

Porovnání systémů vozidel s naklápěcími skříněmi

Klíčová slova: základní požadavky na rychlou přepravu cestujících, princip a efekt nakládění skříní vozidel, přirozené nakládění, nucené nakládění, vývoj koncepce nakládění skříní, realizovaná řešení, perspektivy vlaků a vozidel s naklápěcími skříněmi.

Úvod

Zvyšování životní úrovně a rozvoj národního hospodářství v celosvětovém měřítku s sebou přináší rychlý růst osobní i nákladní přepravy. Zvyšují se především požadavky na komfort, komplexnost služeb a rychlost přepravy. Prudký rozvoj především individuální automobilové dopravy a dopravy letecké od poloviny dvacátého století vede k vyčerpání kapacit hlavních dálničních komunikací a v okolí velkých leteckých terminálů k přehučštění vzdušného prostoru. Důsledkem je snížená spolehlivost přepravy, prodlužování cestovních časů a zhoršování životního prostředí.

Z řady studií v průmyslově rozvinutých státech vyplynul závěr, že řešením je rozvoj hromadné, především železniční dopravy. Podmínkou ovšem je dosažení kvalitativně vyšších technických a provozních parametrů. V přepravě osob na střední a dlouhé vzdálenosti vede toto úsilí k budování vysokorychlostních železničních systémů. Železniční síť v Evropě založená a v podstatě dokončená v devatenáctém století však budoucím ani současným požadavkům na moderní a rychlou přepravu cestujících nevyhovuje.

Tato skutečnost vedla již na přelomu 60. a 70. let minulého století Mezinárodní železniční unii (UIC) k přijetí prvních záměrů na zvyšování rychlostí, které se, spolu s Evropskou dohodou o mezinárodních železničních magistralách (ABC) přijatou v rámci Evropské hospodářské komise OSN, staly východiskem pro budování evropského vysokorychlostního železničního systému, jež zahrnuje téměř třicet tisíc kilometrů nově budovaných, modernizovaných a spojovacích tratí. Ze studie Evropské Unie pro stav bez rozvoje vysokorychlostních tratí a s nimi vyplynulo, že při jejich rozvoji podíl železniční dopravy v zemích západní Evropy dosáhne v roce 2010 23,3 % osobních přepravních výkonů, zatím co bez budování těchto systémů by činil pouze 13,9 % s výrazným negativním vlivem na životní prostředí.

Doc. Ing. Karel Sellner, CSc., 1937, absolvent VŠŽ Praha v r. 1960 – obor Provoz a údržba kolejových vozidel.

Po provozní praxi a tříletém působení na VŠD v Žilině pracoval v různých technických a řídicích funkcích na Ministerstvu dopravy a spojů. Trvale externě spolupracuje s vysokými školami dopravního zaměření. Publikoval více než 300 odborných prací.

Značná část těchto záměrů byla postupně realizována a rychlá železniční přeprava osob je v posledním období nejdynamičtěji se rozvíjejícím odvětvím železnice. Podle statistik UIC je průměrná obsaditelnost vysokorychlostních vlaků vyšší (cca 60%) než u ostatních vlaků osobní přepravy, a v některých zemích, na př. Ve Francii a v Německu již přepravní výkony vysokorychlostních vlaků tvoří téměř polovinu přepravních výkonů dálkové osobní přepravy. Významně přispěla k zastavení poklesu výkonů v osobní přepravě a prokázala i ekonomické efekty a konkurenceschopnost vůči silniční a letecké dopravě. Perspektivnímu významu rychlé železniční dopravy odpovídá i rozhodnutí Rady Evropy z prosince 1994. Toto rozhodnutí stanovilo 14 prioritních projektů Evropské unie, které budou ekonomicky podporovány. Z těchto prioritních projektů o celkovém objemu 92 miliard ECU je devět projektů železničních o celkovém objemu 73,8 miliard ECU.

Ke zvýšení rentability provozu nových úseků evropského vysokorychlostního systému a návazných regionálních systémů přispívají především následující opatření, která se v posledním období realizují :

- kombinace nově budovaných úseků vysokorychlostních tratí tam, kde modernizací nelze dosáhnout požadovaných efektů především z hlediska zkrácení jízdních dob s úseky modernizovanými. Nutností potom je, aby vlaky pro obě tyto varianty byly schopny plného využití na obou typech tratí
- přehodnocení původních záměrů na budování novostaveb vysokorychlostních tratí na modernizaci tratí stávajících, pouze s místně omezenými přeložkami tratí současně se změnou koncepce vlaků pro tyto úseky původně určenými, převážně ve prospěch rychlých vlaků s naklápěcími skříněmi
- zajištění dokonalé návaznosti na rychlé regionální spoje na elektrizovaných i motorizovaných tratích při využití vlaků s naklápěcími skříněmi ve variabilním složení dle požadované frekvence cestujících.

1.0 Základní požadavky trhu na provozní a technické parametry rychlé dálkové osobní železniční přepravy

Základní požadavky trhu v současné a budoucím období jsou následující:

Komfort. Vlaky pro rychlou přepravu osob musí být konstruovány tak, aby komfort jízdy byl plně srovnatelný s komfortem letecké přepravy a individuální automobilové přepravy z hlediska vybavení prostorů pro cestující, klidnosti chodu, hlukových parametrů a tepelné pohody, případně je předčil.

Služby. Služby musí být na úrovni požadavků na pohodlné cestování a musí zabezpečit kvalitní informovanost a možnost komunikace vnitřní a vnější včetně komplexního rezervačního systému. Ve vlacích musí být možnost zajištění rychlého a kvalitního občerstvení.

Rychlost. Rychlost jízdy vlaku je parametrem odvozeným. Podstatná je cestovní doba nebo ještě přesněji cestovní doba z místa vzniku požadavku na přepravu do místa jeho ukončení. Z hlediska koexistence s ostatními druhy dopravy je nezbytné, aby pro danou cestovní vzdálenost, tj. v tomto případě pro vzdálenosti od 200 do 800 km, na něž se tyto systémy zpravidla budují byly celkové cestovní časy kratší než u ostatních dopravních systémů. Ze znalosti přepravních a

ostatních cestovních časů jednotlivých systémů lze pro jednotlivé přepravní vzdálenosti odvodit požadované rychlosti jízdy. Ty se pohybují v rozmezí 150 až 300 km/h.

Návaznost na ostatní dopravní systémy. V železničních stanicích systému je nezbytná návaznost na další železniční spoje dálkového, regionálního i městského charakteru a pokud možno i návaznost na autobusové a letecké terminály. Nezbytné je i kapacitní parkoviště pro osobní automobily.

Bezpečnost a spolehlivost. Kategorický a splnitelný požadavek pro jednotlivé komponenty vysokorychlostních systémů. Železniční doprava ať již na nově budovaných nebo na modernizovaných tratích při zachování žádoucí hierarchie vlaků k tomu dává ve srovnání s ostatními druhy vlaků ideální předpoklady.

Ekonomická efektivnost. Nejvýznamnějšími položkami pro posouzení ve stádiu rozhodování i vlastního využívání je stanovení a sledování celkových nákladů za celou dobu životnosti (LCC) ve srovnání s předpokládanými a skutečnými výnosy z provozu včetně zvážení přírůstku počtu cestujících z jiných druhů dopravy a dalších vlivů po uvedení systému do provozu.

Šetrnost k životnímu prostředí. Tento aspekt je významný především u nově budovaných systémů. Z hlediska vozidel, v tomto případě prakticky pouze elektrické trakce je nejvýznamnější kategorický požadavek na dodržení přípustných hladin vnějšího hluku.

Energetická spotřeba. I při znalosti faktu, že energetická spotřeba na osobokilometr je ve srovnání se silniční dopravou třetinová a ve srovnání s leteckou dopravou čtvrtinová je nutno energetické spotřebě zvláště u rychlých vlaků věnovat značnou pozornost. Je to dáno tím, že vlivem jízdních odporů, především odporu vzduchu roste spotřeba v závislosti na rychlosti zhruba exponenciálně.

2.0 Vývoj koncepce vozidlového parku pro rychlou přepravu osob

Pro rychlou železniční přepravu osob, která se realizuje na vybrané síti vysokorychlostních elektrizovaných tratí, případně na tratích navazujících, je možno v zásadě použít jak klasických železničních souprav osobních vozů tažených lokomotivou, tak ucelených vlaků zpravidla s větším množstvím hnacích vozidel ve vlaku.

Historicky se vývoj posouvá od soupravových vlaků k uceleným vlakům. Přispěly k tomu především snahy o zvyšování rychlosti na železnici. K hromadnému nasazení ucelených vlaků došlo v období mezi dvěma válkami především v Německu a v Itálii. V Německu to byly motorové jednotky pro rychlé spojení významných aglomerací a v Itálii ke stejnému účelu určené jednotky elektrické. Výhodou byly optimální výkon při neměnném složení vlaku, možnost obsazování všech vozidel ve vlaku a jednotné aerodynamické řešení vlaku. V tomto vývoji pokračovaly v elektrické a motorové trakci ucelené vlaky pro Transevropské expresy TEE po druhé světové válce. Paralelně s nimi existovaly rychlé soupravové vlaky, především u vlaků s vysokou požadovanou kapacitou souprav, případně tam, kde bylo třeba kapacitu soupravy v průběhu týdne nebo v jiné časové periodě měnit. Výstavba nově budovaných vysokorychlostních tratí s sebou přináší jednoznačný příklon k uceleným vysokorychlostním vlakům konstruovaným především pro provoz na těchto elektrizovaných tratích. Důvodem je požadovaná rychlost a z ní vyplývající výkon vlaku i nezbytnost aerodynamického řešení vlaku jako celku při celkové minimální hmotnosti.

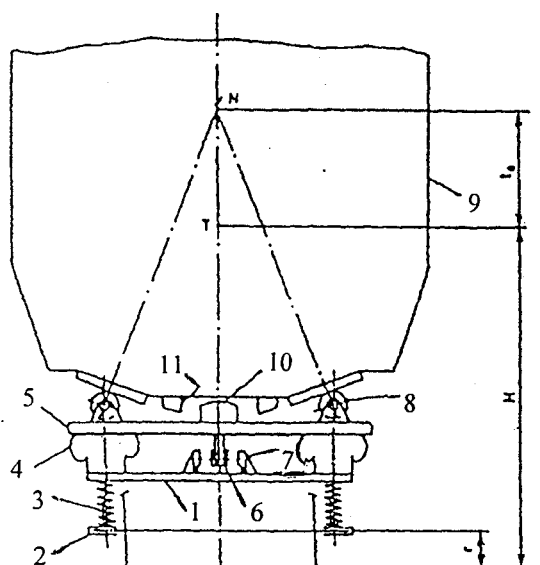
Podobně jako v Japonsku, kde byla vysokorychlostní přeprava osob zahájena již v roce 1994, byly první vlaky pro tento systém v Evropě konstruovány ve Francii a později v Německu jako ucelené soupravy s klasickým pružným uložením vozidlových skříní na podvozky. Rozdíly byly především v poměru počtu vozidel s trakcí a běžných vozů v soupravě a ve systému a počtu podvozků u vložených vozů.

Značné náklady na novostavby vysokorychlostních tratí a ekonomické kalkulace o efektivnosti těchto investic vedly představitele železnic k úvahám o možnostech i jiných koncepčních řešení vozidel a jejich pojezdu. K tomu přistoupily i požadavky na zvyšování rychlosti vlaků osobní dopravy i na stávajících, případně modernizovaných tratích, které vedly k úvahám o změně systému uložení skříní vozidel na podvozky. Základním cílem bylo umožnit průjezd vlaku oblouky vyšší rychlostí, protože právě zde je možno docílit nejvýraznějšího zkrácení jízdních dob. Již při konstrukci trati se uvažuje s převýšením vnějšího pásu kolejnic o hodnotu, jejíž nejvyšší hodnota je u jednotlivých železnic různá a pohybuje se v rozmezí 140 - 180 mm. Z hlediska únosnosti fyziologického působení na cestující při průjezdu obloukem se připouští nevyrovnané odstředivé zrychlení, jemuž odpovídá nedostatek převýšení, jehož hodnota je zpravidla 100 mm. Další zrychlení jízdy vozidla v oblouku je možné při náklonu skříně dovnitř oblouku o úhel reprezentující dodatečné převýšení. Druhým problémem, který je třeba ošetřit při řešení průjezdu vozidel s naklápěcími skříněmi obloukem je silové působení vozidla na kolej v příčném směru. Kromě nutnosti zajistit dobrý stav a geometrii polohy koleje je nutno vyšetřit bezpečnost vozidla proti vykolejení a vliv na stabilitu koleje. Ta je určována pomocí Prudhommových vzorců, z nichž vyplývá omezení velikosti maximální příčné síly z dvojkolí na kolej. Na základě zkoumání zahraničních železnic je tato hodnota v rozmezí 1,65 - 1,8 m/s². Tím je částečně omezen efekt naklápění skříní vozidel, v praxi se proto využívá naklonění skříně do hodnoty 8 ‰. Použití vozidel s naklápěcími skříněmi dochází v závislosti na charakteru tratí ke zkrácení cestovních dob o 15-30 %.

3.0 Základní principy naklápění skříní vozidel a jejich aplikace

Naklápění skříní vozidel může být přirozené nebo nucené. Vývoj **přirozeného naklápění** vedl dvěma směry. První uvažoval s realizací naklápěcích skříní prostřednictvím válečků mezi vloženým příčným nad sekundárním vypružením a skříní vozidla nebo šikmých kloubově uložených ocelových nebo vzduchových pružin. Tento systém uvažující s nakloněním skříně 3° byl konstrukčně a experimentálně s dobrými výsledky ověřen v šedesátých letech minulého století i ve Výzkumném ústavu kolejových vozidel v Praze (obr. 1). Výhledově bylo toto řešení určeno pro rychlý mezistátní vlak, ale k praktické realizaci nedošlo. Rovněž anglická, kanadská a německá řešení se v sériové výrobě neuplatnila. Důvodem byly komplikované konstrukce a malý efekt ve zkrácení jízdních dob.

Druhým systémem je kyvné zavěšení skříně vozidla v její horní části. Prakticky je tento systém realizován španělskou konstrukcí Talgo Pendular. Vlaky jsou tvořeny soupravou krátkých vozů lehké stavby, vždy dvě sousední skříně jsou uloženy na společném rámu se dvěma samostatnými koly na krátkých polonápravách. K tomuto rámu jsou připojeny vysoké sloupy s pneumaticky propojenými vzduchovými pružinami, pomocí nichž je realizováno přirozené naklápění skříně. Naklonění skříně dosahuje hodnoty až 3°44'.



- 1 rám podvozku
- 2 ložisková skříň
- 3 pružiny prvotního vypružení
- 4 vzduchové pružiny druhotného vypružení
- 5 vložený příčník
- 6, 7 narážky v podvozku
- 8 váleček naklápění
- 9 skříň vozu
- 10, 11 narážky vozové skříňe

Obr. 1 Principiální schéma přirozeného naklápění skříňe koncepce VÚKV.

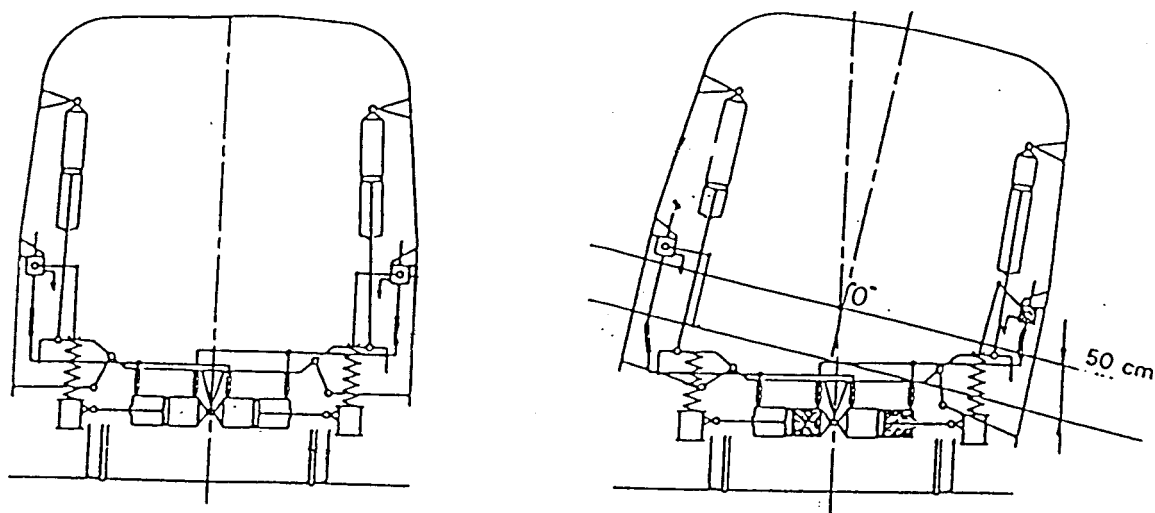
Vlaky jsou úspěšně provozovány na španělských železnicích a díky plynule za pomalé jízdy přestavitelnému rozchodu kol zajíždějí na mezinárodních spojích i do Francie, Itálie a Švýcarska. Soupravy jsou prostřednictvím koncových agregátových vozů propojeny s elektrickou nebo motorovou lokomotivou běžné konstrukce. Novinkou pro toto století byl vývoj speciálního aerodynamicky řešeného hnacího vozidla ke vlakům Talgo XXI pro rychlost 220 km/h. Zatímco vozy pro tento vlak nedoznaly žádné významnější změny oproti Talgo Pendular, jsou koncová hnací vozidla vyrobená ve spolupráci s firmou Krauss-Maffei o výkonu 1550 kW zcela nové koncepce pouze s jedním dvounápravovým podvozkem a se soupravou jsou spojena přímo bez agregátových přechodových vozů. Prototyp tohoto vlaku byl představen odborné veřejnosti 28. října 1998 v Barceloně. Obdobný postup zvolila firma Talgo i pro zámořské provedení. Od ledna 1999 byly tři vlaky Talgo Cascade se speciálními aerodynamicky řešenými jednostanovišťovými motorovými lokomotivami F 59 americké výroby uvedeny do pravidelného provozu u společnosti Amtrak na ramenech Seattle - Portland - Eugene a Seattle - Vancouver. Dvanáctivozové vlaky pro 243 cestujících tam jezdí rychlostí 200 km/h.. Úspěch zaznamenala firma Talgo i dodávkou čtyř hotelových souprav v roce 1994 do Německa pro noční spojení mezi Berlínem a Bonnem a Berlínem a Mnichovem.

Systémy **nuceného naklápění** skříní vozidel prošly a doposud procházejí složitým a úspěšným vývojem. Přestože myšlenka nuceného naklápění skříní železničních vozidel byla Dr. Deischlem patentována v Německu již v roce 1937, byla první sériová konstrukce realizována rovněž v Německu na konci šedesátých let minulého století na motorových vozech VT 624 a následně na čtyřech elektrických jednotkách ET 403. Konstrukčně bylo naklápění skříní uskutečněno změnou tlaku vzduchu ve vzduchových pružinách sekundárního vypružení v závislosti na rychlosti a natočení podvozku. Úhel naklopení skříňe byl však jen $4^{\circ}24'$ a jeho efekt byl malý. To způsobilo spolu s nároky na údržbu, že vývoj naklápěcího zařízení byl v Německu zastaven. Podobný osud stihl i vývoj rychlého vlaku britských železnic. Rovněž koncem šedesátých let byl zadán paralelně vývoj vlaku HST (High Speed Train) pro rychlosti do 225 km/h v provedení s klasickým uložením skříní na podvozky a vlaku APT (Advanced Passenger Train), s naklápěcími skříněmi. Experimentální čtyřvozový vlak APT-E měl dva čelní motorové vozy a dva vozy vložené. Naklápěcí zařízení bylo umístěno v podvozcích všech vozidel a pomocí ojníkového mechanismu a hydraulických válců naklápělo skříňe vozidel až o 9° . Regulace byla elektrická na základě údajů mechanických a elektrických snímačů rychlosti, polohy a odstředivého zrychlení. Praktické jízdní zkoušky prokázaly reálnost a funkčnost

provedení, (bylo dosaženo rychlosti 244 km/h), ale dlouhý vývoj a poruchovost vedly spolu s úspěšností druhého projektu vlaku HST k rozhodnutí sledovat tuto cestu.

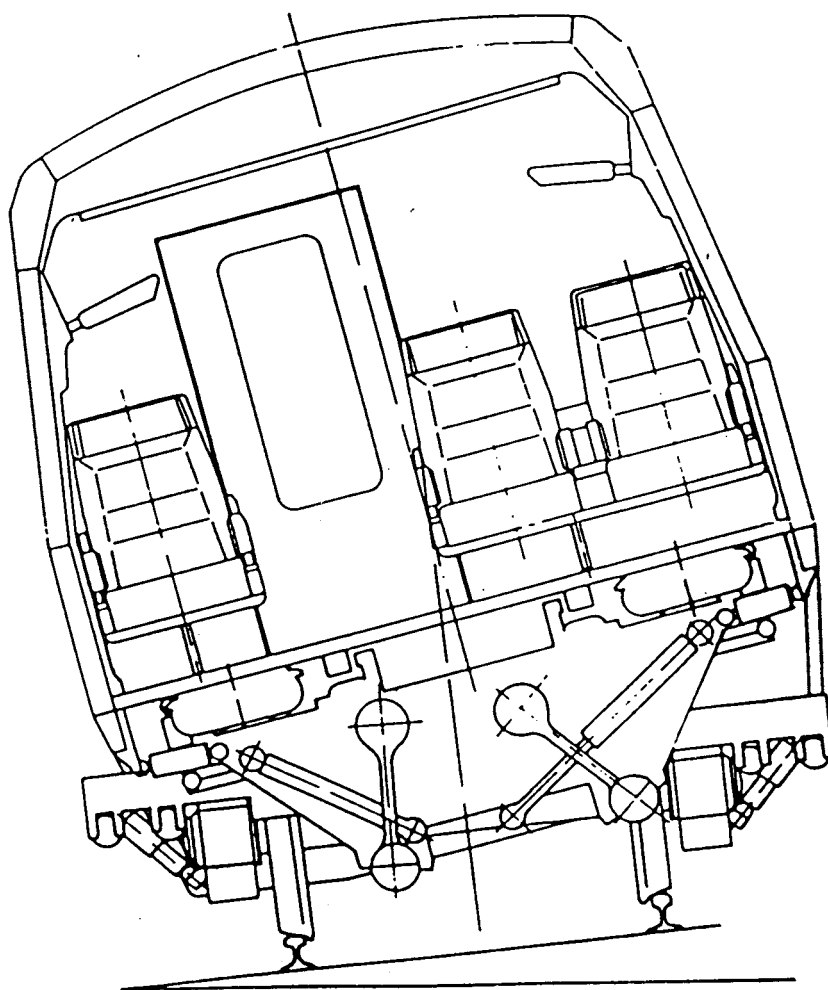
Ve stejném období probíhaly vývojové a zkušební práce v Itálii a Švédsku. Vznikla tak prakticky realizovatelná řešení nuceného naklápění skříní, obě založená na principu hydraulických válců s proměnným tlakem aktivovaných elektronickými řídicími systémy. Konstrukčně však jsou obě řešení zcela odlišná a jejich principy jsou zřejmé z konstrukčních schémat.

Italské řešení konstruované na základě zkušeností s ověřovacím hnacím vozidlem s naklápěcí skříní YO 160 bylo sériově použito na italských vlcích ETR 401 a ETR 450 a na německých motorových vozech řady 610. Naklápěcí zařízení každého podvozku má dvojici dlouhých vertikálních hydraulických válců uložených v bočnicích vozů, které naklápějí skříně v její horní části. Spodní čepy spočívají na lomeném plně odpruženém nosníku kolébky podvozků. Kolébka je odpružena dvojicí pružin Flexicoil, příčná poloha je stabilizována kombinací ojnic a příčných pneumatických válců. Toto konstrukční řešení je vhodné pro běžné i hnací podvozky, neumožňuje však uložení trakčních motorů do podvozků. Naklápěcí zařízení je ovládáno elektronicky na základě údajů o rychlosti, příčném zrychlení a natočení podvozků. Konstrukčně umožňuje toto zařízení naklopení skříně až o 10° , prakticky je však využíváno do 8° . Důvodem je jednak úroveň silového působení na kolej, jednak neopodstatněnost úplné kompenzace příčného zrychlení (obr. 2).



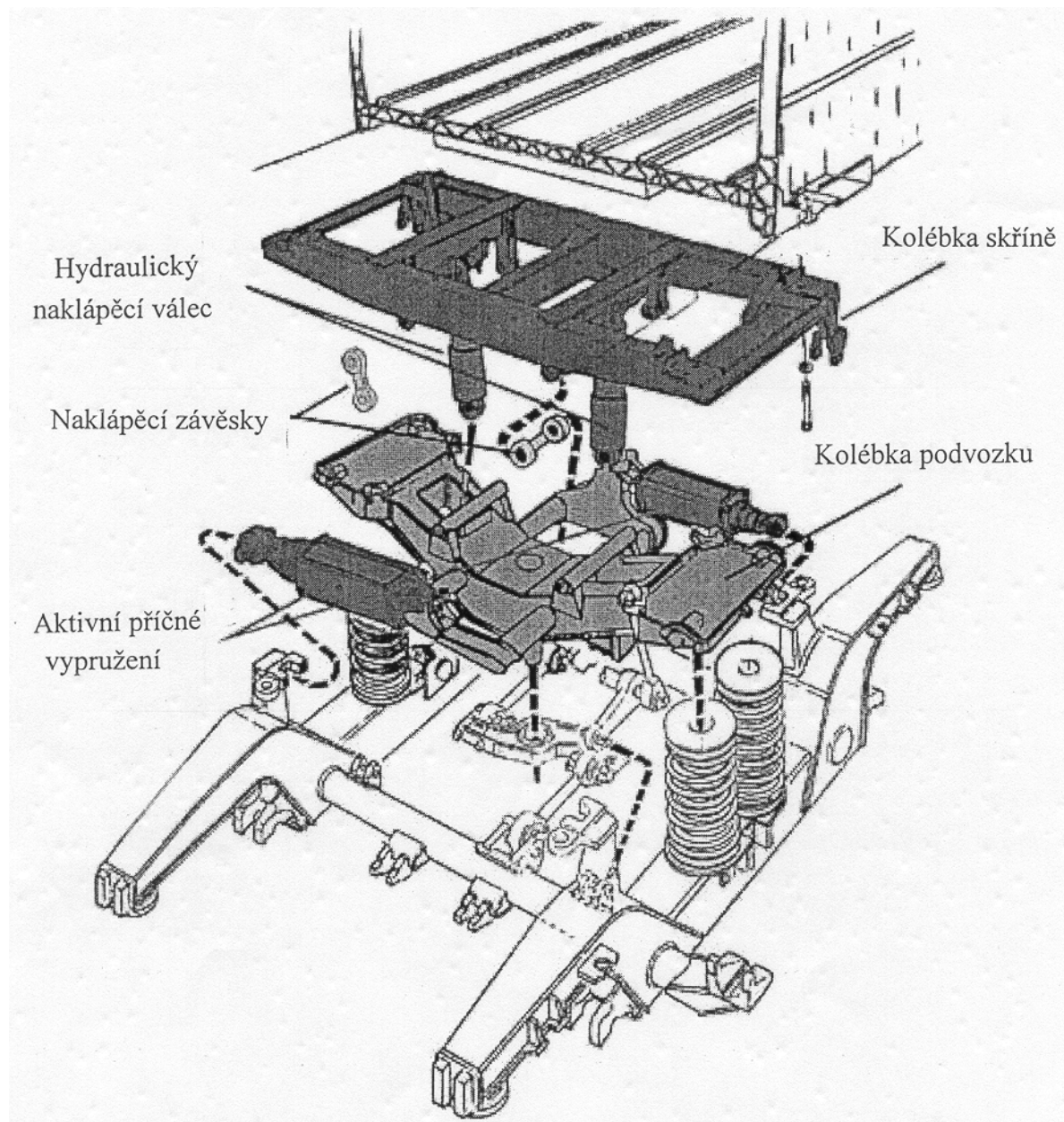
Obr. 2 Principiální schéma nuceného naklápění skříní původní italské koncepce.

Švédské řešení konstruované v souladu s koncepcí vlaku X 2000 pouze pro běžné podvozky, využívá principu šikmo uložených hydraulických válců uložených mezi rámem podvozku a vloženým rámem, na němž spočívají pneumatiké pružiny sekundárního vypružení skříně vozidla. Příčná poloha je stabilizována dvojicí ojnic mezi těmito dvěma rámy a příčnými hydraulickými tlumiči. Ovládání plnění válců je elektronické, řídicí mechanismus uvádí naklápěcí do činnosti na základě počítačového vyhodnocení obdobných údajů jako u řešení italského. Úhel naklopení skříně je rovněž 8° . Obdobné řešení je i na kanadských vlcích VIA Rail, a po konstrukčním dopracování i pro hnací podvozky, na norských tří a čtyřvozových vlcích Fly Toget (obr. 3).



Obr. 3 Principiální schéma naklápění skříně švédské koncepce.

Montážní, údržbářské i hmotnostní důvody vedly italské konstruktéry k vývoji nového provedení naklápěcího zařízení plně umístěného pod skříněmi vozidel. Podobně jako první italské řešení je plně odpružené. Naklápění skříně je realizováno krátkými hydraulickými válci vloženými mezi kolébku podvozku a rám skříně blíže k ose vozidla. Příčná stabilizace je opět pneumatickými válci s řízeným tlakem vzduchu v kombinaci s příčnými ojnicemi. Výhodou tohoto řešení je menší hmotnost a příznivější koncepční uspořádání ve srovnání s původním řešením. Řídicí soustava je obdobná jako u předchozího řešení. Tento princip je realizován na italských rychlých vlacích počínaje typem ETR 460 i na vlacích pro německé, české, slovinské, španělské a portugalské železnice (obr. 4).

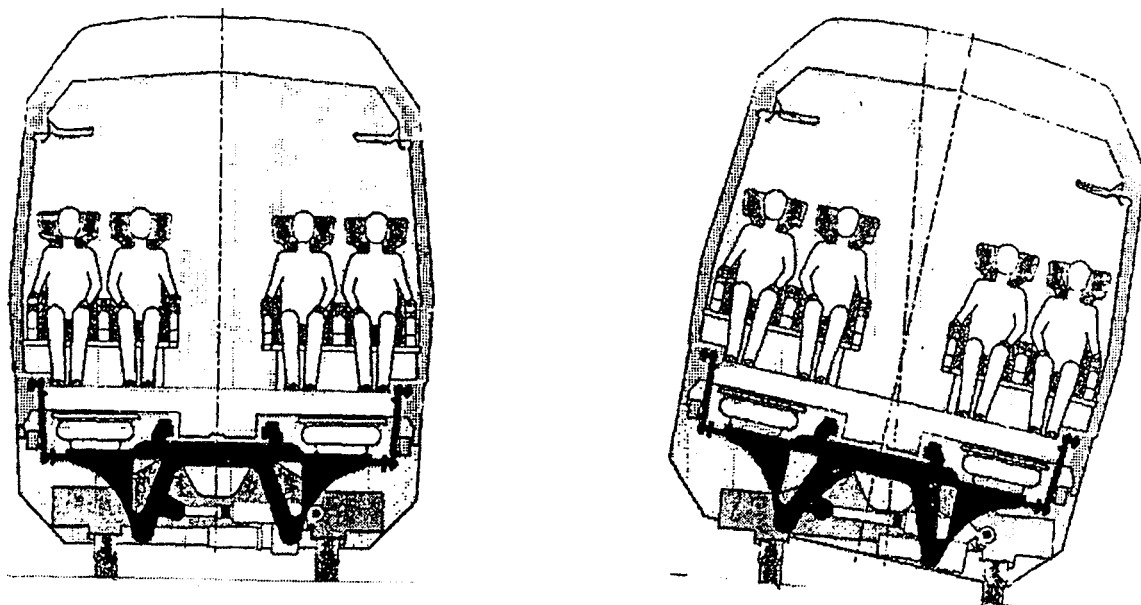


Obr. 4 Konstrukční schéma naklápění skříně italské koncepce používané od vlaku ETR 460.

V devadesátých letech minulého století skončila v Evropě éra dvou dominujících řešení - italské firmy Fiat s vlaky, u nichž jsou všechny vozy určené pro cestující a švédské firmy ABB s hnacím vozidlem a soupravou vlaku s řídicím vozem. Vývoj, výroba a dodávky obou těchto hlavních výrobců pokračovaly dodávkou vlaků ETR 460 a ETR 470 pro italské a švýcarské železnice, vlaků Penduloso pro portugalské železnice a vlaků ETR 480 se střídavým systémem 25 kV, 50 Hz a stejnosměrným 3 kV na jedné straně a na straně druhé dodávkou vlaků X 2000 v modifikované provedení pro švédské železnice. U všech těchto řešení byl použit elektrohydraulický systém naklápění skříně.

Společnými nevýhodami dosud realizovaných systémů je jejich hmotnost a nemožnost umístění jednoho nebo dvou trakčních motorů do prostoru podvozku. To vedlo německé konstruktéry k vývoji elektromechanického naklápěcího zařízení Neikontrol E. Toto zařízení je poprvé použito u německých motorových vlaků s hydrodynamickým přenosem výkonu řady 611 pro rychlost 160 km/h.. Podobně jako u švédského systému je celé naklápěcí zařízení umístěno v podvozku a naklápění skříně se realizuje mezi rámem podvozku a mezirámem, na němž

spočívá pneumatické vypružení skříně vozidla. Pomocí svislých a příčných kloubově uložených táhel a pružně uložených ojníc je řešena příčná stabilizace polohy podvozku. Zásadně odlišný je vlastní mechanismus naklápění umožňující vychýlení skříně až o 8° . Naklápěcí a řídicí systém Neikontrol E má silovou jednotku připevněnou na příčnick rámu podvozku, která obsahuje lineární bezkomutátorový motor. Ten v závislosti na povelu řídicí elektroniky vysouvá horizontální tyč, která naklápí mezirám. Řídicí systém naklápěcího zařízení je propojen s řídicím a diagnostickým systémem vlaku. Na základě vyhodnocení údajů o rychlosti, příčném zrychlení a o poloze vozidla vůči trati stanovuje velikost proudu pro pohon lineárního motoru a tím úhel naklopení skříně vozidla. Výhodou tohoto systému je zhruba poloviční hmotnost oproti stávajícím systémům a nižší energetická náročnost. Navíc jeho malé rozměry a uložení v příčné ose podvozku umožňuje zabudování nápravových převodovek nebo trakčních motorů do prostoru podvozku (obr. 5).



Obr.

5 Principiální schéma elektromechanického naklápěcího zařízení Neikontrol E.

V posledních letech minulého století však byly po rozsáhlých zkouškách uvedeny do provozu dva nové vlaky, německý ICT a švýcarský ICN. Oba vlaky mají moderní koncepci

bez čelního hnacího vozidla a oba jsou sedmivozové a jsou stavěny pro trakční systém 15 kV, 16 2/3 Hz. Vlastní technické řešení se však liší jak v trakční, tak i v pojezdové části. Německý vlak má elektrické trakční zařízení o výkonu 4000 kW s osmi asynchronními trakčními motory uloženými pod skříní vozidla a silovou a řídicí elektronikou firmy Siemens. Výkon švýcarského vlaku s dodávkami firmy ADtranz je vyšší a dosahuje hodnoty 5200 kW. Snaha o větší unifikaci se projevila v zásadě ve shodném řešení elektrické výstroje ICT a ICE 3. Blokovaná silnoproudá schémata jsou shodná a obdobně je tomu u schémat řídicí techniky v systémech i podsystémech. Rozdílné oproti ICE 3 je počet a rozdělení poháněných náprav. U trakčních vozů, mezi ně nepatří koncové vozy, jsou poháněny dvě vnitřní nápravy, vnější podvozkové nápravy jsou běžné. Využívá se tak pohon podvozků Fiat, jak je známe z vlaků ETR 460 – 480. Liší se i provedení podvozků a naklápacího zařízení. Německý vlak používá klasické řešení podvozků Fiat s elektrohydraulickým naklápacím zařízením, u švýcarského provedení je použito podvozků Fiat-SIG Schienenfahrzeuge s radiálním nastavením dvojkolí v závislosti na vzájemné poloze skříně a podvozků („Navigator“) a elektromechanickým zařízením pro nakládání skříní. Kombinace nakládání skříně a radiálního stavění náprav vede k poměrně komplikované stavbě podvozků s mnoha pákami, táhly a tlumiči. Provoz prototypových vlaků i vlaků sériových však prokázal životnost této koncepce a její efektivnost. Tento princip umožňuje uložení trakčních motorů i do hnacích podvozků. Oba vlaky mají moderně řešené skříně vozidel ze svařovaných velkoplošných profilů a komfortně zařízený interiér. Nejvyšší rychlost je u vlaku ICT 230 km/h, u švýcarského ICN 200 km/h.

Nové vlaky s naklápacími skříněmi vyrábí i firma Bombardier pro Kanadu a nová, případně zdokonalená provedení v normálně i úzkorozchodné verzi vznikla u japonských železničních společností JR Central (řada 383), JR West (řada 283) a JR Hokkaido (řada 201). Japonská technologie nuceného nakládání je použita i u prvních vlaků této koncepce pro Queensland Rails v Austrálii. 6. listopadu 1998 byly uvedeny do pravidelného provozu s cestujícími na trati Brisbane - Rockhampton dva šestivozové vlaky pro rozchod 1067 mm a trakční systém 25 kV, 50 Hz s nejvyšší rychlostí 170 km/h. Vlak je určen pro 310 cestujících, má hmotnost na dvojkolí 12 tun a na obloukovité trati umožnil zkrácení jízdních dob o téměř 30 %. Stejná společnost objednala dodávku desetivozových motorových vlaků s naklápacími skříněmi pro trať Brisbane - Cairns, kde dojde ke zkrácení jízdní doby na 1681 km dlouhé trati z 32 na 27 hodin. Jsou to první vlaky s nuceným nakládáním u lůžkových vozů.

Ani tím však úsilí o zdokonalení zařízení pro nakládání skříní vozidel u rychlých vlaků pro přepravu cestujících neskončilo. Firma Alstom Transport, v jejímž rámci působí francouzští i italští výrobci vozidel a jejich celků vyvinula nový systém nakládání skříní Tilttronix. Tento systém pracuje na elektromechanickém principu v kombinaci s principem elektrohydraulickým. Celé zařízení je umístěno v podvozcích, které jsou plně odpružené a jeho hlavní části jsou zřejmě ze schématu. Naklápací zařízení využívající rovněž lineární motor je řízeno procesorem na základě údajů řídicí a kontrolní jednotky. Potřebné údaje jsou získávány z měřičů zrychlení a gyroskopů, které definují počátek oblouku a určují v závislosti na rychlosti a příčném zrychlení podklady pro vyhodnocení potřeby a velikosti naklopení skříně. Řídicí jednotka vlaku kaskádovitě ovládá postupně nakládání jednotlivých vozidel vlaku. Celé zařízení je vybaveno vlastní mobilní diagnostikou. Toto perspektivní naklápací zařízení, které představuje současný konstrukční vrchol v této oblasti je úspěšně dlouhodobě ověřováno na vysokorychlostním vlaku TGV Tilt, který je určen pro přepravu cestujících provozní rychlostí 300 km/h na nových vysokorychlostních tratích i na tratích modernizovaných. Má být použit i na připravovaných rychlých regionálních vlacích SNCF typu CORADIA.

Závěr

Vlaky s naklápěcími skříněmi prošly v posledních dvou desetiletích bouřlivým a úspěšným vývojem a přesvědčily svými technickými i provozními výsledky o správnosti aplikace tohoto konstrukčního systému v železniční přepravě cestujících, zvláště v oblasti vyšších rychlostí. Možnost zvýšení cestovních rychlostí oproti klasickým vlakům se projevují především při provozu na modernizovaných tratích, v některých případech dokonce umožňují na méně frekvenčně zatížených úsecích nahradit modernizací stavbu ekonomicky náročných nových vysokorychlostních tratí.

Dynamický rozvoj této koncepce vlaků umožnil i výrazný pokrok v konstrukci a spolehlivosti základních mechanických, elektrických i elektronických prvků. To vede k tomu, že i u komplikovanějších konstrukčních řešení nedochází ke zvýšení poruchovosti a nákladů na energetickou spotřebu a údržbu vozidel, které tvoří významnou část celkových provozních nákladů. Příznivě vycházejí ve srovnání s vlaky pro obdobná určení i hodnoty nákladů po celou dobu životnosti LCC.

Všechny tyto důvody vedou k předpokladu, že vlaky s naklápěcími skříněmi se budou dále rozvíjet a získávat další provozní výkony, především na meziregionálních obloukovitých tratích a v dálkové rychlé přepravě cestujících.

Literatura:

- /1/ Jelen, Sellner: Svět rychlých kolejí. Nadatur, Praha 1997
- /2/ Sellner, Čáp: Současné tendence vývoje vysokorychlostních systémů pro hromadnou přepravu osob. Nová železniční technika 4/1999
- /3/ Firemní odborné články, podklady a prospekty

V Praze, říjen 2001

Lektoroval: Ing. Ferdinand Gottmann
ČD DOP O12