

Zariadenie pre diagnostiku zberačov elektrických hnacích vozidiel

Kľúčové slová: *zdvih trolejového drôtu, pružnosť trolejového vedenia, prítláčná sila zberača.*

1. Úvod

Zariadenie bolo skonštruované za účelom monitorovania stavu zberačov elektrických hnacích vozidiel. Monitorovanie sa uskutočňuje pomocou merania zdvihu trolejového drôtu ako jedného z rozhodujúcich, životnosť vedenia určujúcich parametrov. Zvýšený zdvih môže byť spôsobený chybou, alebo zle nastaveným prítlakom zberača hnacieho vozidla. Zvýšený prítlak zberača spôsobuje nadmerné opotrebovávanie trolejového drôtu. Znížený prítlak spôsobuje odskoky, čím dochádza k oblúkom a opaľovaniu trolejového drôtu. Monitorovaním a diagnostikovaním chybné nastavených zberačov možno včas odhaľovať vznikajúce chyby a predchádzať aj väčším škodám.

2. Teoretické aspekty

Parametre, ktorými možno popísať a hodnotiť dynamické správanie sa systému zberač-trolejové vedenie, vyplývajú z fyzikálnych vlastností zložiek systému a ich vzájomnej súhry. Tieto dve zložky systému s rozličnými hmotami, tlmiacimi vlastnosťami a vlastnými frekvenciami sú navzájom prepojené prítláčnou silou. Sila medzi zberačom a trolejovým vedením pozostáva z nasledovných zložiek

$$F = F_0 \pm F_r + F_{aer} \pm F_{dyn}$$

kde je:

F_0 – statická prítláčná sila

F_r – trecia sila účinkujúca proti pohybu zberača

F_{aer} – sila pozostávajúca z jednotlivých aerodynamických síl na rozličných častiach zberača, spôsobená prúdením vzduchu

F_{dyn} – dynamické zmeny prítláčnej sily, ktoré vznikajú zo spolupráce obidvoch zložiek systému zberač – vedenie

Súčet prvých troch členov v rovnici udáva strednú hodnotu prítláčnej sily zberača. K stanoveniu hodnôt zdvihu, resp. prítláčnej sily zberača je potrebné poznať pružnosť vedenia.

Pružnosť je daná vzťahom

$$e = \frac{\Delta h}{\Delta F} \text{ [mm.N}^{-1}\text{]}$$

kde je:

Δh – zdvih trolejového drôtu,

ΔF – sila spôsobujúca zdvih.

Zo strednej hodnoty prítlačnej sily zberača a pružnosti trolejového vedenia je možné vypočítať zdvih ku ktorému pristupuje ešte dynamický podiel od narastania jazdnej rýchlosti. Pretože k najväčšiemu zdvihu trolejového drôtu dochádza v momente prechodu zberača a z hľadiska hodnotenia kvality prúdového odberu je rozhodujúci zdvih v mieste trakčnej podpery, meraním tohto parametra je možné monitorovať a vyhodnocovať kvalitu zberačov z hľadiska nastavenia prítlačných síl v dynamickom režime. Podrobnejšie je táto problematika popísaná v [1].

3. Technické riešenie

Podstata monitorovania zberačov trakčných hnacích vozidiel spočíva v meraní zdvihu trolejového drôtu v závislosti od nastavených prítlakov jednotlivých zberačov prechádzajúcich diagnostickým stanovišťom. Zariadenie teda pozostáva z diagnostického stanovišťa a vyhodnocovacieho pracoviska, ktoré sú prepojené medzi sebou dátovou linkou.

3.1 Diagnostické stanovište

Diagnostické stanovište je ako líniová stavba umiestnené na koľaji č. 2 železničnej trate Žilina – Bratislava v traťovom úseku Piešťany – Veľké Kosťoľany, žkm 77,685 až 77,923 a pozostáva z meraného úseku trate v dĺžke 206 m a kontrolného bodu. Na začiatku meraného úseku je na trakčnej podpere umiestnený difúzny optický snímač, ktorý pri prejazde vlaku vytvára „START“ impulz, spúšťajúci meranie zdvihu trolejového drôtu. Na konci meraného úseku je na trakčnej podpere umiestnený obdobný difúzny optický snímač, ktorý pri prechode vlaku vytvára „STOP“ impulz, ukončujúci meranie zdvihu trolejového drôtu. Zo známej vzdialenosti medzi trakčnými podperami a nameraného času prechodu vlaku sa vypočíta jeho priemerná rýchlosť. Rýchlosť vlaku sa počíta v meracej ústredni, ktorá je umiestnená na tej istej trakčnej podpere ako difúzny optický snímač vytvárajúci impulz „STOP“. Táto trakčná podpera predstavuje kontrolný bod.

3.2 Kontrolný bod

Na obr. č.1 je pohľad na kontrolný bod. Tvorí ho trakčná podpera na ktorej je umiestnená konzola so snímačom zdvihu, meracia ústredňa a optický difúzny snímač impulzu „STOP“. Pohyb trolejového drôtu sa na snímač zdvihu prenáša pomocou laminátovej tyče, ktorá zároveň plní funkciu izolátora. Na trakčnej podpere sú umiestnené ešte korekčné snímače sily a smeru vetra a snímač teploty. Do meracej ústredne sú privedené výstupy všetkých snímačov. Meracia ústredňa je umiestnená v uzamykateľnej plastovej skrinke vo výške asi 3 metre od betónovej pätky trakčnej podpery. Činnosť meracej ústredne sa riadi programom v mikropočítačovej jednotke a nevyžaduje obsluhu. Namerané dáta sa prenášajú na vyhodnocovacie pracovisko cez dátovú linku pomocou modemov.

3.3 Dátová linka

Prenos dát sa uskutočňuje na prenajatej pevnej linke v hovorovom pásme pomocou modemov. Dátový výstup modemu na strane meracej ústredne sa pripája cez translátor na

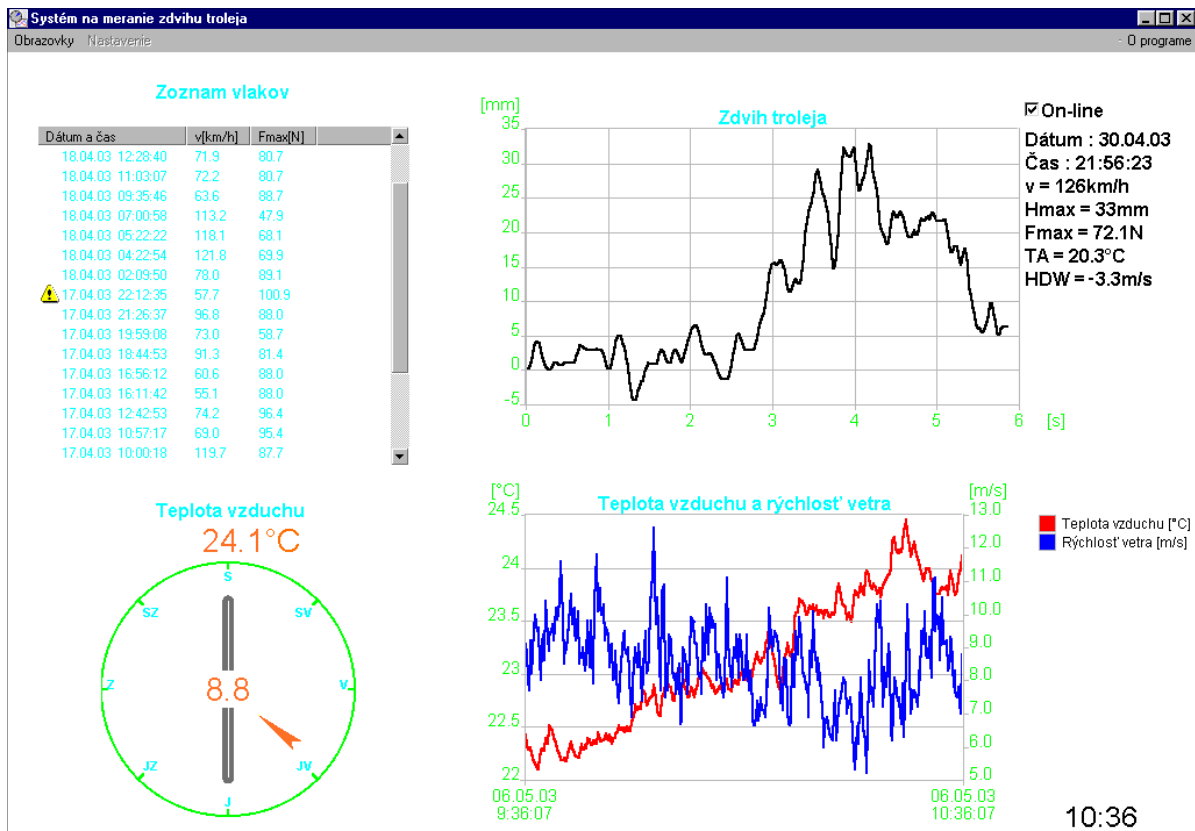
traťový kábel v mieste stavby zariadenia. Traťovým káblom pokračuje do Leopoldova, kde prechádza na diaľkový kábel BK 300 a týmto pokračuje na zosilňovaciu stanicu do Žiliny. Miestnym káblom končí na pracovisku elektrodispečerov.

V súčasnosti sa namerané dáta prenášajú od kontrolného bodu až na vyhodnocovacie pracovisko VVÚŽ SETZT Vrútky.

3.4 Vyhodnocovacie pracovisko

Vyhodnocovacie pracovisko tvorí počítač PC Pentium I s modemom pre príjem meraných dát. Počítač pracuje s operačným systémom Windows 95. Na spracovanie, archiváciu a grafickú prezentáciu priebehu zdvihu trolejového drôtu a meteorologických údajov (teplota vzduchu, rýchlosť a smer vetra) bolo vytvorené programové vybavenie s názvom WinTrolej.

Po spustení programu sa na monitore otvorí hlavné okno (viz obr. 1), ktoré obsahuje:



Obr. 1: Hlavné okno programu

- Zoznam vlakov s dátumom, časom, rýchlosťou vlaku a hodnotou maximálneho prítlaku. Ak bol zdvih trolejového drôtu mimo nastaveného rozsahu, je pred dátumom príslušného vlaku zobrazená ikona s výkričníkom.
- Graf priebehu zdvihu trolejového drôtu posledného zaznamenaného vlaku, prípadne vlaku vybratého zo zoznamu vlakov. Okrem grafu obsahuje toto okno ešte dátum a čas prejazdu vlaku, rýchlosť vlaku, maximálny zdvih trolejového drôtu a z neho vypočítaný maximálny prítlak, teplotu vzduchu a protivietor (pozdĺžnu zložku rýchlosti vetra) v čase prejazdu vlaku.

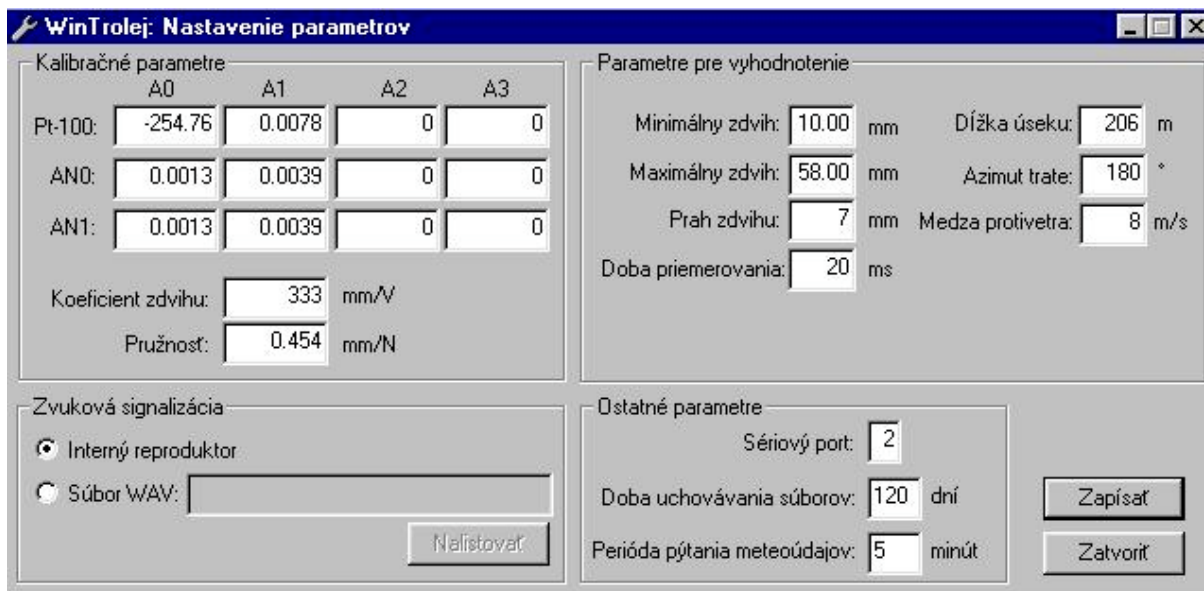
- Aktuálny údaj teploty vzduchu, rýchlosti a smeru vetra.
- Časový priebeh teploty vzduchu a rýchlosti vetra za posledné tri hodiny (perióda vzorkovania meteorologických údajov je nastaviteľná od 1 minúty).
- Aktuálny čas.

Program pracuje v automatickom režime a nepotrebuje žiadny zásah operátora. Po prejazde vlaku a prijatí súboru meraní z meracej ústredne sa vlak zaznamená do zoznamu vlakov a zobrazí sa priebeh zdvihu trolejového drôtu s ďalšími údajmi vedľa grafu. Súčasne sa meranie zaznamená do súboru na pevnom disku v podadresári DATA. Ak bol zdvih trolejového drôtu mimo nastavené hranice, program vygeneruje výstražný zvukový signál. Na obrazovke sa do zoznamu vlakov vyznačí znak výkričník a údaje o zdvihu a prítlácej sile vedľa grafu sa zvýrazia blikaním týchto údajov. Okrem toho v pravidelných (nastavených) intervaloch žiada od meracej ústredne zaslanie meteorologických údajov a zobrazuje ich.

Dvojitým kliknutím ľavého tlačítka myši na ľubovlný vlak v zozname vlakov je možné zobrazíť priebeh zdvihu trolejového drôtu a ďalšie údaje týkajúce sa príslušného vlaku. Jednotlivé merania sa ukladajú do podadresára DATA do súborov s názvom RRMMDDHHMMSS.DAT (RR je rok, MM je mesiac resp. minúta, DD je deň, HH je hodina a SS sekunda).

Vyhodnocovanie merania sa uskutočňuje z prijatých súborov, ktorých údaje sa ukladajú na pevný disk počítača. Hodnoty napätia získané zo snímača zdvihu trolejového drôtu sa s použitím príslušných koeficientov prepočítavajú na zdvih trolejového drôtu a prítlak zberača. Pri výpočte sa používa priemer niekoľko po sebe nasledujúcich hodnôt podľa zadanej doby priemerovania. Prvá takto získaná hodnota sa považuje za vzťažnú, ďalšie hodnoty sa od nej odpočítavajú. Po spracovaní celého súboru sa zistí, či bola hodnota zdvihu v stanovených medziach a ak nie, program vydá výstražný zvukový signál a prekročené hodnoty zvýrazia blikaním na obrazovke.

Súčasťou programového vybavenia je program „NASTAVENIE.EXE“, ktorý umožňuje zadávať rôzne parametre, ktoré sa používajú pri spracovaní merania podľa obrázku 2.



Obr. 2: Nastavenie parametrov

Pre zapísanie zmeny nastavených parametrov je potrebné ukončiť program „METVIEW.EXE“ a znovu ho spustiť.

Zoznam jednotlivých parametrov a ich predvolené hodnoty sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Parametre programu

Názov	Popis	Predvolená hodnota
Kalibračné parametre		
Pt-100 ¹⁾	Koeficienty polynómu použitého na prepočet údajov A/D prevodníka meracej ústredne na teplotu vzduchu	A0=-254,76 A1=0,0078 A2=A3=0
AN0, AN1 ¹⁾	Koeficienty polynómu použitého na prepočet údajov A/D prevodníka meracej ústredne na napätie	A0=0,0013 A1=0,0039 A2=A3=0
Koeficient zdvihu	Koeficient prepočtu napätia (U) na zdvih trolejového drôtu (H): $H=k \cdot U$	333 mm/V
Pružnosť	Koeficient prepočtu zdvihu trolejového drôtu (H) na prítlak (F): $F=H/k$	0,454 mm/N
Parametre pre vyhodnotenie		
Minimálny zdvih	Medze normálneho zdvihu trolejového drôtu. Ak je maximálny zdvih mimo tohto rozsahu, program vydá zvukový signál a vlak označí výkričníkom.	10,00 mm
Maximálny zdvih		58,00 mm
Prah zdvihu	Ak je maximálny zdvih menší, ako táto hodnota, vlak nie je považovaný za elektrický a meranie sa ďalej nevyhodnocuje	7 mm
Doba priemerovania	Doba, za ktorú sa vypočíta priemerná hodnota zdvihu zo vzoriek získaných meracou ústredňou. Používa sa pri ďalšom spracovaní.	20 ms
Dĺžka úseku	Vzdialenosť snímačov prejazdu vlaku. Používa sa na výpočet rýchlosti vlaku	206 m
Azimut trate	Používa sa na výpočet protivetra	180 °
Medza protivetra	Najnižšia hodnota protivetra (pozdĺžnej zložky vetra), pre ktorú je v grafe zdvihu trolejového drôtu protivietor zvýraznený blikaním údajov	8 m/s
Zvuková signalizácia		
Interný reproduktor	Voľba druhu zvukovej signalizácie, ak je maximálny zdvih mimo normálneho rozsahu	Interný reproduktor
Súbor WAV		
Ostatné parametre		
Sériový port	Číslo sériového portu použitého na komunikáciu s meracou ústredňou	2
Doba uchovávanía súborov	Doba, po ktorej sa z podadresára DATA\ vymazávajú súbory merania (okrem vlakov, pri ktorých bol zdvih trolejového drôtu mimo normy)	120 dní
Periódapýtania meteoúdajov	Periódapýtania meteorologických údajov (teplota vzduchu, rýchlosť a smer vetra) od meracej ústredne	5 minút

¹⁾ Predvolené údaje boli získané kalibráciou vstupov meracej ústredne. Ich zmena prichádza do úvahy len po rekalibrácii

Hodnota protivetra (HDW) sa počíta z rýchlosti (WS), smeru vetra (WD) a azimutu trate (α) podľa vzorca :

$$HDW = WS \cdot \cos (WD - \alpha) \text{ [m/s; m/s, rad, rad]}$$

Kladná hodnota protivetra zodpovedá vetru proti smeru jazdy vlaku, záporná v smere jazdy vlaku. Program umožňuje zadať v nastavovacom programe medzu protivetra, pri prekročení ktorej sa údaj HDW zvýrazní blikaním.



Obr. 3: Kontrolný bod

4. Záver

Zariadenie je v prevádzke približne rok. Počas prevádzky boli za účelom optimálneho nastavenia tolerančného pásma zdvihu vykonávané tzv. ciachovacie merania rôznymi typmi hnacích vozidiel pri min. a max. nastavovaných prítlakoch. Nameraná databáza prevádzkovaných zberačov sa priebežne analyzuje a upravujú sa medzné hodnoty tolerančného pásma zdvihu. Taktiež sa analyzujú meteorologické údaje, hlavne smer a rýchlosť vetra, pre automatické spracovanie týchto korekčných členov vo vyhodnocovacom procese.

Literatúra:

[1] Systém monitorovania TV, zberačov a zvršku v prevádzkových režimoch. Závěrečná správa VVÚŽ SETZT Vrútky, 2003.

Vrútky, september 2003

Lektoroval: Doc. Ing. Karel Hlava, CSc.
ČD SŽE Hradec Králové
Univerzita Pardubice