



**26. MEDZINÁRODNÁ KONFERENCIA
„SÚČASNÉ PROBLÉMY V KOĽAJOVÝCH
VOZIDLÁCH - PRORAIL 2023“
20. – 22. septembra 2023, Žilina, Slovensko**

<https://doi.org/10.26552/spkv.Z.2023.2.40>

NOVÉ DIAGNOSTICKÉ VOZIDLÁ NA ŽSR NEW DIAGNOSTIC VEHICLES ON SLOVAK RAILWAYS

Ján URDA^{*)}

1 ÚVOD

Hlavnou činnosťou Železníc Slovenskej republiky (ŽSR) je správa, údržba a prevádzkovanie železničnej infraštruktúry. Pre bezpečnosť a prevádzkyschopnosť dopravnej cesty je potrebné údržbou a opravnými zásahmi zabrániť degradácii jednotlivých jej súčastí. Jednou z možností ako tento stav dosiahnuť je aj diagnostika.

Základný výkon činností súvisiacich s diagnostikou zariadení infraštruktúry zabezpečuje príslušný správca infraštruktúry ŽSR. Výkon diagnostických činností a meraní zabezpečuje vlastnými zamestnancami, prostredníctvom vnútornej organizačnej jednotky ŽSR Výskumného a vývojového ústavu železníc Žilina (VVÚŽ) a v niektorých prípadoch cestou externých dodávateľov.

Výkony diagnostiky a jej opakovateľnosť sa vykonáva na základe kontrolnej a dohľadacej činnosti vyplývajúcej z „Metodického usmernenia riaditeľa Odboru infraštruktúry Generálneho riaditeľstva ŽSR (GR ŽSR) ku kontrole stavieb a zariadení železničnej infraštruktúry“. Hodnotenie parametrov stavieb a zariadení infraštruktúry sa vykonáva v zmysle príslušných noriem EN, STN, predpisov a nariadení ŽSR.

ŽSR s cieľom zabezpečiť kvalitnejšiu, presnejšiu a modernejšiu diagnostiku dopravnej cesty vlastnými diagnostickými prostriedkami a vlastnými kapacitami, zahájilo v roku 2018 verejné obstarávanie na dodanie dvoch nových diagnostických vozidiel na nedeštruktívne skúšanie koľajníc - DV NDT a na meranie geometrických parametrov koľaje - DV GPK. Výsledkom bolo podpísanie zmluvy o dielo v decembri 2019 so združením firiem NDCon LOGIC, a.s. Praha a XML Team, s.r.o. Bratislava na dodanie nového diagnostického vozidla DV NDT a v januári 2020 so združením NDCon LOGIC, a.s. Praha a MER MEC, S.p.A. Monopoli na dodanie nového diagnostického vozidla DV GPK. Spoločnosť MER MEC, S.p.A. neskôr vystúpila zo združenia aj z celého projektu.

2 DIAGNOSTICKÉ VOZIDLO NA NEDEŠTRUKTÍVNE SKÚŠANIE KOĽAJNÍC (DV NDT) – PROJEKT, VÝROBA, SCHVÁLENIE

2.1 Projektová a realizačná dokumentácia

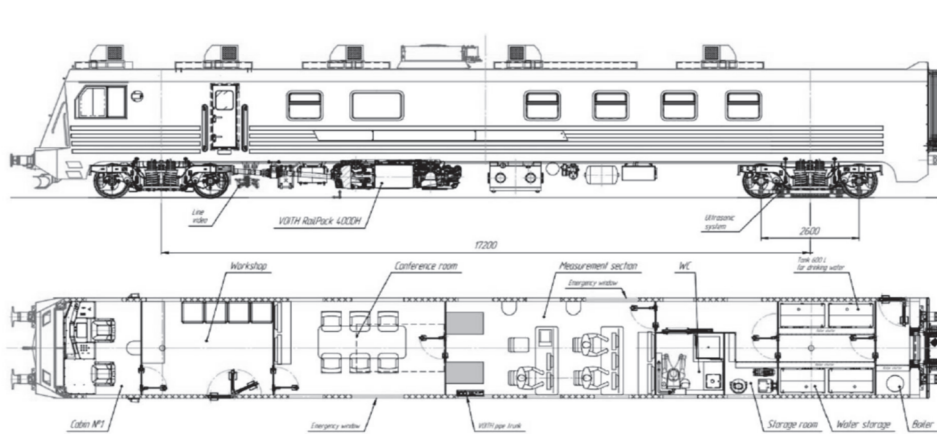
Práce na projekte DV NDT sa začali v januári 2020 stretnutím pracovných skupín zhotoviteľa a ŽSR. Výsledkom mnohých osobných ale aj online stretnutí bola vypracovaná „Projektová a realizačná dokumentácia DV NDT“ (PaRD), ktorá obsahovala základný popis vozidla a jeho technické parametre, popis a špecifikáciu meracích systémov, IT riešení

^{*)} **Ing. Ján URDA, PhD.**, ŽSR Výskumný a vývojový ústav železníc v Žiline, Hviezdoslavova 31, 010 02 Žilina, tel.: 00421 911 670 840, e-mail: urda.jan@zsr.sk, 45 rokov, riaditeľ.

a taktiež akceptačné a preberacie procedúry. Po schválení tejto dokumentácie oboma stranami mohol zhotoviteľ začať s výrobou.

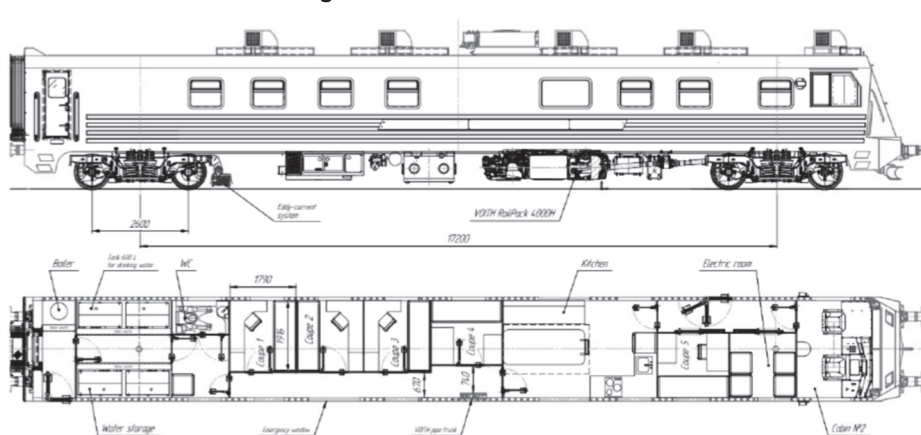
Základné technické parametre DV NDT:

- označenie: SEVER 1435 TWIN,
- rozchod: 1 435 mm,
- dvojvozidlová súprava (meracie a servisné vozidlo),
- vlastný zdroj pohybu (2 motory VOITH MAN R6 Diesel),
- dve rovnocenné radiace stanovišťa,
- max. rýchlosť jazdy: 120 km/h,
- max. rýchlosť pri meraní: 0 –70 km/h,
- prechod oblúkom: min. $R = 150$ m,
- celková dĺžka súpravy: 50 m (2 x 25 m),
- celková hmotnosť: 128 t (2x 64 t),
- 4 systémy brzdenia.



Obr. 1 Meracie vozidlo DV NDT

Fig. 1 Measure vehicle DV NDT



Obr. 2 Servisné vozidlo DV NDT

Fig. 2 Service vehicle DV NDT

2.2 Výroba DV NDT

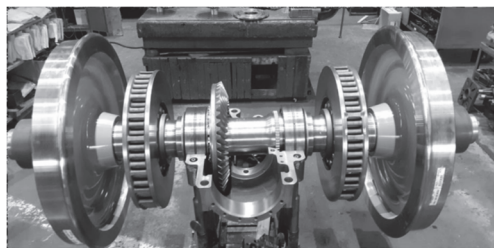
Výroba samotného DV NDT prebiehala vo výrobnom závode spoločnosti TVEMA v Moskve v Ruskej federácii a trvala približne 24 mesiacov.

Vo vozidle sú nainštalované tieto meracie systémy:

- vizuálna metóda - VT (TVEMA),
- ultrazvuková metóda - UT (TVEMA),
- vírivé prúdy - ET (PLR),
- lokalizačný a video systém (NDCon LOGIC),
- HW a SW riešenia (XML TEAM).

Ďalšie súčasti DV NDT:

- podvozky (GANZ),
- motory a prevodovka (VOITH MAN),
- brzdy (KNORR),
- nezávislé kúrenie (WEBASTO).



Obr. 3 Výroba skrine a podvozkov DV NDT

Fig. 3 Production of wagon and bogies DV NDT

2.2.1 Meracie systémy DV NDT

Vizuálna metóda – VT

- Vysokorýchlostný optický systém.
- 4 snímacie vysokorýchlostné kamery s rozlíšením 1600 x 1200 pixelov.
- Rozlíšenie obrazu 0,5 mm/pixel.
- Maximálna frekvencia kamery 68 kHz.
- Výkonný osvetľovací systém na báze LED technológie.
- Trvalý záznam povrchu koľajníc, upevňovadiel, podvalov a štrku.
- Možnosť okamžitej identifikácie charakteru chyby.
- Pozorovacie uhly zamerané na hlavu koľajnice, pojazdnú a nepojazdnú hranu, stojinu a hornú časť päty koľajnice.
- Systém VT zaisťuje synchronizáciu kamerových záznamov a údajov zo systémov UT a ET v závislosti od km polohy, resp. lokalizácie indikácií.

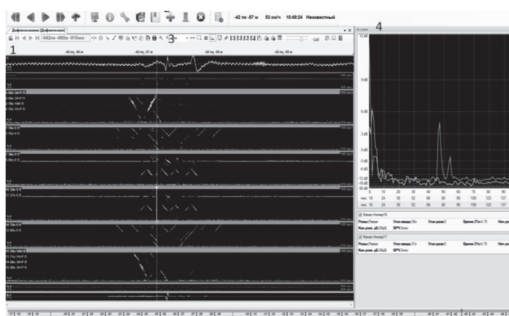


Obr. 4 Výstup z VT systému

Fig. 4 Output from the VT system

Ultrazvuková metóda – UT

- Systém klzných lyží s medzerovou väzbou na báze vody.
- Zásoba 6 400 l technickej vody (cca na 600 km merania, 10 l/km).
- 2 klzné lyžiny (v každej je zabudovaných 9 sond v 3 puzdrách 1x70°, 1x40°, 2x70°/14°, 2x58°/34°, 1x0°, 2x58°/34°, 2x70°/14°, 1x40°, 1x70°).
- Impulzná odrazová a prechodová metóda.
- Typy použitých ultrazvukových vln – pozdĺžna a priečna.
- Počet kanálov -18 (2 x 9 na každý koľajnicový pás).
- Menovitá frekvencia –2,5 MHz.
- Opakovacia frekvencia -100 až 4800 Hz.
- Rozsah zosilnenia -min 98 dB.
- Dynamický rozsah reg. signálov-min. 48 dB.
- Chyba v meraní určenia polohy voči meranému prierezu < ±2 mm.
- Doba uvedenia do prevádzky < 5 minút.
- Nepretržitá prevádzka min. 8 hodín.
- Spotreba energie pri meraní 1 kW.

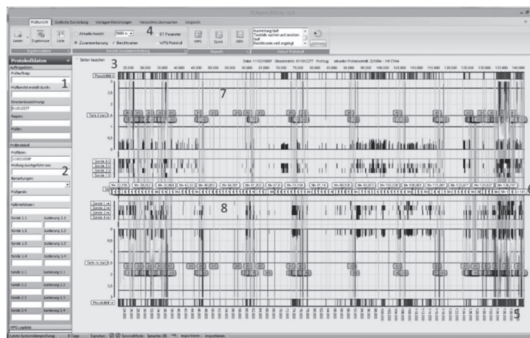


Obr. 5 Výstup z UT systému

Fig. 5 Output from the UT system

Vířivé prúdy – ET

- Systém kontroly na báze vířivých prúdov (SIS ET HS).
- Detekcia chýb HC a vyhodnotenie poškodenia povrchu hlavy koľajnice.
- Dokáže odfiltrovať nežiadúce ostatné chyby a štrukturálne zmeny.
- Vhodný na kvalitatívne posúdenie po reprofilácii hláv koľajníc.
- Spoľahlivá detekcia trhlín v hĺbkach 0,3 až 2,7 mm.
- Maximálna hĺbka vniku 5 mm.
- 4 snímače pre každý koľajnicový pás.
- Použité snímače HC-10 D03.
- Vzdialenosť snímača od skúšobného povrchu koľajnice je 1 mm.
- Snímače majú keramickú vložku ako ochranu proti opotrebeniu.
- Detekčný systém automatického zdvíhania meracích zariadení.



Obr. 6 Výstup z ET systému

Fig. 6 Output from the ET system

2.3 Schvaľovací proces DV NDT

Schvaľovací proces DV NDT zahŕňal:

- Preberacie procedúry.
- Akceptačné procedúry.
- Schválenie typu a povolenie od Dopravného úradu SR (DÚ SR).

Preberacie procedúry pozostávali z 5 čiastkových míľnikov a ich schválení:

- I. míľnik: Projektová a realizačná dokumentácia.
- II. míľnik: Ucelený funkčný celok „Vozidlo“ bez meracích systémov.
- III. míľnik: Ucelený funkčný celok „Vozidlo“ s meracími systémami, HW a SW.
- IV. míľnik: Akceptácia vozidla a schválenie DÚ.
- V. míľnik: Úspešné akceptačné konanie.

Akceptačné procedúry pozostávali z týchto dielčích postupov:

- Kontrola prevádzkovej dokumentácie.
- Skúška doby spustenia.
- Skúšobné jazdy na skúšobnej dráhe a prevádzkovaných úsekoch železničných tratí pre prezentovanie výsledkov skúšok s lokalizáciou koľají.
- Skúška uloženia výsledkov kontroly na počítači.
- Skúška opakovateľnosti meraní.
- Skúška reprodukovateľnosti meraní.
- Skúška spoľahlivosti meracieho systému.

Schválenie typu a povolenie na prevádzku na tratiach v SR od DÚ SR zahŕňalo:

- Vyhovujúcu technickú kontrolu.
- Vyhovujúcu technicko-bezpečnostnú skúšku.
- Schválenie typu Dopravným úradom SR.
- Udelenie povolenia na prevádzku na všetkých tratiach v SR od DÚ SR.

Po úspešnom absolvovaní všetkých preberacích a akceptačných procedúr zhotoviteľ získal dňa 22. 5. 2023 od DÚ SR schválenie typu vozidla a povolenie na prevádzku na všetkých tratiach v SR pod označením „SEVER 1435 TWIN“.



Obr. 7 DV NDT s označením SEVER 1435 TWIN
Fig. 7 DV NDT with designation SEVER 1435

3 DIAGNOSTICKÉ VOZIDLO NA MERANIE GEOMETRICKÝCH PARAMETROV KOĽAJE (DV GPK) – STAV PROJEKTU

Keďže projekt DV GPK je stále v riešení a vozidlo nebolo ešte dodané a prevzaté do vlastníctva ŽSR, uvádzam tu niekoľko faktov a momentálny stav projektu k 20.6.2023.

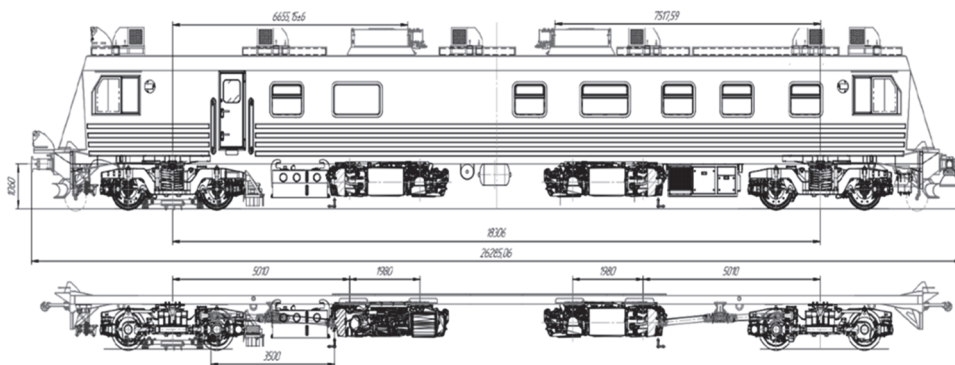
Práce na projekte DV GPK sa začali vo februári 2020 stretnutím pracovných skupín zhotoviteľa a ŽSR. Momentálne je ukončený:

- I. míľnik projektu (odovzdaná Projektová a realizačná dokumentácia),
- II. míľnik projektu (Ucelený funkčný celok „Vozidlo“ bez meracích systémov),
- III. míľnik projektu (Ucelený funkčný celok „Vozidlo“ s meracími systémami, HW a SW).

V súčasnosti prebieha IV. míľnik projektu (statické a dynamické testovanie, posudzovací a schvaľovací proces).

Základné technické parametre DV GPK:

- rozchod koľaje: 1 435 mm,
- adhézne stúpanie: do 40 ‰,
- prevádzková rýchlosť DV: 160 km/h,
- max. celková hmotnosť nazbrojeného vozidla: 72 t,
- maximálna hmotnosť na nápravu: 18 t,
- počet náprav: 4,
- dĺžka cez nárazníky: 26 285 mm,
- výška vozidla: 4 265 mm,
- šírka vozidla max.: 2 800 mm,
- vzdialenosť stredov podvozkov: 18 306 mm,
- usporiadanie pojazdu: B' B',
- max. elektrický odpor dvojkolesia meraný medzi jazdnými plochami: menší ako 0,01 Ω ,
- menovitý priemer kolies (nové/opotrebované): 920 mm/840 mm,
- priechodnosť minimálnym polomerom oblúka pri traťovej rýchlosti 5 km/h: 150 m,
- obrys vozidla UIC 505-1 (kinematický): G1.



Obr. 8 Schéma vozidla DV GPK

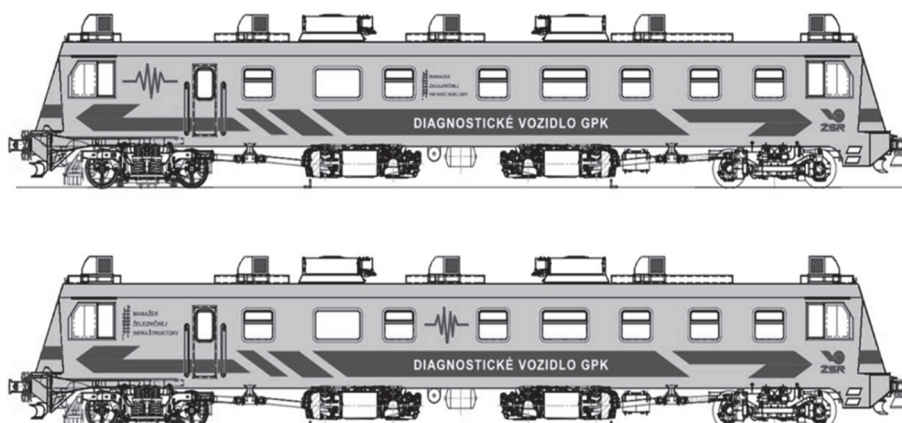
Fig. 8 Scheme vehicle DV GPK

Vo vozidle sú nainštalované tieto meracie systémy:

- merací systém geometrických parametrov koľaje (TVEMA),
- merací systém vlnkovitosti a mikrogeometrie povrchu hláv koľajníc (TVEMA),
- merací systém profilu koľajníc (TVEMA),
- merací systém priestorovej priechodnosti (RIEGL),
- merací systém profilu koľajového lôžka (RIEGL),
- merací systém osových vzdialeností koľají (RIEGL),
- merací systém zrýchlenia ložiskovej skrine (TVEMA),
- lokalizačný systém (NDCon LOGIC),
- automatizovaný kamerový systém (NDCon LOGIC).

Ďalšie súčasti DV GPK:

- podvozky (GANZ),
- motory a prevodovka (VOITH MAN),
- brzdy (KNORR),
- nezávislé kúrenie (WEBASTO).



Obr. 9 Návrh vozidla DV GPK

Fig. 9 Design vehicle DV GPK

4 PLÁNOVANÁ DIAGNOSTIKA TRATÍ ŽSR NOVÝMI DIAGNOSTICKÝMI VOZIDLAMI

Defektoskopická kontrola koľajníc a výhybiek a diagnostika GPK sú súčasťou systému starostlivosti o kvalitu pri výstavbe, údržbe a prevádzkovaní tratí ŽSR, pričom ich realizáciou sú plnené povinnosti zo zákona č. 513/2009 Z. z., Vyhlášky MDPT č. 350/2010, predpisov a noriem ŽSR.

Po úspešnom ukončení skúšobnej prevádzky DV NDT (do 12 mesiacov od prevzatia) sa predpokladá jeho postupné nasadzovanie do rutinej prevádzky. V roku 2025 predpokladáme úplné nahradenie externej dodávky výkonu diagnostiky defektoskopickej vlakovej súpravy novým DV NDT.

Intervaly a početnosti meraní musí sledovať cieľ, ktorým je zmena v pomere výkonov ručných meraní z externého prostredia a meraní DV NDT v prospech jeho využívania v majetku ŽSR. Plánujeme vykonávať min. 2 meracie kampane ročne na hlavných tratiach ŽSR.

Pri DV GPK predpokladáme taktiež po úspešnom ukončení skúšobnej prevádzky (do 12 mesiacov od prevzatia) jeho postupné nasadzovanie do rutinej prevádzky a nahradenie súčasného MV GPK. Plánujeme vykonávať min. 3 meracie kampane ročne na hlavných tratiach ŽSR.

5 ZÁVER

Obstaraním oboch DV získava ŽSR z pohľadu diagnostiky moderné diagnostické vozidlá s jednotným systémom zberu dát, s vyššou úrovňou automatizácie zberu a spracovania dát a taktiež s rozšírením možností a nástrojov spracovania a analýzy dát.

Na strane užívateľov dát je prínosom možnosť vyššej frekvencie diagnostiky, zvýšenia jej rozsahu, podrobnejšia a presnejšia analýza nameraných dát, online prístupy k dátam a analytickým nástrojom a centralizácia dát.

Prínosom bude aj vytvorenie systémového nástroja železničnej diagnostiky z pohľadu centralizovaného zberu a vyhodnocovania nameraných dát (VVÚŽ), plánovania údržby na úrovni Oblastných riaditeľstiev, strategické rozhodovanie na úrovni manažérov infraštruktúry (GR ŽSR), riešenie pre komplexnú analýzu stavu prevádzkyschopnosti železničnej infraštruktúry, poskytovanie informácií pre centrálné rozhodovacie procesy (GR ŽSR) a digitalizácia dokumentovania stavu železničnej infraštruktúry.

Literatúra

[1] Projektová a realizačná dokumentácia DV NDT, 177 strán, VVÚŽ Žilina, 2021. [2] Projektová a realizačná dokumentácia DV GPK, 209 strán, VVÚŽ Žilina, 2022. [3] www.zsr.sk.



Resumé

ŽSR sa po takmer 40 rokoch dočkali nových diagnostických vozidiel pre NDT skúšanie koľajníc a geometrickú polohu koľaje. Príspevok opisuje tieto dva nové diagnostické vozidlá, ich technické a technologické funkcie, vrátane popisu meracích systémov. Taktiež popisuje zámer ich využitia na diagnostiku tratí ŽSR.

Summary

After almost 40 years, ŽSR has new diagnostic vehicles for NDT testing of rails and the geometric position of the track. The paper describes these two new diagnostic vehicles, their technical and technological functions, including a description of the measurement systems. It also describes the intention of their use for the diagnostic of ŽSR tracks.