



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA DOPRAVNÍ

DAVID VAŠICA

**VOZIDLA NA JAPONSKÝCH VYSOKORYCHLOSTNÍCH TRATÍCH ŠINKANSEN**

SEMESTRÁLNÍ PRÁCE



**2008**

Název Šinkansen v doslovném překladu znamená nová páteřní trať. V anglofonních zemích se lze často setkat s označením *bullet train*, které vzniklo překladem japonského kódového názvu *dangan rešša*. Oficiálně se pojem *Šinkansen* vztahuje výlučně na vysokorychlostní tratě, kdežto vlaky, které po nich jezdí jsou označovány jako *hikari* (paprsek světla); v praxi se ale název šinkansen používá pro obojí, a to i v samotném Japonsku. Vlakové spoje na vysokorychlostních tratích jsou označovány jako *Super Express*.



V současné době má síť Šinkansen osm hlavních tratí (linek):

- **Tókaidó - šinkansen** (1964, Tokio - Ósaka, 515 km)
- **Sanjó - šinkansen** (1975, Ósaka - Fukuoka, 554 km)
- **Tóhoku - šinkansen** (1982, Tokio - Hačinohe, 632 km)
- **Džóecu - šinkansen** (1982, Tokio - Niigata, 334 km)
- **Jamagata - šinkansen** (1992, Fukušima - Šindžó, 148 km)
- **Akita - šinkansen** (1997, Morioka - Akita, 127 km)
- **Nagano - šinkansen** (1997, Takasaki - Nagano, 117 km)
- **Kjúšú - šinkansen** (2004, Jacuširo - Kagošima, 127 km)

Kromě těchto osmi tratí dále existují dvě tratě s normálním rozchodem kolejí, které sice nejsou klasifikovány jako Šinkansen, ale provoz na nich zajišťují stejné typy vlaků:

- **Linie Hakata - Minami**
- **Linie Gala - Juzawa**

Tratě systému Šinkansen mají normální rozchod kolejí (1435 mm) a jsou elektrifikovány napětími 25 kV 60 Hz (západně od Tokia), 25 kV 50 Hz (východně od Tokia) a 20 kV 50 Hz (trať Jamagata - šinkansen). Kvůli bezpečnosti a rychlosti provozu mají tratě výhradně mimoúrovňová křížení s ostatními druhy dopravy i s ostatními železnicemi, a z velké části vedou po mostech a v tunelech. To proto, aby trať vedla přímo a bylo dosaženo co možná největších poloměrů výškových a směrových oblouků. Tato opatření dovolují dosahovat vysokých provozních rychlostí, standardem je 240 až 300 km/h.

Síť Šinkansen je v provozu denně od 6:00 do 24:00, noční doba je vyhrazena pro kontrolu a opravy tratí.

## **TYPY VLAKOVÝCH SOUPRAV**

Provoz na síti Šinkansen je zajišťován vysokorychlostními elektrickými článkovými jednotkami, celkem se za dobu provozu na síti objevilo 13 různých typů souprav pro cestující, další čtyři typy slouží ke sledování stavu kolejí a na několika dalších typech byly prováděny vývojové testy.

Společným parametrem pro většinu souprav je délka vozu přibližně 25 metrů, přičemž na tratích Tókaidó a Sanjó jsou soupravy běžně tvořeny šestnácti vozy. Taková souprava má pak délku téměř 400 metrů. Na jiných tratích jsou soupravy řazeny do šesti, sedmi nebo osmivozových jednotek, a na některých tratích jezdí dvě (nejvýše osmivozové) jednotky spojené. Váha jednotlivých prázdných vozů se v závislosti na typu pohybuje mezi 40 a 55 tunami. Rozchod je standardně 1435 mm, napájecí soustava střídavá 25 kV 50/60 Hz

Řazení vozů v soupravách je různé, každá souprava zpravidla obsahuje běžné vozy (Standard class), vozy 1. třídy (Green class) a vůz s barovým oddílem. Standard class je dále rozdělena na vozy s a bez povinné rezervace míst. Bez vozů 1. třídy jezdí pouze 4 a 6 vozové jednotky. V novějších jednotkách se obvykle nachází jeden nebo více vozů s automatem pro občerstvení.

Interiéry vozů jsou velkoprostorové nekuřácké s uspořádáním sedadel 3 + 3, 3 + 2, 2 + 2 a 2 + 1 dle vozové třídy. Některé vozy jsou vybaveny oddíly, případně oddíly pro kuřáky.

Přibližná životnost železničního vozidla je obecně 30 let, japonské vysokorychlostní soupravy jsou však stahovány z provozu již po 15 letech.

## JEDNOTKA ŘADY 0



### Technické údaje:

Max. provozní rychlost: 220 km/h

Max. akcelerace: 1,2 km/h/s

Uspořádání sedadel: 3 + 2 a 2 + 2 (1. tř.)

Soupravy: 4 – 6 vozů (dříve 12, 16)

Vyrobeno vozů: 3216

V provozu: 1964 – podzim 2008 (plánovaně)

Linky: Sanjó, Hakata

Provozovatel: JR West

Prvním typem vlaku na trati Tókaidó a historicky prvním vysokorychlostním vlakem na světě byly soupravy řady 0. Jejich nejvyšší rychlost byla 220 km/h, váha vozu 55 tun, celkový výkon 11 840 kW (16 - vozová jednotka) poháněné byly všechny nápravy v soupravě, uspořádání sedadel 3 + 2 (2 + 2 první třída). Dnes je tento typ již vyřazen z provozu, poslední vlaky dosluhují na nejpomalejších spojích na Sanjó - šinkansenu a na trati Hakata – Minami v 4 až 6 vozových jednotkách. Design čelního vozidla byl převzat z námořního bombardéru 2. světové války Jokosuka P1Y (Tadanao Miki), viz. obr.:



## JEDNOTKA ŘADY 100



### Technické údaje:

Max. provozní rychlost: 220 km/h

Max. akcelerace: 1,6 km/h/s

Uspořádání sedadel: 3 + 2 a 2 + 2 (1. tř.)

Soupravy: 4 – 6 vozů (dříve 16)

Vyrobena vozů: 1056 (66 souprav)

V provozu: od roku 1985

Linky: Sanjō, Hakata

Provozovatel: JR West

Druhá generace vlaků Šinkansen s charakteristickým „žraločím čumákem“. Zajímavostí je, že tato řada byla navržena až po řadě 200. Nejstarší soupravy jsou již staženy z provozu, na lince Tókajdó skončil jejich provoz v září 2003. Zbývající vozidla dosluhují v 4 až 6 vozových jednotkách.

Narozdíl od řady 0 jsou čelní řídicí vozy nehnací, některé série měly čelní vozy hnací, přičemž 4 vložené vozy uprostřed byly nehnací, případně další vzájemné kombinace hnacích a nehnacích vozů.

## JEDNOTKA ŘADY 200



### Technické údaje:

Max. provozní rychlost: 240 km/h (první série 210 km/h)

Max. akcelerace: 1,6 km/h/s

Uspořádání sedadel: 3 + 2 a 2 + 2 (1. tř.)

Soupravy: 10 vozů (dříve 8, 12, 16)

Vyrobena vozů: 700 (66 souprav)

V provozu: od roku 1982

Rekonstrukce: 1999 – 2002

Linky: Džóecu, Tóhoku

Provozovatel: JR East

Vzhledově velmi podobná řadě 100 (na obrázku je souprava po rekonstrukci), na rozdíl od předchozích řad jsou však vozy lehčí a výkonnější z důvodu provozu na sklonově náročnějších tratích (Džóecu, Tóhoku). Pro provoz v horských podmínkách je čelo jednotky opatřeno malým sněhovým pluhem. Některé soupravy byly opatřeny spřáhlem umožňujícím spojování jednotek pro nejvytíženější relace, tyto však již nejsou v provozu. Pozdější série byly částečně vybaveny patrovými vozy kvůli vyšší přepravní kapacitě. První série měly všechny vozy jsou hnací, později vyrobené jednotky obsahovaly 1 až 2 vložené nehnací vozy.

Vyřazování z provozu začalo v roce 1997, nerekonstruované jednotky byly vyřazeny do května 2007.

## JEDNOTKA ŘADY 300



### Technické údaje:

Max. provozní rychlost: 270 km/h

Max. akcelerace: 1,6 km/h/s

Uspořádání sedadel: 3 + 2 a 2 + 2 (1. tř.)

Soupravy: 10 vozů (dříve 8, 12, 16)

Vyrobena vozů: 1104 (69 souprav)

V provozu: od roku 1992

Linky: Tókaidó, Sanjó

Provozovatel: JR Central, JR West

Tyto soupravy byly vyvinuty pro nasazení na nejrychlejších spojích mezi Tokiem a Ósakou. S přibývajícím množstvím vyrobených kusů postupně na většině spojů nahradily zastarávající jednotky řady 0 a 100.

Řada 300 se od předchozích na první pohled liší vnějším vzhledem, původní „letadlový“ design byl nahrazen tvarem zakřiveného klínu. Jednotky dále neobsahovaly restaurační vůz, byly vybaveny pouze pulty s občerstvením (později zrušeny).

Pro pohon těchto jednotek byly poprvé použity střídavé třífázové trakční motory (na rozdíl od předcházejících řad, které byly vybaveny stejnosměrnými motory). Hmotnost podvozků byla snížena menší kolébkou. 16 vozová jednotka obsahovala 10 hnacích vozů.

## JEDNOTKA ŘADY 400



### Technické údaje:

Max. provozní rychlost: 240 km/h

Max. akcelerace: 1,6 km/h/s

Uspořádání sedadel: 2 + 2 a 2 + 1 (1. tř.)

Soupravy: 7 vozů

Vyrobena vozů: 84 (12 souprav)

V provozu: od roku 1992

Rekonstrukce: 1999 – 2001

Linky: Tóhoku, Jamagata

Provozovatel: JR East

Řada 400 byla vyvinuta pro tehdy nejnovější vysokorychlostní trať Jamagata, která vznikla přestavbou konvenční železnice s rozchodem 1067 mm na trať Šinkansen s rozchodem 1435 mm. Jednotky jsou provozovány i na konvenčních tratích, vozy mají menší šířku a délku a řada je proto běžně nazývána „mini šinkansen“. Na konvenční a na směrové oblouky bohaté trati mezi Jamagatou a Fukušimou je provozní rychlost jednotky snížena na 130 km/h.

Jedná se o poslední řadu vysokorychlostních jednotek, která je vybavena stejnosměrnými trakčními motory. 7 vozová souprava má 6 hnacích vozů.



## JEDNOTKA ŘADY 500



### Technické údaje:

Max. provozní rychlost: 300 km/h

Max. akcelerace: 2,0 km/h/s

Uspořádání sedadel: 3 + 2 a 2 + 2 (1. tř.)

Soupravy: 16 vozů

Vyrobena vozů: 144 (9 souprav)

V provozu: od roku 1997

Linky: Tókaidó, Sanjó

Provozovatel: JR West

Řada 500 je nejrychlejší, nejvýkonnější ale také nejdražší z dosud provozovaných vysokorychlostních jednotek pro tratě Šinkansen. Maximální rychlost je 320 km/h, provozní je snížena na 300 km/h. Hnací ústrojí využívá počítačem řízený aktivní systém pro co nejplynulejší a nejbezpečnější jízdu. Všech 16 vozů je hnacích s max. výkonem 18,24 MW. Cena jedné soupravy se vyšplhala na 5 miliard JPY (v přepočtu 833 milionů CZK), proto bylo vyrobeno pouze 9 kusů.

Tvarem připomíná spíše nadzvukové letadlo, než klasický vysokorychlostní vlak. Návrhem exteriéru a interiéru byla pověřena německá společnost Neumeister Design.

Předpokládá se, že dodáním kompletního počtu jednotek N700 v roce 2009 bude provoz řady 500 omezen pouze na linku Sanjó. Pravděpodobně také dojde ke změně řazení a celkovému zkrácení souprav.

## JEDNOTKA ŘADY 700



### Technické údaje:

Max. provozní rychlost: 285 km/h

Max. akcelerace: 1,6 – 2,0 km/h/s

Uspořádání sedadel: 3 + 2 a 2 + 2 (1. tř.)

Soupravy: 16 vozů (8 pro linku Hikari Rail Star)

Vyrobena vozů: 1328 (91 souprav)

V provozu: od roku 1999

Linky: Tókaidó, Sanjó

Provozovatel: JR Central, JR West

Řada 700 byla vyvinuta s cílem dosáhnout pokud možno provozní rychlosti blízké 300 km/h a zároveň co nejvyššího komfortu jízdy, avšak na rozdíl od řady 500 s podstatně nižšími pořizovacími náklady. Cíl byl splněn, v porovnání s předchozí řadou 300 výrazně vzrostl komfort cestování, přičemž cena jedné soupravy se pohybuje kolem 4 miliard JPY.

Z této řady přímo vznikla řada 800 a 700T pro Taiwan a dále pak přepracovaná N700. Dvě soupravy nazývané „Doctor Yellow“ založené na řadě 700 slouží k diagnóze tratí linek Tókaidó a Sanjó.

Čelní vozy soupravy jsou nehnací, 16 vozové jednotky pak obsahují 2 další vložené nehnací vozy (1. tř.).

## JEDNOTKA ŘADY N700



### Technické údaje:

Max. provozní rychlost: 300 km/h

Max. akcelerace: 2,6 km/h/s

Uspořádání sedadel: 3 + 2 a 2 + 2 (1. tř.)

Soupravy: 16 vozů

Objednáno vozů: 1552 (97 souprav), dodávky do roku 2011

V provozu: od července 2007

Linky: Tókaidó, Sanjó

Provozovatel: JR Central, JR West

Jedná se o 16 vozové jednotky příští generace pro provoz na linkách Tókaidó (300 km/h) a Sanjó (270 km/h). Pro možnost pojíždět oblouky o poloměru 2500 m plnou rychlostí 270 km/h jsou vozy vybaveny pneumatickým systémem naklápění skříní (maximálně 1°). V kombinaci s digitálním systémem automatického vedení vlaku ATC (Automatic Train Control) tak byla snížena cestovní doba mezi Tokiem a Ósakou o 5 minut a mezi Tokiem a Fukuokou o 13 minut.

Kromě obou čelních vozů jsou všechny hnací. 4 vozy jsou vybaveny kabinkami pro kuřáky. Design byl částečně převzat z předchozí řady 700.

## JEDNOTKA ŘADY 800



### Technické údaje:

Max. provozní rychlost: 260 km/h

Max. akcelerace: 2,5 km/h/s

Uspořádání sedadel: 2 + 2

Soupravy: 6 vozů

Vyrobena vozů: 36 (6 souprav)

V provozu: od roku 2004

Linky: Kjúšú

Provozovatel: JR Kyushu

Řada 800 byla vyvinuta pro linku Kjúšú. Na rozdíl od svých předchůdců řady 500 a 700 je pomalejší. Ačkoliv vychází z řady 700, designem připomíná spíše řadu 300.

Uspořádání sedadel je v celém vlaku 2 + 2, přičemž vlak neobsahuje 1. třídu. Všechny vozy jsou hnací.

## JEDNOTKA ŘADY E1



### Technické údaje:

Max. provozní rychlost: 240 km/h

Max. akcelerace: 1,6 km/h/s

Uspořádání sedadel: 3 + 3, 2 + 3 (rezervace) a 2 + 2 (1. tř.)

Soupravy: 12 vozů

Vyrobeno vozů: 72 (6 souprav)

V provozu: od roku 1994

Rekonstrukce: 2003 – 2005

Linky: Džóecu

Provozovatel: JR East

Řada E1 je první patrovou jednotkou pro síť Šinkansen. Společně s patrovou jednotkou řady E4 jsou obecně známy pod marketingovým názvem „MAX“ (Multi - Amenity eXpress ... vysoce komfortní expresní vlak).

Jednotky E1 byly speciálně vyvinuty pro linku Džóecu, jež je ve špičce přetížena z důvodu vysokého počtu lidí dojíždějících za prací. Kapacita jednotky je 1235 míst. V porovnání s 12 vozovou jednotkou řady 200 má E1 o 40% vyšší kapacitu, avšak ve špičkách jsou soupravy E1 obsazeny z 200%, tedy stejný poměr sedících a stojících cestujících.

12 vozová souprava má 6 hnacích vozů, 3 vozy jsou 1. třídy, 1 vůz je vybaven pultem pro občerstvení.

## JEDNOTKA ŘADY E2



### Technické údaje:

Max. provozní rychlost: 275 km/h

Uspořádání sedadel: 3 + 2 a 2 + 2 (1. tř.)

Soupravy: 8 – 10 vozů

Vyrobeno vozů: 442 (47 souprav)

V provozu: od roku 1997

Rekonstrukce: 2003 – 2005

Linky: Tóhoku, Nagano

Provozovatel: JR East

První série 8 vozových souprav E2 byla vyrobena pro tehdy nově vzniklou linku Nagano. Čelní vozy jsou vybaveny automatickým spřáhlem pro možnost spojování s dalšími jednotkami.

V roce 2003 ustanovila jednotka E2 během noční testovací jízdy japonský rychlostní rekord sériově vyráběných vysokorychlostních vlaků hodnotou 362 km/h.

Na základě řady E2 byla vyvinuta jednotka typu CRH2 pro Čínu. Celkem bylo objednáno 60 souprav, přičemž 9 bylo vyrobeno v Japonsku, zbytek je vyráběn licenčně v Číně.

## JEDNOTKA ŘADY E3



### Technické údaje:

Max. provozní rychlost: 275 km/h

Max. akcelerace: 1,6 km/h/s

Uspořádání sedadel: 2 + 2

Soupravy: 6 – 7 vozů

Vyrobena vozů: 177 (29 souprav)

V provozu: od roku 1997

Linky: Tóhoku, Akita, Jamagata

Provozovatel: JR East

Řada E3 byla vyvinuta pro novou linku Akita, která vznikla přestavbou konvenční železnice s rozchodem 1067 mm na trať Šinkansen s rozchodem 1435 mm. Stejně jako řada 400, má i E3 parametry „mini šinkansen“. Tři 7 vozové jednotky jsou provozovány společně s řadou 400 na lince Jamagata.

Dalších 12 sedmivozových souprav má postupně od prosince 2008 do léta 2009 kompletně nahradit řadu 400.

Kromě 2 vložených jsou všechny ostatní vozy v jednotce hnací, přičemž jeden čelní vůz je první třídy.

## JEDNOTKA ŘADY E4



### Technické údaje:

Max. provozní rychlost: 240 km/h

Max. akcelerace: 1,65 km/h/s

Uspořádání sedadel: 3 + 3, 2 + 3 (rezervace) a 2 + 2 (1. tř.)

Soupravy: 8 vozů (kapacita 800 míst ☺)

Vyrobena vozů: 208 (26 souprav)

V provozu: od roku 1997

Linky: Tóhoku, Džóecu, Nagano

Provozovatel: JR East

Jedná se o další řadu patrových jednotek. Stejně jako řada E1, slouží i tato ve špičce pro přepravu dojíždějících cestujících v okolí Tokia a dalších městských aglomerací. Dvě spojené 8 vozové jednotky mají celkovou kapacitu 1634 míst, což je nejkapacitnější souprava vysokorychlostního vlaku na světě.

Spodní patro v uspořádání 3 + 2 má povinnou rezervaci míst. Horní patro má uspořádání 3 + 3 bez možnosti naklápění sedadel a bez nutnosti rezervace. Je však nutné poznamenat, že šířka vozu je 3,43 m. Pro porovnání např. ICE-T má šířku 2,85 m při uspořádání 2 + 2, což dává zhruba stejný komfort jako uspořádání 3 + 2 u E4. Jednotka E4 je dále vybavena rotací sedadel pro natočení do směru jízdy.

8 vozová jednotka má 4 hnací vozy a 2 vozy 1. třídy.



## JEDNOTKA FASTECH 360 (PROTOTYPY)

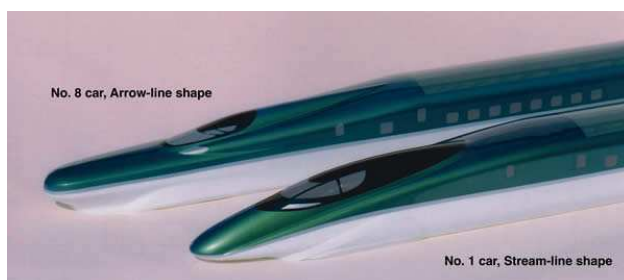


Fastech 360 je prototyp příští generace vlaků sítě Šinkansen s naklápěcí skříní (max. 29). Maximální rychlost činí 405 km/h, provozní rychlost je očekávána 360 km/h. Dle předpokladů bude pravidelný provoz s cestujícími zahájen v roce 2011 provozovatelem JR East a jednotkami označenými jako řada E5.

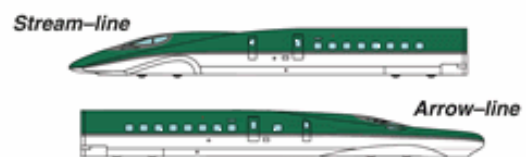
Existují 2 prototypy:

- Fastech 360S (řada E954): 8 vozová jednotka pro provoz pouze na tratích Šinkansen, testovací provoz zahájen na lince Tóhoku v červnu 2005.
- Fastech 360Z (řada E955): 6 vozová jednotka pro provoz na linkách Šinkansen i mini Šinkansen, testovací provoz zahájen v roce 2006.

Jednotka je vybavena záchrannou aerodynamickou brzdou (podobně jako u letadel). Pro zjištění nejvhodnějšího aerodynamického uspořádání má každé čelo jednotky jiný tvar:



Long nose (16 m)  
Optimized nose shape  
(comparison of two different shapes)



## POUŽITÉ ZDROJE

<http://www.h2.dion.ne.jp/~dajf/byunbyun/types.htm>

<http://www.h2.dion.ne.jp/~dajf/byunbyun/gallery.htm>

<http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0inkansen>

<http://forum.valka.cz/viewtopic.php/t/1258>

<http://www.jreast.co.jp/e/press/20050302/>

<http://www.japaneselifestyle.com.au/travel/shinkansen.htm>

[http://en.wikipedia.org/wiki/800\\_Series\\_Shinkansen](http://en.wikipedia.org/wiki/800_Series_Shinkansen)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Fastech\\_360](http://en.wikipedia.org/wiki/Fastech_360)

[http://www.wallpaperpimper.com/wallpaper/download-wallpaper-Shinkansen\\_Bullet\\_Train\\_and\\_Mount\\_Fuji-size-1600x1200-id-116784.htm](http://www.wallpaperpimper.com/wallpaper/download-wallpaper-Shinkansen_Bullet_Train_and_Mount_Fuji-size-1600x1200-id-116784.htm)