

OPRACOVÁNÍ HLAV KOLEJNIC - STROJE PRO OPRACOVÁNÍ KOLEJNIC V KOLEJÍCH A VÝHYBKÁCH

**Dr. Ing. Dieter Hartleben
Schweerbau GmbH & Co. KG, Stadthagen, Německo**

1. ÚVOD

Úkolem zařízení pro opracování kolejnic je snižování nákladů na údržbu kolejových konstrukcí a vozidel, zachování, resp. zvýšení komfortu jízdy, minimalizace ekologického dopadu železniční dopravy a dlouhodobě také zajištění bezpečnosti železničního provozu. K opracování kolejnic se používají různé metody - broušení, frézování, hoblování a rotační hoblování. V oblasti broušení převažuje rotační broušení. Každá metoda má své přednosti i nevýhody.

Firma Schweerbau začala s mobilním opracováním kolejnic před 30 lety a dnes disponuje všemi uvedenými metodami opracování. Provozujeme velký počet zařízení na bázi rotačního broušení od 4-kotoučových až po 48-kotoučové stroje, 1 stroj s oscilačním broušením, 3 frézovací stroje, 1 hoblovací stroj a 3 stroje s rotačním hoblováním. Jako inovativní podnik jsme svého času uvedli v život frézování, v nedávné minulosti také rotační hoblování a vysoko výkonové frézy.

2. ROTAČNÍ HOBLOVÁNÍ - INOVATIVNÍ TECHNOLOGIE OPRACOVÁNÍ KOLEJNIC VE VÝHYBKÁCH

Technologie rotačního hoblování, prvně použitá v prosinci 2012, má dnes své pevné místo v odstraňování únavových vad materiálu, způsobených kontaktním namáháním na styku kolo-kolejnice i v opracování nových kolejnic ve výhybkách [1]. Rotační hoblovací zařízení je první stroj, který provádí třískové obrábění kolejnic ve výhybkách namísto broušení. Vyznačuje se velkým úběrem materiálu při každé technologické jízdě, bezprašným opracováním bez vzniku jisker a vysokým kilometrickým výkonem. V současnosti jsou v provozu tři jednotky D-HOB 2500, které opracovávají kolejnice ve výhybkách pojížděných rychlostí až 300 km/h. Technické údaje D-HOB 2500 jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1 - Technické parametry D-HOB 2500

Délka přes nárazníky / Šířka / Výška nad TK	11 340 mm (28 860 mm) / 2 540 mm (2 600 mm) / 2 833 mm (3 910 mm)
Celková hmotnost	47 t (~ 86 t)
Počet dvojkolí / podvozků	4 ks (8 ks) / 2 ks
Nápravový tlak	< 14 t
Průměr kola	920 / (860 mm)
Rozchod	1 435 mm
Výkon motoru	354 kW
Rychlost jízdy s vlastním pohonem	15 km/h – pracovní režim; 100 km/h – přepravní režim
Nejmenší průjezdný poloměr	30 m (80 m)
Průjezdný průřez	RATP Paris, LUL London, EN 15273
Palivová nádrž	1 500 l

Metoda rotačního hoblování	Počítačem řízené bezprašné profilově libovolné rotační hoblování bez jisker
Agregáty pro rotační hoblování	2 jednotky, Ø 1 400 mm
Rychlost rotačního hoblování	300 - 1 500 m/h
Úběr materiálu	Pojížděná plocha: 0,2 - 1,5 mm/průjezd, pojížděná hrana: 0,2 - 2,5 mm/průjezd
Dosažení výsledku	Už po 1. technologické jízdě
Rozsah rotačního hoblování	70° (pojížděná hrana) - 20° (vnější hrana)
Zachycování třísek	Odsávání třísek přímo u hoblovacího nože, přeprava do zásobníku třísek
Nejmenší pracovní poloměr	30 m (80 m)
Maximální sklon trati	70 ‰
Směr práce	Jeden směr
Údaje v závorkách jsou včetně řídicího modulu a modulu pro zpracování třísek	

Na základě mimořádné úspěšnosti těchto strojů objednala firma Schweerbau již 4. stroj, který bude k dispozici v listopadu 2018. Novost této technologie spočívá ve sloučení frézování a hoblování do zcela nového způsobu obrábění hlav kolejnic. Tato nová technologie, spočívající v kontinuálním třískovém obrábění, se vyznačuje tím, že jednotlivé nástroje, polohovatelné v několika skupinách, vykonávají rotační pohyb, který je v krátkém úseku při vlastním řezu změněn do přímočarého pohybu, rovnoběžně s temenem kolejnice. Výsledkem je mimořádně malá „žabkovitost“, nepřesnost výsledného opracování kolejnic. Druhým a zcela rozhodujícím znakem této technologie je možnost postupného vypnutí vnější a střední sekce řezných nožů což umožní plynulý průjezd křídlovou kolejnicí a srdcovkou bez přerušení procesu rotačního hoblování. Tím byly poprvé vytvořeny předpoklady k mobilnímu třískovému opracování kolejnic ve výhybkách. Rotační hoblování má proti rotačnímu broušení kolejnic ve výhybkách rozhodující výhodu zvláště na vysoce exponovaných zhlavích. Úběry materiálu až 1,5 mm na temeni kolejnice, resp. 2,5 mm na pojízděné hraně při jedné jízdě rotačním hoblíkem, zajišťují spolehlivé odstranění únavových vad od kontaktního namáhání. Tam, kde broušící vlaky vyžadují 10 až 20 nebo i více technologických jízd, vystačí se při rotačním hoblování většinou s jedinou jízdou. Pokud je nutná druhá technologická jízda, děje se tak bez nutnosti výměny frézovacího kotouče.

3. ROTAČNÍ BROUŠENÍ POMOCÍ STROJŮ ŘADY RG48

Stroje řady RG48 se od ostatních strojů pro rotační broušení vyznačují možností parametrizace každého broušícího modulu. Vždy 12 elektricky poháněných broušících modulů je sdruženo do jednoho broušícího agregátu. Používají se bandážované brusné kotouče. Zařízení pro ochranu proti rozletu jisker omezuje únik jisker do okolí. Rychlost broušení je obvykle 9 - 11 km/h. Úběr materiálu při jedné jízdě je 0,2 mm na temeni kolejnice a 0,3 mm na pojížděné hraně. Další údaje a technické parametry jsou uvedeny v tabulce 2, viz níže.

Tabulka 2 - Technické parametry RG48

Délka přes nárazníky / Šířka / Výška nad TK	62 325 mm / 3 138 mm / 4 216 mm
Celková hmotnost	281 t
Počet dvojkolí / podvozků	16 ks / 6 ks
Průměr kola	920 mm

Rozchod	1 435 mm
Výkon motoru	2 x 1007 kW
Rychlost jízdy s vlastním pohonem	100 km/h
Nejmenší průjezdný poloměr:	100 m
Palivová nádrž	9 085 l
Nádrž na vodu	25 000 l
Metoda broušení	Počítačem řízené broušení rotujícími brusnými kotouči
Brusné moduly	48 brusných elektromotorů po 22 kW
Rychlost broušení	2 – 15 km/h (9 km/h)
Úběr materiálu	0,2 mm / jízdu při R = 300 mm
Rozsah broušení	70° (pojížděná hrana) - 45° (vnější hrana)
Systém odsávání prachu	2 vysoce výkonné systémy suchého odsávání
Měřicí systémy	Integrovaná zařízení měří příčný a podélný profil hlav kolejnic, úběr materiálu, rozchod, kontrolní systém na bázi vířivých proudů
Nejmenší pracovní poloměr	180 m
Směr práce	Není vázán k žádnému směru

Broušení je řízeno počítačem podle zadaných vzorců broušení. Tyto vzorce broušení se liší broušicím úhlem a přitlakem, stanoveným předem pro každý broušicí modul. Riziko případné tvorby martenzitické struktury se vylučuje vyvážeností rychlosti a přitlaku broušení, tedy rychlostí vnášení tepla do kolejnice. Kolejnice opracovaná rotačním broušením se vyznačuje jemnými příčnými rýhami. Vznikající brusný prach je z více než 95 % odsáváný. Stroje řady RG48 se přednostně používají jednak pro preventivní opracování nových kolejnic, ale rovněž pro preventivní opracování kolejnic s periodou 1–4 roky podle vytížení trati, na které postačují dva průjezdy tímto strojem, a dále pro opravné opracování kolejnic (odstranění únavových vad od kontaktního namáhání, resp. příčného profilu kolejnice) s velkým úběrem materiálu. Metoda Two pass grindig (TPG) umožňuje dosahovat při dvou průjezdech výkonů 4000 m/h. Naše nasazení pro SZDC z počátku roku 2017 však také ukázalo, že těmito stroji lze hospodárně odstraňovat i rozvinuté vady typu head check. Traťový výkon při úběru materiálu 3,6 mm byl 450 m/h. Hodinový výkon kromě požadovaného úběru materiálu zásadně závisí také na stávajícím příčném profilu.

4. SBM 250 PRO MIMOŘÁDNÉ VÝZVY

Metoda hoblování je určena pro úběry až 2,5 mm (na pojížděných hranách až 3,0 mm) při jednotlivé technologické jízdě. Jeden cyklus hoblování, tzn. úplné opracování příčného profilu hlavy kolejnice, představuje 4-6 technologických jízd, které lze provádět v obou směrech jízdy. K dosažení požadovaného cílového úběru materiálu je možno opakovat více cyklů hoblování. Zrcadlově symetricky umístěné nože umožňují obrábět kolejnice i na vnější straně až do úhlu 85°. Pracovní rychlost je mezi 3,5 až 5,0 km/h. Řezné plochy po hoblování jsou po každé technologické jízdě velmi čisté, neodstraněné trhlínky zůstávají velmi dobře viditelné. Opracování kolejnic probíhá bez prachu a jisker. Je ovšem nutno provést demontáž a zpětnou montáž překážek bránících práci stroje. Třísky, které vznikají při hoblování a padají do koleje, se téměř beze zbytku sbírají magnetickými bubny. Technické parametry jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3 - Technické parametry SBM 250

Délka přes nárazníky / Šířka / Výška nad TK	28 940 mm / 3 140 mm / 3 720 mm
Celková hmotnost	90 t
Počet dvojkolí / podvozků	5 ks / 2 ks
Průměr kola	920 mm
Rozchod	1 435 mm
Výkon motoru	348 kW
Rychlost jízdy s vlastním pohonem	90 km/h
Nejmenší průjezdný poloměr:	100 m
Palivová nádrž	1 800 l
Vodní nádrž	4 000 l
Hoblovací agregát	1 plně hydraulický hoblovací agregátu pro každý kolejnicový pás
Hoblovací nástroj	Tvořený řeznou destičkou, kazetou a držákem kazety. Kazety jsou vyrobeny pro požadovaný profil kolejnice.
Rychlost při hoblování	3,5 – 5,0 km/h (4,5 km/h)
Úběr materiálu	0,2 – 2,5 mm / jízdu
Rozsah hoblování	85° (pojízdná hrana) - 85° (vnější hrana)
Břítové destičky	Přímé a zaoblené
Systém pro skrápění vodou	Pro chlazení břitových destiček
Sběr třísek	Po 2 magnetických bubnech pro každý kolejnicový pás, zásobník třísek, automatický pojezdový jeřáb se zdvihacím magnetem
Měřicí systém	Kontrolní systém na bázi vířivých proudů
Nejmenší pracovní poloměr	150 m
Směr práce	Není vázán k žádnému směru

Pracovní výkon je i při velkém úběru materiálu až 250 m koleje za hodinu. Stroj řady SBM 250 se používá, pokud došlo k promeškání vhodného okamžiku pro odstranění kontaktních vad, jako je head check a squat jinými technologiemi. Touto metodou byly odstraněny vady s hloubkou 5-6 mm i více. Jako mimořádně účinný se tento postup prokázal i při odstraňování zúžení rozchodu. Pomocí 2-3 jízd v oblasti pojížděné hrany bylo dosaženo rozšíření rozchodu až 5 mm při výkonu 550 m hotové práce za hodinu.

5. GWM 550 PRO SNÍŽENÍ AKUSTICKÉ EMISE KOLEJNIC

Mimořádná přednost oscilačního broušení spočívá v dosažení podélného profilu hlavy kolejnice nejvyšší kvality. Protože nelze provést přizpůsobení brusných kotoučů stávajícím závadám v podélném profilu, zůstávají vady viditelné ve formě tmavých míst až do úplného odstranění. Kromě toho probíhá broušení bez tvorby prachu a jisker. Demontáž a zpětná montáž kolejových překážek není nutná. Velikost úběru materiálu je určena počtem brusných kamenů, přítlakem, brusnou rychlostí a tvrdostí kolejnic. Brusné rýhy (známky opracování) probíhají v podélné ose kolejnic. Nevýhodou ovšem je, že nelze cíleně měnit příčný profil hlavy kolejnice. Pracovní rychlost je až 1200 m/h, přičemž brusné kameny oscilují s frekvencí 4 Hz. Ve statickém režimu, tedy bez oscilace, se docílí pracovní rychlosti až 14 km/h. Technické parametry jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4 - Technické parametry GWM 550

Délka přes nárazníky / Šířka / Výška nad TK	32 640 mm / 3 050 mm / 4 120 mm
Celková hmotnost	111 t
Počet dvojkolí / podvozků	6 ks / 2 ks
Průměr kola	920 mm
Rozchod	1 435 mm
Výkon motoru	498 kW
Rychlost jízdy s vlastním pohonem	90 km/h
Nejmenší průjezdný poloměr:	150 m
Palivová nádrž	4 000 l
Nádrž na vodu	4 x 4 300 l
Metoda broušení	Oscilační a statické bezprašné broušení libovolného profilu za mokra, bez jisker
Brousicí agregát	5 brousicích agregátů na každé kolejnici se 6 brusnými kameny v brusných lištách o délce cca 2 m
Rychlost broušení	1 000 - 1 500 m/ (oscilační), 12 – 14 km/h (statické)
Úběr materiálu	0,03 - 0,15 mm / jízdu při R = 300 mm
Rozsah broušení	Pojížděná plocha kolejnice
Brusné kotouče	166 / 150 x 75 x 248 mm
Nejmenší pracovní poloměr	180 m
Směr práce	Není vázán k žádnému směru

Stroj GWM 550 se používá zejména tam, kde jde o:

- omezení hlukové zátěže pro obyvatelstvo v blízkosti tratí;
- vytvoření tratí pro měření hlučností nově vyvíjených kolejových vozidel.

Uvedme příklady:

K bodu a): Na novostavbě trati München – Berlin jsme v letech 2015 – 2017 pomocí GWM 550 [2] v rámci „trati se zvýšeným dohledem“ provedli akustické broušení v délce několika set kilometrů na úroveň 45 dB(A).

K bodu b) lze uvést nasazení GWM 550 na zkušebních okruzích Velim a Wildenrath. Traťové úseky byly zhotoveny podle přísných požadavků EN 3095.

6. VYSOCE VÝKONNÝ FRÉZOVACÍ VLAK HSM - NOVÁ GENERACE FRÉZOVACÍCH STROJŮ

V polovině 90. let zakoupila firma Schweerbau jako první na světě frézovací stroj SF 03 a dosud jej provozuje, ovšem s několika změnami ve prospěch výkonu. HSM je frézovací stroj nové generace. Hranice výkonu současných frézovacích vlaků (typu SF) se pohybuje okolo 700 m hotové práce za hodinu, při max. úběru 1,7 mm. HSM nahradí 2–3 stroje typu SF. První HSM stroj získal v dubnu 2016 schválení od DB Netz AG. Technické parametry jsou uvedeny v tabulce 5.

Tabulka 5 - Technické parametry HSM

Délka přes nárazníky / Šířka / Výška nad TK	51 900 mm / 2 570 mm / 3 800 mm
Celková hmotnost	190 t
Počet dvojkolí / podvozků	12 ks / 6 ks (4 hnané a 2 běhounové podvozky)
Nápravový tlak	< 14 t

Průměr kola	920 mm
Rozchod	1 435 mm
Maximální sklon trati	40 ‰
Přípustné převýšení koleje	180 mm
Výkon motoru	750 kW
Rychlost jízdy s vlastním pohonem	100 km/h
Nejmenší průjezdný poloměr	150 m
Průjezdný průřez	G1 (UIC 505-1), W6A
Palivová nádrž	4 000 l
Metoda frézování	Počítačem řízené bezprašné frézování libovolných profilů bez jisker
Frézovací agregáty	2 frézovací agregáty Ø 1.400 mm pro každou kolejnici
Rychlost frézování	800 - 3 000 m/h, konečný výsledek už po 1. frézovací jízdě
Výkon	Až 3 000 m/h při úběru materiálu 0,5 mm, až 2 000 m/h při úběru materiálu 1,0 mm
Minimální úběr	0,2 – 0,3 mm pro každý frézovací agregát
Rozsah frézování	70 ° (pojízdná hrana) - 20 ° (vnější hrana)
Zachycování třísek	Odsávání třísek přímo u frézovacího nože, přeprava do zásobníku třísek
Nejmenší pracovní poloměr	150 m
Maximální sklon trati	40 ‰
Směr práce	1 pracovní směr

Od podzimu 2016 do podzimu 2017 byl stroj HSM u DB Netz nasazený v cca 150 směnách. Při malých úběrech bylo docilováno pracovní rychlosti až 2 700 m/h. Při úběrech do 2,7 mm (samozřejmě při jedné technologické jízdě) byl traťový výkon 800 m/h. Frézování se provádí v jednom směru jízdy. Třísky se odsávají v místě nástroje. Frézovací kola o průměru 1400 mm zaručují mimořádně plochý záběr frézovacího nástroje do kolejnice, čímž se snižuje „žabkovitost“, nepřesnost výsledného opracování kolejnic oproti strojům s běžnými frézovacími koly. Výše uvedené vysoké pracovní rychlosti se (pokud odhlédneme od motorizace) dociluje díky velkému průměru frézovacích kol a způsobu uchycení řezných destiček. Proces frézování je bezprašný, bez jisker a nezasahuje mimo průjezdný průřez. Překážky v koleji není nutno demontovat. Výměna frézovacího nástroje se provádí blokově uvnitř stroje.

7. DVĚ ZÁVĚREČNÉ POZNÁMKY

1. U všech metod opracování jsou výsledky práce kontrolovány měřením podélného a příčného profilu hlavy kolejnice, měřením velikosti úběru a kontrolou pomocí vířivých proudů. Naše výsledky opracování vyhovují požadavkům EN 13231-3:2012.
2. V období 2006 až 2010 vzrostl počet evidovaných vad typu head check u DB 3,5-krát. Důslednější příklon k opracování kolejnic broušením, frézováním a hoblováním vedl od roku 2013 k poklesu nutné výměny kolejnic, což představuje snížení celkových nákladů na údržbu tratí o 47 % [3]. Na základě těchto čísel je ekonomický efekt opracování kolejnic jednoznačně přesvědčivý.

LITERATURA

- [1] Hartleben, D.: Mobile Schienenbearbeitung in Gleisen und Weichen mittels Drehhobeln, in: EI – Der Eisenbahningenieur, sešit 09/2013
- [2] Hartleben, D.: Bewährte und innovative Schienenbearbeitung, in: Infrastrukturprojekte 2016 – Bauen bei der Deutschen Bahn, DB Netz AG 2016, str. 54 – 61
- [3] Hempe, Th.: Oberbau im Instandhaltungs- und Anlagenmanagement, in EI – Der Eisenbahningenieur, sešit 09/2014

Lektoroval: Ing. Martin Táborský, SZDC, Odbor traťového hospodaření, Praha