

VRT v Německu, trať Norimberk - Mnichov

1. Vysokorychlostní tratě

Železniční dopravu lze rozdělit na konvenční a vysokorychlostní. Mezníkem mezi nimi je rychlost 200 km/h. Vysokorychlostní tratě mohou být buď zmodernizované, pojížděné rychlostí 200 až 250 km/h, nebo speciálně vybudované pro vysokorychlostní dopravu a to pro rychlosti nad 250 km/h. Vysokorychlostní tratě jsou vždy normálněrozchodné (1435 mm) a určené pro dálkovou dopravu.

Při návrhu vysokorychlostní tratě je nutné dbát toho, aby všechny její parametry odpovídaly technickým specifikacím interoperability pro transevropský vysokorychlostní železniční systém. Nejprve je nutné stanovit, jaký typ vlaku, popřípadě jaké typy, budou trať využívat. Poté se navrhnu jednotlivé varianty tratě a provede se simulace jízd vlaků zaměřená na dynamiku jízdy. Poté je možné vypočítat jízdní doby a spotřebu trakční energie. Zároveň se takto ověří traťová rychlost.

Výstavba a následný provoz na vysokorychlostních tratích s sebou přináší značné výhody. S rozvojem vysokorychlostní železniční dopravy roste také význam a ekonomický potenciál měst a oblastí, které jsou na ni připojené. Provoz je plynulý a bezpečný, zejména vzhledem k tomu, že VRT se nikde úrovně nekríží s pozemními komunikacemi. Další výhody vyplývají z ekologických hledisek. Železniční doprava elektrické trakce neprodukuje exhalace. Trať zabírá relativně méně prostoru než například dálnice a jízda vlaků je jednoznačně méně energeticky náročná ve srovnání s automobilovou dopravou při přepravení stejného počtu osob.

Největší výhodou je však rychlost přepravy. V tomto směru je železnice jednoznačně schopna konkurovat IAD a na delších vzdálenostech dokonce také letecké dopravě. Cestování vlakem je zároveň pohodlné a na rozdíl od cesty autem umožňuje všem cestujícím efektivně využít čas strávený v dopravním prostředku.

2. VRT v Evropě, v Německu

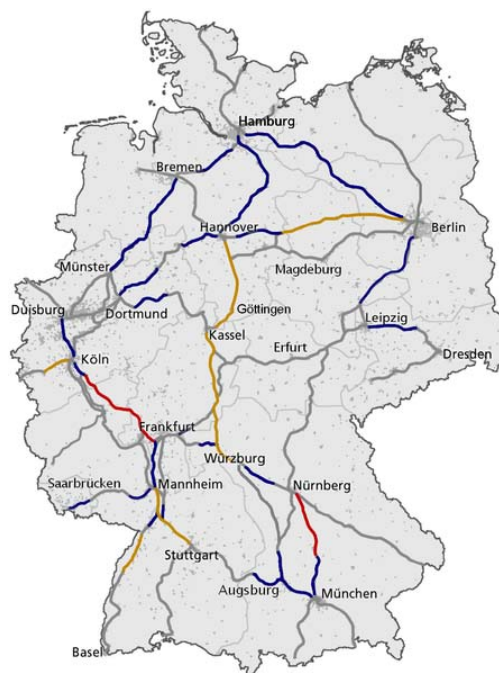
První vysokorychlostní trať na evropském kontinentě byla postavena v Itálii. Jako jediná z VRT je připojena na napětí 1,5 kV stejnosměrně. Další tratě v Itálii, stejně jako ve zbytku Evropy, se již připojují výhradně na střídavou soustavu. Itálie však v současnosti není v Evropě zdaleka jediná, kde je vysokorychlostní železniční doprava provozována. Mezi nejvýznamnější státy v této oblasti patří Španělsko, Francie a také Německo. Další VRT na území Evropy je možné najít např. v Portugalsku, Velké Británii (včetně spojení Francie – Anglie pod hladinou kanálu La Manche), či Švédsku.



Obr. 1.: Síť vysokorychlostních tratí v Evropě

Deutsche Bahn (DB - Německé dráhy) začaly uvádět vysokorychlostní železniční dopravu do provozu v roce 1985. Vysokorychlostní provoz byl zahájen roku 1991 vlaky InterCityExpress (ICE) a to na nově vybudovaných tratích Hannover – Würzburg (327km) a Mannheim – Stuttgart (100km). Nově vybudovaná spojení podstatně zkrátila jízdní doby. Stavby VRT a modernizace stávajících tratí rychle pokračovaly, v Německu byla snaha

vytvořit nová rychlá spojení dvou železničních systémů, které se do roku 1990 rozvíjely odděleně. Výrazným zlepšením infrastruktury a tedy propojením východ – západ se měla životní úroveň ve východním Německu dostat co nejrychleji k úrovni života na západě. V roce 1998 byla částečně nově vystavěna a částečně zrekonstruována trať z Hannoveru do Berlína. Roku 2002 byla vybudována trať Kolín – Frankfurt, s maximálním podélným sklonem až 40 ‰. O dva roky později byla dokončena rekonstrukce trati Hamburg – Berlín a o další dva roky později již i trať Norimberk – Mnichov. Současnou podobu sítě VRT s nasazením vlaků ICE zobrazuje následující mapa.



Obr. 2.: síť vlaků ICE v Německu

Šedou barvou jsou zobrazeny tratě konvenční dopravy pro rychlost 160 km/h, modrou tratě s rychlostmi 200 – 230 km/h, oranžovou pro rychlosti větší než 250 km/h a červeně vysokorychlostní tratě pro rychlost 300km/h.

Jak je z mapy patrné, v Německu převažují modernizované tratě s rychlostmi do 230 km/h. Tratí pro rychlosti 300 km/h je jen málo. Německo je poměrně hustě pokryto velkými městy a mezi nimi jsou malé vzdálenosti. Z tohoto důvodu ve většině případů došlo pouze k modernizaci stávajících konvenčních tratí než k výstavbě nových tratí. Traťové rychlosti jsou zde nižší než u jiných zahraničních vysokorychlostních doprav, avšak Německo je tak železniční sítí pro rychlou dopravu pokryto poměrně hustě.

Pro německo je na tratích s rychlostmi nad 160 km/h typický smíšený provoz osobní a nákladní dopravy. Ve dne jsou tratě pojížděné výhradně vlaky ICE osobní dopravy, v noci zde jezdí vlaky nákladní. Kapacita trati je tak mnohem lépe využita, v noční době, kdy vlaky osobní dopravy téměř nejezdí, není trať prázdná. Zboží je zároveň přepraveno rychleji, než kdyby nákladní vlaky využily konvenční tratě, zejména tratě s rychlostmi do 160 km/h.

Mnoho tratí v Německu, a nejen těch vysokorychlostních, vede podél silnic. Snahou je minimální zásah do krajinného rázu. Při souběžném vedení silnice a železnice dochází pouze k jednomu optickému přetvoření krajiny. Žádoucí je také odvést alespoň podíl cestujících ze silnic a dálnic na železnici.

Na německých vysokorychlostních tratích je často použita pevná jízdní dráha a výhybky s klotoidickou přechodnicí.

3. Trať Norimberk - Mnichov

Vysokorychlostní trať z Norimberku (Nürnberg) do Mnichova (München) byla budována jako součást rychlého spojení severu Německa s jihem, zejména hlavního města Berlína s třetím největším městem Německa Mnichovem. Snahou je zkrácení cesty vlakem z téměř 7 hodin na 4 hodiny. Zároveň stála na počátku snaha propojit rychlou železniční dopravou dvě největší bavorská města – Norimberk a Mnichov.

Trať z Norimberku do Mnichova lze rozdělit na dva úseky z hlediska výstavby i z hlediska jejich parametrů. První úsek je Norimberk – Ingolstadt, druhý úsek Ingolstadt – Mnichov.



Obr. 3.: Trať Nürnberg – Ingolstadt – München

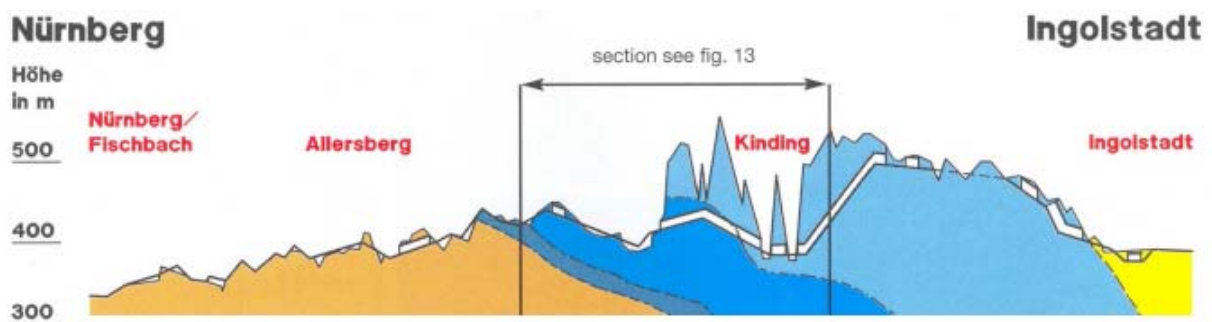
Trať z Norimberka do Ingolstadtu č. 5934 je novostavbou. Úsek je dlouhý 89 km a jeho výstavba byla dokončena v květnu 2006. Maximální traťová rychlost zde dosahuje 300 km/h. Úsek z Ingolstadtu na jih až do Mnichova je pouze zmodernizovaná stávající konvenční trať, č. 5501. Modernizace byla dokončena v prosinci 2006. Délka úseku činí 82 km a traťová rychlost je 200 km/h.

Základní parametry tratě:

Manažer projektu	DB ProjektBau GmbH
Vlastník tratě	DB Netz AG
Dopravce	Deutsche Bahn AG (DB Fernverkehr & DB Regio)
Cena projektu	6,3 bilionů euro

Technické údaje:

Rozchod:	1435 mm
Kolejnice:	UIC 60
Pevná jízdní dráha:	Rheda 2000
Napájecí soustava:	střídavá, 15 kV, 16,7 Hz
Minimální poloměr oblouku (200km/h):	814 m
Minimální poloměr oblouku (300km/h):	4085 m
Maximální sklon (200km/h):	12,5 ‰
Maximální sklon (300km/h):	20 ‰



Obr. 4.: Profil úseku Norimberk – Ingolstadt

Nově postavená trať z Norimberku do Ingolstadtu vede podél části silnice A9 a její stavba vyžadovala vybudování devíti tunelů o celkové délce 27 km. Na severu Ingolstadtu se v jednom z nových tunelů napojuje na zrekonstruovanou trať Ingolstadt – Mnichov. Při stavbě tunelů se vyskytlo mnoho geologických problémů, jelikož se jedná o oblast vápencových skal, i do té doby již dost protkaných dopravními cestami. Bylo samozřejmě nutné, aby si skály i po vybudování nových tunelů zachovaly svou pevnost.

Jedním z tunelů na trati je i známý Euerwang, který je se svou délkou 7,7 km na této trati nejdelší. Zároveň je třetím nejdelším železničním tunelem v Německu. Druhý nejdelší tunel mezi Norimberkem a Mnichovem se nazývá Irlahüll, měří 7,26 km a se svým stoupáním 20 ‰ se řadí mezi nejstrmější železniční tunely v Německu.



Obr. 5.: Tunel Euerwang



Obr. 6.: Tunel Irlahüll

Na trati je dále 58 mostů a nadjezdů. Mezi nimi také 305 m vysoký Grosshoebing Viaduct.



Obr. 7.: Stavební objekty na trati

Provoz na novostavbě je zabezpečen dvěma počítačově řízenými jednotkami situovanými v Norimberku a Ingolstadtu. Strojvedoucímu se na stanoviště neustále přenášejí informace o tom, jakou nejvyšší rychlostí může jet, aby byly zachovány bezpečné vzdálenosti mezi jednotlivými vlaky. Provoz na trati z Ingolstadtu je zabezpečen toutéž jednotkou umístěnou v Mnichově. Využívá se systému GSM-R.

Kromě vysokorychlostních vlaků ICE, které budou podrobněji popsány v kapitole 4, tuto trať využívají také tzv. mnichovsko – norimberské expresy. Vlaky nejsou tvořeny ucelenými jednotkami, ale lokomotivou a přípojnými vozy. Díky využití vysokorychlostní tratě jezdí až 200 km/h a jedná se tak o nejrychlejší regionální dopravu v Německu. Na rozdíl od vlaků ICE, které na své trase staví pouze v Ingolstadtu, expres zastavuje mezi Norimberkem a Mnichovem v sedmi stanicích. Jízda na trati dlouhé 170,8 km trvá 1 hodinu, 45 minut, včetně 15 minutového stání ve stanici Ingolstadt hlavní nádraží, kde je předjíždí vlaky ICE. Expresy jezdí ve dvouhodinovém intervalu od 5.00 do 23.00 a ve špičkách jsou ještě posíleny dalšími soupravami.

Vozy splňují současné standardy cestování, jsou vybaveny skládacími stolečky, lampičkami na čtení a zásuvkami. Vozy jsou opatřeny červeným nátěrem, jak je pro regionální vlaky v Německu typické.



Obr. 8.: Mnichovsko – norimberský expres

Vlak je složen z lokomotivy řady 101, výjimečně řady 120, a šesti vozů, respektive ve špičce v pracovních dnech deseti vozů, s oddíly 1. a 2. vozové třídy, s oddílem pro cestující s dětmi a pro přepravu jízdních kol.

Dalším doplňkovým vlakem je tzv. Allersbergský expres mezi Allersbergem a Norimberkem. Ten v denní špičce snižuje interval v tomto úseku na 30 minut.

4. Vlaky ICE

Německo začalo vyvíjet rychlovlaky od roku 1986: Prvním pokusem byl vlak označovaný jako InterCityExperimental (ICE-V), který dnes již není v provozu. Dodnes se používá měřicí ICE vlak, vyvinutý jen krátce po ICE-V. V roce 1989 byly vyráběny a o dva roky později uvedeny do provozu ICE vlaky 1. generace. Roku 1995 byly do provozu nasazeny ICE2, avšak jen několik málo kusů má povolení pro přechod na zahraniční tratě, série byla navržena pro vnitrostátní přepravu. Později došlo dalšími úpravami k vývoji ICE3 a jeho vícesoustavové verze ICE3M. U těchto vlaků byl oproti původním zmenšen profil. ICE3 jsou schopny překonávat sklony 40 ‰, proto jsou nasazovány zejména na sklonově náročnějších tratích, např. Kolín nad Rýnem – Frankfurt nad Mohanem. Vyvinuty byly ještě dva typy vlaků ICE s technikou naklápění vozové skříně: ICE-T (elektrické) a ICE-TD (diesel-elektrické). ICE-TD se však nyní v provozu již nevyužívají, pro jejich vysokou poruchovost byly staženy z výkonů a nahrazeny novějšími vlaky ICE-T2.



Obr. 9.: Vlak ICE

Technické údaje jednotky ICE 3:

Výrobce	Siemens, Adtranz
Výrobní cena jednotky	37 milionů DM (18,92 milionů euro)
Rok výroby	1997 – 2000
Počet vyrobených sérií	4
délka, šířka, výška	25835 (24775 vložené vozy) / 2950 / 3890 mm
Rozchod	1435 mm

hmotnost	435 t (prázdná jednotka)
hmotnost na nápravu	16 t
Počet vozů	2 koncové, 6 vložených
Uspořádání pojezdu	Bo'Bo' + 2'2' + Bo'Bo' + 2'2' + 2'2' + Bo'Bo' + 2'2' + Bo'Bo' (použití monobloku)
Napájecí soustava	stejnoseměrný 1,5kV a 3kV , střídavý 25kV, 50Hz a 15kV, 16,7Hz
Naklápací systém	NE
Elektromotor	16-ti pólový asynchronní
Výkon	8 MW
Nejvyšší rychlost	330 km/h
Nejvyšší provozní rychlost	300 km/h
Nejvyšší dosažená rychlost	368 km/h (3. září 2001 na trati Berlín – Hannover)
Zrychlení	0,86 m/s ²
Tažná síla	300 kN

Nejvýznamnějšími změnami oproti ICE 2 byla změna proudové soustavy z původního jednoho systému (15 kV, 16,7 Hz) na čtyři systémy a změna uspořádání pojezdu. U vlaku ICE 2. generace byly hnané pouze první 4 nápravy, u 3. generace je již 16 náprav hnaných a 16 běžných. Hnané nápravy se u ICE 3 nacházejí na prvním, třetím, šestém a osmém voze. Došlo tedy také ke zvýšení výkonu a maximální rychlosti vozidla a rovněž ke snížení hmotnosti celé jednotky a samozřejmě také hmotnosti na nápravu.

Všechny vozy vlaku ICE jsou plně klimatizované. Sedadla jsou uspořádána jako 2 + 1 v 1. i 2. vozové třídě. U každého místa se nachází elektrická zásuvka pro připojení notebooku a téměř na všech místech jsou instalované obrazovky, na nichž je možno promítat filmy a rovněž připojena sluchátka pro poslech přednastavené hudby, rádia, či s možností zvolit si výuku cizího jazyka. Ve vlacích ICE3 jsou vestavěné obrazovky dokonce dotykové a lze na nich také zjišťovat a tisknout jízdní řády a polohy vlaků. Soupravy ICE1 a ICE2 měly zařazen restaurační vůz, ten byl však ve vlacích 3. generace nahrazen vozem Bistro, kde je cestujícím k dispozici pouze bar pro stání.

Výstavbou VRT mezi Norimberkem a Ingolstadtem se celková doba jízdy zkrátila o 24 minuty na 1 hodinu, 18 minut a po dokončení modernizace trati z Ingolstadtu do Mnichova ještě o dalších 16 minut. Cestování vlakem se tak stalo rychlejší, ale i pohodlnější a komfortnější.

5. Použitá literatura

Eppler, T.: Die schnellsten Züge der Welt. Garamond, München, 2007.

Týfa, L.: Nejnovější trendy v oblasti infrastruktury vysokorychlostních tratí
<http://vrt.fd.cvut.cz/data/konference/39tcz.pdf>

Týfa, L.: Vysokorychlostní železniční síť ve světě (přednáška č. 3)

http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Euerwang_Tunnel

http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:ICE_Network.png

<http://en.wikipedia.org/wiki/M%C3%BCnchen-N%C3%BCrnberg-Express>

http://en.wikipedia.org/wiki/Nuremberg-Munich_high-speed_rail_line

http://i.lidovky.cz/09/101/lngal/NEV2e4e4c_evropa_zeleznice.jpg

<http://k47.cz/clanky/vysokorychlostni-zeleznice>

www.datis.cd rail.cz/edice/IZD/izd3_02/evropvr.pdf

www.hochgeschwindigkeitszuege.com/germany/index_ice_3.htm

www.mokslai.lt/referatai/kursinis/high-speed-railway-system-in-europe-puslapis4.html

www.railway-technology.com/projects/Nurnberg/

www.vlaky.net/zeleznice/spravy/000849-InterCityExpress-ICE.asp