

Kolej pro vozidla s naklápěcími skříněmi

Klíčová slova: kolej, vozidla s naklápěcími skříněmi, interakce.

Pořízení jednotek s naklápěcími skříněmi řady 680 se stalo realitou - pro jejich dodávky již existují přesné termíny. Tento příspěvek shrnuje dosavadní aktivity ČD v přípravě kolejí koridorů ČD pro provoz těchto jednotek, všímá si širších souvislostí v oblasti interakce koleje a vozidel s naklápěcími skříněmi a zmiňuje se o některých podstatných aspektech, které se zavedením a udržením plynulého a bezpečného provozu jednotek souvisí.

1. Přípravná a projektová dokumentace pro stavby modernizace vybrané železniční sítě ČD

Při zpracování přípravné a projektové dokumentace staveb modernizace tranzitních koridorů ČD ve smyslu „Zásad modernizace vybrané sítě Českých drah“ č.j. 1/93-21 ze 16.6.1993 a „Dodatku č. 2 k Zásadám modernizace vybrané sítě Českých drah“ č.j. 890/97 - S7 ze 30.10.1997 se sleduje i optimální využití jednotek s naklápěcími skříněmi (dále jen jednotek NS). Za tím účelem byly nejdříve zpracovány „Prozatímní směrnice - Stavebně technické parametry GPK pro provoz jednotek s naklápěcí technikou“ č.j. 56 612/96 - S 13 ze 13.5.1996, které byly nahrazeny ČSN 73 6360-1¹⁾ a ČSN 73 6360-2²⁾ s účinností od 1.8.1997. Konkrétní zásady pro navrhování resp. posuzování konstrukčního a geometrického uspořádání kolejí pro provoz jednotek NS jsou uvedeny v ČSN 73 6360-1 v příloze E. Ve změně 1 ČSN 736360-1 (duben 1999) byly některé parametry opraveny, zejména byla na základě zahraničních zkušeností s provozem jednotek NS omezena maximální hodnota nedostatku převýšení (max. I_k) v obloucích o poloměru menším než 300 m z 270 mm na 240 mm.

Zásady pro navrhování geometrických parametrů kolejí v uvedených dokumentech jsou v souladu s technickými podmínkami pro jednotky řady 680³⁾, zpracovanými konsorciem Fiat - Siemens - ČKD a schválenými ČD DOP v r. 1999.

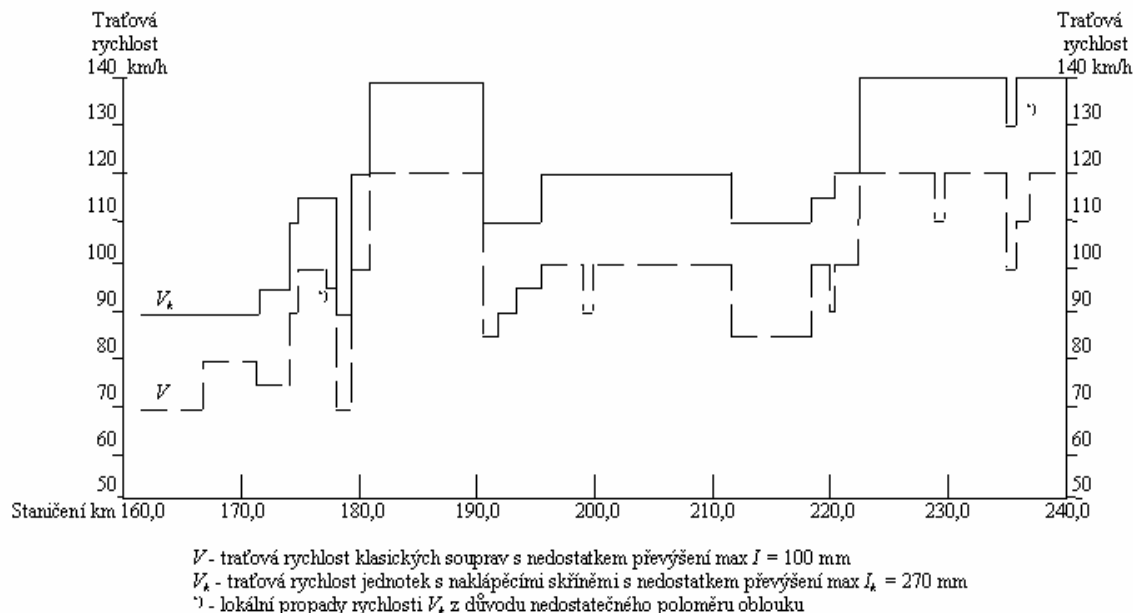
Přestože pravidelný provoz jednotek ř. 680 rychlostí V_k , bude zahájen až v horizontu tří let, je důležité již nyní při jednotlivých stavebních modernizacích (optimalizacích) navrhovat hodnoty geometrických parametrů koleje tak, aby jednotky mohly dosahovat co nejvyšší a zároveň plynulé traťové rychlosti. Toto je zpracovateli projektové dokumentace prokazováno.

Zdůvodnění návrhu geometrických parametrů koleje podle ČSN 73 6360-1 (příloha E) v souladu s technickými parametry naklápěcího systému jednotek NS je uvedené ve Vědeckotechnickém sborníku ČD č. 5⁴⁾.

Vladimír Igielski, Ing., 1939, VŠD Praha, systémový specialista oddělení železničního spodku a svršku odboru stavebního Divize dopravní cesty ČD

Ladislav Kopsa, Ing., 1944, VŠD Žilina, systémový specialista oddělení železničního spodku a svršku odboru stavebního Divize dopravní cesty ČD

Zvýšení největší traťové rychlosti pro jednotky s naklápěcími skříněmi na území ČR na více než 160 km/h se v současné době zatím neuvažuje, ale výhledově ani nevylučuje. Až na výjimky by zkrácení jízdních dob v přijatelných úsecích nebylo výrazné. Podstatnou by byla i otázka úpravy právních předpisů a dotčených TNP (otázka úrovněových přejezdů apod.).



Obr. 1: Graf traťové rychlosti na traťovém úseku optimalizace Brno-Odb. Hády - Odb. Zádulka km 161,660 - 240,330, kol. č. 1

Na obr. 1 je uvedeno praktické porovnání průběhu traťové rychlosti V pro klasické soupravy s využitím nedostatku převýšení max. $I = 100$ mm a traťové rychlosti V_k pro jednotky s naklápěcími skříněmi s využitím nedostatku převýšení max. $I_k = 270$ mm (v obloucích s poloměrem menším než 300 m max. $I_k = 240$ mm) na trati Brno - Česká Třebová v traťovém úseku po optimalizaci Brno Odb. Hády - Odb. Zádulka v km 161,660 - 240,330. Stavba byla realizována v letech 1995 - 1999. Trať vede v území se složitými směrovými poměry, délka přímých úseků představuje jen cca 20% celkové délky tohoto traťového úseku. Na tomto praktickém příkladu je prokázáno max. zvýšení traťové rychlosti V_k ve srovnání s rychlostí V o 20 až 30 % , což představuje kratší jízdní dobu v celém úseku o cca 10 minut. Přitom je třeba podotknout, že v rámci optimalizace byla v převážné délce úseků s oblouky zvýšena i základní traťová rychlost V o 5 až 10 km/h ve srovnání s traťovou rychlostí před optimalizací trati. Z grafu vyplývá nevhodnost propadů obou traťových rychlostí z důvodu ponechání rekonstruovaných kolejí na stávajícím tělese, jejich odstranění by však znamenalo větší stavební úpravy a značné finanční náklady. Významné však je, že pro rychlost jednotek NS je těchto propadů méně, případně jsou menší. To rovněž svědčí o výhodnosti provozu jednotek NS z hlediska energetických úspor. Relativně malé zvýšení rychlosti V_k od km 168,8 do km 170,1 vůči rychlosti V je z důvodu použití mostních ocelových konstrukcí bez průběžného kolejového lože (pro V_k se v těchto případech připouští max. $I_k = 130$ mm), avšak toto omezení v daném místě není s ohledem na charakter poměrů v sousedním úseku provozně významné. Z trakčního hlediska není vhodné sedlové zvýšení traťové rychlosti v krátkých úsecích (sleduje se délka úseku alespoň 3 až 4 km).

2. Návrhové parametry GPK podle ČSN 73 6360-1 v širších souvislostech

2.1 Hlavní zásady pro stanovení hodnot návrhových parametrů GPK podle přílohy E ČSN 73 6360-1

Příloha E vychází z následujících zásad:

- maximální neeliminovaný nedostatek převýšení na vozové skříně (tj. pociťovaný cestujícím) max. $I_{kn} = 100$ mm,
- maximální nedostatek převýšení na podvozku max. $I_k = 270$ mm (s omezením v pevných místech),
- maximální sklon lineární vzestupnice 1: $n_k = 1 : 6 V_k$, neboli $dp/dt = 46$ mm/s, u nelineární vzestupnice ve střední části 1: $n_k = 1 : 4 V_k$, neboli $dp/dt = 70$ mm/s,
- maximální nárůst nedostatku převýšení na podvozku u lineární vzestupnice 1 : 2,4 V_k , neboli $dI_k/dt = 116$ mm/s, u nelineární vzestupnice 1 : 2,1 V_k , neboli $dI_k/dt = 132$ mm/s,
- pokud je $3 p < I_k \leq 3,5 p$, sleduje se nárůst nedostatku převýšení na podvozku 1:3,2 V_k , neboli $dI_k/dt = 87$ mm/s,
- délka přechodnice je stanovena nebo kontrolována tak, aby se naklopení vozové skříně uskutečnilo v plném rozsahu v přechodnici a nikoliv až v části čistého oblouku (úhlová rychlost naklápění se uvažuje max. 5°/s).

2.2 Některé aspekty vztahu s prENV 13803-1

Návrh evropské normy prENV 13803-1⁵⁾ uvádí návrhové parametry směru koleje pro klasická vozidla, nikoliv pro vozidla NS. Přesto je užitečné k jeho ustanovením včetně doporučení informativní přílohy E (Důsledky provozu vlaků s naklápěcími skříněmi na stabilitu, opotřebení a únavu koleje) přihlížet:

- doporučená mez nedostatku převýšení pro rychlosti do 200 km/h je 150 mm, maximální mez je 165 mm (cestující podle druhu vypružení vozidla pociťuje nedostatek převýšení o 20 až 40 % větší),
- časová změna převýšení v lineární vzestupnici $dp/dt = 50$ mm/s, max. 60 mm/s (v nelineární vzestupnici 55 mm/s, max. 70 mm/s),
- časová změna projektovaného nedostatku převýšení z hlediska komfortu cestujících max. $dI/dt = 55$ mm/s, nejvíce 90 mm/s,
- vertikální zrychlení v ose koleje $a_v = \max. 0,22$ až $0,31$ m/s².

V příloze A.3 návrhu normy jsou uvedeny další doporučené hodnoty geometrických parametrů koleje při průjezdu vozidel v přechodnici (vzestupnici). Bere se v úvahu i vliv postupného příčného vychýlení vozové skříně ve vzestupnici.

- úhlové zrychlení (v zaoblené části vzestupnice) $\alpha = \max. 0,20$ rad/s²
- Příčné zrychlení bočním vychýlením vozové skříně v zaoblené části vzestupnice ve výšce $h = 1,8$ m $a_Q = \max. 0,72$ m/s² (pro vysoké rychlosti nižší hodnota 0,52 m/s², čímž se částečně eliminuje boční ráz způsobený náhlým příčným vychýlením vozové skříně)

V uvedeném přehledu veličin GPK podle zásad návrhu prENV 13803-1 se zásady týkající se komfortu jízdy na vozové skříně vztahují implicitně i k jednotkám NS.

Porovnáním hodnot pro návrh GPK podle přílohy E ČSN 73 6360-1 a podle zásad návrhu prENV 13803-1 lze konstatovat, že zásady podle ČSN 73 6360-1 jsou z hlediska zajištění komfortu převážně odpovídající. Je třeba si však všimnout těchto ukazatelů:

- U přechodnic k obloukům s velkou hodnotou nedostatku převýšení $I_k > 213$ mm (vyplývá z max. hodnoty eliminace nedostatku převýšení $I_{ke} = 170$ mm a faktoru kompenzace $\alpha = 0,8$, t.j. $170 : 0,8 = 213$ mm - přitom kompenzační faktor udává, v jaké poměrné hodnotě je eliminován na podvozku změřený nedostatek převýšení naklopením vozové skříně) je v koncové části přechodnice hodnota časové změny nedostatku převýšení na vozové skříně stejná jako hodnota časové změny nedostatku převýšení na podvozku - tedy značně větší než přípustná hodnota z hlediska komfortu. Toto je eliminováno skutečností, že změna hodnoty $I_k = 213$ mm případně až na max. hodnotu $I_k = 270$ mm na konci přechodnice je poměrně malá. Jiná situace by nastala při povolení max. $I_k = 300$ mm - zde by bylo třeba upravit hodnotu kompenzačního faktoru na $\alpha = 0,7$. Při zkouškách jednotky řady 680 bude otázka vhodnosti hodnoty kompenzačního faktoru ověřována.
- U vozidel jednotky NS dochází v oblasti začátku přechodnice s lineární vzestupnicí náhle k součtu úhlového zrychlení vjezdem do vzestupnice a úhlového zrychlení z důvodu aktivace naklápění v plné hodnotě (u hlavového vozidla je aktivace naklápění poněkud opožděna). Podle zásad návrhu prENV 13803-1 má být max. hodnota úhlového zrychlení $\alpha = \max. 0,20 \text{ rad/s}^2$. Z toho lze odvodit potřebnou délku přechodnice s lineární vzestupnicí pro vyšší rychlosti:

$$l_p = \frac{V_k^2 \cdot (p + 0,8 I_k)}{3900 \cdot a} \quad (\text{km/h, mm, m})$$

V uvedeném výrazu znamená hodnota a délku, na které se uskuteční změna režimu do naklápění v oblasti začátku přechodnice s lineární vzestupnicí tak, aby nebyla překročena max. hodnota úhlového zrychlení $\alpha = \max. 0,20 \text{ rad/s}^2$. Tato délka je závislá na vypružení vozidla a je pro všechny rychlosti přibližně konstantní. Hodnota a se může v nejpříznivějším případě přiblížit hodnotě vzdálenosti otočných čepů podvozků. Z uvedeného výrazu je však nejpodstatnější závislost délky přechodnice s lineární vzestupnicí na hodnotě V_k^2 , která se výrazně uplatní u vysokých rychlostí. Proto bude vhodné pro větší rychlosti používat pouze standardní součinitel sklonu lineární vzestupnice $n_k = 8 V_k$, případně ve větším rozsahu využívat přechodnice se vzestupnicí podle Blosse, kde v oblasti začátku přechodnice je vertikální zaoblení vzestupnice pozvolné a jsou poměrně mnohem menší hodnoty úhlového zrychlení jak od zaoblení vzestupnice, tak i od aktivace naklápění. Tuto okolnost bude rovněž vhodné ověřit ve vztahu k vhodnosti typu vzestupnice (přechodnice) při jízdách zkoušek jednotky. Pokud se teoreticky konstatuje, že vliv zaoblení vzestupnice na komfort jízdy je podstatný, bude vhodné to ověřit měřením hodnoty vertikálního zrychlení na boční části vozové skříně na vnější straně oblouku (jako důsledek součtové hodnoty úhlového zrychlení vjezdem do vzestupnice a aktivací naklápění).

2.3 Zásady pro dosažení dobrého jízdního komfortu

Jízdni komfort nepříznivě ovlivňují krátké přechodnice a časté změny v režimu naklápění (blíže viz 4.3). I když jízdni komfort bude možno prakticky ověřit až při zkušebních jízdách jednotky ř. 680, je možno již nyní s ohledem na výše uvedené stanovit některé hlavní zásady:

- přechodnice s lineární vzestupnicí navrhovat co nejdelší, pro rychlost $V_k > 120$ km/h přednostně navrhovat standardní součinitel sklonu $n_k \geq 8 V_k$,

- ve stísněných poměrech místo přechodnic s lineární vzestupnicí s malým součinitelem sklonu vzestupnice navrhovat v odůvodněných případech přechodnice a vzestupnice podle Blossé,

Pozn.: Transformace přechodnice s lineární vzestupnicí (kubická parabola nebo klotoida) na přechodnici a vzestupnici podle Blossé je velmi jednoduchá - max. příčné posuny do 15 mm, max. změna hodnoty převýšení do 7 mm - a lze ji realizovat jedním pracovním pojezdem automatické strojní podbíječky vybavené palubním počítačem s automatikou GVA a s využitím přesné metody vytyčování podrobných bodů po 5 m.

- místo krátké mezipřímé u oblouků opačných směrů (s přechodnicemi a vzestupnicemi) vkládat zásadně přechodnice s bodem obratu (sleduje se tím kontinuální průběh beze změn naklápečího režimu a příznivější mírnější sklon vzestupnic),
- místo krátké přímé mezi oblouky stejného směru (s přechodnicemi a vzestupnicemi) vkládat složený oblouk s mezilehlou částí v převýšení nebo i bez převýšení tak, aby byla zachována minimální hodnota nedostatku převýšení $\min I_k = 20$ až 30 mm (naklápečí zařízení zůstane v činnosti, neboť prahová hodnota vypnutí je $I_k = 15$ mm).

Je však třeba konstatovat, že stejnou důležitost jako stanovení vhodných návrhových parametrů GPK bude mít i udržení stavu GPK včetně prostorové polohy koleje v předepsaných mezích s dodržением provozních odchylek podle ČSN 73 6360-2 pro příslušné rychlostní pásmo traťové rychlosti jednotek NS.

3. Podmínky provozu jednotek s naklápečími skříněmi

Zahájení a udržení provozu jednotek NS rychlostí V_k si vyžádá celou řadu opatření.

3.1 Předpisová ustanovení

Do zahájení provozu jednotek NS bude vhodné přezkoumat dostatečnost některých předpisových ustanovení v oblasti kontrolní činnosti a provádění prací (např. z hlediska držečnosti upevňovadel, stavu bezстыkové koleje, oprav lomů kolejnic). Protože rychlosti stanovené podle přílohy E ČSN 73 6360-1 vycházejí z předpokladu bezстыkové koleje s kolejnicí tv. UIC 60, bude třeba stanovit opatření pro případ výjimečného provozu jednotek NS na koleji s kolejnicemi tv. S 49, které může spočívat například v omezení nedostatku převýšení na max. $I_k = 220$ mm.

Dále bude nezbytné dořešit otázku způsobu zavedení pomalých jízd pro jednotky NS při potřebě dodržení základní traťové rychlosti s nedostatkem převýšení do 100 mm, jakož i systém případného zavádění pomalých jízd ve vybraných místech tratě při extrémně větrném počasí.

3.2 Předběžná validace ustanovení ČSN 73 6360-1 a 2

Ustanovení ČSN 73 6360-1 pro návrh geometrických parametrů koleje pro provoz jednotek NS, a tedy i pro stanovení rychlosti V_k jednotek NS, byla vytvořena s využitím zahraničních předpisů, dostupné technické literatury, technických dat naklápečího systému Fiat a teoretických úvah. Stejně tak se vychází z předpokladu, že dovolené odchylky GPK, stanovené v ČSN 73 6360-2 v závislosti na rychlosti (rychlostních pásmech), budou vyhovovat i jednotkám NS při velkých dovolených nedostacích převýšení.

První posouzení úplnosti a správnosti ustanovení obou částí ČSN 73 6360 ve vztahu k provozu jednotek NS vyplyne z úkolu „Interakce koleje a vozidel s naklápečí skříní při

různém provozním stavu“, řešeného v současné době VÚŽ Praha a Univerzitou Pardubice. Tento úkol vychází ze simulačních výpočtů jízdního chování jednotky ř. 680 v předpokládaném provozním stavu na vybraných úsecích I. koridoru ČD s využitím skutečných dat geometrie koleje, získaných měřicím vozem ČD. Podrobnosti uvádí jiný příspěvek v tomto sborníku.

3.3 Konečné stanovení rychlosti V_k

Konečné stanovení traťové rychlosti V_k však bude stejně jako u jiných železnic možné až na základě jízdních zkoušek na celé trase jednotek za podmínek stanovených ve vyhláškách UIC 518 a UIC 518-1 pro homologaci vozidel, tj. při aplikaci vyšší rychlosti a vyššího nedostatku převýšení oproti max. V_k a max. I_k , kdy reakce vozidla musí zůstat v oběma vyhláškami stanovených mezích. Rychlosti navržené podle přílohy E ČSN 73 6360-1 budou na základě těchto zkoušek buď potvrzeny, nebo v případě nesplnění požadovaných kritérií patřičně sníženy (za předpokladu dobrých jízdních vlastností jednotky ř. 680 je pravděpodobnost potřeby snížení předpokládané rychlosti malá). Naopak, po několikaletém provozu lze v určitých případech předpokládat možnost úpravy rychlosti V_k směrem nahoru.

3.4 Rychlostníky

Po konečném stanovení rychlosti V_k bude nutno osadit rychlostníky a předvěstníky s novým návěstním obrazem pro traťovou rychlost V_k (viz změna č. 2 předpisu ČD D1 s účinností od 1.7.2002).

Řešení přenosu informace o traťové rychlosti V_k strojvedoucímu pomocí rychlostníků je přechodné do doby realizace traťového zabezpečovacího systému řízení vlaků ERTMS/ETCS, která se na I. koridoru předpokládá v letech 2005 až 2010. Tento systém umožní řídit dodržení traťové rychlosti bez nutnosti návěstění pomocí rychlostníků.

Po zavedení ERTMS/ETCS bude možno namísto sensorového řízení naklápění uvažovat i o programovém řízení naklápění, vztaženém pomocí balíz ke staničení začátků a konců přechodnic. To by umožnilo realizaci naklápění skříně v celé přechodnici v ideálním režimu pro všechny vozy jednotky, což by přineslo další zvýšení jízdního komfortu, resp. možnost zvýšení rychlosti v obloucích s krátkými přechodnicemi.

3.5 Údržba a kontrola stavu GPK

Již v současné době podle zásad Kapitoly 8 TKP⁶⁾ je nutno při přejímce prací dodržet mezní stavební odchylky a v dalším provozu včetně záruční doby provozní odchylky podle ustanovení ČSN 73 6360-2 pro příslušné rychlostní pásmo výhledové rychlosti jednotek NS. Předepsané provozní odchylky budou muset být zvláště v obloucích s velkým nedostatkem převýšení přísně dodržovány a kolej se zřejmě neobejde bez opakovaného broušení kolejnic.

Stav GPK bude pravidelně kontrolován měřicím vozem. Protože však koherence signálů geometrie koleje a reakce vozidel je m.j. i díky komplexnosti problémů kontaktní geometrie často neuspokojivá, jako nezbytné se jeví zavedení systému pravidelného měření reakcí vozidel na celé trase provozu jednotek v oblasti ČD. Při tomto měření jednotka NS, vybavená měřicími dvojkolími a dalším nezbytným měřicím zařízením vykoná v obou směrech nejméně jednu měřicí jízdu rychlostí V_k (tedy nikoliv rychlostí vyšší, aplikovanou při homologaci jednotky a při konečném stanovení rychlosti V_k před zahájením pravidelného provozu).

Význam těchto měření podtrhuje skutečnost, že DB AG, která má s provozem mnoha desítek jednotek NS mnohaleté zkušenosti, je v pravidelných jednoletých intervalech nadále realizuje.

Po získání dostatečných zkušeností z provozu jednotek ř. 680 si lze samozřejmě představit i podstatně levnější a relativně častější (vícekrát za rok) zjednodušené měření reakcí na jednotce v běžném komerčním provozu (bez přímého měření sil Y a Q).

4. Mezinárodní aktivity v oblasti interakce koleje a vozidel s naklápěcími skříněmi

Nepočítáme-li práce převážně kompilačního charakteru, byla na mezinárodním poli v posledních letech zahájena (resp. vykonána) řada prací, přímo směřujících k určité harmonizaci a interoperabilitě jak infrastruktury, tak vozidel s naklápěcími skříněmi pro usnadnění mezinárodního provozu. Tyto snahy nejsou jednoduché, protože se nezačíná „na zelené louce“, nýbrž existuje celá řada více či méně se lišících vozidel několika výrobců, provozovaná v různých „národních“ podmínkách. Postupné sbližování se však ukazuje jako reálné, protože funkční vlastnosti různých stávajících aktivních naklápěcích systémů jsou do značné míry podobné a podobné jsou i účinky různých jednotek NS na koleji.

4.1 Směrnice pro harmonizaci kritérií pro koleje, na nichž mají být provozovány jednotky s naklápěcími skříněmi

V letech 2000 až 2001 se multidisciplinární ad-hoc studijní skupina UIC (tzv. Testova skupina) snažila formulovat hlavní zásady pro harmonizaci infrastruktury pro provoz jednotek NS. Závěrečnou zprávu publikovala ve formě směrnice⁷⁾.

Směrnice rekapituluje obecně známé zásady a m.j.

- doporučuje, aby hmotnost na nápravu vozidel NS nepřesahovala 18 t s tím, že čím je nižší, tím lépe pro správce infrastruktury,
- konstatuje, že v případě oblouků opačného směru je lépe, aby se přechodnice stýkaly v bodě obratu než mezi ně vložit krátkou přímou,
- potvrzuje, že většinou železnic je využíván bez zvláštních problémů nedostatek převýšení do 275 mm, DB AG od roku 2000 dosahuje až 300 mm a některé další železnice takovýto provoz plánují,
- upozorňuje, že v obloucích poloměrů 250 až 400 m může být nezbytné omezit nedostatek převýšení podle výsledků homologačních zkoušek jednotek NS,
- časovou změnu převýšení dp/dt doporučuje omezit na 75 mm/s, což je hodnota o 25 % vyšší, než mezní hodnota, stanovená v návrhu prENV 13803-1; kde by 75 mm/s bylo překročeno, doporučuje se vykonání zvláštních zkoušek,
- k časové změně nedostatku převýšení dI/dt konstatuje, že je měřítkem komfortu cestujícího; protože neeliminovaný zbytek nedostatku převýšení je nižší než u konvenčních vozidel, nepovažuje se tento parametr u jednotek NS za signifikantní a vyžadující definování kritéria,
- zavádí pojem těžkého železničního svršku, sestávajícího z kolejnic UIC 60 nebo UIC 54 jakosti UIC 900 A, betonových pražců s rozdělením 600 mm, pružným přímým nebo nepřímým upevněním a kvalitním šterkovým kolejovým ložem; stávající Prud'hommeovo

kriterium odporu koleje proti příčnému posunu pak má mít u takovéto koleje jisté rezervy, jejichž stanovení si však v budoucnu vyžádá rozsáhlé zkoušky,

- před zahájením provozu zvýšenou traťovou rychlostí V_k doporučuje vykonat jízdní zkoušky ve smyslu vyhlášky UIC 518-1 k prokázání, že základní bezpečnostní kritéria (ΣY_{2m} , Y/Q a převrácení vozidla) jsou na dané koleji splněna,
- je-li instalován systém pro kontrolu rychlosti, mají být kontrolní meze vázány k riziku převrácení vozidla a
- studijní skupině podvýboru UIC 57B, tvořící vyhlášku UIC 518-1, doporučuje jízdní zkoušky pro homologaci vozidel v závislosti na druhu svršku a zamýšleném využívání vozidla vykonávat pro $I_k = 275$ mm nebo 300 mm (podrobnosti viz dále).

4.2 Vyhláška UIC 518-1

Dokumentem zásadního významu bude připravovaná vyhláška UIC 518-1⁸⁾, doplňující ustanovení vyhlášky UIC 518⁹⁾ o homologaci klasických vozidel o ustanovení, týkající se homologace vozidel s naklápěcími skříněmi. Zaměření obou vyhlášek je dobře vyjádřeno v jejich názvu:

UIC 518 „Zkoušky a homologace železničních vozidel z hlediska dynamického chování – bezpečnost – únava koleje – jakost chodu“ (2. vydání z 01.10.1999).

UIC 518-1 „Zkoušky a homologace železničních vozidel z hlediska dynamického chování – bezpečnost – únava koleje – jakost chodu. Doplněk: Aplikace na vozidla s naklápěcími skříněmi a/nebo na vozidla určená pro provoz s větším nedostatkem převýšení, než uvádí vyhláška 518 v příloze C pro kategorii vlaků I až III“ (návrh z 12/2001).

Dokončení prací na vyhlášce se očekává v roce 2002, dnes (12/2001) je však již ve velmi pokročilém stádiu zpracování.

Mezi nejdůležitější doplňující ustanovení vůči vyhlášce UIC 518 patří zejména tato:

- Pro vozidla určená k provozu na klasických tratích rychlostí $70 \leq V \leq 230$ km/h se stanovuje hodnota dovoleného nedostatku převýšení I_{dov} (tj. maximální hodnota I_k , jakou smí být vozidlo běžně provozováno) = 275 mm. Pro vozidla splňující kritéria homologace podle této vyhlášky je možno uvažovat hodnotu $I_{dov} = 300$ mm. To jinými slovy znamená, že vozidlo se homologuje buď pro $I_{dov} = 275$ mm, nebo pro $I_{dov} = 300$ mm (při zkouškách je pak stejně jako u klasických vozidel nutno dosáhnout hodnot I až o 10 % větších než I_{dov}).

Pokud však na jednom nebo více zkušebních úsecích vozidlo nerespektuje určité mezní hodnoty, je nutno vykonat doplňkové analýzy k určení:

- sníženého dovoleného nedostatku převýšení I_{red} pro danou kategorii poloměrů oblouků,
- rozsahu poloměrů, v nichž lze praktikovat I_{dov} bez omezení.
- Vedle běžných zkušebních úseků v přímých a obloucích velkých poloměrů a úseků v obloucích malého poloměru se zavádí zóna oblouků středních poloměrů ($600 \text{ m} < r \leq 900 \text{ m}$) pro vlaky, jejichž $V_{max} \geq 200$ km/h.
- Při hodnocení zkušebních úseků v přechodnicích se rozlišují 3 konfigurace:
 - krajní přechodnice,
 - přechodnice mezi oblouky opačných směrů a
 - přechodnice mezi oblouky stejného směru.

- Vyžadují se zvláštní zkoušky při navození všech závažných poruch naklápečího systému; zkouší se v čistém kružnicovém oblouku s I_{dov} (ne s $I_{dov} + 10\%$) s plně zatíženým vozidlem. V průběhu zkoušky s každým z definovaných poruchových stavů se měří reakce vozidla a maximální hodnoty se porovnávají s příslušnými kritérii bezpečnosti, která musí být splněna. Měřené hodnoty se statisticky nezpracovávají. Pro zkoušku se vybere poloměr oblouku, v němž má dané vozidlo bezpečnostní rezervy nejmenší. Zkoušky nutno uskutečnit v obloucích obou směrů.
- Zavádí se kritérium převrácení η . Riziko převrácení vozidla v oblouku se posuzuje pomocí kritéria převrácení

$$\eta = \frac{\sum_{\text{podvozek}} Q_{i1} - \sum_{\text{podvozek}} Q_{i2}}{\sum_{\text{podvozek}} P_0}, \text{ kde}$$

Q_{i1}, Q_{i2} kolové síly (i-té dvojkolí, kolo na straně 1 nebo 2)

P_0 statická nápravová síla

mezní hodnota $\eta = 1$ pro $I = 1,5 I_{dov}$

Poznámka: U klasických vozidel je pravděpodobnost převrácení nízká, protože při překročení bezpečné rychlosti v oblouku dříve než k převrácení vozidla zpravidla dojde k příčnému posunu koleje. U vozidel NS může naopak kombinace odstředivé síly a zatížení příčným větrem vést k nulovým kolovým silám na vnitřních kolech poměrně snadno, aniž by došlo k posunu koleje. K převrácení může dojít již asi při $I = 450$ mm, tedy při poměrně malém překročení traťové rychlosti (v malých poloměrech již zhruba o 20 km/h).

4.3 FACT

Určitý nezanedbatelný počet cestujících při jízdě vlakem s naklápečími skříněmi pociťuje v důsledku činnosti naklápečího zařízení při průjezdu většího počtu krátkých a těsně po sobě následujících oblouků lehčí nebo těžší žaludeční nevolnost, podobnou „mořské nemoci“. To je z komerčního hlediska natolik nežádoucí, že EU hodlá problém řešit jako projekt s názvem FACT (Fast And Comfortable Trains) v 5. rámcovém programu vědy a výzkumu EU, v programu GROWTH.

Dvanáctičlenné konsorcium ze železnic včetně ČD, výrobců vozidel, univerzit a výzkumných ústavů má třicetiměsíční práce na projektu za 1,7 milionů EUR zahájit počátkem roku 2002.

Cílem projektu je především

- vytvořit metodiku pro modernizaci infrastruktury k dosažení optimálního výkonu vlaků s naklápečími skříněmi, se zvláštním zaměřením na podmínky smíšeného provozu,
- zjistit okrajové podmínky omezující počet cestujících, trpících žaludeční nevolností na statisticky přijatelnou úroveň,
- hledat postupy pro použití techniky naklápečí skříní, vedoucí k maximalizaci výkonu při vyloučení výskytu žaludeční nevolnosti,
- vytvořit specializovaný ověřený softwarový nástroj pro simulaci bez potřeby jízdních zkoušek na trati,

- zajistit ekonomické navrhování koleje a/nebo vozidla pro daný výkon a danou úroveň komfortu,
- zkrátit čas potřebný pro zavedení nových vozidel na nových, modernizovaných a stávajících tratích a
- maximalizovat výkon vlaku s naklápěcími skříněmi pro danou konfiguraci koleje a vozidla.

5. Závěr

V rámci postupující modernizace koridorů ČD jsou cíleně optimalizovány geometrické parametry jejich kolejí tak, aby zkrácení jízdních dob v důsledku zavedení vyšší traťové rychlosti V_k pro jednotky řady 680 bylo co největší. Optimalizace traťové rychlosti V_k se u nás, na rozdíl od řady zahraničních železnic, děje již ve stádiu projektování důsledným využíváním přílohy E ČSN 73 6360-1, vymezující vztahy mezi geometrickými parametry koleje a rychlostí vozidel s naklápěcími skříněmi.

Z uvedeného přehledu aktivit v oblasti vztahů vozidel s naklápěcími skříněmi a koleje je patrné, že v relativně krátké době bude k dispozici množství nových poznatků, které mohou náš současný pohled na meze možností využívání jednotek řady 680, konkretizovaný v ustanoveních zmíněné přílohy E, do určité míry korigovat. Případné změny však jistě nebudou zásadní.

Při provozu jednotek NS je význam vzájemného působení koleje a vozidla ještě výraznější než u klasických vozidel. Přes existenci vyspělých simulačních nástrojů bude tedy stejně jako u ostatních železnic definitivní traťová rychlost V_k pro tyto jednotky stanovena až na základě měření a hodnocení reakcí příslušně instrumentované jednotky při jízdních zkouškách na celé její uvažované trase za podobných podmínek, jaké bude vyžadovat vyhláška UIC 518-1 pro homologaci vozidel NS, tj. za náročnějších podmínek, než budou existovat při pravidelném provozu.

Zavedením provozu jednotek řady 680 však pro ČD nic neskončí. Dobrý stav koleje, dosažený za cenu nemalých investic, bude nutno dlouhodobě udržet. V podmínkách smíšeného provozu rychlých jednotek řady 680 a pomalejších nákladních vlaků bude mít pro dosažení tohoto cíle vedle optimální údržby koleje životní význam stav celého vozidlového parku, rozhodující o rychlosti degradace koleje.

K vytvoření podmínek pro bezpečný a nerušený provoz se jako nezbytné jeví i doplnění stávajícího diagnostického systému koleje o pravidelná měření reakcí jednotek NS. To si vyžádá nemalé prostředky a samozřejmě úzkou spolupráci obou divizí ČD.

Literatura

- 1) ČSN 73 6360-1 “Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha. Část 1: Projektování“, 1997, změna č.1, 1999
- 2) ČSN 73 6360-2 “Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha. Část 2: Stavba a přejímka, provoz a údržba“, 1997
- 3) Nové technické podmínky pro elektrické třísoustavové jednotky s výkyvnými skříněmi pro rychlost 230 km/h řady 680, 09/99
- 4) Vědeckotechnický sborník Českých drah, 5/1998

- 5) prENV 13803-1 „Railway applications – Track alignment design parameters – Track gauges 1435 mm and wider – Part 1: Plain line“, návrh z 2/2001
- 6) Technické kvalitativní podmínky staveb Českých drah, 2000
- 7) Guidelines for harmonising the criteria for track on which tilting trains are to be operated (závěrečná zpráva studijní skupiny UIC), 4/2001
- 8) UIC 518-1, „Essais et homologation de véhicules ferroviaires du point de vue du comportement dynamique – sécurité – fatigue de la voie – qualité de marche; Complément: Application aux véhicules munis d'un système de compensation d'insuffisance de dévers et/ou aux véhicules prévus pour circuler avec une insuffisance de dévers supérieure à celle des catégories I à III définies par l'annexe C de la fiche UIC 518“, návrh z 12/2001
- 9) UIC 518 „Essais et homologation de véhicules ferroviaires du point de vue du comportement dynamique – sécurité – fatigue de la voie – qualité de marche“, 2. vydání z 1.10.1999

V Praze, říjen 2001

Lektorovala: Ing. Danuše Marusičová
Kancelář I. náměstka GŘ ČD