba na dobítí akumulátoru	72 h
životnost kvalitního akumulátoru	max. 5 let
výstup zálohovaného napájení +U	maximální trvalý odběr 0,4 A
krátkodobě lze odebírat až 1A po dobu max 15 min.)	
Počet kombinací na uživatele - kód + karta (51 uživatelů)	1 076 078
počet adres pro bezdrátové periferie	až 50 (s modulem JA-82R)
počet drátových vstupů	4 na základní desce (až 14 s modulem JA-82C)
dvojitě vyvážené vstupy rozlišující aktivaci a sabotáž, reakce je nastavitelná	(bezdrátový detektor na pozici drátového vstupu vstup blokuje)
výstup externího poplachu EW*	spíná na GND, max. zátěž 0,5A
výstup interního poplachu IW*	spíná na GND, max. zátěž 0,5A
programovatelné výstupy*	PGX, PGY max. 0,1 A, spínají na GND
paměť událostí	255 posledních událostí včetně data a času
pracovní frekvence(JA-82R)	868 MHz ISM pásmo
stupeň zabezpečení	2 dle ČSN EN50131-1, ČSN CLC/TS 50131-3, ČSN EN 50131-3, ČSN EN 50131-6, ČSN EN 50131-5-3
zpráva o narušení (poplach)	po 1. nebo 2. události podle nastavení
zpráva o sabotáži (poplach)	po 1. události
zpráva o chybných ovládacích kódech (poplach)	po 10.chybných zadáních
signál (zpráva o poruše)	po 1. události
prostředí	třída II. vnitřní všeobecné (-10 až +40°C) dle ČSN EN 50131-1
rádiové vyzařování	ČSN ETSI EN 300220
EMC	ČSN EN 50130-4, ČSN EN 55022
bezpečnost	ČSN EN 60950-1
podmínky provozování	ČTÚ VO-R/10/06.2009-9
cena	1290 Kč

Konstrukce GSM alarmu CA-1802 „Athos“:

Je primárně určen pro zabezpečení automobilů. K tomuto účelu je i přizpůsobena konstrukce, která má malý odběr a široký pracovní rozsah provozních teplot. Kombinuje zabezpečení (nejen) automobilu, imobilizér a GSM komunikaci.

Při poplachu je aktivována siréna (pokud je zapojena), jsou odeslány SMS zprávy o narušení a dojde k zavolání na přednastavená telefonní čísla. Texty SMS obsahují podrobnou informaci o zdroji a typu narušení, datum a čas. Pro snadnou komunikaci je možno měnit texty, které alarm zasílá.

Při aplikaci zabezpečení pevného bodu nemusí být plně využívány všechny nabízené funkce.

Tab. 4.7 - Technické parametry GSM alarmu CA-1802 „Athos“ [23]

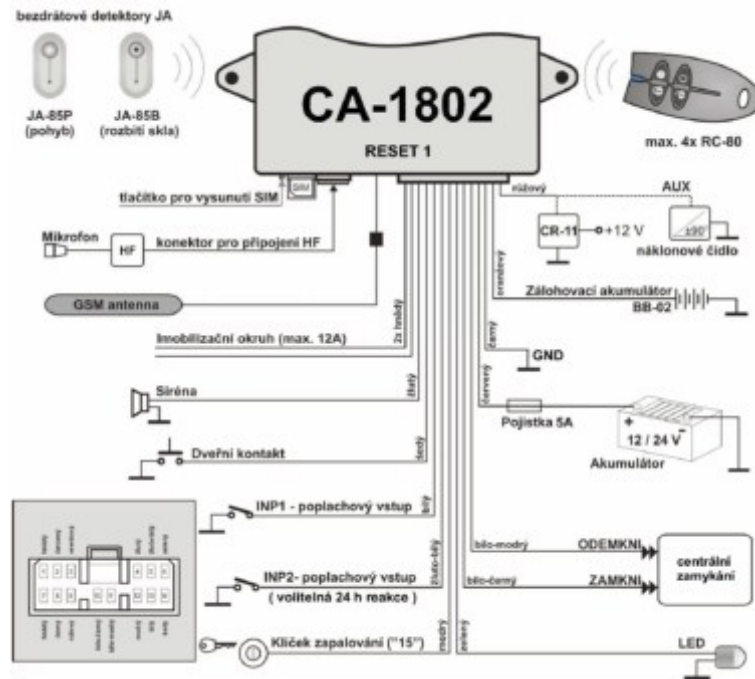
napájení	12-24 V DC (8-32 V)
klidový odběr proudu	max. 20 mA
špičkový odběr (v době komunikace)	1 A
pracovní pásmo GSM modulu	E-GSM / GPRS 900/1800 MHz
výstupní výkon vysílače	2 W pro GSM900, 1 W pro GSM1800
přijímač DO	868,5 MHz
rozsah pracovních teplot	-20 °C až +70 °C
výstup SIR	spíná +12V (24V), max. zatížení 1,3 A
imobilizační okruh	8A trvale, krátkodobě až 12 A
výstupní signály pro ovládání centrální zámky	max. 200 mA, spíná na GND
délka impulsů pro centrální zámky	0,3 s nebo 4 s případně i 60 s (volitelné)
splňuje předpis EHK č.97, generální licence	ČTÚ 1/R/2000 a 30/R/2000
bezpečnost	ČSN EN 60950
EMC	dle ČSN EN 55022, ČSN EN 50130-4
radiové parametry	ČSN ETSI EN 301419-1, EN 301511, ČSN ETSI EN 300220
podmínky provozování	všeobecné oprávnění ČTÚ č. VO-R/1/07.2005-14, VO-R/10/05.2006-22
cena	6720 Kč

Z uvedených parametrů a vlastností je zřejmé, že pro obdobnou funkčnost jakou zajišťuje GSM alarm CA-1802 (ústředna) je nutno ústřednu OASiS JA-82K rozšířit o radiový modul JA-82R, pomocí kterého lze do ústředny naučit až 50 bezdrátových periférií řady JA-8x a GSM komunikátor JA-80Y, pomocí kterého ústředna předává poplachové zprávy uživateli a komunikuje na PCO v pásmu GSM. To znamená další navýšení ceny celého zařízení a zejména vyšší energetické nároky na zdroj (akumulátor).

Z výše uvedených skutečností, zejména celkovou konstrukcí zařízení, technickými parametry a mimo jiné cenovou dostupností, lépe vyhovuje požadavkům dané aplikace GSM alarm CA-1802.

Instalace GSM alarmu musí splňovat:

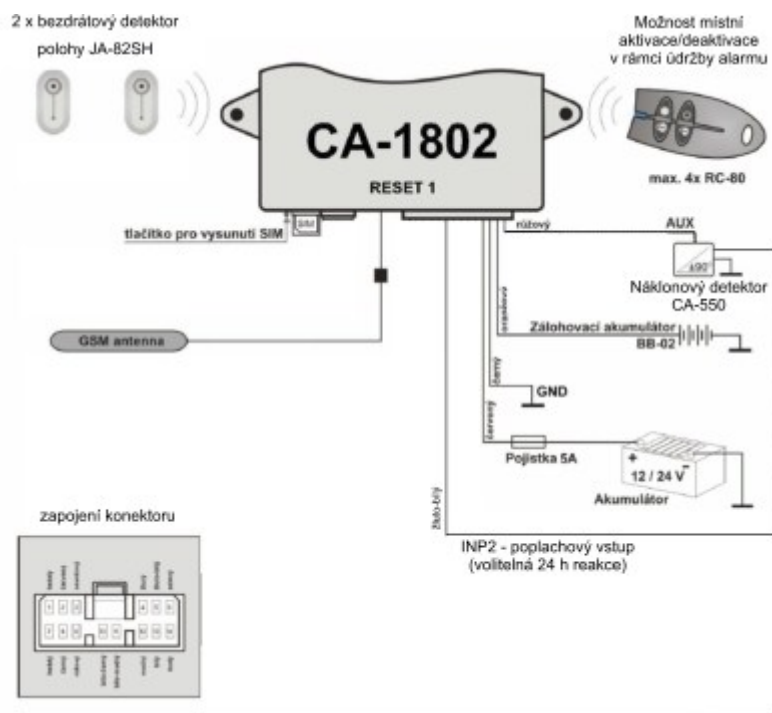
- odolnost vůči klimatickým podmínkám
- ochranu proti sabotáži
- napájecí akumulátor s dostatečnou kapacitou



Obr. 4.12 – Schéma originálního zapojení GSM alarmu CA-1802 [23]

Vlastní zapojení GSM alarmu CA-1802 je oproti originální instalaci v automobilech, které je doporučeno výrobcem, jednodušší, protože nejsou využívány některé funkce. V dané aplikaci zabezpečení pevného bodu budou v alarmu využívány pouze tyto funkce:

- komunikace s bezdrátovými detektory
- dálkový ovladač
- sabotážní čidlo (náklonu/otřesu)
- GSM komunikace



Obr. 4.13 - Schéma upraveného zapojení GSM alarmu CA-1802

V tomto zapojení je použito pouze 5 pinů ze systémového konektoru:

- červený - přívod + 12 V z hlavního akumulátoru
- černý - GND
- růžový - napájení detektoru
- oranžový - přívod + záložního zdroje (akumulátoru)
- žluto-bílý - poplachový vstup.

4.8 Napájení ústředny

Jelikož by celé zařízení mělo být jednoduché a zároveň bude umístěno mimo běžný dosah sítě nízkého napětí NN (širá trať), bude jako zdroj energie zabezpečovací ústředny zvolen akumulátor.

Byla by zde možnost napájení ústředny přímo z trakčního vedení, ale ta by si vyžádala jednak instalaci přívodního kabelu z trakčního vedení (nutný zásah do trakčního vedení) a dále vlastní zdroj 3 kV DC/230 V AC nebo 3 kV/12 V DC. Tato varianta by byla konstrukčně složitá a finančně nákladná.

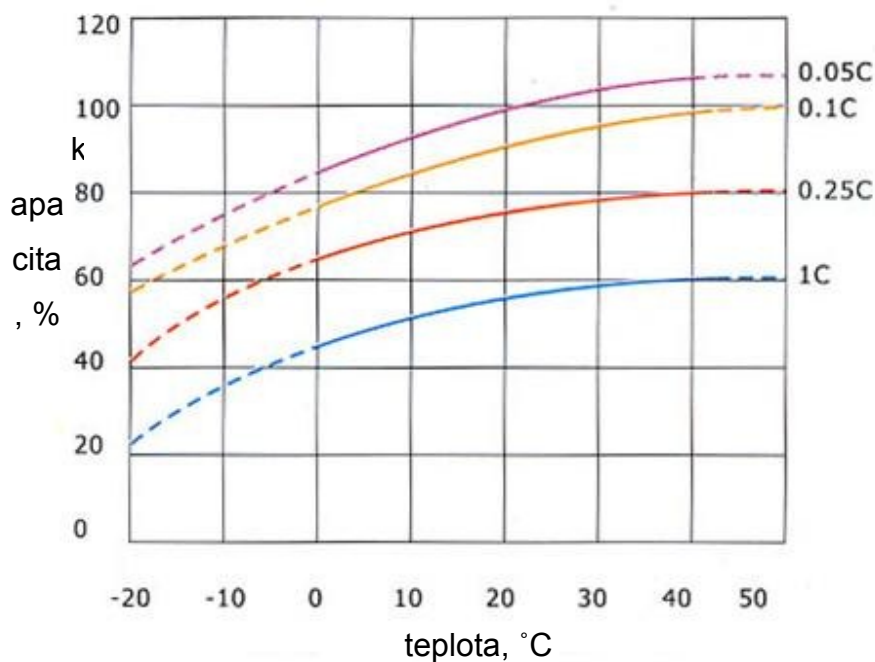
Aby nemohlo dojít k situaci, kdy by byla ústředna, při poruše nebo vybití hlavního akumulátoru, nefunkční, bude dále opatřena záložním akumulátorem. Jeho úkolem je zajistit na omezenou dobu funkčnost ústředny. Zejména, aby mohla odeslat informační SMS na předem zvolená tel. čísla (pult PCO).

V případě požití akumulátorů musí být splněny podmínky pro časový rozsah aplikace EZS – řádově 3 týdny.

Tab. 4.8 – Přehled proudových odběrů jednotlivých komponent EZS

Zařízení		Proudové odběry
Detektory	JA-82SH bezdrátový detektor otřesu nebo náklonu (vlastní napájení z baterie – životnost 3 roky)	0 mA
	CA-550 digitální náklonový snímač (sabotážní čidlo)	1 mA
GSM alarm Athos	klidový odběr proudu	max. 20 mA
	špičkový odběr (v době komunikace)	1000 mA

Při výběru vhodného akumulátoru se musí brát v úvahu vliv okolní teploty na kapacitu akumulátoru.



Obr. 4.14- Vliv teploty při vybíjení akumulátoru na dostupnou kapacitu (zdroj www.elnika.cz)

Z Obr. 4.14 je zřejmé, že při nízké okolní teplotě bude nutná častější výměna akumulátoru. Křivky znázorňují pokles kapacity akumulátoru při změně teploty a zatížení proudem, který je uveden jako násobky kapacity akumulátoru.

Pro potřeby výpočtu se vždy uvažují klidové spotřeby (odběry) celého systému. K tomu je potřeba uvažovat špičkový odběr proudu v době komunikace GSM alarmu a výše uvedený vliv okolní teploty.

4.8.1 Určení potřebné kapacity akumulátoru

Požadovaná minimální nepřetržitá doba funkčnosti EZS je alespoň tři týdny (21 dní) => 24 h . 21 = 504 h. Kapacita akumulátoru se určí podle následujícího vztahu:

$$C_{aku} = I \cdot t \quad (4.1)$$

Kde

C_{aku}	je kapacita akumulátoru	(Ah)
I	proud odebíraný z akumulátoru	(A)
t	čas (délka trvání) odběru proudu	(hod.)

$$C_{aku} = 0,021 \cdot 504 = 10,58 \text{ Ah}$$

Nejbližší komerčně vyráběný akumulátor je s kapacitou 18 Ah, což je o 7,4 Ah větší kapacita než vypočítaná. Tato rezerva by měla dostatečně pokrýt spotřebu vznikající při GSM komunikaci a zlepšit výdrž při nízkých okolních teplotách.

Při uváděném odběru 0,021 A což je 0,0012.C při použitím akumulátoru s kapacitou 18 Ah, bude pokles kapacity nad křivkou 0,05.C uvedenou na Obr. 4.14.

Nicméně, jak již bylo uvedeno, v případě vybití hlavního akumulátoru se využije záložní akumulátorový zdroj, který zajistí funkci EZS, především odeslání SMS obsluze o stavu akumulátoru. Obsluha pak musí v dostatečném časovém intervalu vyměnit hlavní akumulátor.

Nabíjení akumulátoru zde není nijak řešeno vzhledem ke zvolenému způsobu napájení (neobsahuje síťový zdroj). Pokud by došlo k poruše akumulátoru, případně

by bylo potřeba prodloužit časový rozsah zabezpečení pevných bodů, provedla by se na místě pouze výměna akumulátorů za jiný (odzkoušený a plně nabitý).

Hlavní akumulátor

Vzhledem k potřebné kapacitě akumulátoru, která byla vypočtena na základě odběrů ústředny a otřesového čidla, byl jako hlavní akumulátor zvolen bezúdržbový akumulátor SA-214/18 s kapacitou 18 Ah.

Tab. 4.9 – Parametry akumulátoru SA-214 (Zdroj Jablotron alarms a.s.)

Typ akumulátoru	SA-214 / 18
jmenovité napětí (V)	12
kapacita (Ah)	18
délka × šířka × výška (mm)	181×76×167
výška včetně konektorů (mm)	167
hmotnost (kg)	5,23
maximální trvalý proud (A)	5,1
maximální vybíjecí proud 5s (A)	100
dobíjecí napětí trvalé (V)	13,5 - 13,8
dobíjecí napětí cyklické (V)	14,4 - 15,0

BB-02 záložní zdroj (akumulátor)

Jedná se o záložní lithiový článek pro zálohování komunikace GSM alarmu v době odpojení nebo vybití hlavního akumulátoru. BB-02 je záložní zdroj s vlastní řídicí elektronikou pro dobíjení. Při normálním provozu je BB-02 dobíjen resp. udržována v této aplikaci z hlavního akumulátoru. Při výpadku hlavního akumulátoru, nebo poklesu pod kritickou hodnotu, začne BB-02 generovat napětí. Tím jednak zajistí možnost komunikace GSM alarmu a zároveň tvoří ochranu hlavního akumulátoru před jeho hlubokým vybitím.



Obr. 4.15 - BB-02 záložní zdroj (akumulátor) [24]

Tab. 4.10 – Technické parametry záložního zdroje (akumulátoru) BB-02 [24]

Napájecí napětí	12 - 24V
Kapacita záložních akumulátorů	400 mAh-1 (při 9,3V)
Dobíjecí proud záložních akumulátorů	max.20mA (při úplném vybití)
Detekce výpadku napájení	8.5V
Generované záložní napětí	9.3V
Vypnutí zdroje při vybití akumulátorů	pod 3.9V
Maximální trvalý proud generovaného napětí	400mA
Vlastní spotřeba BB-02 (bez dobíjení akumulátorů)	<4mA
Doba zálohování autoalarmu	minimálně 5 hodin
Životnost	2 - 4 roky

4.9 Celkové uspořádání ústředny a nastavení funkčních parametrů EZS

Veškeré potřebné komponenty pro funkčnost GSM alarmu (ústředny) musí být umístěny do instalační krabice. Je to jednak vzhledem ke klimatickým podmínkám a zároveň vlastní montáži na sloup trakčního vedení a zároveň tím bude umožněno signalizovat sabotáž ústředny prostřednictvím příslušného detektoru umístěného právě uvnitř této krabice.

Vůči klimatickým podmínkám musí krabice splňovat třídu krytí alespoň IP 54. Dále musí mít dostatečné rozměry pro instalaci obou akumulátorů, sabotážního detektoru a vlastního GSM alarmu.

Vhodné by bylo použít rozvodnou krabici, kterou používá skupina ČEZ pro pojistky, rozvaděče apod. (Obr. 4.16). Tím by se docílilo toho, že na první pohled by se EZS tvářilo jako komerční zařízení energetiky. Případně lze použitou krabici dodatečně opatřit některým ze symbolů vyznačujících nebezpečné napětí apod.



Obr. 4.16 - Pojistková skříň ČEZ

Požadované parametry splňuje montážní krabice GW44 220

Detail výrobku:

Krabice s hladkými stěnami pro elektrická a elektronická zařízení z GW PLASTU 120°C- SERIE 44 CE

Kód: GW44 220

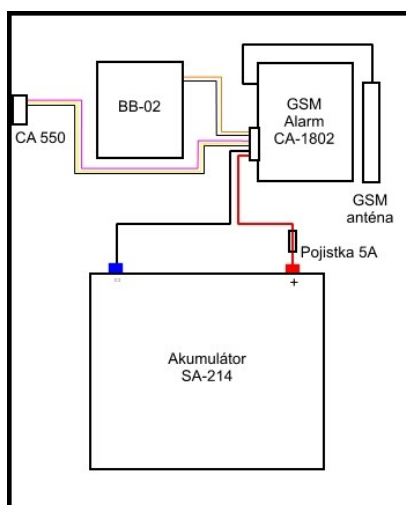
Krytí: IP 56

rozměry: 380 x 300 x 180 mm, plastové panty zaplombovatelné [21]

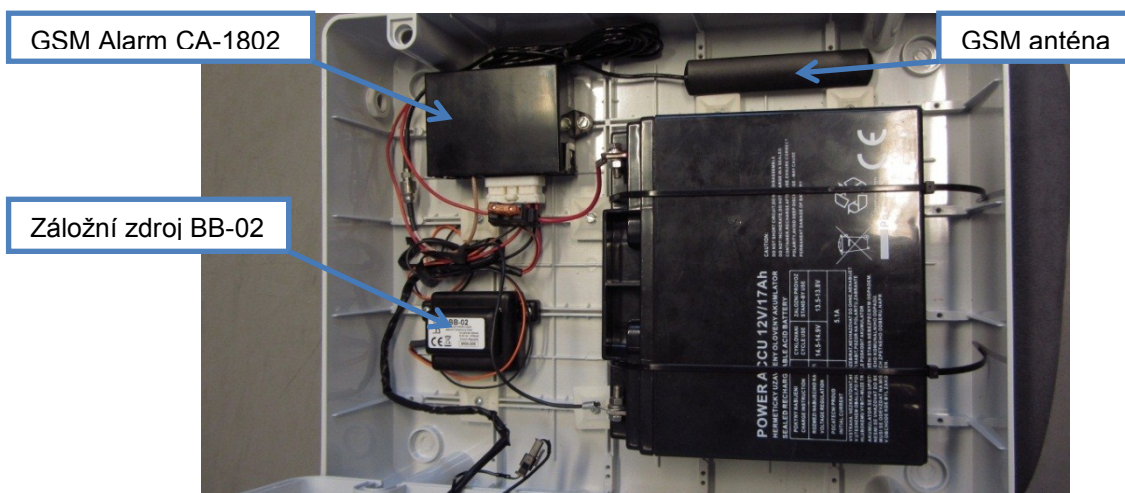


Obr. 4.17 - Instalační krabice GW44 220

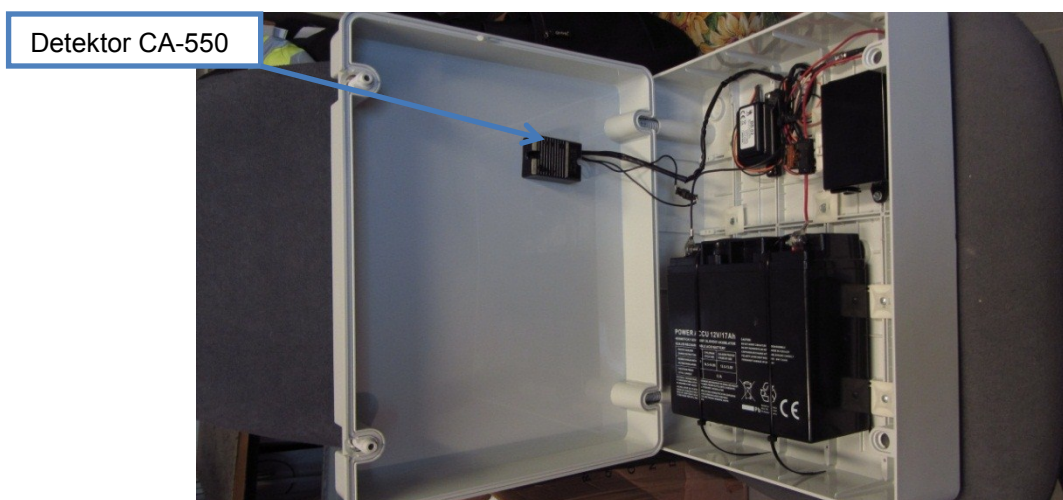
Vnitřní uspořádání:



Obr. 4.18 - Nákres vnitřního uspořádání jednotlivých komponent EZS



Obr. 4.19 - Vnitřní uspořádání komponent EZS - detail



Obr. 4.20 - Vnitřní uspořádání komponent EZS - celek

Nastavení parametrů ústředny (GSM alarmu) vychází z tabulek uvedených v příloze č. 1.

Tab. 4.11 – Zvolené hodnoty jednotlivých přepínačů

Typ přepínače	Pozice									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
DIP	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
SET	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1

Komunikace s ústřednou může probíhat buď pomocí SMS zpráv nebo prostřednictvím internetu ze stránek www.GSMLink.cz. Z těchto stránek lze nastavovat jednotlivé parametry ústředny, ale vyčíst i stavové informace.

Ukázka obsluhy GSM Alarmu Athos prostřednictvím webového prostředí na stránkách www.GSMLink.cz.

The screenshot displays the 'Nastavení' (Settings) page for a GSM alarm system. The header includes the GSMLink logo, user information (Uživatel: Nohel Robert), object name (Trakce - úsek 1), and phone number (+42060222222). The main content area is divided into several sections:

- Basic Settings (Základní nastavení Autoalarmu):** Includes fields for telephone numbers for handfree calls (1-4) and checkboxes for features like 'Upozornění prozvoněním', 'Potřezovací SMS při ovládní prozvoněním', 'Automatická lokalizace při poplachu', and 'Čidlo poklesu napětí zapnuto'.
- Signalization (Signalizace INP1,2 a dveře po 3 sekundách povolena):** Includes dropdown menus for 'Potřezovací (puls 10 ms)', 'Telefonní číslo 1', and 'Zajištěním nebo SMS', along with numeric input fields for volume and tone.
- Reset and Maintenance:** Includes buttons for 'Změnit master kód', 'Změnit user kód', and 'Reset'.
- Learning Mode (Učící režim: Neaktivní):** Includes buttons for 'Learn RC', 'Smazat ovladače', 'Learn JA INT', and 'Smazat čidla'.

Obr. 4.21 – Ukázka obsluhy GSM alarmu přes webové prostředí (www.gsmlink.cz)

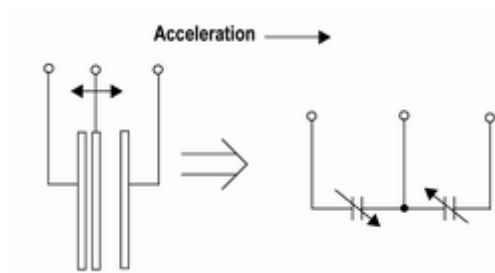
Možnost subjektů kam přenášet poplachové informace je následující:

- Nejbližší dopravna ČD (SŽDC)
- Traťmist (zaměstnanec SŽDC), pod kterého spadá daný úsek žel. trati
- PCO – dle hlídací agentury
- Policie ČR
- Kombinace předchozích možností (max. 4 tel. čísla).

5 VLASTNÍ APLIKACE DETEKTORU

5.1 Princip detektoru JA-82SH

Uvedený detektor otřesu - náklonu JA-82SH používá pro detekci polovodičový tříosý senzor zrychlení (akcelerometr). Princip vyhodnocení snímaného zrychlení je založen na proměnné kapacitě tříelektrodového vzduchového kondenzátoru (Obr. 5.1). Jedna elektroda tohoto kondenzátoru je pohyblivá a její pohyb je závislý na působícím zrychlení. Pohybem této elektrody se mění její vzdálenost mezi sousedními dvěma elektrodami a tím dochází i ke změně kapacity uvedeného kondenzátoru. Na citlivosti převodu zrychlení na mechanický posuvný pohyb je závislý měřicí rozsah samotného senzoru (minimální a maximální měřitelné zrychlení).



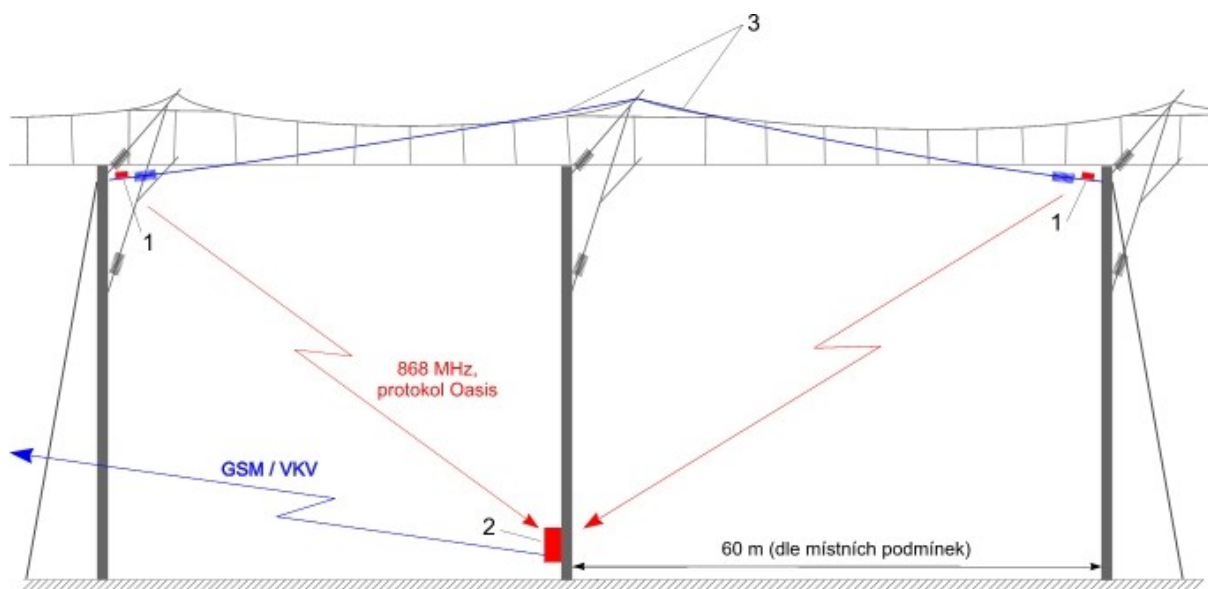
Obr. 5.1- Základní princip MEMS akcelerometru [28]

Výhodné vlastnosti detektoru JA-82SH:

- Umožňuje nastavit volbu způsobu detekce – náklon / otřes
- Umožňuje nastavit citlivost vybraného způsobu detekce
- Bezdrátový přenos informace do ústředny – v pásmu 868 MHz pomocí protokolu Oasis
- Komunikační dosah – až 300 m (přímá viditelnost)
- Životnost baterie v detektoru při běžném provozu – cca 2 roky
- Oproti JA-83M bezdrátovému magnetickému detektoru otevření se skládá pouze z jednoho dílu – jednodušší montáž a minimální požadavky na přesnost instalace detektoru

5.2 Konfigurace umístění detektorů a ústředny

Uvedené výhody jsou patrné z konfigurace detektorů a ústředny na pevném bodu Obr. 5.2.



Obr. 5.2 – Rozmístění detektorů a ústředny v rámci jednoho pevného bodu

Legenda:

1. Detektory JA82-SH
2. Ústředna
3. Lana pevného bodu

Detektor bude používán v režimu detekce náklonu, který je odolnější vůči rušivým vlivům (vibracím) od trolejového vedení. Zároveň vzhledem k výraznému pohybu táhla (kde bude detektor umístěn), ke kterému dojde po přestřižení lana pevného bodu, bude moci být nastavena detekce maximálního úhlu náklonu, který je u tohoto detektoru 45°. Detektory budou umístěny na neživých částech (bez napětí) pevného bodu. Protože se jedná o bezdrátový detektor, odpadá tak nutnost instalace kabeláže (vodičů) k ústředně. Ta bude umístěna na prostředním sloupu, který je od sousedních sloupů, kde budou detektory, vzdálen řádově cca 60 m. Detektory budou použity dva. Každý zabezpečí jednu polovinu pevného bodu. Dosah detektorů (max. 300 m) plně vyhovuje, jelikož vzdálenost sousedních sloupů trolejového vedení

je maximálně 65 m. Komunikace obou detektorů s ústřednou bude bezdrátová v pásmu 868 MHz pomocí protokolu Oasis (vyvinut firmou Jablotron). Životnost baterie (2 roky) je dostatečná, uváží-li se časový rozsah aplikace EZS max. 3 týdny.

Částečně omezující vlastností tohoto detektoru je rozsah pracovních teplot v rozmezí od -10 °C do +40 °C a třída prostředí 2 (vnitřní – všeobecné) dle ČSN EN 50131-1. To znamená střední relativní vlhkost prostředí v němž detektor pracuje do 75 % bez kondenzace.

Z dlouhodobé praxe s obdobnými detektory od firmy Jablotron je však známo, že pracují i v širším rozsahu teplot. Obě tyto vlastnosti však lze zlepšit umístěním detektoru do instalační vodotěsné plastové krabice ve třídě krytí IP 56, která bude dále zevnitř obložena tepelněizolačním materiálem. Instalační krabice jednak zajistí odolnost detektoru, který bude uvnitř, vůči klimatickým vlivům, a zároveň umožní připevnění pomocí objímek nebo montážních pásek a úchytů na táhlo lana pevného bodu.

Dva úchyty jsou připevněny na spodní části krabice s detektorem. Pásky mohou být použity buď stahovací polyamidové nebo z nerezové oceli.



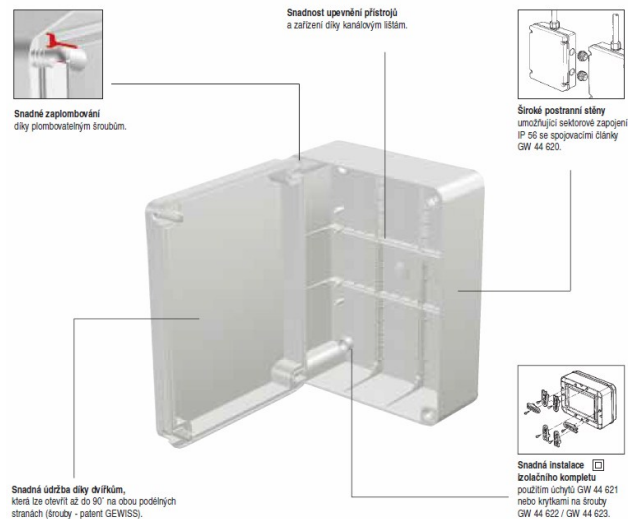
Obr. 5.3 – Stahovací pásky (zleva polyamidový, ocelový) a úchytky (zdroj <http://www.tme.eu>)

Jako samotnou instalační krabici lze použít například instalační krabici s hladkými stěnami pro elektrická a elektronická zařízení z GW PLASTU 75°C - SERIE 44 CE

Kód: GW44 205

Krytí: IP 56

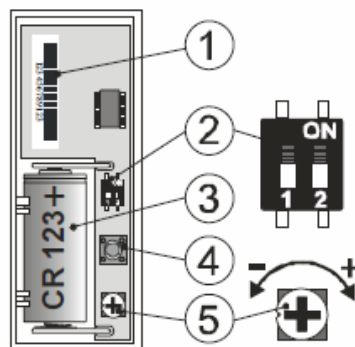
rozměry: 120 x 80 x 50 mm, Víko nízké šedé RAL 7035, šrouby – ocel nerez [21]



Obr. 5.4 – Instalační krabice [21]

Konfigurace detektoru a spárování s ústřednou by bylo provedeno před vlastní montáží na pevný bod, čímž lze ušetřit čas při samotné aplikaci na sloupy pevného bodu.

Nastavení konfiguračního přepínače (2) Obr. 5.5:



Obr. 5.5 – Nastavení parametrů JA82-SH [19]

Legenda:

- 1 – sériové číslo
- 2 – konfigurační přepínač
- 3 – baterie CR-123A
- 4 – sabotážní spínač
- 5 – nastavení citlivosti detekce

- Pozice 1 - Přepínač NORM / CONFIRM má význam pouze pro režim SHOCK. Nastavením se volí, zda je detektor aktivován jedním NORM (1 OFF) nebo dvěma otřesy zvolené úrovně za sebou CONFIRM (1 ON). Zde by tato funkce nebyla využívána a přepínač by se ponechal na pozici NORM. [19]
- Pozice 2 - Přepínačem SHOCK / TILT se volí funkce detektoru. Režim otřesového detektoru je v poloze SHOCK (2 OFF), náklon je detekován v poloze TILT (2 ON). Tento přepínač by se nastavil do pozice TILT.

	Přepínač	
Pozice	1	2
Poloha	OFF	ON

Nastavení citlivosti detekce (5) Obr. 5.5:

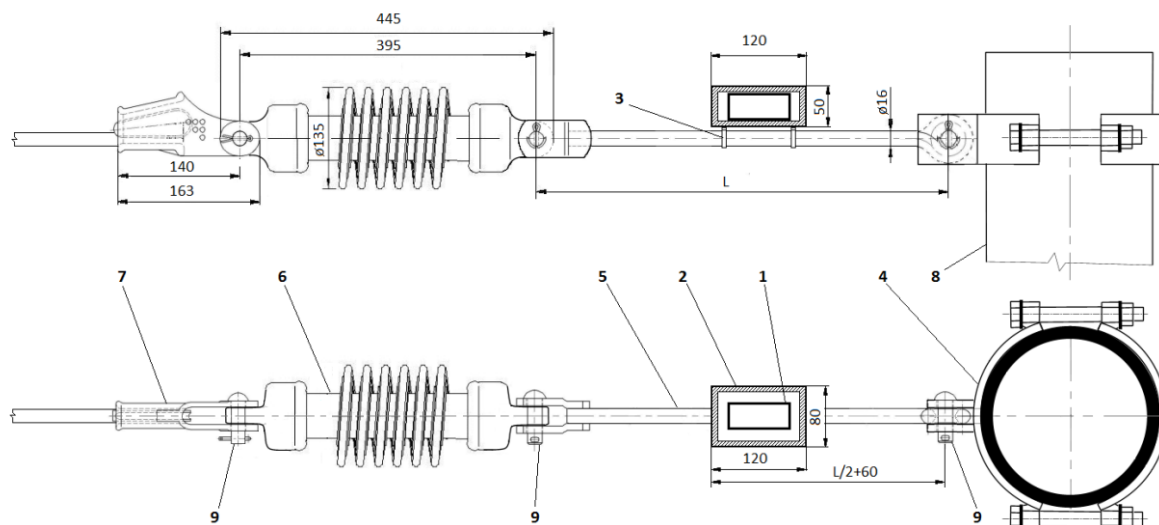
- Otočný trimr - nastavuje citlivost na otřesy / náklon. Maximální náklon je zcela vpravo, minimální zcela vlevo. Bude nastaven na maximální náklon, vzhledem k výraznému pohybu (náklonu) táhla po přestřižení lana.

5.3 Varianty umístění a montáže detektoru JA82-SH

Z technického řešení konstrukce pevných bodů připadají v úvahu dvě varianty, kam lze detektor připevnit. Nejčastěji se bude jednat o táhlo a v ojedinělých případech o lano.

5.3.1 Aplikace detektoru na táhlo

Vlastní umístění a připevnění detektoru JA82-SH na táhlo je vidět na následujícím obrázku.



Obr. 5.6 – Vlastní instalace a umístění detektoru JA82-SH na táhlo

Legenda:

- 1 – detektor JA82-SH
- 2 – montážní (instalační) krabice GW44 405
- 3 – montážní objímka nebo páska
- 4 – objímka pro kotvení (ozn. R43/I)
- 5 – táhlo \varnothing 16 s okem a vidlicí (ozn. P42/I) o délce L
- 6 – izolátor spirálový 3kV oko - oko (ozn. E33/II)
- 7 – svorka kotevní klínová (ozn. K12/2 – pro lano 50 - 70 mm²)
- 8 – čepy
- 9 – sloup trakčního vedení

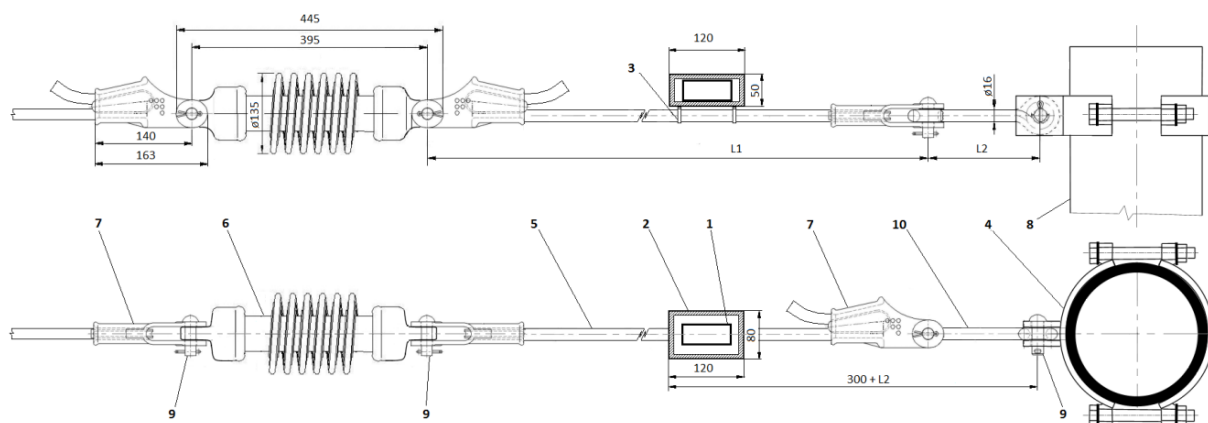
Z Obr. 5.6 je patrné, že položky 4 až 9 jsou standardní komponenty trakčního vedení, jejichž montáž proběhla při výstavbě daného úseku trakčního vedení. Na konstrukci těchto komponent a jejich upevnění není při instalaci detektoru potřeba provádět žádný zásah.

Nejdůležitější součástí při instalaci detektoru je táhlo (bod 5 na Obr. 5.6), kam se bude detektor primárně umísťovat. Délka L tohoto táhla ale není jednotná. Vyrábí se v délkách od 200 mm do 3000 mm. V praxi se však při aplikaci pevného bodu zpravidla používá v rozmezí délek od 200 do 400 mm. Pro umístění detektoru však tato délka není nijak kritická. Vzhledem k požadavku na co nejjednodušší montáž, je nejvýhodnější umístit detektor v blízkosti sloupu (bod 9 na Obr. 5.6).

5.3.2 Aplikace detektoru na lano

V některých případech může být místo táhla použito lano delších rozměrů. Lano se používá v těch případech, kdy je, například vzhledem k bezpečnosti, potřeba posunout živou část pevného bodu včetně izolátoru dál od sloupu trakčního vedení (např. u nástupišť). Většina těchto případů se používá na střídavé trakci 25 kV.

Montáž detektoru na lano je obdobná jako na táhlo. Jen s tím rozdílem, že umístění detektoru bude na neživé části lana v blízkosti sloupu trakčního vedení, aby bylo možné provést montáž ze žebříku.



Obr. 5.7 - Vlastní instalace a umístění detektoru JA82-SH na lano

Legenda:

- 1 – detektor JA82-SH
- 2 – montážní (instalační) krabice GW44 405
- 3 – montážní objímka nebo páska
- 4 – objímka pro kotvení (ozn. R43/I)
- 5 – lano o délce L1
- 6 – izolátor spirálový 3kV oko - oko (ozn. E33/II)
- 7 – svorka kotevní klínová (ozn. K12/2 – pro lano 50 - 70 mm²)
- 8 – čepy
- 9 – sloup trakčního vedení
- 10 – táhlo Ø 16 se dvěma oky pootočenými o 90° (ozn. P34/II) o délce L2

Délka L1 lana 5 a L2 táhla 10 závisí na místních podmínkách. Možnost aplikace detektoru na táhlo 10 je z technického hlediska neproveditelná. Je to dáno tím, že táhlo 10 bývá použito v co nejkratší délce, protože slouží jako „přechodka“ mezi kotevní svorkou 7 a objímkou pro kotvení 4.

6 EKONOMICKÁ ANALÝZA

Pro posouzení ekonomického hlediska je potřeba zohlednit finanční náklady na EZS, fyzickou ostrahu a opravu poškozeného pevného bodu.

Cena jedné sady EZS:

Tab. 6.1 – Přehled cen jednotlivých komponent EZS

Komponenta EZS	Cena (Kč)
1 x GSM Alarm Athos	6 720
2 x bezdrátový detektor náklonu JA-82SH	2x918
1 x detektor náklonu CA-550	1 040
1 x akumulátor SA-214/18	1 170
1 x záložní zdroj BB-02	716
2 x montážní krabice malá GW44 205	2x80
1 x montážní krabice velká GW44 220	1 066
CELKEM	12 708

V případě modelové situace na žel. trati Choceň - Týniště nad Orlicí, kde by bylo zapotřebí 10 samostatných EZS, by celkové náklady byly 127 080,- Kč. Pokud by se omezil počet střežených pevných bodů např. na polovinu, částky by byla 63 540,- Kč. Výhodou uvedených EZS je však možnost opakovaného použití zabezpečení na dalších vytipovaných místech nebo eventuálně je lze využít ke střežení jiných součástí trolejového vedení nebo jiných objektů v rámci železnice.

K této částce by se ještě musely přičíst náklady bezpečnostní agentury za připojení na pult PCO ve výši 2 500,- Kč za pevný bod a případná cena montáže. Čas potřebný na montáž detektorů je přibližně 15 min. na jeden detektor a 15 min. na ústřednu. Při tom spárování detektorů s ústřednou a její nastavení by bylo provedeno a připraveno předem. Samotnou montáž by prováděli minimálně dva pracovníci.

Podstatnou výhodou montáže EZS je, že ji lze provést bez nutnosti výluky. Technická norma železnic TNŽ 34 3109 připouští práci v blízkosti živých částí trakčního vedení a to ve zkrácených vzdálenostech:

DC 3 kV	300 mm
AC 25 kV	500 mm

To ale znamená, že především montáž detektoru na táhlo mezi izolátorem a sloupem by měla provádět alespoň jedna osoba znalá pod dozorem osoby znalé s vyšší kvalifikací pro řízení činnosti.

Náklady spojené s opravou jednoho pevného bodu se pohybují okolo částky 31 000,- Kč (záleží na délce lan pevného bodu a případném poškození dalších součástí). Při čemž hodina práce jednoho elektromontéra stojí 450,- Kč a 1 m bronzového lana 200,- Kč. Opravu provádí zpravidla 3 elektromontéři po dobu dvou hodin, kde délka lana pevného bodu (obou polovin dohromady) je v průměru 140 m (zdroj SŽDC).

Oproti tomu fyzická ostraha 10-ti vybraných pevných bodů na žel. trati Choceň - Týniště nad Orlicí při celkovém počtu osob ostrahy 20, průměrné hodinové sazbě 120,- Kč za osobu pracovníka ostrahy (zprůměrované ceníky různých náhodně vybraných bezpečnostních agentur) a délce ostrahy 3 týdny v čase od 23:00 h. do 05:00 h. si vyžádá finanční náklady ve výši 302 400,- Kč !

Z uvedené částky je zřejmé, že tento způsob ostrahy je finančně náročný a vzhledem k cenám oprav nerentabilní. Pokud by ovšem ostrahu prováděla Policie ČR, tak je tato, jak již bylo uvedeno, služba zdarma. Policie ČR by ale ostrahu prováděla až po vzájemné konzultaci s SŽDC, kde by především záleželo na závažnosti celého případu tedy na počtu do té doby spáchaných krádeží pevných bodů a rozsahu dotčených žel. tratí.

Tab. 6.2 – Srovnání nákladů na jednotlivé typy ostrahy

Typ ostrahy	Finanční náklady na ostrahu (Kč)	
	1 pevný bod	10 pevných bodů
EZS	12 700	127 080
Fyzická (3 týdny)	30 240	302 400
Policie ČR (fyzická i EZS)	0	0
Oprava SŽDC	31 000	310 000

Z uvedené tabulky je patrné, že náklady na EZS jednoho pevného bodu jsou zhruba poloviční než škoda vzniklá samotnou krádeží lan pevného bodu. Vezme-li se v úvahu fyzická ostraha po dobu plné funkčnosti EZS (dle navržené kapacity akumulátoru 3 týdny do výměny akumulátoru), jsou finanční náklady přibližně shodné

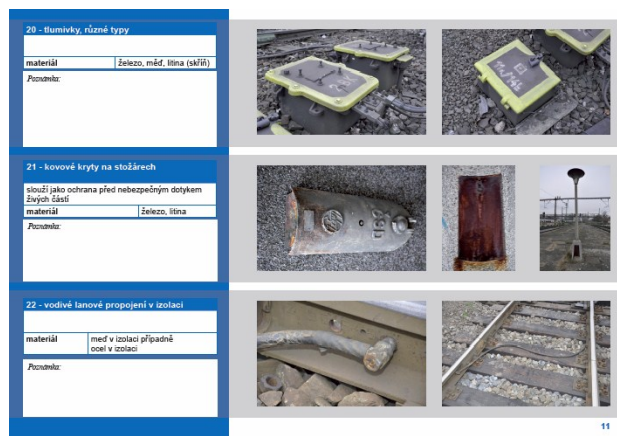
se vzniklou škodou. Výhodnějším řešením zabezpečení pevných bodů je tedy použití EZS.

Výjimku tvoří pouze ostraha ať již fyzická nebo pomocí EZS anebo kombinace obou způsobů řešená prostřednictvím sil a prostředků Policie ČR, kde náklady hradí Policie ČR. Jak již bylo ale uvedeno, tato možnost ostrahy přichází v úvahu až na základě rozhodnutí Policie ČR, zejména s přihlédnutím k možné vznikající sériové trestné činnosti.

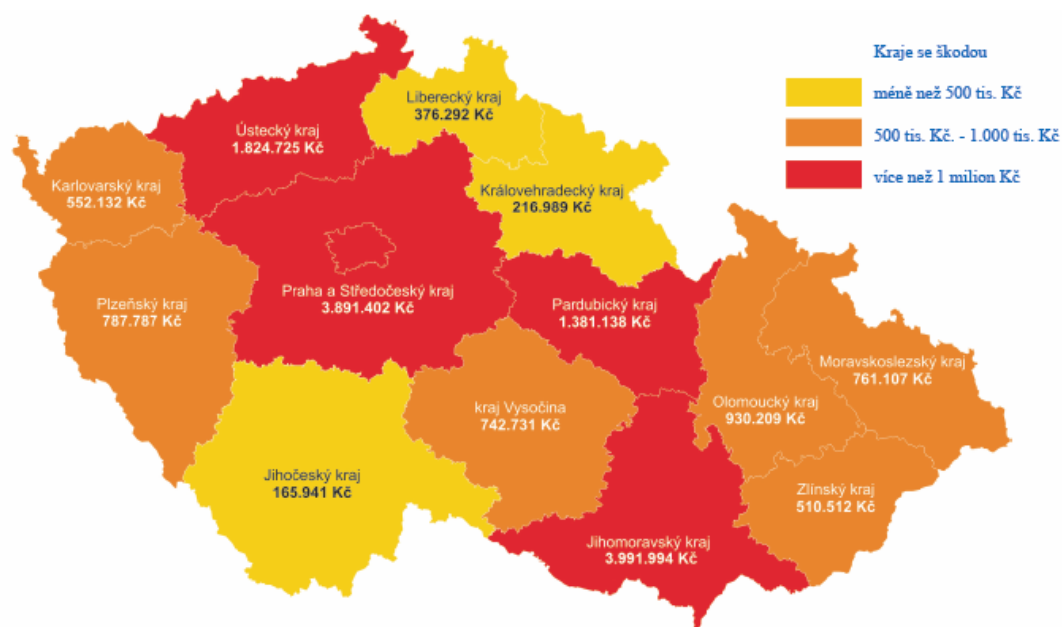
Aplikaci EZS podporuje ještě ta skutečnost, že krádeže lan pevných bodů provádějí organizované skupiny specializované přímo na tento druh krádeží. Tyto skupiny působí nejen na území České republiky, ale i sousedních států jako je Slovensko, Polsko a Německo. Vhodným umístěním EZS lze přispět k zadržení jinak těžko dopadnutelných pachatelů z těchto skupin. A na základě dalšího dokazování je usvědčit ze spáchání krádeží na dalších místech.

Jako příklad lze uvést úspěšný zákrok Policie ČR na Vsetínsku, kde se podařilo prostřednictvím fyzické ostrahy pevných bodů, což bylo časově i finančně náročné, zadržet skupinu cizinců právě při krádeži lan pevných bodů. Tito svými obdobnými krádežemi na pěti dalších místech způsobili škodu v celkové výši 350 000,- Kč (zdroj Policie ČR) !

Bohužel v minulosti a i v současné době dochází na infrastrukturu železnice a v její blízkosti k dalším krádežím železného materiálu a především barevných kovů. Z tohoto důvodu byl SŽDC ve spolupráci s Policií ČR vydán obrazový katalog součástí železničních zařízení (Obr. 6.1), která jsou cílem krádeží. Hlavním úkolem tohoto katalogu je přiblížit, nejen provozovatelům výkupu druhotných surovin, ale zejména orgánům veřejné správy, vyobrazený materiál za účelem jeho poznání a kontroly v provozovnách výkupu.



Obr. 6.1 - Obrazový katalog železničních součástí (ukázka obsahu) [26]



Obr. 6.2 - Škody způsobené na železnici krádežemi v roce 2011 [26]

ZÁVĚR

Z dosud evidovaných případů krádeží trakčního vedení nebo jeho částí, je nejfrekventovanější popsán způsob krádeže lan pevných bodů a to především na širé trati. Příležitostně došlo ke krádežím trolejového drátu, kde však byl daný úsek trakčního vedení buď ve výluce nebo ve výstavbě (tedy bez napětí).

Jen v roce 2010 bylo v rámci Pardubického kraje evidováno 30 případů krádeží lan pevných bodů s celkovou škodou ve výši 1 192 000,- Kč.

Za účelem zvýšení šance dopadení pachatelů těchto krádeží bylo navrženo technické řešení nástrahového systému - EZS, který využívá běžně dostupné komerční komponenty.

Rozborem konstrukce trakčního vedení používaného v ČR, především pak součástí pevného bodu, a způsobu krádeží lan těchto pevných bodů bylo jako nejvhodnější umístění detektoru vybráno táhlo, které spojuje přes izolátor vlastní lano pevného bodu a sloup trakčního vedení. Při přestřižení lana pevného bodu pachateli dochází k pádu zbývající části lana na zem a při tom nastává právě pohyb uvedeného táhla. Z tohoto důvodu byl vybrán detektor otřesu – náklonu JA82-SH, který umožňuje jednak výběr způsobu detekce, ale také nastavení její citlivosti.

Tento typ detektorů je v režimu náklonu maximálně odolný na vnější rušivé vlivy, především na možné otřesy a chvění šířící se po trakčním vedení. Zároveň tyto detektory nejsou destruktivního charakteru a lze je tak použít opakovaně.

Předností těchto detektorů je komunikace s ústřednou prostřednictvím radiové cesty, což umožňuje bez nutnosti dalších vodičů umístit detektory na táhla u krajních sloupů pevného bodu a ústřednu na prostřední sloup. Komunikace ústředny s oprávněnou osobou pak probíhá prostřednictvím sítě GSM.

Hlavní výhodou navrhovaného řešení především zvolených detektorů vyhodnocujících náklon táhel je, že jejich montáž nijak nezasahuje do vlastní konstrukce trakčního vedení. Rovněž není na místě potřeba žádné složité nastavování nebo ustavení do přesně dané pozice (polohy). Také není kritické přesné umístění detektoru doprostřed táhla. Ve většině případu plně vyhovuje umístění na táhlo v blízkosti sloupu trakčního vedení vzhledem k montáži při přístupu

ze žebříku. Zároveň lze detektor aplikovat jak na táhlo nebo lano, pokud bude použito místo táhla.

Další výhodou je, že při instalaci navrhované EZS na trakční vedení není nutná výluka daného úseku železniční trati. Zároveň lze instalaci EZS zkrátit pouze na dobu montáže vlastních detektorů na táhla lan pevných bodů a ústředny na prostřední sloup. Nastavení a konfiguraci ústředny - GSM alarmu a spárování detektorů lze připravit předem.

Navrhovaná EZS není primárně určena pro plošnou aplikaci. Její využití spočívá v dočasné instalaci na vytipovaných místech, kde v dané oblasti dochází právě ke krádežím lan pevných bodů. Za tímto účelem bylo i navrženo napájení ústředny z akumulátoru. Jako samotná ústředna byl zvolen GSM autoalarm, který má potřebné součásti obsažené v jednom celku, čímž se opět zjednodušila konstrukce celého zařízení a zároveň má nižší spotřebu než běžné ústředny.

Je potřeba zdůraznit, že navrhované řešení nezabrání samotnému poškození lan pevných bodů, protože EZS reaguje až v okamžiku, kdy dojde k mechanickému poškození některého z lan. Na druhou stranu je ale z hlediska dokazování přínosem, že k zadržení pachatelů dojde při vlastním pokusu krádeže nebo bezprostředně po krádeži. EZS zde funguje jako podpůrný prostředek k dopadení pachatelů těchto krádeží.

Závěrem lze konstatovat, že využití tohoto způsobu zabezpečení a vzájemné spolupráce SŽDC s Policií ČR mnohonásobně zvyšuje úspěšnost, jak dopadnou organizované skupiny pachatelů, v tomto případě krádeží lan pevných bodů. O uvedené technické řešení byl ze strany SŽDC již v průběhu řešení některých technických detailů projeven zájem s případným následným využitím v praxi.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Svoboda, Jiří a kol. *Trakční vedení*. 1. vyd. Praha: Nadas, 1979. 307, [2] s. [10] tb. a obr. příl.
- [2] *Elektrická trakce* [online]. Sudop Brno, [cit. dne 23.2.2012], Dostupné z WWW:<<http://www.sudop-brno.cz/sudop-brno-trakce.php>>
- [3] *IV. koridor - Technika* [online]. SŽDC, [cit. dne 2.4.2012], Dostupné <<http://www.4-koridor.cz/index.php?t=article&n=clanek-technika-46>>
- [4] ČSN EN 50119. *Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Elektrická trakční nadzemní trolejová vedení*. Praha: Český normalizační institut, 2002. 44 s.
- [5] Elzet. *Katalog součástí* [Citace: 6.12.2011], Dostupné z WWW: <http://katalog.elzel.cz/script/CI_Order.asp>
- [6] Straus, Jiří a kol. *Kriminalistika, kriminalistická technika: (pro kurz kriminalistických expertů)*. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie České republiky, 2004. 174 s. ISBN 80-7251-165-3.
- [7] Němec, Bohuslav a kol. *Učebnice kriminalistiky*. Praha: Ministerstvo vnitra, Hlavní správa Veřejné bezpečnosti, Kriminalistický ústav, 1959. díl 1., sv. 2. Kriminalistická technika. 1959. s. 547-1117.
- [8] Halla, Pavel. *Tisková zpráva - Zabezpečení infrastruktury železnice České republiky je pro SŽDC prioritou* [online]. SŽDC, 2011 [cit. dne 28.12.2011], Dostupné z WWW: <<http://www.szdc.cz/pro-media/tiskove-zpravy/bezpecnost/tz-ke-stazeni.pdf>>.
- [9] Bundespolizeiinspektion Kriminalitätsbekämpfung. *Besonders schwerer Fall des Diebstahls, Bandendiebstahl*. Berlin: Bundespolizeiinspektion Kriminalitätsbekämpfung, 2010. 14 s.
- [10] Křeček, Stanislav a kol. *Příručka zabezpečovací techniky*. Blatná: Cricetus, 2002. 351 s. ISBN 80-902938-2-4

- [11] Uhlář, Jan. *Technická ochrana objektů. II. díl, Elektrické zabezpečovací systémy*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2001. 205 s. ISBN 80-7251-076-2.
- [12] Sedláček, Petr. *Zkušenosti a poznatky z dynamických zkoušek TV na koridorových tratích při rychlostech 120 - 160 km.h⁻¹* [online]. 2001 [cit. dne 25.02.2012], Dostupné z WWW: <www.railvolution.net/czechraildays/2002/seminare/nt19.pdf>.
- [13] Zátopek, Libor. *Výsledky řešení a spolupráce ČD a VUZ na mezinárodním projektu EUROPAC* [online]. Praha, 2008 [cit. dne 26.02.2012], Dostupné z WWW: <www.cd rail.cz/vts/CLANKY/vts25/2510.pdf>
- [14] Krčma, Tomáš. *Použití simulace pro studium spolupůsobení trolejového vedení a vozidlového sběrače, Vědeckotechnický sborník ČD č. 22/2006* [online]. Praha, 2006 [cit. dne 26.02.2012], Dostupné z WWW: <www.cd rail.cz/vts/CLANKY/vts22/2208.pdf>
- [15] Krčma, Tomáš. *Simulace systému sběrač – trolejové vedení v prostředí Matlab/Simulink* [online]. 2007 [cit. dne 26.02.2012], Dostupné z WWW: <www.fs.vsb.cz/akce/2007/STOC2007/soutezni-prace/krcma.pdf>
- [16] Krčma, Tomáš. *Výpočet parametrů a geometrie trolejového vedení v matlabu* [online]. 2009 [cit. dne 26.02.2012], Dostupné z WWW: <dsp.vscht.cz/konference_matlab/MATLAB09/.../059_krcma.pdf>
- [17] Konvičný, Josef. *Měřicí vůz pro měření trakčního vedení* [online]. 1999 [cit. dne 26.02.2012], Dostupné z WWW: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002D0733:CS:HTML>>
- [18] Jablotron alarms a.s. *Náklonový detektor CA-550* [online]. [cit. dne 04.03.2012], Dostupné z WWW: <http://www.jablotron.cz/upload/download/CA-550_CZEN_MGX51010.pdf>
- [19] Jablotron alarms a.s. *JA-82SH bezdrátový detektor otřesu nebo náklonu*. [online]. [cit. dne 04.03.2012], Dostupné z WWW: <http://www.jablotron.cz/upload/download/JA-82SH_CZ_MLB51000.pdf>

- [20] Jablotron alarms a.s. *JA-83M bezdrátový magnetický detektor otevření*. [online]. [cit. dne 08.03.2012], Dostupné z WWW: <http://www.jablotron.cz/upload/download/JA-83M_CZ_MLL51001.pdf>
- [21] Gewiss. *Katalog*. [online]. [cit. dne 07.03.2012], Dostupné z WWW: <<http://www.mullerelektro.cz/prumysl/gewiss.pdf>>
- [22] Jablotron alarms a.s. *JA-82K ústředna zabezpečovacího systému OASiS*. [online]. [cit. dne 07.03.2012], Dostupné z WWW: <<http://www.jablotron.cz/cz/Katalog/zabezpeceni+domu/oasis+868mhz/ustredny/ja82k+ustredna+zabezpecovaciho+systemu+oasis/>>
- [23] Jablotron alarms a.s. *GSM alarm CA-1802 "Athos"*. [online]. [cit. dne 07.03.2012], Dostupné z WWW: <<http://www.jablotron.cz/cz/Katalog/autotechnika/gsm+autoalarmy/autoalarm+ca1802+athos/>>
- [24] Jablotron alarms a.s. *BB-02 záložní zdroj* [online]. [cit. dne 13.03.2012], Dostupné z WWW: <http://www.jablotron.cz/upload/download/BB-02_CZ_MHF53904.pdf>
- [25] Gric, Petr. *Specifikace uzavřených olověných akumulátorových článků* [online]. [cit. dne 14.03.2012], Dostupné z WWW: <http://www.peg.cz/data/files/norma_eurobat.pdf>
- [26] Správa železniční dopravní cesty, státní organizace. *Obrazový katalog součástí železničních zařízení* [online]. 2012 [cit. dne 03.04.2012], Dostupné z WWW <<http://www.szdc.cz/pro-media/tiskove-konference/bezpenost-na-zeleznici/katalog-zel.soucasti.pdf>>
- [27] Husák, Miroslav. *Akcelerometry* [online]. [cit. dne 26.04.2012], Dostupné z WWW: <<http://www.micro.feld.cvut.cz/home/X34SES/prednasky/08%20Akcelerometry.pdf>>
- [28] Vojáček, Antonín. *3D MEMS akcelerometry* [online]. 2007 [cit. dne 26.04.2012], Dostupné z WWW: <<http://www.hw.cz/soucastky/jak-pracuji-nove-3d-mems-akcelerometry-freescale.html>>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1	- Elektrifikované tratě na území ČR (http://www.szdc.cz/obrazky/mapy/pocty-tratovych-koleji.gif).....	10
Obr. 1.2	- Trolejové vedení prosté [2].....	11
Obr. 1.3	- Řetězovkové trakční vedení a) polokompenzované, b) kompenzované, c), d) s pomocným závěsným lanem [2].	12
Obr. 1.4	- Typy stožárů [1].....	13
Obr. 1.5	- Trolejový vodič 100 mm ² Cu [2].....	15
Obr. 1.6	- Věšák [1]	15
Obr. 1.7	- Konzoly trolejového vedení – nový typ [3].....	15
Obr. 1.8	- Pevné kotvení [1].....	16
Obr. 1.9	- Pohyblivé kotvení [1]	16
Obr. 1.10	- Napínací kladka [1].....	16
Obr. 1.11	- Možné způsoby řešení výměn sestav	17
Obr. 1.12	- Pevný bod nosného lana (pohled ze shora) [1]	17
Obr. 1.13	- Pevný bod na širé trati.....	17
Obr. 1.14	- Pevný bod trolejového drátu a nosného lana	18
Obr. 1.15	- Klikatost vedení [1].....	18
Obr. 1.16	- Izolátor a) spirálový 3 kV oko - oko, b) spirálový 3 kV objímka - objímka, c) spirálový 25 kV oko - oko, d) spirálový 25 kV oko – objímka, e) tyčový [5]	20
Obr. 1.17	- Pružnost trolejového vedení [1].....	22
Obr. 1.18	- Časové průběhy polohy kontaktního bodu [14]	23
Obr. 2.1	- Upravené pákové kleště [9].....	28
Obr. 2.2	- Způsob krádeže lana pevného bodu	29
Obr. 2.3	- Pevný bod [9]	29
Obr. 2.4	- První místo přestřižení lana [9].....	29
Obr. 2.5	- Druhé místo přestřižení lana u následující podpěry [9]	30
Obr. 2.6	- Riziko zachycení zbytků lan sběračem trakčního vozidla.....	31
Obr. 2.7, 2.8	- Zbytky lan pevného bodu z případu zasahující do průjezdného profilu (Zdroj Policie ČR)	31
Obr. 2.9, 2.10	- Poškozená elektrická lokomotiva řady 163 v žst. Rosice nad Labem (Zdroj Policie ČR)	32

Obr. 2.11 - Poškozený sběrač lokomotivy řady 163 (Zdroj Policie ČR)	32
Obr. 3.1 - Lokality krádeží lan pevných bodů v Pardubickém kraji (Zdroj Policie ČR)	34
Obr. 3.2 - Vybrané pevné body na žel. trati Choceň – Týniště nad Orlicí	36
Obr. 3.3 - Vybrané pevné body na žel. trati Choceň – Týniště nad Orlicí – letecký snímek	36
Obr. 3.4 - Komparace stopy z místa činu a pokusné stopy (Zdroj Policie ČR)	38
Obr. 4.1 - Blokové schéma zabezpečovacího řetězce EZS [11]	39
Obr. 4.2 - Detail skutečného provedení izolátoru, táhla a objímky PB	45
Obr. 4.3 - Upevnění lana pevného bodu přes izolátor a táhlo ke sloupu trakčního vedení	46
Obr. 4.4 - Pád lana pevného bodu po jeho přestřižení	47
Obr. 4.5 - Detail pohybu táhla s izolátorem a lanem PB	47
Obr. 4.6 - Ze skutečného případu v Německu (uchycení lana a izolátoru je obdobné jako v ČR) [9]	47
Obr. 4.7 - Rozmístění optických detektorů (optické závory)	49
Obr. 4.8 - CA-550 digitální náklonový snímač [18]	51
Obr. 4.9 - JA-82SH bezdrátový detektor otřesu nebo náklonu [19]	51
Obr. 4.10 - JA-83M bezdrátový magnetický detektor otevření [20]	52
Obr. 4.11 - Blokové schéma způsobu předání poplachového signálu [11]	54
Obr. 4.12 - Schéma originálního zapojení GSM alarmu CA-1802 [23]	59
Obr. 4.13 - Schéma upraveného zapojení GSM alarmu CA-1802	60
Obr. 4.14 - Vliv teploty při vybíjení akumulátoru na dostupnou kapacitu (zdroj www.elnika.cz)	61
Obr. 4.15 - BB-02 záložní zdroj (akumulátor) [24]	64
Obr. 4.16 - Pojistková skříň ČEZ	65
Obr. 4.17 - Instalační krabice GW44 220	65
Obr. 4.18 - Návrh vnitřního uspořádání jednotlivých komponent EZS	66
Obr. 4.19 - Vnitřní uspořádání komponent EZS - detail	66
Obr. 4.20 - Vnitřní uspořádání komponent EZS - celek	66
Obr. 4.21 - Ukázka obsluhy GSM alarmu přes webové prostředí (www.gsmlink.cz)	67
Obr. 5.1 - Základní princip MEMS akcelerometru [28]	69
Obr. 5.2 - Rozmístění detektorů a ústředny v rámci jednoho pevného bodu	70

Obr. 5.3 - Stahovací pásy (zleva polyamidový, ocelový) a úchytky (zdroj http://www.tme.eu).....	71
Obr. 5.4 - Instalační krabice [21]	72
Obr. 5.5 - Nastavení parametrů JA82-SH [19].....	72
Obr. 5.6 - Vlastní instalace a umístění detektoru JA82-SH na táhlo.....	74
Obr. 5.7 - Vlastní instalace a umístění detektoru JA82-SH na lano.....	75
Obr. 6.1 - Obrazový katalog železničních součástí (ukázka obsahu) [26]	80
Obr. 6.2 - Škody způsobené na železnici krádežemi v roce 2011 [26]	80

SEZNAM TABULEK

Tab. 1.1	- Přehled stožárů trakčního vedení (Zdroj SŽDC).....	14
Tab. 1.2	- Vzdušné vzdálenosti [4]	19
Tab. 1.3	- Maximální přípustné teploty - překročení může narušit mechanické vlastnosti materiálů [4].....	19
Tab. 1.4	- Hodnoty izolátorů DZL [1].....	19
Tab. 1.5	- Přehled používaných materiálů [1]	21
Tab. 1.6	- Parametry trolejových vedení [1]	24
Tab. 2.1	- Přehled cen výkupu kovového odpadu k 28.12.2011 (http://www.druhotnesuroviny.cz/cenik-kovu)	25
Tab. 2.2	- Škody způsobené krádežemi barevných kovů na síti SŽDC [8]	27
Tab. 4.1	- Dělení detektorů dle typu ochrany [11]	41
Tab. 4.2	- Rušení PIR detektorů [11]	44
Tab. 4.3	- Souhrn použití detektorů v dané kategorii předmětové ochrany při aplikaci na trakčním vedení	50
Tab. 4.4	- Základní parametry polohových detektorů [18, 19].....	52
Tab. 4.5	- Základní parametry magnetických detektorů [20].....	53
Tab. 4.6	- Technické parametry ústředny OASiS JA-82K [22].....	57
Tab. 4.7	- Technické parametry GSM alarmu CA-1802 „Athos“ [23]	58
Tab. 4.8	- Přehled proudových odběrů jednotlivých komponent EZS	61
Tab. 4.9	- Parametry akumulátoru SA-214 (Zdroj Jablotron alarms a.s.).....	63
Tab. 4.10	- Technické parametry záložního zdroje (akumulátoru) BB-02 [24]	64
Tab. 4.11	- Zvolené hodnoty jednotlivých přepínačů	67
Tab. 5.1	- Přehled cen jednotlivých komponent EZS	77
Tab. 5.2	- Srovnání nákladů na jednotlivé typy ostrahy	78

SEZNAM ZKRATEK

- AC - střídavý proud (z anglického Alternating Current)
- BZ - bronz
- DC - stejnosměrný proud (z anglického Direct Current)
- ELMG - elektromagnetický
- EZS - elektronická zabezpečovací signalizace
- PB - pevný bod
- PCO - pult centralizované ochrany
- SŽDC - správa železniční dopravní cesty
- TNS - trakční napájecí stanice
- ŽDC - železniční dopravní cesta
- ŽST - železniční stanice

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 - Tabulky nastavovacích parametrů GSM Alarmu Athos

Tabulky nastavovacích parametrů GSM Alarmu Athos

Nastavovací tabulka [23]

ZÁPIS NA SIM	TEXT SMS PŘÍKAZU	POPIS CHOVÁNÍ
RESET 1 (zápis je po provedení ze sim smazán)	MASTER RESET 1	Volba režimu funkce. RESET 1 = alarm s vlastním dálkovým ovládním, poskytuje signály pro centrální zamykání. Provedení resetu signalizují 4 houknutí. Provedení příkazu RESET maze veškerá nastavení alarmu i dříve naučené dálkové ovladače a bezdrátové snímače.
Nelze	MASTER UC UUUU	Změna uživatelského kódu - kód je určen k uživatelskému ovládním - ovládním pomocí SMS z cizího telefonu. UUUU je nový user kód. Z výroby je kód nastaven na USER. Kód může mít délku 4 až 8 znaků, přípustné jsou znaky a až z a 0 až 9, malá a velká písmena se nerozlišují.
Nelze	MASTER MC XXXX	Změna master kódu - kód je určen k servisnímu nastavení parametrů autoalarmu. XXXX je nový master kód. Z výroby nastaveno MASTER, kód může mít délku 4 až 8 znaků, přípustné jsou znaky a až z a 0 až 9, malá a velká písmena se nerozlišují.
TEL1 XX...X	MASTER TEL1 XX...X	Nastavení telefonních čísel na která budou předány poplachové zprávy a ze kterých je možné autoalarm ovládat příkazovými SMS bez uživatelského kódu. Příklad : MASTER TEL2 +420602123456 nastaví druhé telefonní číslo na +420602123456. MASTER TEL3 0 zruší předávání poplachové informace na třetí telefonní číslo.
TEL2 XX...X	MASTER TEL2 XX...X	
TEL3 XX...X	MASTER TEL3 XX...X	
TEL4 XX...X	MASTER TEL4 XX...X	
Nelze	MASTER LEARN RC	Učení ovladačů rc-8x
Nelze	MASTER LEARN INT (EXT)	Učení bezdrátových detektorů ja-8x
DIP ABCDEFGHIJ	MASTER DIP ABCDEFGHIJ	Nastavení provozních parametrů zařízení – detailně viz tabulka DIP.
SET ABCDEFGHIJ	MASTER SET ABCDEFGHIJ	Nastavení instalačních parametrů zařízení – detailně viz tabulka SET.
TELU XX...X	MASTER TELU XX...X	Nastavení čísla pro udržení kreditu na předplacené kartě. 1x za měsíc na číslo zavolá, hovor 10 s.

Nastavovací tabulka parametrů DIP (silně zvýrazněny jsou zvolené nastavené funkce) [23]

DIP	Popis nastavení	
	0	1
A	0 = tiché ovládání bez potvrzení sirénou 1 = akustické potvrzení při zajištění a odjištění (nezálohovaná siréna) 10ms 2, 3, 4 ... 9 = akustické potvrzení při zajištění a odjištění (jiné typy sirén), délka impulzu je pak 20, 30, 40, 50, 100, 200, 300 nebo 500 ms	
B	Tichý poplach	Siréna houká při poplachu
C	Při poplachu odeslána pouze SMS – bez prozvonění	Při poplachu SMS zprávy a prozvonění
D	Povelové SMS nejsou potvrzovány	Provedení povelové SMS potvrzuje SMS odpověď
E	0 = autoalarm nelze ovládat pouhým prozvoněním 1 = ovládání prozvoněním povoleno z telefonního čísla TEL1 2 = ovládání prozvoněním je povoleno z TEL1 a TEL2 3 = ovládání prozvonění je povoleno z TEL1, TEL2 a TEL3 4 = povoleno ze všech čísel TEL1 až TEL4	
F	Autoalarm nepotvrzuje ovládání prozvoněním	Ovládání prozvoněním potvrdí SMS na tel. číslo, které volalo
G	Uživatel nemůže měnit texty SMS událostí	Uživatel může instrukcí TXT nastavit vlastní texty SMS událostí
H	Funkce REARM (znovu zamknutí) vypnuta	Alarm se zajistí, když do 1 minuty po odjištění nikdo nenastoupí
I	0 = Imobilizace zajištěním nebo blokovací SMS 1 = Imobilizace při zajištění, při zablokování SMS a též v případě, že je klíček zapalování vypnut déle než 5 minut (AUTOIMO) 2 = Imobilizace pouze při zablokování příkazovou SMS 3 = Imobilizace zajištěním a blokovací SMS; je-li vypnut klíček zapalování a odjištěno 60 minut, pošle SMS STATUS – upozorní na nezajištění	
J	Auto-lokalizace vypnuta	Při poplachu a při provedení instrukce IMO se vyše automaticky poloha vozu

Nastavovací tabulka parametrů SET (silně zvýrazněny jsou zvolené nastavené funkce) [23]

SET	Popis nastavení	
	0	1
A	0 = Signalizace otevřených dveří a aktivace INP při zajištění vypnuta 1 = Signalizace otevřených dveří a aktivace INP při zajištění zapnuta 2 = Aktivace INP při zajištění zapnuta, signalizace otevřených dveří zpožděna 10s 3 = Aktivace INP při zajištění zapnuta, signalizace otevřených dveří vypnuta	
B	Čidlo poklesu napětí vypnuto	Čidlo poklesu napětí zapnuto
C	Doba trvání zamykacího / odemykacího signálu 0 = 0,5 / 0,5 s (vhodné pro elektromechanické zámky) 1 = 4 / 4 s (vhodné pro pneumatické zámky) 2 = 60 / 0,5 s (vhodné pro automatické zavření oken)	
D	Nastavení logiky signálu při otevření dveří (vstup DOOR) 1 = vstup bude aktivován při spojení s kostrou vozu (GND) 2 = vstup bude aktivován odpojením od kostry vozu (GND)	
E	Nastavení logiky poplachového vstupu INP 1 1 = vstup bude aktivován při spojení s kostrou vozu (GND) 2 = vstup bude aktivován odpojením od kostry vozu (GND)	
F	Nastavení logiky poplachového vstupu INP 2 0 = vstup bude aktivován při spojení s kostrou vozu (GND); hlídá i v odjištěném stavu 1 = vstup bude aktivován při spojení s kostrou vozu (GND) 2 = vstup bude aktivován odpojením od kostry vozu (GND)	
G	v tomto režimu nemá funkci, můžete zadat 0	
H	v tomto režimu nemá funkci, můžete zadat 0	
I	v tomto režimu nemá funkci, můžete zadat 0	
J	0 = výstup AUX je sběrnici pro komunikaci s moduly CR-11A 1 = výstup AUX poskytuje napájení pro externí čidla	

Tabulka textů SMS [23]

zz	Text z výroby	zz	Text z výroby
	SMS povely:	48	Telefon 4
01	AM	49	Telefon - UC
02	DM	50	Telefon - MC
03	IMO	51	Bezdrátový detektor 1
04	UNIMO	52	Bezdrátový detektor 2
05	STATUS	53	Bezdrátový detektor 3
06	HELP	54	Bezdrátový detektor 4
07	CREDIT	55	Bezdrátový detektor 5
08	DIAL	56	Bezdrátový detektor 6
09	HF	57	Bezdrátový detektor 7
10	LOCATOR	58	Bezdrátový detektor 8
11	MC	59	Bezdrátový ovladač 1
12	UC	60	Bezdrátový ovladač 2
13	DIP	61	Bezdrátový ovladač 3
14	TEL	62	Bezdrátový ovladač 4
15	LEARN	Stavové informace:	
16	SIREN	64	Autoalarm hlásí
17	SET	65	Stav:
18	AUXA	66	Zajištěno
19	AUXB	67	Odjištěno
25	ON	68	Zapalování zapnuto
26	OFF	69	Zapalování vypnuto
Události:		70	Zablokováno
30	Poplach	71	Odblokováno
31	Zrušení poplachu uživatelem	72	Bez narušení
32	Požární poplach	73	Dočasný poplach
33	Sabotážní poplach	74	Nízké napětí akumulátoru
34	Odjištění	75	Ztráta napájecího napětí
35	Zajištění	76	Obnovení napájení
36	Vybití baterie	77	Čas:
37	Zablokováno	79	částečně
38	Odblokováno	Potvrzení povelové SMS :	
Zdroje událostí:		81	Povel proveden.
40	Klíček zapalování	82	Chybné zadání povelu.