

Petr Sychrovský

Nové diagnostické prostředky pro měření železničního svršku u Českých drah

Klíčová slova: *nové prostředky pro diagnostiku železničního svršku.*

1. Úvod

Technická ústředna dopravní cesty Praha zahajuje v roce 1999 provoz nově vyvinutých diagnostických prostředků – měřicího vozu pro železniční svršek a měřicí drezíny. Oba prostředky jsou určeny především pro měření geometrických parametrů koleje.

Měřicí vůz pro železniční svršek je dále vybaven systémy pro měření příčného profilu kolejnic, mikrogeometrie povrchu kolejnic a hodnocení odezvy vozidla.

Tyto nové měřicí prostředky nahradí již morálně a fyzicky zastaralý měřicí vůz sovětské výroby, který tuto činnost na tratích Českých drah zajišťoval od 2. poloviny 80. let.

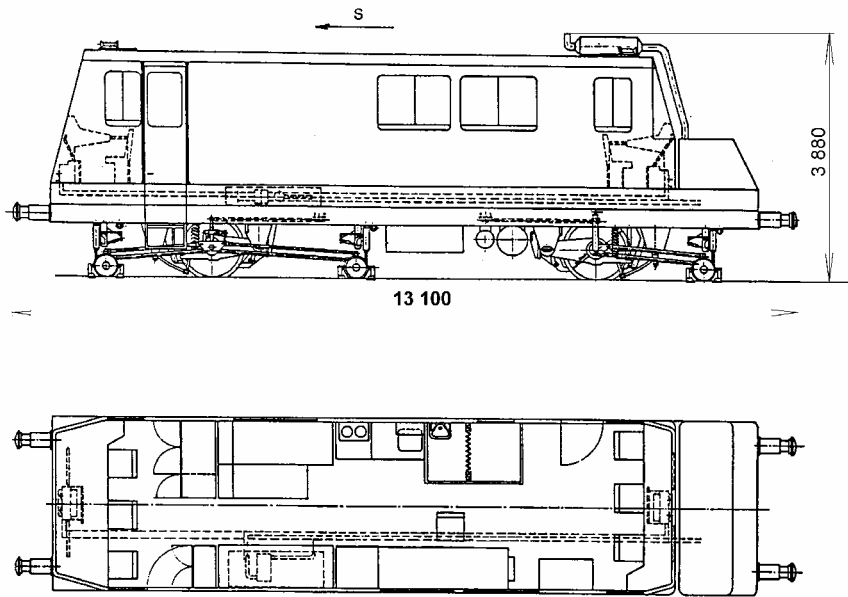
Měření těmito prostředky se uskutečňuje dle předpisu SR 103/4.1(S) "Využívání měřicího vozu pro železniční svršek" a SR 103/4.2(S) "Využívání měřicí drezíny pro železniční svršek", v souladu s vyhláškou č. 177/95 Sb., ČSN 73 6360 a předpisem ČD S 2/3.

Vývoj těchto prostředků realizoval Výzkumný ústav železniční, pracoviště Pardubice ve spolupráci s tuzemskými a zahraničními dodavateli a Technickou ústřednou dopravní cesty.

2. Měřicí drezína MD-1

Měřicí drezína (MD) je určena k měření geometrických parametrů koleje traťových a staničních kolejí na vedlejších a regionálních tratích. Měřicí drezína je řešena jako dvounápravový traťový stroj lehké stavby s jednou hnací nápravou, opatřený narážecím a tahadlovým ústrojím. Měřicí zařízení se skládá ze tří měřicích vozíků s teleskopickou osou připojených pomocí táhel k ložiskovým domkům náprav MD, a to dvou vozíků k přední a jednoho vozíku k zadní nápravě (nákres měřicí drezíny viz obr.1).

Petr Sychrovský Ing., 34 let, VŠDS Žilina, obor stavba a obnova železnic. V současnosti pracuje na TÚDC Praha - vedoucí Střediska měřicích vozů Jaroměř.



Obrázek č.1

2.1. Základní technické parametry:



typ stroje:	MD
délka přes nárazníky:	13100 mm
rozvor náprav:	6400 mm
min. poloměr:	150 m
omezenou rychlostí:	100 m
max. stoupání:	40 ‰
rozchod:	1435 mm
maximální hmotnost na nápravu:	16 t
rychlost při přepravě:	80 km/hod.
měřicí rychlost:	40 – 60 km/h
pracovní teplota:	-5° až +40°C

2.2. Měřené parametry: rozsah

rozchod koleje:	-15 + 50 mm
převýšení koleje:	max. 180 mm
zborcení koleje:	až 1 : 150 (základna 1,8 m, 6 m, 12 m)
směr koleje:	min. poloměr $r = 100\text{m}$
podélná výška:	až 60 mm
přesnost měření:	$\pm 1\text{ mm}$

2.3. Měřicí systém GPK

Pro snímání jednotlivých veličin geometrických parametrů koleje jsou na vozících, na pákách táhel vozíků a na ložiskových domcích umístěny délkové snímače. Délkové snímače zaznamenávají jednotlivé délkové rozměry, které se elektrickou cestou přenášejí do řídicího počítače a po vyhodnocení se zobrazují na výstupní sestavě jako grafický záznam průběhu GPK.

Samostatný systém řídí v průběhu měření spouštění a zvedání měřicích vozíků. Okamžitý zdvih měřicích vozíků je v průběhu měření zajištěn automaticky při havárii některého z měřicích podvozků a ručně tlačítkem ze stanoviště vedoucího MD.

Způsob hodnocení GPK vychází ze zásad, které jsou dále podrobněji popsány.

2.3.1. Princip snímání jednotlivých parametrů

2.3.1.1. Směr koleje

Směr koleje je charakterizován měřením vzepětí excentrické tětiny délky 10m, vytvořené třemi měřicími vozíky (trojbodový systém) s umístěním středního vozíku 4,2 m od vozíku předního. Vzepětí se měří pomocí snímačů délky, které snímají odchylky vzdáleností rámu měřicí drezíny od levého kolejnicového pásu ve směru stoupající hodnoty staničení. Směr pravého kolejnicového pásu je získán přepočtem přes rozchod koleje.

Pro stanovení poloměru z grafického záznamu platí vztah:

$$R [m] = \frac{6\,090}{f [mm]}$$

kde R je poloměr oblouku (m)

f je odečtené vzepětí (mm) z grafického záznamu.

2.3.1.2. Rozchod koleje

Rozchod koleje je měřen středním vozíkem 14 mm pod temenem kolejnice. Teleskopické dvojkolí měřicího vozíku je pneumatickým válcem přitlačováno ve svislém směru na temena kolejnic a dalším vodorovným válcem rozpínáno tak, aby byl dosažen průběžný kontakt měřicích kol s hlavou kolejnic. Hodnota rozchodu je vyhodnocena lineárním délkovým snímačem.

2.3.1.3. Převýšení koleje

Převýšení koleje je na měřicí drezíně měřeno nepřímou metodou. Pomocí t.z. náklonoměru umístěného na podlaze v ose měřicí drezíny se zjišťuje celkový úhel pootočení rámu vůči horizontální poloze a délkovými snímači umístěnými po obou stranách mezi nápravou a rámem se zjišťuje náklon skříně vůči koleji. Převýšení je vypočteno z uvedených údajů.

2.3.1.4. Zborcení koleje

Zborcení koleje je stanoveno výpočtem z celkové hodnoty převýšení a je počítáno pro tři základny (1,8 m, 6 m, 12 m) dle ČSN 73 6360. Na výpise lokálních závad je zborcení koleje

vyhodnoceno na těchto třech základnách, na grafu měřicí drezíny je zaznamenáno zborcení na základně šesti metrů.

2.3.1.5. Podélná výška koleje

Odchyly v podélné výšce kolejnicových pasů se měří pomocí systému pák umístěných na předním a prostředním měřicím podvozku. V podstatě se měří vzájemná výšková poloha pojezdového kola přední nápravy drezíny a kol středního a předního měřicího vozíku na základně 4 200 mm s excentricky uloženou osou přední pojezdové nápravy 1 764 mm od osy předního měřicího vozíku. Měření probíhá pro každý kolejnicový pás samostatně. Pro převod na elektrický signál jsou použity lineární délkové snímače. Z jejich údajů je po zpracování získána hodnota převýšení levého a pravého kolejnicového pásu.

2.4. Hodnocení GPK

Metodika hodnocení GPK vychází ze statistické analýzy hodnot směrodatných odchylek jednotlivých základních veličin pro 200 m úseky trati v síti ČD. Pro digitální výstup jsou místo směrodatných odchylek GPK použity bezrozměrné parametry, t.z. známky kvality, které převádějí hodnoty SDO na číselné hodnoty se stejným významem pro libovolnou třídu nebo kategorii trati, libovolné rychlostní pásmo a libovolný parametr koleje.

Hodnocení lokálních závad vychází z faktu, že měřené parametry MD jsou přepočteny na tzv. skutečnou geometrii, což je dáno matematickým modelem, který zabezpečuje jednotkovou přenosovou funkci. Pro všechna rychlostní pásma je definováno dvouúrovňové hodnocení odchylek za provozu.

2.4.1. Hodnocení lokálních závad

Měřicí drezína provádí hodnocení lokálních závad u těchto parametrů koleje:

Směr koleje - SK	v pásmu vlnových délek 1 - 25 m
Podélná výška - VP, VL	v pásmu vlnových délek 1 - 25 m
Převýšení koleje – PK	v pásmu vlnových délek 1 - 25 m (jen při hodnocení provozních odchylek)
Rozchod koleje – RK	v pásmu vlnových délek 1 m - ∞
Zborcení koleje – ZK	počítaného z převýšení v pásmu vlnových délek 1 m - ∞ na tři základny
Změna rozchodu - ZR	počítaného z absolutního rozchodu na bázi 1 m

Mezní hladiny jsou odstupňovány podle rychlosti do příslušných rychlostních pásem (RP), ve vztahu k normě ČSN 73 6360 – 2.

2.4.2. Úsekové hodnocení GPK

V úsekovém hodnocení jsou SDO nahrazeny bezrozměrnými parametry, které jsou nazvány známkami úsekového hodnocení. Znamky úsekového hodnocení jsou rozděleny do tří skupin:

- známky kvality ZKV
- celková známka kvality CZK
- známka podbíjení ZP

Známky jsou navrženy tak, aby pro dané rychlostní pásmo měly normální rozdělení pravděpodobnosti v průměru 3 a směrodatnou odchylku, která zabezpečuje, že 80% všech hodnot kterékoli ze známek bude menší než 4 pro vyhovující trať.

Známka kvality jednotlivých měřených parametrů (dynamického směru, rozchodu, převýšení a výšky) je dána logaritmickým transformačním vztahem:

$$ZKV = \frac{\text{Ln} \left(\frac{\text{SDO}}{b'} \right)}{m}$$

kde hodnota směrodatné odchylky příslušné veličiny je dána vztahem:

$$\text{SDO} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_{ij}^2}$$

kde n je počet vzorků měření

x_i je odchylka od střednice geometrické hodnocené veličiny

a číselné konstanty b' a m jsou stanoveny na základě statistik SDO příslušné veličiny a příslušného rychlostního pásma a jsou uvedeny v následující tabulce č.1.

	Směr		Rozchod		Převýšení		Výška	
	m	b'	m	b'	m	b'	m	b'
RP1	0,38	0,64	0,35	0,63	0,23	0,90	0,26	1,10
RP2	0,31	0,66	0,32	0,58	0,22	0,79	0,25	0,97
RP3	0,24	0,65	0,29	0,52	0,21	0,67	0,23	0,83
RP4	0,17	0,59	0,27	0,45	0,20	0,54	0,22	0,67

Tabulka č.1

Celková známka kvality CZK a známka podbíjení ZP je z jednotlivých známek kvality ZKV stanovena na základě tzv. hybridního kritéria ze vzorce:

$$CZK, ZP = 1,1 \max \{ (w_{SK} \cdot ZKV_{SK} + w_{RK} \cdot ZKV_{RK}), (w_{PK} \cdot ZKV_{PK} + w_{VK} \cdot ZKV_{VK}) \} - 0,75$$

kde váhy w jednotlivých veličin, stanovené na základě korelační analýzy, jsou uvedeny v tabulce č.2 a jsou pro CZK a ZP rozdílné.

	W_{SK}	W_{RK}	W_{PK}	W_{VK}
ZP	1,00	0	0,4	0,6
CZK	0,5	0,5	0,4	0,6

Tabulka č. 2

Hodnoty uvedené v tabulce č. 1 a č. 2 jsou výchozí pro zahájení provozu MD a budou postupně upřesňovány.

2.4.3. Výstupy z měření.

Při měření GPK jsou na měřicí drezině tištěny tyto sestavy:

- graf (příloha č. 1)
- výpis lokálních závad a úsekového hodnocení (příloha č. 2).

Naměřená data jsou dále ukládána na HDD pro další zpracování ve vyhodnocovacím středisku.

3. Měřicí vůz pro železniční svršek

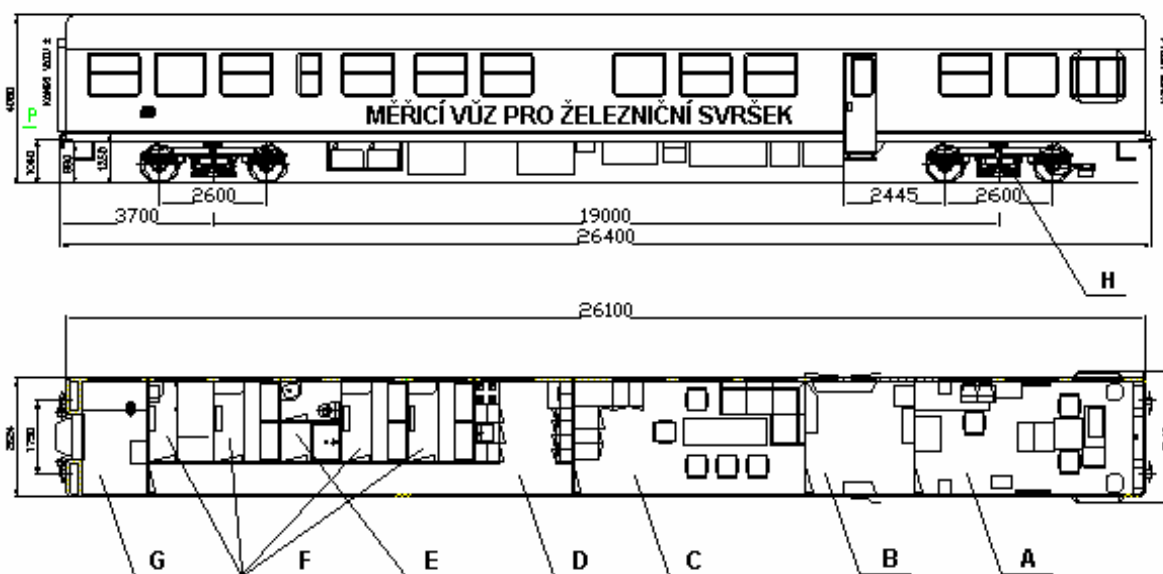
3.1. Stručný popis koncepce měřicího vozu

Měřicí vůz byl vyroben rekonstrukcí železničního vagónu řady Bymee s podvozky GP 200 (obr.2) a je určen pro:

- měření geometrických parametrů koleje
- měření vertikální mikrogeometrie kolejnic
- měření příčného profilu kolejnic
- hodnocení odezvy vozidla

V průběhu měřicí jízdy je rovněž snímán reálný obraz trati za měřicím vozem na video kazetu.

Měřicí systémy byly převzaty od zahraničních dodavatelů.



Obrázek č. 2

3.2. Základní technické údaje

- typ vozu	Bymee
- délka přes nárazníky	26400 mm
- vzdálenost otočných čepů	19000 mm
- jmen. hmotnost	43245 kg
- max. hmotnost na nápravu	12500 kg
- přepravní rychlost	160 km.h ⁻¹
- měřicí rychlost	40 - 160 km.h ⁻¹
- minimální jmenovitý poloměr oblouku koleje	190 m
- minimální jmenovitý průjezdný poloměr oblouku	150 m
- maximální převýšení	200 mm
- rozmezí pracovních teplot	-10° + 35° C
- vyhybky projíždí bez omezení	
- v místě přídržnice neměří rozchod a směr	

3.3. Měřené geometrické parametry koleje (GPK)

dynamické v pásmu vlnových délek 1 – 25 m (max.traťová rychlost 160km.h⁻¹) nebo v pásmu vlnových délek 1 – 70 m (traťová rychlost > 160 km.h⁻¹)

- rozchod (využívá se pro výpočet směrodatné odchylky SDO)
- směr (využívá se pro hodnocení okamžitých závad a SDO)
- převýšení (využívá se pro hodnocení okamžitých závad a SDO)
- podélná výška (využívá se pro hodnocení okamžitých závad, SDO a graf)

kvazistatické v pásmu vlnových délek 70 m - ∞

- rozchod
- křivost
- převýšení

celkové v pásmu vlnových délek 1 m - ∞

- rozchod (využívá se pro grafický záznam)
 - křivost nefiltrovaná (využívá se pro grafický záznam)
 - převýšení (využívá se pro grafický záznam)
 - zborcení (využívá se pro hodnocení okamžitých závad a graf)
- vzorkovací interval 0,25 m
- hodnocený základní úsek délky 200 m, 1 000 m

3.4. Vertikální mikrogeometrie kolejnic

V pásmu vlnových délek 0,03 - 0,3 m, vyjádřená SDO ve volitelné délce hodnoceného úseku 5 - 1000 m s identifikací vad kolejnic v oblasti svarů a styků.

3.5. Příčný profil kolejnic

Vyjádřený vykresleným profilem příslušného tvaru kolejnice s vyhodnocením ojetí a převalků v intervalu vzorkování 5 m a výše.

3.6. Popis systémů měřicího vozu

3.6.1. Měřicí systém GPK

TMS (Track measuring system) je bezkontaktní měřicí systém pro měření geometrických parametrů koleje. Měřené parametry jsou prezentovány ve dvou vlnových pásmech jako dynamické a kvazistatické.

3.6.1.1. Princip snímání veličin

Princip snímání vychází z inerční metody využívající Newtonových zákonů síly a setrvačnosti. Pro realizaci systému jsou použity snímače zrychlení, úhlové rychlosti, indukční snímače posunutí, laserové zdroje světla a kamery s řádkovými snímači. Projetá dráha vozu je snímána inkrementálním snímačem z jedné osy měřicího podvozku. Při rychlosti jízdy měřicího vozu menší než 40 km.h⁻¹ nelze z principu zajistit měření GPK.

Přesnost systému je určena reprodukovatelností směrodatných odchylek v délce dvěstěmetrovných úseků měřené trati.

Z naměřených hodnot jednotlivých snímačů vypočítá počítačový systém kvazistatické (dlouhovlnné) a dynamické (krátkovlnné) geometrické parametry koleje.

3.6.2. Kvazistatické parametry (veličiny dlouhovlnné o délce vlny $\lambda=70\text{ m} - \infty$):

Měření křivosti koleje:

Křivost koleje je snímána pomocí délkových lineárních snímačů umístěných na obou podvozcích měřicího vozu. Snímače měří úhel natočení podvozků vůči podélné ose skříně vozu. Poloměr měřeného oblouku se vypočítá ze vztahu:

$$R = \frac{10000}{K \text{ [mm]}}$$

kde R je poloměr měřeného oblouku v metrech
K pořadnice nefiltrované křivosti v mm

Měření převýšení koleje:

Převýšení koleje je vyhodnoceno z údajů snímače nevyrovnaného příčného zrychlení měřeného na podlaze vozu, křivosti, náklonu skříně vozu vzhledem ke spojnicí temene kolejnicových pasů a rychlosti vozu. Vliv rychlosti, náklonu skříně a křivosti je ve výpočtu kompenzován.

Měření rozchodu koleje:

Rozchod koleje je snímán bezkontaktně pomocí kamer s řádkovými snímači umístěnými nad kolejnicemi. Kolejnice jsou osvětleny bodovým laserovým zdrojem světla 14 mm pod temenem kolejnice. Rozchod je určen rozdílem údajů snímačů kamer a konstantou definující upevnění kamer na měřicím rámu.

3.6.3. Dynamické parametry (veličiny krátkovlnné o délce vlny $\lambda=1 - 25\text{m}$):

Měření dynamické složky převýšení koleje:

Převýšení koleje je snímáno snímačem úhlové rychlosti, který měří úhel náklonu vozové skříně v místě podlahy vozu. Pomocí délkových snímačů je v místě osy dvojkolím měřicího podvozku změřen úhel náklonu skříně vůči podvozku. Výsledná hodnota dynamického převýšení koleje je dána rozdílem celkového náklonu skříně vozu a náklonu vozu vůči podvozku.

Měření podélné výšky koleje:

Podélná výška koleje je měřena v ose koleje vertikálním snímačem zrychlení umístěným na podlaze vozu a lineárními snímači délky mezi podlahou vozu a dvojkolím. Podélná výška koleje levé a pravé kolejnice je vypočtena z podélné výšky koleje v ose koleje a dynamické složky převýšení koleje.

Měření směru koleje:

Směr koleje je měřen v ose koleje horizontálním snímačem zrychlení umístěným na podlaze vozu. Výsledná hodnota je korigována náklonem skříně a horizontálním posunem mezi podvozkem a kolejnicí a podvozkem a vozovou skříní.

Měření rozchodu koleje:

Dynamická složka rozchodu koleje je vyhodnocena z údajů kamer s řádkovými snímači měřícími polohu kolejnic vůči pevnému uložení kamer na rámu podvozku.

Získání všech statických a dynamických veličin probíhá on-line, přičemž všechny nutné operace se signály jednotlivých snímačů, jako například integrace zrychlení, filtrace, korekce a opravy fází se provádějí digitálně, v palubním počítači měřicího vozu.

Přesnost polohové identifikace závad GPK je dána jednak přesností snímání dráhy vozu a dále přesností určení polohy MV v síti ČD (dosažitelná přesnost 1m na 1 km). Pro dosažení požadované přesnosti a reprodukovatelnosti při opakovaném měření jsou v části sítě ČD osazeny začátky a konce definičních úseků magnetickými značkami, které umožňují automatickou korekci dráhy během měřicí jízdy vozu.

3.7. Hodnocení jednotlivých parametrů

Hodnocení jednotlivých parametrů koleje je realizováno dvouúrovňovým posouzením závad okamžitých odchylek v definovaném místě koleje při překročení stanovené mezní hladiny pro příslušné rychlostní pásmo dle 73 6360 – 2.

Dále je hodnocení jednotlivých parametrů koleje vyjádřeno známkou kvality v úsecích 200 m a 1000 m, celkový stav parametrů koleje je vyjádřen celkovou známkou kvality CZK a známkou podbíjení ZP.

3.8. Měřicí systém vertikální mikrogeometrie kolejnic (CMS) (Corrugation measuring systém)

Na měřicím voze je systém CMS určen pro orientační měření vertikální mikrogeometrie (vlnkovitosti) hlavy kolejnice a k lokalizaci geometricky vadných svarů, při měřicí rychlosti větší než 36 km.h^{-1} . Vlnkovitost je definována jako nerovnost povrchu kolejnice ve vlnové délce 0,03 až 3,0 m, při amplitudě nerovnosti menší než 0,3 mm. Uvedené nerovnosti vyvolávají dynamické síly mezi kolem a kolejnicí závislé na vlnové délce nerovnosti, její amplitudě, konstrukci tratě a podvozku. Výsledky měření jsou určeny jako podklad pro plánování broušení kolejnic a lokalizaci geometricky vadných svarů a styků.

3.8.1. Princip měření

Princip systému je založen na měření vertikální složky zrychlení ložiskových domků dvojkolí měřicího podvozku. Získaný signál je v počítači přepočítán na vlastní geometrii.

Systém CMS měřicího vozu produkuje výstupní signál ve vlnovém pásmu 0,03 - 0,3 m. Pro uvedené pásmo jsou systémem CMS vypočítány směrodatné odchylky signálu zrychlení a geometrie, přepočtené na srovnávací úroveň pro rychlost 90 km.h^{-1} z rychlosti při které se měří. Směrodatné odchylky lze počítat na volitelnou délku základního úseku 5 - 1000 m. Zrychlení je dále přepočteno na energii, která je použita pro posouzení výskytu vad převážně v oblasti svarů a styků.

3.8.2. Hodnocení vertikální mikrogeometrie kolejnic

Výstup měřicího systému CMS pro měření povrchových vad kolejnic a identifikaci geometricky vadných svarů umožňuje prostřednictvím systémů pro měření hodnocení GPK zaznamenat na měřicím voze na grafické výstupní sestavě GPK dvě stopy SDO geometrie pro oba kolejnicové pásy. Délka bloku SDO je volena 20 m, tak aby zachytila výskyt právě jednoho svaru (styku).

Hodnocení vertikální mikrogeometrie kolejnic vychází z poznatků ERRI D 185 a ze zkušeností a výsledků prací DB.

Mezní hladiny pro posouzení závažnosti závad byly stanoveny pro SDO mikrogeometrie ve vlnovém pásmu 0,03 – 0,3 m, energie svarů v pásmu 0,03 – 0,3 m a energie styků v pásmu vlnových délek 0,3 – 3m.

V tabulce č. 3 jsou uvedeny hodnoty mezních úrovní pro jednotlivé parametry.

Veličina	Vlnové pásmo (m)	Mezní hodnota
mikrogeom. SDO [mm]	0,03 - 0,3	0,075
svar – energie $[(\text{m.s}^{-2})^2]$	0,03 - 0,3	1000
styk – energie $[(\text{m.s}^{-2})^2]$	0,3 – 3	1750

Tabulka č. 3

3.9. Měřicí systém příčného profilu kolejnic (ORIAN)

ORIAN je optický systém pro měření a posuzování příčného profilu kolejnice v reálném čase. Z naměřených a vyhodnocených dat jsou stanoveny především hodnoty opotřebení kolejnic.

3.9.1. Princip měření

System pro svoji činnost využívá vestavěného zdroje světla (laserového), kterým je příčný profil kolejnice osvětlen a pomocí videokamery je obraz sejmout a zaznamenán. Pomocí počítače je následně provedena analýza obrazu a vypočteny příslušné parametry kolejnice.

Zdrojem světla pro osvit kolejnice je laser s vychylovacím zrcátkem, kterým se vytváří potřebný světelný řez. Použitím neviditelného infračerveného světla se dosahuje necitlivosti vůči vlivům rušivého okolního světla.

Na měřicím voze jsou měřicím systémem ORIAN v reálném čase zpracovány výsledky měření profilu kolejnic. Naměřená data jsou zpracována ve zvoleném režimu a výsledky jsou uloženy do systémem definovaných souborů.

3.9.2. Hodnocení profilu kolejnic

Hodnocení příčného profilu kolejnic v průběhu měřicí jízdy spočívá:

- ve vyhodnocení tvaru kolejnice podle rozměrů příslušného tvaru (UIC 60, R 65, S 49, A)
- ve vyhodnocení svislého ojetí hlavy kolejnic
- ve vyhodnocení bočního ojetí hlavy kolejnic
- ve vyhodnocení šířky převalku (vnitřního, vnějšího) a jeho délky
- ve vyhodnocení úklonu kolejnic
- ve stanovení rozchodu v místě měřených profilů kolejnic

O výsledcích měření se tiskne formulář výpisu překročení předem stanovených a nastavených mezních hladin.

3.9.3. Hodnocení odezvy vozidla

VRA je programový produkt systému, který pracuje v reálném čase v průběhu měřicí jízdy vozu. Jeho účelem je počítat odezvy různých vozidel (vybraných typů) na jízdu po trati, jejíž parametry jsou měřeny měřicím vozem. Poměr sil Y/Q je využit pro hodnocení měřené trati z hlediska bezpečnosti proti vykolejení příslušného typu vozidla a posouzení komfortu jízdy cestujících.

Bezpečnost proti vykolejení je dána vztahem:

$$\frac{Y}{Q} < H_v$$

kde H_v je mezní hladina pro veličinu bezpečnost proti vykolejení

Y je vodorovná síla mezi kolem vozidla a hlavou kolejnice

Q je svislá síla mezi kolem vozidla a hlavou kolejnice.

Na základě změřených parametrů koleje tj. rozchodu, směru, převýšení a podélné výšky a matic přenosu prezentujících vybrané typy vozidel probíhá v systému výpočet ve stanoveném základním segmentu délky tratě ve vzorkovacím intervalu 0,25 m. Výpočet probíhá na principu metody přenosových funkcí, založených na Fourierově metodě.

System produkuje u každého výpočetního případu svislé kolové síly $Q(x)$, vodorovné příčné síly $Y(x)$, svislé zrychlení skříně $\ddot{a}(x)$ a vodorovné zrychlení $y(x)$, kde x je pořadnice

dráhy v metrech. Pro praktické využití je systémem počítán poměr sil Y/Q a tzv. Prud'hommeovo kritérium (parametr) vybočení koleje, které je dáno vztahem:

$$\frac{\Sigma Y}{0,85 [10 + 2Q/3]} < H_p$$

Výpočet je na měřicím voze realizován pro vozidlo s nejméně příznivými parametry. Výhledově lze výpočet upravit pro jiné řady vytípaných vozidel.

3.9.4. Výstupy měření

- Měření geometrických parametrů koleje:
 - a) graf GPK (příloha č.3)
 - b) výpis okamžitých závad a úsekového hodnocení (příloha č. 6)
 - c) soubory dat pro další zpracování ve vyhodnocovacím středisku
- Měření vertikální mikrogeometrie kolejnic:
 - a) 2 stopy SDO 20 m na grafu geometrických parametrů koleje
 - b) soubory dat pro zpracování tabulek hodnocení vertikální mikrogeometrie kolejnic a dynamické odezvy svarů a styků (příloha č. 4)
- Měření příčného profilu kolejnic:
 - a) výpis překročení mezních hladin ojetí kolejnic
 - b) soubory dat pro program dodatečného hodnocení výsledků

Poznámka: V příloze č. 5 je zobrazen tištěný výstup programu dodatečného hodnocení – měřený a vyhodnocený profil.
- Hodnocení odezvy vozidla:

Zaznamenání lokální závady na výpisu lokálních závad a úsekového hodnocení GPK.

V Jaroměři, únor 1999

Lektoroval: Ing. Ladislav Horčíčka
ČD TÚDC Hradec Králové

