

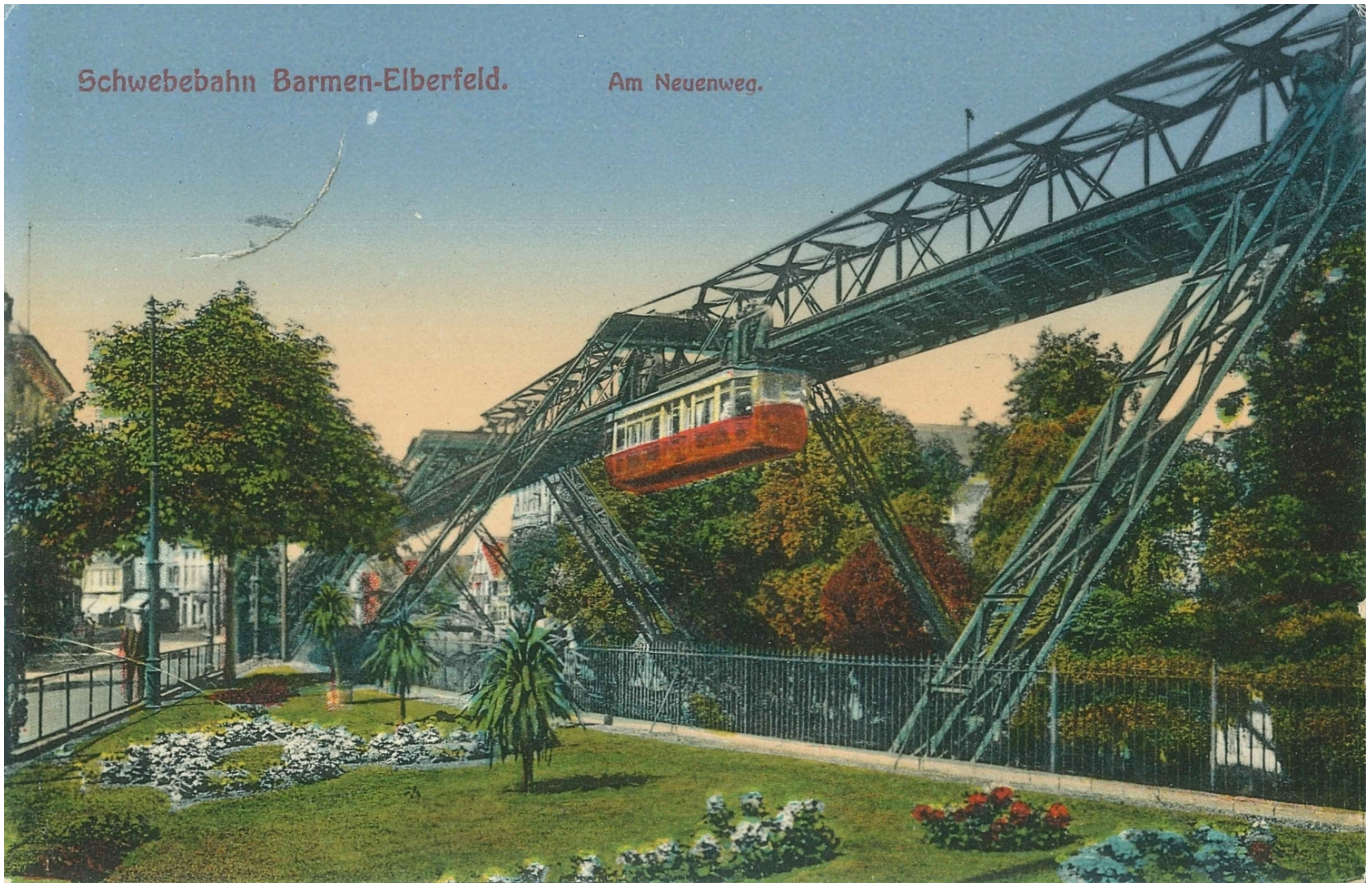
Wuppertalská Schwebebahn čtvrtým rokem pod ETCS

02.09 2023 18:14, Jan Rozehnal , Ostatní

Dnešním dnem jsou to právě čtyři roky od zahájení provozu wuppertalské „vznášející se dráhy“ pod dohledem ETCS (*European Train Control System*), tedy evropského jednotného vlakového zabezpečovacího zařízení. Následující řádky se u příležitosti tohoto malého výročí pokusí čtenáři objasnit pohnutky k instalaci tohoto systému na unikátní jednostopé železnici a bilancovat jeho klady a zápory.

K 1. březnu 1901 začal v tehdejším souměstí Barmen-Elberfeld-Vohwinkel fungovat nový vynález – zavěšená dráha konstruktéra Eugena Langena. S ohledem na přepravní rychlost až 60 km/h a špičkovým intervalům na hranici tří minut nepřipadal provoz podle rozhledových poměrů v úvahu. V té době značně futuristicky vyhlížející dopravní prostředek byl proto vybaven samočinným zabezpečovacím zařízením na bázi hradlového poloautomatického bloku. Jezdilo se tedy podle signálů, přičemž ve všech stanicích byla přítomna obsluha, která jejich správné zobrazování kontrolovala a eventuálně korigovala. Nadto byly pro případ mimořádné události stanice i soupravy osazené telefonem.

Konurbace kolem Schwebebahn postupně srůstala do jednoho města a od roku 1930 se nazývá příhodně Wuppertalem (tedy údolím řeky Wupperu). V dopravním podniku Wuppertaler Stadtwerke (WSW) bylo na konci šedesátých letech v očekávání příchodu nové generace vozidel rozhodnuto nahradit původní zabezpečovací systém reléovým autoblokem. Spolu se záhy dodanou řadou GTW 72 (číslo v názvu odpovídá poslednímu dvoučíslí letopočtu nasazení první soupravy) vydržel tento zabezpečovač v provozu do srpna 2019. Od září téhož roku se jezdí již výhradně s novými jednotkami GTW 15 (interně GTW 14, číslo v názvu odpovídá marketingovému označení souprav jako „Generation 15“), které, jak už bylo úvodem naznačeno, využívají právě technologii ETCS.

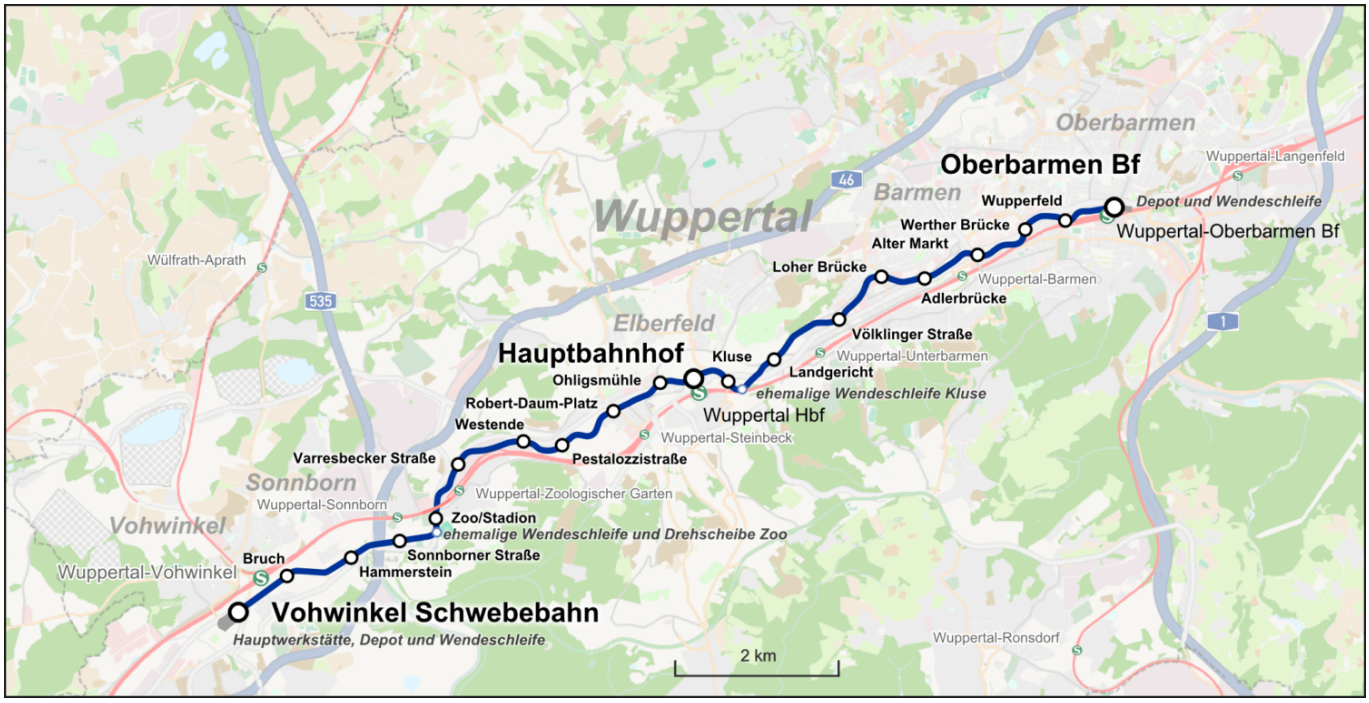


Schwebebahn slouží veřejnosti od 1. 3. 1901 a ve své době byla revoluční novinkou, která ale – i přes na svou dobu vysokou cestovní rychlost – neměla své následovníky v dalších městech, ačkoli se o ní nejrůznější města intenzivně zajímala. Dráha spojovala původně samostatná města Elberfeld a Barmen. Ta byla sloučena do jednoho pod jménem Barmen-Elberfeld až v roce 1929 (společně s dalšími městy a obcemi). Pomlčkový název ale novému sídlu dlouho nevydržel, protože už od roku 1930 se přešlo k dnešnímu Wuppertalu. (zdroj: wikipedia.de)

Wuppertalská Schwebebahn se kvůli své atypičnosti potýká s rozličnými problémy již od samého počátku. Právě díky své unikátnosti ovšem po právu platí za symbol města a na jejím zachování pro budoucí generace tak panuje všeobecná shoda. Před koncem druhého tisíciletí byla politická vůle pro přežití tohoto dopravního prostředku rozhodující. S ohledem na stále se zhoršující stav nejen souprav, ale především nosné konstrukce a stanic, bylo rozhodnuto o hloubkové modernizaci celého systému. Některé části trati byly zcela nahrazeny novostavbami, z původních 20 stanic byly pouze tři opraveny, zbytek musel být postaven zcela nanovo. Plánovaná cena sanace z roku 1994 byla vyčíslena na 490 miliónů DM (dnes přibližně 8 miliard Kč) a postupně rostla, přičemž celkový účet atakuje hranici těžko představitelných 622 miliónů eur, tedy přes 18 miliard Kč. Výdaj výrazně přesahující možnosti třísettisícového města, jež zažilo ekonomický rozvoj naposledy za průmyslové revoluce a od té doby vytrvale chudne. Ke slovu tak přišlo financování ze spolkové a zemské kasy, které byly ochotné projekt finančně podpořit. Jednou z mnoha podmínek pro alokaci grantu bylo nicméně významné zvýšení propustnosti tratě, kterého mělo být dosaženo zkrácením minimálního intervalu na 90, resp. 120 sekund a nasazením moderních autonomních vozidel.

Návrh novodobého konceptu traťového zabezpečení vycházel z hypotézy, že nejužším místem celého systému je výměna cestujících a ztráta času s ní spojená. V tomto směru je pozoruhodné, že vozidla Schwebebahn včetně jejich nejmodernější generace nebyla nikdy vybavena signálem upozorňujícím na blížící se zavření dveří, resp. odjezd, takže aniž by byly zváženy jeho přínosy, bylo na tento odbavení zrychlující prvek dlouhodobě systematicky rezignováno. Na základě zmíněného

předpokladu o variabilních časech výstupu a nástupu pasažérů dospěli členové plánovací komise k závěru, že klasické oddílové zabezpečení po vzoru německého PZB (*Punktförmige Zugbeeinflußung*, tedy bodového zabezpečovacího zařízení) pracující s pevnými traťovými oddíly nepřipadá pro daný účel v úvahu. Jeho funkcionalita totiž neumožňuje pružně reagovat na rozdílné délky odbavení v různých stanicích a vytyčené cílové hodnoty sledu vlaků by tak nebylo možné dosáhnout. Ke slovu proto muselo přijít zabezpečovací zařízení založené na pohyblivých oddílech, konkrétně ETCS od výrobce Alstom Deutschland.



Dráha má délku 13,3 km a rozlišují se u ní úseky vedené nad hladinou řeky Wupper (Wasserstrecke) a nad pozemními komunikacemi (Landstrecke). Kopírování toku řeky většiny trati je dobře patrné z plánku vedení tratě. (zdroj: Wikipedia.de; autor: Pechristener)

Na 13,3 kilometrů dlouhou trať bylo instalováno 256 tzv. eurobalíz, které společně s vozidlovou částí za využití odometrie (funkcionalita ETCS zaručující měření pohybu vlaků po trati) vyhodnocují polohu souprav. Řešení dosahuje stupně automatizace Level 2+, což mimo jiné znamená, že se na trati nevyskytují žádná návěstidla. Rozdíl oproti Levelu 3 spočívá ve vypuštění kontroly celistvosti souprav v podobě počítačů náprav, která ovšem s ohledem používaný typ nerozpojitelných jednotek pozbývá smyslu. V některých zdrojích se proto píše o plnohodnotném zabezpečení třetí úrovně. Data se mezi jednotlivými částmi systému nepřenáší běžným GSM-R standardem, nýbrž platformou TETRA, kterou WSW využívaly pro komunikaci již před instalací nového zabezpečovače, a využily tak tuto synergii.

Jak se ovšem záhy ukázalo, cíl, pro který bylo ETCS coby nový zabezpečovač především zvoleno, tedy možnost zahustit provoz díky zabezpečení formou pohyblivých oddílů, se ukázal iluzorní. Funkcionalita nazývaná jako „*integriertes Abstandsmanagment*“ – volně přeloženo správa rozestupů (mezi vlaky) – se totiž projevila v praxi nerealizovatelnou, a to především kvůli krátkým mezistaničním úsekům. Překvapivě se však ETCS i přes komplikovanost a finanční náročnost všeho, co je s ním spojené, na trať dostalo, byť ve značně osekané verzi. Počet traťových oddílů se sice zvýšil z 26 na 39, ale jejich původní koncept (prostorová pevnost) zůstala zachována. Evropský univerzální zabezpečovač byl tímto vědomě degradován na úroveň svých konvenčnějších (a nákladově nesrovnatelně levnějších) souputníků, kteří byli zpočátku označeni za nepoužitelné právě kvůli oněm pevným oddílům. Protože navíc dodnes nikdo neprokázal, že se zvoleným kompromisem je přislíbený

dvouminutový[1] takt alespoň výhledově ještě ve hře, ve vzduchu stále visí eventualita nutnosti vrátit alokované finanční prostředky a stíhání příslušných osob za dotační podvod. Jedna poněkud nečekaná výhoda interoperabilního zabezpečovače na sebe ovšem nenechala dlouho čekat…

---

[1] Kvůli vysoké odhadované ceně antikolizního řešení pro autonomní vlaky nad ulicemi s běžným provozem (tzv. Landstrecke, tedy trasy nad zemí), bylo v průběhu rozsáhlé rekonstrukce na přelomu tisíciletí od plánů na nasazení vozidel bez řidiče upuštěno. Tímto krokem vzal za své i plánovaný 90sekundový interval, který byl nahrazen realističtějším 120sekundovým.



Předchozí generace jednotek GTW 72 opustila trať v důsledku dodávek nových vozů a zavedení systému ETCS od 2. 9. 2019, pro nějž již nebyly starší jednotky upraveny. (foto: Christophe Chabot)

Jedním z hlavních benefitů dráhy zavěšené na jedné kolejnici je možnost projíždět oblouky malých poloměrů relativně vysokou rychlostí. Vozová skříň se působením odstředivé síly naklápí, čímž se kompenzuje vliv bočního zrychlení. Poněvadž větší část trati kopíruje značně klikaté koryto řeky Wupperu (tento úsek se nazývá Wasserstrecke neboli vodní trasa), byla tato výhoda bezezbytku využita. Ostatně rychlostní aspekt byl spolu s minimálními prostorovými nároky jedním z hlavních důvodů, proč dostala Schwebebahn před jinou formou (nezavěšené) železnice na konci 19. století ve Wuppertalu přednost. Soupravy všech typů byly navržené tak, aby se za jízdy mohly vychýlit až o 15°. Díky tomu se od počátku provozu se jezdilo jen s jedním minimálním rychlostním omezením do

55 km/h v nejprudším oblouku o poloměru 100 metrů nacházejícím se u stanice Alter Markt, zatímco na zbytku trasy bylo přípustné „vznášet se“ až šedesátikilometrovou rychlostí. Pro výpočty nových jízdních řádů s dvouminutovým intervalem, byl 15stupňový maximální náklon výchozí, stejně jako rychlost 60 km/h a zrychlení, resp. zpomalení 1,3 m/s^2. Právě maximální úhel naklonění a traťová rychlost se vlivem následujících událostí ukázaly jako kritické faktory.

Ač se nové soupravy GTW 15 kvůli své o 3 tuny vyšší hmotnosti jevily v porovnání se svým předchůdcem GTW 72 od počátku jako houpavější, nebyl důvod se tímto dojmem nijak znepokojovat – jejich výrobce, společnost Vossloh Kiepe, při jejich konstrukci využíval údaje průjezdných profilů předchozích generací. Podklady, ze kterých vycházely virtuální simulace a měření mu dodal sám provozovatel vozidel. Dne 19. května 2017 vzaly ovšem všechny výpočty za své. Souprava ev. čísla 10 z nové „Generation 15“ za dodržení maximální povolené 60kilometrové rychlosti zavadila v oblouku u stanice Pestalozzistraße svými podvozky na dvou, 21 metrů od sebe vzdálených, místech o nosnou konstrukci. V důsledku kontaktu s nosníkem došlo k odlomení brzdného válce, který dopadl na střechu vozu. Kromě brzdného válce narazil podvozek do konstrukce i oplechováním místa, kde má vůz zavěšené osy kol, což lze označit za opravdu závažné pochybení. Při nehodě se naštěstí nikomu nic nestalo a vlak zůstal všemi nápravami na koleji. Následujícího dne byl pro řadu GTW 15 (tehdy ještě ve smíšeném provozu s GTW 72, tedy nikoliv s ETCS) vydáno celotraťové omezení do 40 km/h.


Oberbarmen
27
01
463

Impozantní konstrukce kopíruje ve značné části tratě tok řeky Wupper. (zdroj: Wandposter)

Během následného vyšetřování incidentu začalo vycházet najevo, že ukázat na jednoznačného viníka události nebude snadný úkol. Dopravní podnik, jemuž soupravy patří, se výrazu „konstrukční chyba“ snaží vyhýbat. Ukázalo se totiž, že za v kritických místech širší podvozky mohou částečně samy WSW, které v soupise požadavků výrobci předložili větší průjezdní profil než ten, který na trati ve skutečnosti je. Jaké asi bylo překvapení vyšetřovatelů, když se ukázalo, že výrobce ani tento nadsazený údaj nezvládl dodržet a pojezdová část nesplňuje ani chybné širší parametry. Kdo je v této kauze větším diletantem, necháme na laskavém posouzení čtenářů.

Aby tato do očí bijící fakta nepůsobila tak okatě, přiklánějí se zúčastněné strany ve veřejné komunikaci ke krásnému německému sousloví (alespoň tedy z pohledu naší germanofilní redakce) *„fehlerhafte Berechnung der Fahrdynamik“*, tj. k chybnému výpočtu jízdní dynamiky, což zní bezpochyby eufemističtěji, než kdyby někdo použil přímočaré (a výstižnější) konstatování o nerespektování průjezdného profilu (ničím jiným totiž naddimenzování podvozkové části zkrátka není). Za těchto, kulantně řečeno, nepříznivých okolností, se objevilo světlo naděje ze směru, odkud to zřejmě nikdo nečekal. Z projektu, který svá pozitiva až do poslední chvíle neplánovaně skrýval a jevil se – vzhledem k výše popsanému – spíše jako dojná kráva na dotační prostředky zavánějící podobnou ostudou a eventuelně i právními dohrami jako ono *„fehlerhafte Berechnung“*, a sice zabezpečovač ETCS, ke kterému se tak obloukem v našem článku vracíme.



Pohled do interiéru moderní jednotky z produkce Vossloh Kiepe při slavnostním představení dne 14. 11. 2011 v centru Wuppertalu. (zdroj: Wikipedia.de; foto: Matthias Böhm)

Primární řešení problému příliš širokých podvozků by spočívalo v jejich kompletním přepracováním a novovýrobě, což by cenu už tak bezpříkladně předražené zakázky ještě více šponovalo. Cenovka

čehokoliv, co se pro Schwebebahn musí navrhnout, zohledňuje náklady na vývoj prototypu. Ty se pak rozpočítávají na jen velmi malou flotilu, což cenu za kus citelně navyšuje. Nad samotnou realizací by navíc viselo množství otazníků, poněvadž žádný ze současných výrobců na trhu nic podobného nenabízí a opírat se o konstrukce předchozích typů s ohledem aktuálně platné přísnější bezpečnostní normy nelze. Protože tou dobou již probíhaly přípravy na výhradní provoz pod dohledem ETCS (ke kterému došlo právě před čtyřmi lety, tedy 2. září 2019), napadlo wuppertalské činovníky vskutku pohotově neléčit nemoc, ale její příznaky, a to právě za pomoci zázračné medicíny známé jako ETCS.

Jednou z předností jednotného evropského zabezpečovače je totiž jeho schopnost trvale hlídat rychlost vozidel. Toho si byli technici WSW vědomi a přišli s neotřelým návrhem, na jehož konci mělo být alespoň částečné zrušení 40kilometrového omezení rychlosti tam, kde to novým soupravám trať dovolí. Na trase byly proto vytyčeny úseky o odlišných maximálních rychlostech jako na běžné železnici. Vozidla tak musí dodržovat četné virtuální rychlostníky. Oproti původnímu řešení (jen s jedním nepatrným omezením) šlo sice o ústupek, poněvadž tím Schwebebahn dlouhodobě ztratila jednu ze svých hlavních předností, na druhou stranu alespoň na rovinách je přípustné jezdit opět šedesátkou, což je oproti celotraťovému limitu do 40 km/h přeci jenom jistý pokrok.
Na bezpodmínečné dodržování virtuálních rychlostníků nedohlíží nic jiného než právě ETCS.



Souprava Generation 15 (interně GTW 14) evidenčního čísla 16 zpomaluje na prvním pořadí do stanice Ohligsmühle. V levé části snímku je dobře patrná anténa systému ETCS a šipka ozančující počátek 18. traťového oddílu v opačném směru jízdy. Na konstrukci 233. podpěry lze pak v pravé části snímku spatřit signál „Z“, který informoval o konci oddílu původního zabezpečovače. Z autorovi neznámých důvodů je toto značení na celé trati zachováno, přestože se od roku 2019 nepoužívá. (foto: Jan Šimek)

Implementace nadstavby ETCS spočívající v rozdílných rychlostech pro roviny a oblouky zabrala necelých pět let (!) a od 17. dubna 2023 se po rovinkách jezdí opět 60 km/h. Způsobilost tohoto řešení k provozu byla posvěcena od *Technische Aufsichtsbehörde für Straßenbahn* (TAB) – obdobou našeho Drážního úřadu (v německém podání TAB jen pro vozidla městských drah, o „velkou dráhu“ – železnici – se stará jiná instituce, pozn. autora). TAB označila sekundární zabezpečení pomocí rychlostního omezení evropským zabezpečovačem za dostatečné. Lze se jen domnívat, zda by se schválení dočkalo obdobné řešení s využitím jiného zabezpečovače než právě ETCS. Oproti jízdním dobám platícím od 20. května 2017 se jednosměrná cesta v soupravě GTW 15 z konečné na konečnou zkrátila z 31 na 30 minut. Zrychlení jako z pera nejmenovaného správce české železniční infrastruktury se jeví jako smutné zejména ve srovnání s hodnotami z let 1900–1972 (33 minut) a 1972–2017 (28 minut), přičemž nejmodernější generace vozidel nezaostává za svými předchůdci daleko více jen díky násobně silnějším trakčním motorům.

Účel světí prostředky a sekundární zabezpečení pomocí množství pomalých jízd (a zachování 60kilometrové rychlosti alespoň na rovných úsecích) se na první pohled jeví jako relativně smysluplné opatření. Při detailnějším zkoumání jeho praktického provedení v podmínkách zavěšené dráhy ovšem nezbývá než zvednout obočí. První slabina systému tkví v takzvaných brzdných křivkách, které jsou pro jednotlivé soupravy just-in-time generovány centrálním počítačem. Zatímco v podmínkách rychlovlaků a konvenční železnice tento způsob omezování maximální povolené rychlosti funguje bezezbytku, u Schwebebahn vyvstaly hned dvě komplikace zároveň:

1) Výchozí hodnoty pro výpočet brzdných křivek operují běžně s daleko vyšší rychlostní hodnotou, přičemž je nelze jen tak vydělit;

2) Železniční vozidla s ETCS se obvykle vyznačují nižším měrným zpomalením. Laicky řečeno tedy křivky, které systém umí generovat, nejsou tak detailní a „prudké“, jak by bylo pro zavěšenou dráhu třeba.



24 m dlouhé jednotky Genration 15 (GTW 14) pojmou max. 130 cestujících, svou kapacitou tedy odpovídají pouze dvoučlánkové tramvaji, přičemž bez rekonstrukce všech stanic není možné přepravní kapacitu navýšit. Větší počet cestujících měl být zvládán kratším intervalem provozu, který se ale zavést nepodařilo. Celkem je ve Wuppertalu 31 jednotak GTW 14. (zdroj: Wikipedia.de; foto: Leonhard Lenz)

Oprávněná otázka, k čemu na městské dráze brzdné křivky vůbec jsou, zůstává na tomto místě nezodpovězena. Jednotlivé (pevné) prostorové oddíly jsou každopádně vždy ukončeny bezprostředně za koncem nástupní hrany jednotlivých stanic, což sice vytváří „hezké křivky“, ale v rámci procesní opatrnosti znemožňuje využívat brzdnou dynamiku vozidel. Ta se tak k nástupištím poněkud plíží. Na druhou stranu se tím eliminují skluzy vycházející z příliš prudkého brždění, což zlepšuje cestovní komfort, a především snižuje opotřebení kol. Jestli se však čas od času při dobrzďování do stanic nějaké to „obutí“ ušetří, po nouzovém zastavení, které ETCS při sebemenším překročení povolené rychlosti bez varování vyvolává, jsou kola pro další provoz většinou nepoužitelná (nápravy na Schwebebahn jsou tématem samy o sobě a vydaly by na vlastní článek).

Nouzové brzdění z důvodu (byť jen nepatrně) vyšší než předepsané rychlosti se nicméně stává oprávněným terčem kritiky nejen stran dílenských pracovníků, ale zejména veřejnosti, poněvadž je zdrojem pravidelných úrazů cestujících. Z uživatelského hlediska je právě tohle jedním z největších přešlapů. Další nekoncepčnost celého řešení se objevuje při krátkodobých stavebních pracích na trati, které vyžadují snížení rychlosti projíždějících vlaků. Zatímco v některých případech je dočasná pomalá jízda do systému integrována, v jiných tomu tak není. Průjezdům inkriminovanými místy běžnou traťovou rychlostí tak technicky nic nebrání. Aby k tomuto nechtěnému jednání

nedocházelo, jsou řidiči kromě sledování displeje s údaji od ETCS i nadále povinni respektovat fyzické rychlostníky, které se čas od času na trati vyskytnou.



Snímek z května 1990 představuje kromě dobové módy také historický Kaiserwagen, který od doby instalace ETCS na trasu Schwebebahn vyjet nemohl a zůstává stále s otazníkem, zda se jej někdy podaří moderním vlakovým zabezpečovačem vůbec vybavit. Povšimněte si také nezvyklého dopravního značení parkovišť. Zatímco značka parkoviště směřující napravo má klasickou rovnou šipku, značka upozorňující na parkoviště vlevo je tvořena obloukem. Patrně se tak snažili silničáři nabádat řidiče automomobilů, aby neodbočovali hned „na první možné“, ale až na dalším překonání řeky (most blíže fotografovi je totiž určen jen pro pěší). (zdroj: Wikipedia.de, foto: Im-Fokus)

Kromě výše popsaného se systému ETCS na Schwebebahn nadále nevyhýbají ani dětské nemoci, přitom po čtyřech letech je už pomalu ve věku předškoláka, takže by mohl leckdo (po právu) očekávat, že bude zabezpečovač odpovídajícím způsobem vyladěný. Namísto toho se několikrát do týdne opakují výpadky některé z přenosových částí zabezpečovacího zařízení, které zpravidla vedou k náhradě „vznášejících se vlaků“ autobusy. WSW drží pro tyto účely dlouhodobě provozní zálohu starších kloubových vozidel. Ve slovníku místních je možné narazit na spojení „to bylo tehdy, když ještě Schwebebahn fungovala“ vztahující se k době před nákladnou rekonstrukcí. Pro unikátní dopravní prostředek relativně špatná deviza.

Závěr – přes všechno výše uvedené – ale hodláme nést v pozitivním duchu. Ať se nám to líbí nebo ne, Schwebebahn je rarita z konce předminulého století – poplatná době svého vzniku se všemi neduhy a ctnostmi, které z toho vyplývají. S vědomím výše popsaného by se k ní možná mělo přistupovat. Ve Wuppertalu ovšem stále tvoří páteř městské dopravy, což na ní i do budoucna bude klást vysoké nároky. Otázkou proto zůstává, jak s ní naložit. V současné době nastolená politika je zřejmě jediná, jež umožňuje její zachování v roli každodenního dopravního prostředku. Schwebebahn tím bohužel

ztrácí značnou část svého kouzla a bohužel i spolehlivosti. Obětí přechodu na ETCS se (snad jen dočasně) stal i oblíbený historický *Kaiserwagen* z roku 1900, jehož retrofit a adaptace na nový zabezpečovač se zatím jeví jako rozetnutí gordického uzle. Na druhou stranu je budoucnost dráhy po dobu amortizace provedených investic (pokud se tento pojem ve spojení s naléváním fondů do bezedného rozpočtu dá vůbec použít), na nějakou dobu bezpečně zajištěna. V tomto duchu tak evropskému zabezpečovači, jakožto relativně významné položce, která navíc nevědomky zmírnila faux pas s novými vozy, nelze než blahořečit.

Za spolupráci na článku a cenné informace děkuje autor správci facebookové stránky die Wuppertaler Schwebebahn Michaelu Brüggemannovi. Stránku pana Brüggemanna lze vřele doporučit, poněvadž pravidelně velmi čtivě prezentuje stále nové zajímavosti z historie i aktuality z prostředí unikátní zavěšené železnice.

Url: Wuppertalská Schwebebahn čtvrtým rokem pod ETCS