



# Rychlodrážní vozidlo ČKD typ R

Ing. Antonín Honzík, ČKD, závod Tatra

V článku je uveden velmi podrobný popis rychlodrážní soupravy R1, zejména její mechanické části. Jsou uvedeny všechny nově použité prvky v konstrukci vozidla. Rovněž článek obsahuje výsledky zkoušek prototypu. Je podán ucelený pohled na nově vyvinuté a vyzkoušené vozidlo.

V pražských závodech ČKD Tatra a Trakce, které jsou dnes největším výrobcem tramvaji ve světě, je ve vývoji v současné době rychlodrážní vozidlo pro městský a příměstský provoz - typ R.

Tento typ je přizpůsoben pro provoz na tratích s krátkými staničními vzdálenostmi, pro velkou přepravní výkonnost a velkou výměnu cestujících ve stanicích. Pro to má zejména vysoké dynamické parametry, lehkou stavbu, velký počet dveří a možnost spřahování více jednotek do vlaku.

Vozidlo je dvouvozová jednotka sestavená ze dvou čtyřnápravových dvoupodvozkových vozů. Je možno spřahovat až 3 tyto jednotky ve vlak, který je ovládán z jednoho stanoviště a má stejné dynamické vlastnosti jako vozidlo samostatné. Maximální kapacita vlaku je přes 1000 cestujících.

## Základní parametry vozidla

Celková délka jednotky (přes spřáhla)	32,48 m
Délka skříně vozu	15,84 m
Šířka vozu	2,9 m
Výška skříně vozu	3,5 m
Vzdálenost otočných čepů	11,0 m
Výška podlahy nad temenem kolejnice	1,125 m (min. 1,05 m)
Rozvor podvozku	2,1 m
Rozchod kol	1,435 m
Průměr kola	max. 0,8 m, min. 0,74 m
Převod	7,82
Napětí trakční	750 V + 150 V -250 V
Napětí řídicí	48 V
Hmotnost jednotky (podle provedení)	(47 - 50) Mp
Nápravový tlak	max. (10,0 - 10,5) Mp
Trvalá rychlost	80 km/hod
Střední zrychlení (do rychlosti 50 km/hod a středního obsazení - 33 Mp)	1,1 m/s <sup>2</sup>
Střední zpoždění	1,1 m/s <sup>2</sup>
Min. poloměr oblouku (manipulační)	50 m

Stoupání	45 ‰
Max. kapacita jednoho vozu z toho sedících	212 osob 44 osob

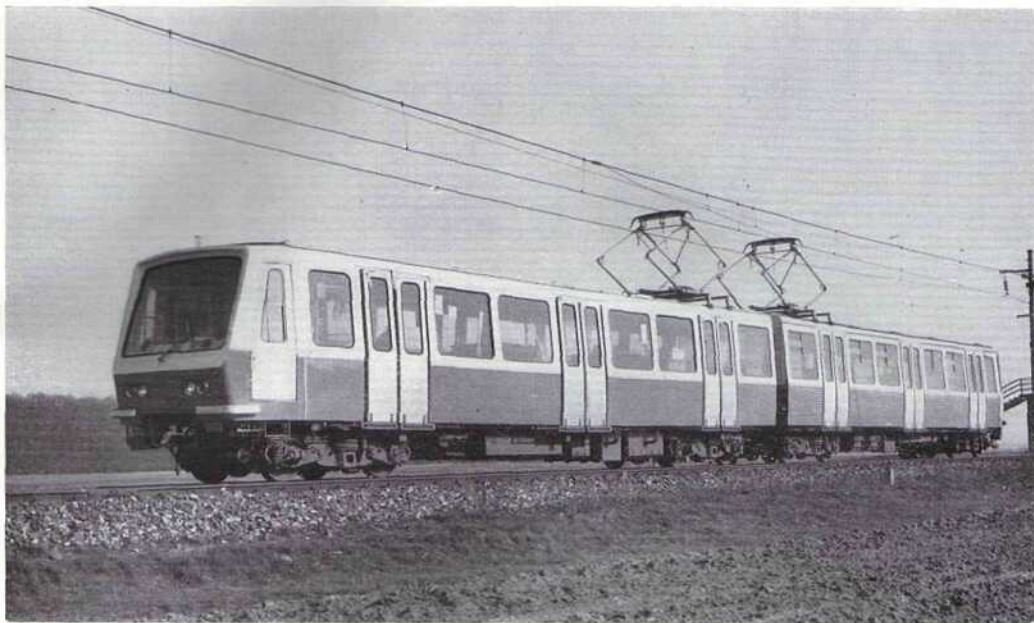
Skříní vozidla je vytvořena ve vhodné kombinaci z oceli, hliníku a skelného laminátu. Ocel je užitá v pevnostně exponovaných místech, vhodně je využito nízké měrné váhy hliníku a skelný laminát umožnil zejména vytvoření estetického vzhledu vozidla. Tento prvek se osvědčil již v mnohatisícové sérii tramvaji.

Tak byla docílena nízká váha plně vystrojené skříně - asi 12 Mp - a váha hrubé stavby skříně asi 4,5 Mp.

Vybavení prostoru pro cestující je jednoduché, účelné. Šestiúhelníkový tvar příčného průřezu skříně není samoúčelný - dává možnost využít světlosti kruhových tunelů. To má značný význam při delší podzemní trase, neboť vysoké investiční náklady na stavbu tunelů jsou max. využity velkou kapacitou vozidla.

Ovládání vozidla je velmi jednoduché. Řidič uvádí vozidlo do jízdy postavením brzdové páky při pravé ruce do polohy „jízda“ a jízdní pákou zvolí jeden ze 3 stupňů: 1. stupeň, „M“ tj. manipulační stupeň pro pomalou jízdu zejména v depu - tento stupeň umožňuje vhodný pojezd při spojování vozů, to je ovšem stupeň neúsporný, jsou zapojeny elektrické odpory. 2. stupeň „S“, při němž jsou v sérii spojeny skupiny trakčních motorů; to umožňuje pojezd nižším zrychlením na nižší rychlost s vyřazením odporů tedy docílí se úsporná jízda. Je to vhodný stupeň při manipulaci na konečných stanicích, v depu, event. při rozjezdu při přetížené síti nebo nedokonalém napájení nebo kluzké kolejnici. 3. stupeň „P<sup>ss</sup>“, paralelní spojení skupiny trakčních motorů - při tomto režimu probíhá automaticky vyřazování jízdních odporů, jízda na sériové spojení s přefazením na paralelní spojení motorových skupin a shuntováním až do maximální rychlosti. Případné omezení rychlosti lze dosáhnout včasným vrácením jízdní páky na stupeň S. Tím se zastaví otáčení povelového válce, který řídí rozjezd a vozidlo drží konstantní rychlost. Vhodný okamžik pro omezení rychlosti lze sledovat na ampérmetru, který zaznamenává rozjezdové proudy.

Konstrukce podvozků je kompaktní. Podvozky mají dvoji vypružení, primární - vinutou zpruhou, sekundární - pneumatické. Kvalitativní číslo vypružení nepřesahuje při žádné



Obr. 1. - Obr. 2. Rychlodrážní jednotka řady R 1 na železničním zkušebním okruhu ve Velimi.

rychlosti hodnotu 2,4 - to svědčí o velmi kvalitním chodu vozidla.

Motory jsou uloženy příčně a jsou spojeny s převodovkou krátkou pružnou spojkou. Nápravová převodovka je dvou-  
stupňová. Ozubená kola mají čelní ozubení.

Rychlodrážní vozidlo ČKD má celou řadu zařízení, která slouží k bezpečnosti a spolehlivosti provozu.

Především je to brzdový systém. Pro provozní brždění slouží brzda elektrodynamická. Trakční motory pracují při brždění jako dynamo a brzdový proud je mařen v bohatě dimenzovaných brzdových odporech. Elektrodynamická brzda má 31 stupňů, pracuje plynule a brzdící účinek lze jemně odstupňovat. Při snížení rychlosti vozidla asi na 10 km/hod nastupuje automaticky do funkce brzda elektropneumatická, která vozidlo plynule dobrzdí. Při případné poruše brzd elektrodynamické nastupuje samočinně brzda elektropneumatická, která zajišťuje stejné zábrzdě dráhy, stejně tak jako brzda pneumatická, která opět automaticky nahrazuje funkci brzd elektropneumatické. Všechny druhy brzd působí velmi plynule a zajišťují vysoký standard cestování. Jako poslední stupeň brzd je možno zařadit pneumatickou rychlobrzdu. Pro aretaci vozidla slouží brzda pružinová, která udrží obsazené vozidlo na nejprudším svahu 45 ‰. Vstupuje v činnost s klesajícím tlakem v brzdových válcích, takže nemůže dojít k odbrzdění vozidla zastaveného na svahu ani při vyčerpání pneumatické brzd.

Pneumatický systém vozidla zajišťuje dále konstantní zrychlení a zpždění při změně obsazení. Regulace těchto dynamických hodnot je odvozena z tlaku v pneumatickém vypružení. Tento tlak je regulován mechanicky podle změny zatížení. Tím je také docíleno udržení výšky podlahy při jakémkoliv zatížení ve stejné úrovni. To má příznivý vliv na nástup cestujících, neboť se nemění výška podlahy vozu vůči nástupišti.

Brzdový systém je připraven ke spolupráci se všemi moderními osvědčenými zabezpečovacími zařízeními, která se

používají v Evropě. Je možno ho vybavit i zařízením pro automatické vedení vlaku s cílovým bržděním. Spolupráce vozidla s tímto zařízením byla odzkoušena s velmi dobrými výsledky. Rozptyl zastavení byl pod hodnotou  $\pm 2$  m.

Vozidlo je vybaveno i krátkovlnnou vysílačkou, která zajišťuje spojení vozidla s dispečinkem, výpravním nebo ostatními vozidly na trati. Samozřejmě má řidič k dispozici vlakový rozhlas.





Okr. 3. Vnitřní zařízení jednotky R 1.

Vozidlo je možno vybavit i elektronickou protiskluzovou ochranou, která zamezuje zablokování kol při brzdění a tak vzniku ploch na kolech. Rychlost funkce elektronické ochrany zároveň zajišťuje co nejkratší zábrzdě vzdálenosti za daného stavu kolejnic z hlediska adheze.

Pohodu pro cestující zajišťuje pohodlný a vkusný interiér, čalouněná sedadla, výkonné nucené větrání s třicetinásobnou výměnou vzduchu za hodinu. Dobře je provětrán celý prostor vozu. Při nižších venkovních teplotách zpíjemňuje pohodu prostředí ve voze teplovzdušné vytápění, které využívá tepla z rozjezdových a brzdových odporů a ventilačního agregátu a je regulováno termostaty. Zářivkové osvětlení je napájené tyristorovým střídačem. Je zajištěno osvětlení přes 150 Lux ve čtenářské rovině.

Řidič má k dispozici pohodlné anatomické sedadlo s regulovatelnými polohami sedáku i opěradla. Na panelu jsou přehledně uspořádány přístroje, spínače a kontrolky. Kabina je vyhřívána vlastním teplovzdušným agregátem, využitelným i pro letní větrání. Ve dveřích kabiny řidiče jsou spouštěcí okénka.

Na koncích vozidla jsou poloautomatická spřáhla, která při mírném najetí dvou vozidel na sebe zajistí propojení mechanické spolu s propojením nízkonapěťových a pneumatických obvodů.

Estetické řešení vozidla bylo vedeno i snahou, aby vzhled vozidla nezastaral. Vzhled vozidla je příznivě hodnocen.

Obsáhlé zkoušky vozidla prokázaly, že předpoklady stanovené projektem jsou splněny, v mnohých případech i překročeny. Důkladné prověření prokázalo i velkou spolehlivost rychlodrážního vozidla ČKD v provozu. Bylo několikrát zkoušeno při nejtěžším režimu nepřetržitým provozem po dobu 35 hodin. jezdilo bez zastavení rychlostí 80 km/hod po

dobu 8 hodin. Obstálo i při dlouhodobé zkoušce rozjezdů do rychlosti jen 50 km/hod a 65 km/hod s plným brzděním bez prodlevy mezi rozjezdy.

Dlouhodobě vozidlo jezdilo i při napětí 900 až 920 V s poklesem napětí při rozjezdu pod 400 V (měkké napájení) - tedy i mimo normový rozsah. Mnoha dalšími zkouškami, které stanovila prototypová komise složená z nejlepších československých odborníků, byla ověřena kvalita nového výrobku čs. průmyslu.

Tento výrobek rozšiřuje úspěšný obor kolejových vozidel pro městskou a příměstskou dopravu. Řadí se dobře k československým tramvajím, které slouží v mnoha městech Evropy, ba i v Africe, celkově v mnohatisícových sériích.

### Popis některých zajímavých konstrukcí mechanické části

#### Skříň vozu

Hrubá stavba skříně vozu je vytvořena ze 6 částí.

Spodek vozu je z ocelových hraněných profilů. Plechová podlaha je vytvořena z vlnitého hliníkového plechu. Spojení podlahy s ocelovou kostrou spodku je provedeno nýtováním. Pro oddělení hliníku a oceli je použito speciální plastické folie. Alternativně je provedena plechová podlaha z ocelového plechu.

#### Kostra bočnice

je provedena z ocelového plechu, v dolní části z hraněných profilů, okenní část z výlisků, dveřní sloupky jsou z obdélníkových dutých Jäckel-profilů. Obložné plechy jsou ze slitiny hliníku a jsou přinýtovány. Alternativně jsou obložné plechy ocelové a přivařeny ke kostře v předepnutém stavu. Snahou je odstranit nebo snížit pracnost rovnání plechů.

Krajní Selo je ze skelného laminátu na ocelové kostře.

Vnitřní rovinné čelo je hliníkové. Na svařené kostře z hraněných profilů ze slitiny Al jsou přinýtovány hliníkové plechy.

Střecha je sendvičová; vytvořena je jako jeden kus, a to tak, že mezi dvě skořepiny ze skelného laminátu (skiny) je pod tlakem vstříknuta polyuretanová pěna. Jak vnější tak i vnitřní strana (strop) je probarvena v požadovaném odstínu, ve stropě jsou vytvářeny vhodné kanály pro osvětlení a větrání včetně větracích otvorů. Střešní sendvič je ke skříní přišroubován. Spojení je provedeno překrytím ve žlábkách a utěsněno pryží. Tak je zajištěno proti zatékání. Váha střechy proti konvenčnímu provedení je snížena na polovinu.

#### Podvozek

Konstrukce podvozku má některá progresivní řešení. Motory (84 kW, 375 V) jsou uloženy v podvozku příčně a přes krátkou pružnou spojku (Layrub) pohánějí dvoustupňovou nápravovou převodovku s čelním ozubením. Primární vypružení vinutou zpruhu je uloženo na vnějším rameni ložiskové skříně vytvořené v podobě „křávačky“. „Křávačka“ je zakotvena v excentrickém čepu, kterým lze nastavit geometrický tvar podvozku (křížové míry). Zpruhy jsou uloženy v lůžcích na masivních šroubech, kterými je možno upravit co nejmenší tolerance kolových tlaků.

Sekundární vypružení je pneumatické. Je vytvořeno dvojími pryžovými měchy, v kterých se mění tlak vzduchu v závislosti na zatížení vozu, takže se výška podlahy nad temenem kolejnice či k úrovni nástupiště mění jen v malých tolerancích. Systém čtyř pneumatických měchů má funkci třibodového uložení, neboť dva měchy jednoho podvozku jsou propojeny a tlak v nich je regulován společně, kdežto



v druhém podvozku je tlak v každém měchu regulován samostatně.

Mechanická brzda je kotoučová. Dva krajní podvozky dvouvozové jednotky mají pneumatický válec kombinovaný s pružinovým (tzv. *Federspeicherbremse*). Pružinová část systému se používá k aretaci vozidla a nahrazuje dnes již u vozidel tohoto typu archaickou ruční brzdou, která kromě toho že je nesnadno ovladatelná a často se obtížně umísťuje, má malou účinnost pro *vícevozový* vlak.

Vnitřní podvozky mají normální brzdové pneumatické válce. Vlastní *mechanická* brzda je kotoučová s vnitřním chlazením. Kolébka podvozku je vytvořena současně jako jímka tlakového vzduchu pro vyrovnávání tlaku v pryžových pružinách pneumatického vypružení.

#### Větrání, vytápění

K větrání a vytápění je využito agregátu pro chlazení elektrických odporů. Při větrání je ventilátory nasávan vzduch z prostoru cestujících a prochází pak přes odporové skříně a je vyfukován pod vůz. Přitom vniká do vozidla čerstvý vzduch otvory ve streje. Otvory mají vhodné kryty proti vnikání vody. Při vytápění je proudění vzduchu opačné. Vzduch ohřátý na elektrických odporech je vháněn do prostoru cestujících a odchází střešními otvory ven.

Ridič má vlastní teplovzdušný elektrický kalorifer. Ten je rovněž možno v létě využít pro větrání.

#### Osvětlení

je zářivkové, napájené tyristorovým střídačem.

Vlastní svítidla jsou umístěna ve dvou průběžných kanálech vytvořených ve stropě sendvičové střechy. Kryty jsou z mléčného plexiskla. Mezi osvětlovacími tělesy jsou části kanálu využity pro rovnoměrné rozptýlení větracího vzduchu po celém voze.

#### Zabezpečovací zařízení

Vozidlo a jeho elektrická a pneumatická vyzbroj jsou připraveny pro použití všech známých moderních zabezpečovacích zařízení, která předávají příkazy k omezení rychlosti nebo zastavení na vozidlo indukční cestou z trati.

#### Automatické vedení vozidla

Byla zkoušena spolupráce vozidla s funkčním vzorkem zařízení k automatickému vedení vlaku. Toto zařízení vyvinul Výzkumný ústav železniční a spolupráci s n. p. ZPA.

Zařízení pracovalo velmi dobře a přivedlo vozidlo k zastavení s odchylkou menší než  $\pm 2$  m. V dalším vývoji se

počítá, že toto zařízení bude spojeno s nově vyvinutým zabezpečovacím zařízením.

#### Zkoušky vozidla

Vozidlo bylo podrobeno obsáhlému zkušebnímu programu, sestavenému prototypovou komisí, složenou z předních československých odborníků v oboru kolejových vozidel.

Zkouškami bylo prokázáno splnění zadaných parametrů pro vozidlo.

Zkoušky byly prováděny jednak na zkušební trati v Praze na Kačerově, kde bylo napájení přiváděno z třetí kolejnice jednak na Železničním zkušebním okruhu u Velimí, kde bylo vozidlo vybaveno pantografem pro napájení z troleje.

Zatím co na Kačerově bylo napětí tvrdé, na Železničním zkušebním okruhu klesalo silně trakční napětí 750 Vss se vzdáleností od měřírny a bylo velmi měkké. Tak ovšem bylo vozidlo dobře vyzkoušeno za všech napájecích podmínek v celém normovém rozsahu (dokonce i mimo tento rozsah).

Při zkušebních jízdách bylo dosaženo těchto maximálních hodnot:

maximální rychlost 94 km/hod (při nízkém napětí asi 600 V), zrychlení  $1,1 \text{ m/s}^2$ ,  
střední zpoždění se středně obsazeným vozidlem v průměru  $1,1 \text{ m/s}^2$ , ve špičkových hodnotách až  $1,3 \text{ m/s}^2$ .

Vozidlo bylo podrobeno velmi těžkým jízdám režimům. Např. byla uskutečněna nepřetržitá jízda rychlostí 80 km/hod (maximální provozní rychlost) po dobu 8 hodin, dále 36-hodinová jízda maximálním rozjezdem do rychlosti 50 km/hod, 65 km/hod a 80 km/hod bez výběhu s plným brzděním a okamžitý rozjezd bez prodlevy (bez staničení). Dále byla provedena oteplovací zkouška trakčních motorů postupným zvyšováním zátěže - byly připojovány železniční vozy - až do celkové hmotnosti soupravy 195 Mp. S touto soupravou se prováděly jízdy rozjezdem do rychlosti 50 km/hod, 65 km/hod a 80 km/hod a plným brzděním do zastavení s 15-vteřinovou prodlevou. Vždy se jezdilo až do vyrovnané teploty trakčních motorů. Tento režim odpovídá podstatně těžšímu režimu než je nejobtížnější provozní režim na trase se stoupáním a sklonem 40 ‰ při trvale maximálně obsazeném vozidle, při čemž napájecí napětí kolísalo od 900 V pod 500 V (vzhledem k měkké síti).

Ostatní zkoušky též prokázaly vhodnost navržených konstrukcí a po počátečním odstranění některých dílčích nedostatků, převážně vyžadujících dořešení na základě zkušeností z prvních jízd, pracovalo rychlodrážní vozidlo spolehlivě.

Lektoroval: Ing. Karel Štumpa  
Ing. J. Krajcar