

K provozu elektrických jednotek řady 680

Klíčová slova: *elektrická třísystémová jednotka řady 680, jednotka s naklápěcími skříněmi, zpoždění vlaku, jízdní doby, oběh jednotek, provozní poruchy.*

1 ÚVOD

Již několik let probíhá na Českých drahách komplexní modernizace vybraných úseků tratí – tzv. koridorů. Jedná se v podstatě o bývalé hlavní železniční tahy na území České republiky, které se na základě mezinárodních jednání staly součástí tzv. panevropských tranzitních železničních koridorů spojujících Českou republiku s okolními státy Evropy. Momentálně probíhá modernizace traťových úseků na I. a II. koridoru (dle národního označení), na III. a IV. koridoru započne modernizace v nejbližších letech. Účelem těchto modernizací je kromě jiného především zvýšení dosavadních traťových rychlostí, které v konečném důsledku umožní zkrácení stávajících jízdních a tím i cestovních dob vlaků na daném úseku trati. Maximální traťová rychlost bude po modernizaci na některých vybraných úsecích koridorů dosahovat hodnoty až 160 km.h^{-1} , což v porovnání se západními železnicemi není rychlost příliš vysoká. Přitom je však nutno přihlížet ke stavu tratí, v jakém se nacházely před modernizací, a také k tomu, jakým způsobem a v jakém terénu jsou koridorové tratě vedeny. Za ideální řešení lze z hlediska dosažení vyšších traťových rychlostí považovat vybudování zcela nových vysokorychlostních tratí. To však za současných podmínek (především z důvodů finančních) není zatím možné realizovat. Proto bylo zvoleno určité kompromisní řešení, které spočívá v modernizaci stávajících tratí bez provedení větších směrových a výškových úprav. Aby se i přesto docílilo určitého zkrácení jízdních dob alespoň u mezinárodních expresních vlaků, bylo v rámci kompromisního řešení modernizace koridorů rozhodnuto, že na některé tyto vlaky (především na vlaky kategorie EuroCity, příp. i InterCity) budou nasazeny nové elektrické třísystémové jednotky řady 680 s naklápěcími skříněmi.

2. JÍZDA ELEKTRICKÝCH JEDNOTEK S NAKLÁPĚCÍMI SKŘÍNĚMI ŘADY 680

Teoretický výklad principu naklápění vozových skříní a též i příklady některých již realizovaných konstrukčních řešení naklápění vozových skříní kolejových vozidel (jednotek) jsou uvedeny v dalších příspěvcích, které jsou součástí tohoto sborníku. Z příspěvků je patrná jednoznačná výhoda použití jednotek s naklápěcími skříněmi v železniční dopravě, a to především při jízdě těchto jednotek na tratích s velkým počtem oblouků malých poloměrů. Zbývá však ještě dodat, že na přímých úsecích tratí při porovnání jízdy jednotek s naklápěcími skříněmi s jízdou kolejových vozidel klasické stavby k žádnému rozdílu v podstatě nedochází.

V návaznosti na předchozí odstavec je v této části příspěvku znázorněna simulovaná jízda jednotky s naklápěcími skříněmi na konkrétním traťovém úseku, přičemž hlavním

Ing. Lumír Gregor, Ph.D., narozen 1963, absolvent VŠDS Žilina v r. 1988 – obory Provoz a údržba dráhových vozidel a Elektrická trakce a energetika v dopravě. Zaměstnanec ČD DOP, o.z., Odbor ekonomiky a financování O2 - systémový specialista v oddělení plánu a kalkulací.

smyslem této simulace je znázornit alespoň zjednodušenou formou výhodu naklápění vozových skříní jednotek. Kromě toho se příspěvek v následujících částech věnuje ještě další problematice, která se týká samotného provozu jednotek.

Vzhledem k tomu, že celý tento sborník je svými příspěvky zaměřen zejména na novou elektrickou jednotku řady 680 připravovanou pro ČD, je proto i v tomto příspěvku pozornost věnována této jednotce. V rámci objektivitu je však nutné na tomto místě zdůraznit, že veškeré informace uvedené dále v tomto příspěvku platí pro původní verzi technického provedení jednotky řady 680 [2]. Pro úplnost a také z důvodu možného srovnání s aktuální verzí jednotky je proto v následující části příspěvku uveden alespoň stručný základní popis výše zmíněné původní verze jednotky řady 680.

2.1 Elektrická jednotka s naklápěcími skříněmi řady 680

Elektrické třísystémové jednotky řady 680 (napájecí napěťové systémy 3 kV ss, 15 kV 16 ²/₃ Hz a 25 kV 50 Hz) s aktivním (nuceným) naklápěním vozových skříní by měly zajišťovat především vozbu mezinárodních expresních vlaků kategorie EC, a to v první fázi na rameni Berlin - Praha - Wien.

Elektrická jednotka řady 680, která je celá tlakotěsná a klimatizovaná, se skládá ze 7 vozů vzájemně propojených mechanicky, elektricky i pneumaticky:

- hlavový trakční elektrický vůz s oddílem pro cestující 1. vozové třídy (**řada 681**),
- vložený transformátorový nemotorový elektrický vůz s oddílem pro cestující 1. vozové třídy (**řada 081**),
- vložený trakční elektrický vůz bufetový s oddílem pro cestující 2. vozové třídy (**ř. 683**),
- vložený nemotorový elektrický vůz s oddílem pro cestující 2. vozové třídy (**řada 084**),
- vložený trakční elektrický vůz s oddílem pro cestující 2. vozové třídy (**řada 684**),
- vložený transformátorový nemotorový elektrický vůz s oddílem pro cestující 2. vozové třídy (**řada 082**),
- hlavový trakční elektrický vůz s oddílem pro cestující 2. vozové třídy (**řada 682**).

Elektrická jednotka řady 680 má celkem 8 hnacích náprav, které jsou poháněny asynchronními motory, každý o výkonu 500 kW. Celkový trakční výkon jednotky je tedy 4000 kW. Přenos kroutícího momentu od trakčních motorů, které jsou pružně zavěšeny v rámu na spodku vozové skříně s osou kolmou na osu nápravy, je zajištěn přes kloubové hřídele na nápravovou převodovku a přes ozubený převod na hnací dvojkolí. V každém hnacím podvozku je pouze jedno hnací dvojkolí (vždy vnitřní dvojkolí podvozku vzhledem ke středu vozu), jak vyplývá z uspořádání náprav na jednotce:

$$(1A)'(A1)' + 2'2' + (1A)'(A1)' + 2'2' + (1A)'(A1)' + 2'2' + (1A)'(A1)'$$

(ř. 681) (ř. 081) (ř. 683) (ř. 084) (ř. 684) (ř. 082) (ř. 682)

Elektrickou výzbroj tvoří trakční měniče, trakční transformátory pro jmenovité vstupní napětí 15 kV 16 ²/₃ Hz a 25 kV 50 Hz, asynchronní trakční motory, mikroprocesorový řídicí systém typu SIBAS 32 pro centrální řízení včetně diagnostických systémů.

Trakční elektrická výzbroj je řešena s důsledným rozdělením na dvě samostatně řízené části, čímž umožňuje nouzový provoz jednotky řady 680 na poloviční výkon, tj. výkonem 50 % P_j [2].

Elektrická jednotka řady 680 je vybavena těmito brzdovými systémy:

- třecí kotoučová brzda s elektropneumatickým ovládním (brzdové kotouče umístěné na všech nápravách),
- elektrodynamická brzda (odporová),

- elektromagnetická kolejnicová brzda.

Řízení jednotky je automatické v obou režimech, tj. jak v režimu „JÍZDA“, tak i v režimu „BRZDA“. Regulátory trakčních pohonů řídí trakční měniče podle velikosti žádané tažné nebo brzdné síly, která je zadaná strojvedoucím nebo automatickou regulací rychlosti, regulují faktor výkonu v síti, synchronizují čtyřkvadrantové měniče jednotky a provádí analýzu chyb hnacího systému. Použití moderního programovatelného mikroprocesorového řízení, obsáhlá bezpečnostní zařízení a opatření pro vysokou necitlivost jednotky vůči výpadku jednotlivých komponentů přispívají velkou měrou k bezpečnosti cestujících a provozu jednotky vůbec. Pomocí těchto zařízení je potom možné provozovat dvě spojené jednotky řady 680 a řídit je z jednoho stanoviště strojvedoucího.

Jednotka řady 680 je na čelech hlavových vozů vybavena automatickými spřáhly, která umožňují mechanické, elektrické, pneumatické a řídicí spojení, a to maximálně dvou jednotek řady 680. Na čelech hlavových vozů jsou rovněž umístěny spojovací prvky elektrické soustavy s kabelovou propojkou pro napájení z cizího (vnějšího) zdroje 3 kV ss. Jednotka je také vybavena hlavovým mechanickým adaptérem, který v případě neschopnosti jednotky slouží ke spojení jednotky s klasickým hnacím vozidlem opatřeným šroubovkou a nárazníky. Zcela novým konstrukčním prvkem v porovnání s dosud provozovanými vozidly Českých drah, kterým je jednotka řady 680 vybavena, je naklápěcí zařízení vozových skříní [2]. Toto naklápěcí zařízení umožňuje jednotce projíždět oblouky vyšší rychlostí než jaká je povolena pro klasická vozidla bez naklápění. U jednotky řady 680 je použito řešení tzv. aktivního (nuceného) naklápěcího systému vyvinutého firmou FIAT Ferroviaria. Naklápění vozové skříně je realizováno krátkými hydraulickými válci, které jsou vloženy mezi kolébku podvozku a rám vozové skříně (blíže k podélné ose vozidla).

Základní technické údaje jednotky:

Jmenovité napájecí napětí:	3 kV ss, 15 kV 16 ² / ₃ Hz, 25 kV 50 Hz
Jmenovitý výkon celé jednotky:	4000 kW
Maximální tažná síla na obvodu hnacích kol:	210,0 kN
Vlastní hmotnost jednotky:	350,0 tun
Hmotnost jednotky plně obsazené:	378,0 tun
Nejvyšší provozní rychlost:	230 km.h ⁻¹
Výkon elektrodynamické brzdy:	4800 kW
Průměr kol (nových):	0,89 m
Celková délka jednotky přes spřáhla:	185,3 m
Celkový počet míst k sedění v 1. vozové třídě:	95
Celkový počet míst k sedění ve 2. vozové třídě:	258 + 2
Jmenovitá (průměrná) hmotnost na nápravu:	13,50 tun

Pro úplnost je potřebné ještě dodat, že koncem ledna roku 2000 byl podepsán Dodatek č. 6 ke zhotovitelské smlouvě na výrobu elektrických jednotek s naklápěcími skříněmi řady 680 pro České dráhy, podle něhož hlavní tíhu kontraktu ponese firma ALSTOM Ferroviaria (bývalá Fiat Ferroviaria) S.p.A., která bude též zajišťovat celou výrobu požadovaných jednotek. Na základě tohoto dodatku došlo i k některým zásadním změnám v technickém provedení jednotky řady 680 (zejména v uspořádání a zapojení elektrické výzbroje), které se v menší míře projevily i v technických parametrech jednotky řady 680. Nicméně i přesto lze říci, že výsledky jednotlivých výpočtů uvedené v následujícím textu platí v zásadě i pro technické parametry nové (aktuální) verze jednotky řady 680, jejíž popis je uveden v tomto sborníku v samostatném příspěvku.

2.2 Tachogramy jízdy elektrických jednotek řady 680

Po předchozím seznámení se s původní verzí jednotky řady 680 je nyní možno přikročit k vlastní jízdě jednotek řady 680 na konkrétní trati, byť simulované pomocí počítačového programu. Jedná se vlastně o zjednodušené znázornění efektu naklápění vozových skříní jednotky v praxi, přičemž podstata efektu je v tomto případě dána pouze rozdílem traťových rychlostí předepsaných (povolených) v daných úsecích trati pro jednotky s naklápěcími skříněmi a pro vozidla klasické stavby. K tomu účelu mohou dobře posloužit (teoretické) tachogramy jízdy vlaku. Aby byl na první pohled patrný rozdíl v rychlostech jízdy vlaků tvořených jednotkami řady 680 a vozidly klasické stavby, je pro výpočet tachogramů záměrně vybrán typický úsek s velkým množstvím oblouků s malými poloměry, tj. v tomto konkrétním případě traťový úsek Česká Třebová - Choceň.

Výpočet tachogramů je proveden pomocí počítačového programu [1], jehož vlastníkem je Katedra dopravních prostředků DFJP Univerzity Pardubice. Pro výpočet jsou použity traťové rychlosti převzaté z podkladů Odboru investičního O7 DDC (podklady z roku 1997 a 1999). Nutno ještě doplnit, že při výpočtu jsou uvažovány soupravy plně obsazené sedícími cestujícími, přičemž průměrná hmotnost 1 cestujícího je předpokládána ve výši 80,0 kg.

Z důvodu lepší názornosti a též možného vzájemného porovnání jsou zpracovány tachogramy pro tyto následující případy (viz **obr. 1 a 2**):

- jedna samostatná jednotka řady 680 s **funkčním naklápěním** vozových skříní
- jedna samostatná jednotka řady 680 s **nefunkčním naklápěním** vozových skříní
- hnací vozidlo + klasická vlaková souprava odpovídající svým složením jednotce ř. 680

Na **obr. 1** jsou znázorněny první dva případy, tj. tachogramy jízdy jednotek řady 680 s funkčním naklápěním vozových skříní a s nefunkčním naklápěním vozových skříní. Z obrázku je zcela zřejmý rozdíl v tachogramech, který je způsoben rozdílnými maximálními traťovými rychlostmi, přičemž vyšší hodnoty těchto traťových rychlostí v daném úseku trati jsou umožněny právě díky naklápění vozových skříní jednotky.

Na **obr. 2** je znázorněn tachogram jízdy jednotky řady 680 s funkčním naklápěním a tachogram jízdy vlaku, který tvoří hnací vozidlo ČD řady 362 a klasická vlaková souprava sestavená z nových vozů řad Ampz a Bmz o hmotnosti 400 tun. I v tomto obrázku je na první pohled zřetelný rozdíl v tachogramech (maximálních traťových rychlostech) obou typů vlaků, který je opět jako v předchozím obrázku dosažen díky naklápění vozových skříní jednotky. K tomu navíc přistupuje i ten fakt, že rychlost jízdy vlaku tvořeného klasickou vlakovou soupravou je omezena (v tomto konkrétním případě) díky maximální rychlosti použitého hnacího vozidla na hodnotu 140 km.h^{-1} . Z **obr. 2** je rovněž mírně zřetelný rozdíl ve zrychleních (při zvyšování rychlostí) obou typů vlaků, a to zejména v oblasti vyšších rychlostí.

3 VLIV TECHNICKÝCH ZÁVAD JEDNOTEK Ř. 680 NA JEJICH JÍZDU

Provoz vlaků kategorie EC klade vysoké nároky kromě jiného i na kolejová vozidla, která by svými technickými parametry, svým technickým stavem, vybavením a spolehlivostí jednotlivých komponentů výzbroje (mechanické i elektrické části) měla zaručovat dodržování stanoveného jízdního řádu dotyčných vlaků bez jakýchkoliv mimořádných situací, které mohou mít potom za následek zpoždění vlaků a další návazné nepříjemnosti především pro cestující. Je samozřejmě v zájmu Českých drah zachování si svého dobrého jména v mezinárodní železniční dopravě (zejména z důvodů prestižních), a proto by se při provozu zcela nových jednotek řady 680 neměly vyskytovat pokud možno žádné takové (technické) závady a jiné problémy, které by měly za následek jízdu jednotek sníženým výkonem, popř.

v krajním případě i jejich neschopnost. V reálném železničním provozu však nelze jakékoliv závady zcela jednoznačně vyloučit. Proto je důležité, aby byli všichni zainteresovaní zaměstnanci na tyto mimořádné situace dopředu připraveni a mohli v případě vzniku mimořádné situace okamžitě učinit taková opatření, aby případné zpoždění vlaků a tím dopad vzniklé mimořádné situace na cestující byl co nejmenší.

Určitým vodítkem při řešení vzniklých poruchových situací by mohl být právě tento příspěvek, který se zabývá posouzením vlivu provozních poruch na jízdu jednotky (dvou vzájemně spojených jednotek) řady 680 a v konečném důsledku i na oběhy těchto jednotek.

3.1 Poruchové situace u jednotek řady 680

Vybavení (elektrické i mechanické části včetně diagnostiky) jednotky řady 680 v podstatě vylučuje vznik takových závad, které by měly za následek poruchové situace, o nichž se hovoří v následujících odstavcích. Níže uvedené poruchové situace jsou tedy uvažovány spíše v teoretické rovině, a to z důvodu vytvoření komplexnějšího a objektivnějšího pohledu na problematiku řešenou v tomto příspěvku.

S ohledem na celkové uspořádání jednotky řady 680 (zejména elektrické výzbroje a zapojení trakčních a řídicích obvodů) může z důvodu závady na technickém zařízení jednotky teoreticky dojít k několika různým poruchovým situacím, které mají potom za následek jízdu jednotky sníženým výkonem, tj. nižším výkonem než výkonem jmenovitým P_j , popř. i neschopnost (nepojízdnost) jednotky [2]. Vzhledem k tomu, že se v provozu také uvažuje u některých vlakových spojů o možnosti nasazení dvou vzájemně spojených jednotek řady 680, je nutné uvážit i tuto skutečnost při analýze možných poruchových situací.

U jednotky řady 680 mohou tedy nastat tyto poruchové situace:

A. Jedna samostatná jednotka řady 680

1. provoz jednotky pouze s polovičním výkonem jednotky ($50 \% P_j$),
2. neschopnost jednotky, tj. jednotka není schopna vůbec vyvíjet tažnou sílu - neschopnou jednotku je však možno táhnout klasickým hnacím vozidlem (obdobná situace nastává při výpadku napájení trolejového vedení - vztahuje se však pouze k úseku, v němž došlo k výpadku, zpravidla napájeného z dané napájecí stanice),
3. úplná neschopnost (nepojízdnost) jednotky, kdy je vyloučen jakýkoliv pohyb jednotky.

B. Dvě vzájemně spojené jednotky řady 680

1. provoz jedné jednotky s polovičním výkonem jednotky ($100 \% P_j + 50 \% P_j$),
2. provoz obou jednotek s polovičním výkonem ($50 \% P_j + 50 \% P_j$); obdobná situace nastane v případě neschopnosti jedné jednotky, kdy tato jednotka není schopna vůbec vyvíjet tažnou sílu - neschopnou jednotku je však možno táhnout pomocí druhé (provozoschopné) jednotky ($100 \% P_j + 0 \% P_j$),
3. neschopnost jedné jednotky, kdy tato jednotka není schopna vůbec vyvíjet tažnou sílu - neschopnou jednotku je však možno táhnout pomocí druhé jednotky, u které je v důsledku závady možný provoz s polovičním výkonem jednotky ($50\% P_j + 0\%P_j$),
4. neschopnost obou jednotek, tj. obě jednotky nejsou schopny vůbec vyvíjet tažnou sílu - neschopné jednotky je však možno táhnout klasickým hnacím vozidlem (obdobná situace nastává při výpadku napájení trolejového vedení - vztahuje se však pouze k úseku, v němž došlo k výpadku, zpravidla napájeného z dané napájecí stanice),

5. úplná neschopnost (nepojízdnost) jedné jednotky, kdy je vyloučen jakýkoliv pohyb této jedné jednotky,
6. úplná neschopnost (nepojízdnost) obou jednotek, kdy je vyloučen jakýkoliv pohyb obou jednotek.

Kromě výše uvedených situací může ještě dojít i k takové závadě či poruše jednotky (obou jednotek), v jejímž důsledku bude naklápěcí zařízení vozových skříní jednotky (obou jednotek) mimo provoz (bude nefunkční). V tomto případě je však jízda jednotky povolena rychlostmi nižšími (zejména v obloucích) než které platí pro jízdu jednotky s účinkujícím naklápěním. Je zřejmé, že ve skutečném provozu může dojít i ke kumulaci jednotlivých závad či poruch, přičemž čím je vzniklá poruchová situace složitější a rozsáhlejší, tím zpravidla dochází k většímu omezení jízdy jednotky, a tím i také k většímu zpoždění daného vlaku.

3.2 Výpočet jízdních dob pro jednotlivé provozní situace

Nezbytným podkladem k provedení analýzy vlivu provozních poruch na jízdu jednotek řady 680 jsou jízdní doby. Nejprve je proto pro jednotlivé provozní situace proveden výpočet teoretických jízdních dob pomocí počítačového programu (vlastníkem programu je Katedra dopravních prostředků DFJP Univerzity Pardubice), a to pro zcela obsazenou jednotku sedícími cestujícími (průměrná hmotnost 1 cestujícího ve výši 80,0 kg) pro celý úsek Berlin Ost. - Praha Holešovice - Wien Südbahnhof (v obou směrech). Při výpočtu je uvažováno s pravidelným zastavením v železničních stanicích Dresden Hbf, Ústí nad Labem hl.n., Praha Holešovice, Pardubice, Brno hl.n. a Břeclav. Z teoretických jízdních dob jsou potom pomocí přírážek odvozeny jednak **pravidelné jízdní doby** (pro jednotku řady 680 jedoucí plným výkonem $P = 100 \% P_j$ a s funkčním naklápěním vozových skříní), a tzv. **upravené teoretické jízdní doby** (pro jízdu jednotky řady 680 při vzniku poruchové situace).

Vzájemným porovnáním pravidelné jízdní doby zjištěné pro jednotku řady 680 jedoucí výkonem $P = 100 \% P_j$ a s funkčním naklápěním vozových skříní, tj. tzv. **referenčního stavu**, s hodnotami upravených teoretických jízdních dob zjištěných pro jednotlivé poruchové situace, dostaneme pro tyto jednotlivé situace hodnoty **prodloužení pravidelné jízdní doby**, které kromě případů neschopnosti a nepojízdnosti jednotek řady 680 zároveň představují i **hodnoty zpoždění vlaku** v daném místě (v dané železniční stanici). V případech, kdy dojde k neschopnosti a nepojízdnosti jednotek řady 680, hodnoty zpoždění vlaků vedených těmito jednotkami závisí kromě jiného i na konkrétních provozně-technických podmínkách (na konkrétním místě, kde se jednotka stala neschopnou či nepojízdnou, na dostupnosti náhradní jednotky atd.), a proto nelze pro tyto případy jednoznačně určit objektivní (konečné) hodnoty zpoždění vlaků.

Výpočet teoretických jízdních dob (a z nich potom odvození tzv. upravených teoretických jízdních dob) je proveden i pro následující případy:

- 1) neschopná jednotka (dvě vzájemně spojené jednotky) řady 680 je tažena přípřežním hnacím vozidlem elektrické trakce,
- 2) neschopná jednotka (dvě vzájemně spojené jednotky) je nahrazena klasickou vlakovou soupravou, která je tažena hnacím vozidlem elektrické trakce.

Dle zadávacích technických podmínek pro jednotku řady 680 je možno jednotku (dvě vzájemně spojené jednotky) ř. 680 táhnout přípřežním hnacím vozidlem **maximální rychlostí 120 km.h⁻¹** [2]. Zároveň je však nutné ještě respektovat i omezení maximální dovolené rychlosti vlaku zejména v obloucích, ve kterých platí pro jízdu takovéto soupravy předepsané nižší rychlosti, a to z důvodu nemožnosti naklápět skříní přípřežního hnacího vozidla.

V obou výše zmíněných případech ad 1) i ad 2) je při výpočtu jízdních dob uvažováno s prováděním přeprahů hnacích vozidel (přípřežních či vlakových) v žst. Břeclav a žst. Praha Holešovice (v závislosti na podmínkách okamžité provozní situace lze však přeprahy hnacích vozidel provádět i v jiných železničních stanicích, např. Brno hl.n., Ústí nad Labem hl.n. atd.) a s nasazením těchto řad hnacích vozidel elektrické trakce:

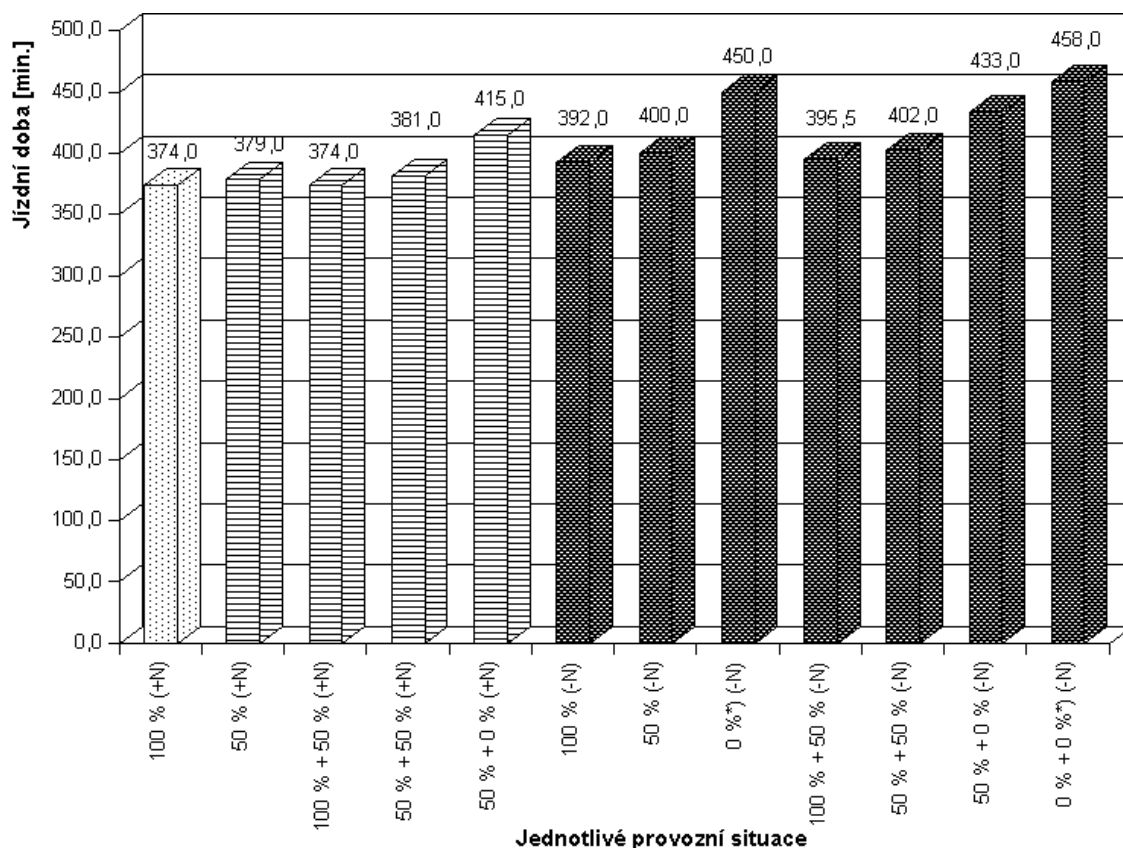
- elektrické dvousystémové lokomotivy ÖBB řady 1014 pro úsek Wien - Břeclav,
- elektrické dvousystémové lokomotivy ČD řady 362, příp. i elektrické dvousystémové lokomotivy ŽSR řady 350 (pokud budou zrovna k dispozici) pro úsek Břeclav - Praha Holešovice (příp. Praha hl.n.),
- elektrické dvousystémové lokomotivy ČD řady 371 pro úsek Praha Holešovice (příp. Praha hl.n.) - Berlin.

V případě náhrady neschopné jednotky řady 680 náhradní klasickou vlakovou soupravou jsou uvažovány 2 varianty vlakových souprav, a to vytvořených jednak z vozů úplně nových - řad Ampz, Bmz, a jednak z vozů modernizovaných - řad Aeel, Beel, přičemž uvažované řady vozů musí vyhovovat všem požadavkům mezinárodního provozu (režimu RIC), a to jak po stránce provozně-technické, tak i po stránce komfortu a pohodlí cestujících. Složení vlakových souprav je voleno tak, aby počet nabízených míst k sedění zvláště pro první a pro druhou vozovou třídu byl srovnatelný s nabízenou kapacitou míst k sedění příslušných vozových tříd v jedné samostatné jednotce, popř. ve dvou vzájemně spojených jednotkách řady 680. Součástí všech uvažovaných vlakových souprav je restaurační vůz jednotné řady WRRmz73.

3.3 Zjištěné výsledky

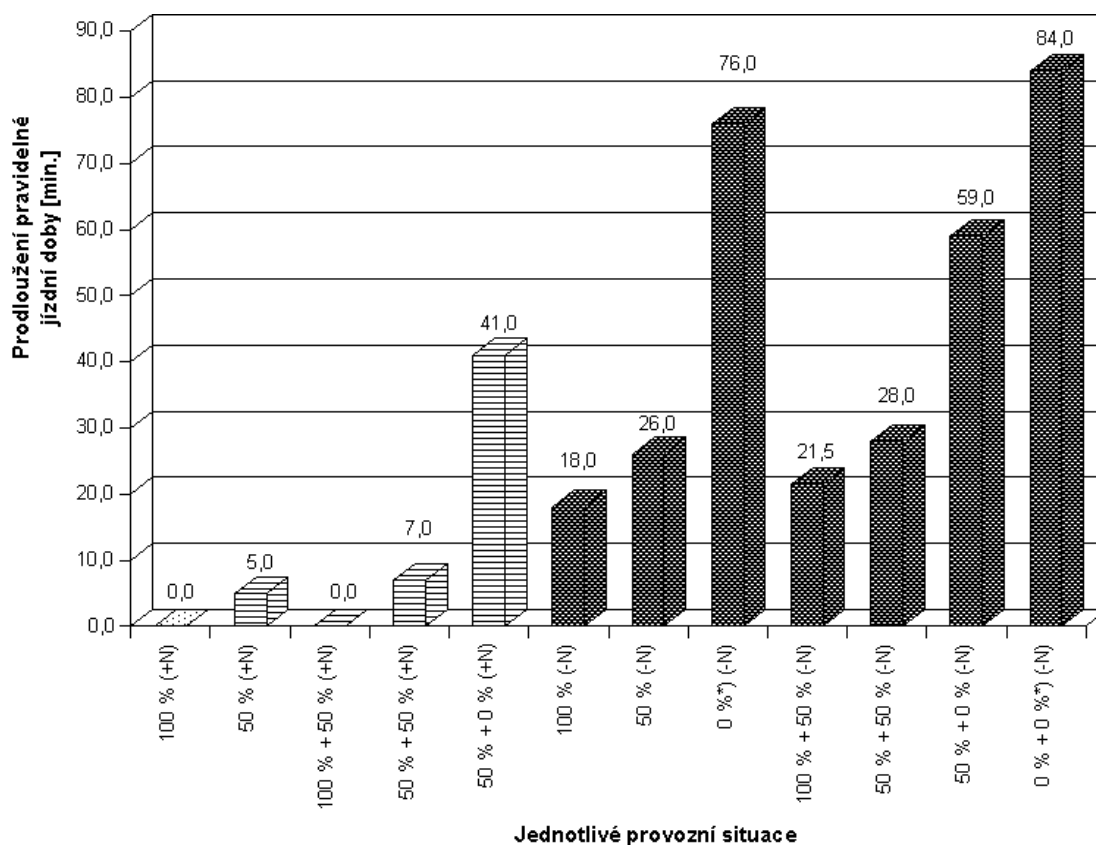
Grafické porovnání celkových jízdních dob (bez započítání pobytů v místech pravidelného zastavení), které platí pro celé vozební rameno Berlin Ost - Wien Südbhf., je pro jednotlivé provozní situace jednotek řady 680 přehledně zobrazeno v *grafu č. 1* [1], kde **bíle** je znázorněn **referenční stav**, **vodorovnými čarami** jsou znázorněny **poruchové situace** jednotek řady 680 s **funkčním naklápěním** vozových skříní (označ. (+N)) a **zkříženými čarami** pak **poruchové situace** jednotek řady 680 s **nefunkčním naklápěním** vozových skříní (označ. (-N)), přičemž procenta uvedená pod každým sloupcem vyjadřují procentní podíl jmenovitého výkonu P_j , který má jednotka (dvě vzájemně spojené jednotky) řady 680 v dané poruchové situaci k dispozici.

Prodloužení pravidelné jízdní doby (hodnoty zpoždění vlaků) pro jednotlivé poruchové situace jsou následně zobrazena v *grafech č. 2 a 3* [1], kde **bíle** je opět znázorněn **referenční stav**, **vodorovnými čarami** jsou znázorněny **poruchové situace** jednotek ř. 680 s **funkčním naklápěním** vozových skříní (označ. (+N)), **zkříženými čarami** pak **poruchové situace** jednotek řady 680 s **nefunkčním naklápěním** vozových skříní (označ. (-N)) a **svislými čarami** je znázorněno vedení vlaků **náhradními klasickými vlakovými soupravami** (viz *graf č. 3*).



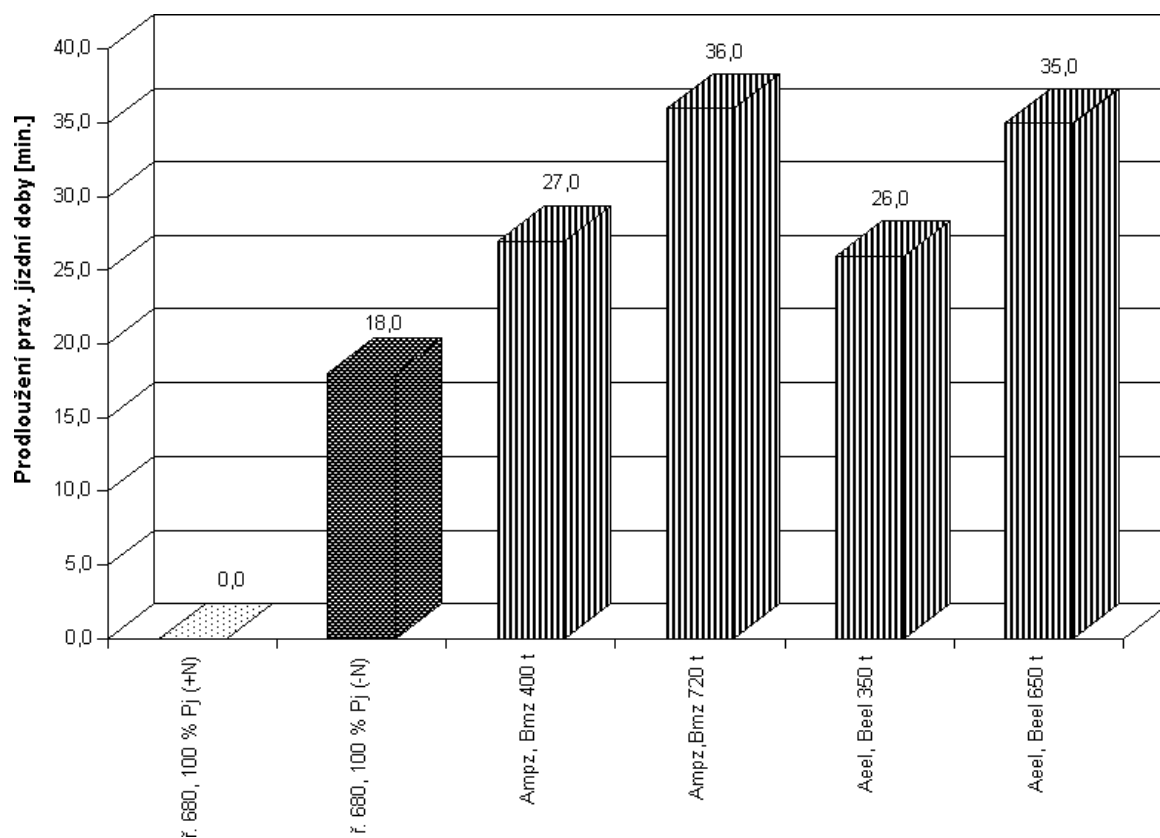
*) neschopné jednotky řady 680 taženy maximální rychlostí 120 km.h⁻¹

Graf 1 Porovnání jízdních dob vlaků tvořených jednotkami řady 680 pro jednotlivé provozní situace na rameni Berlin Ost. - Wien Südbhf.

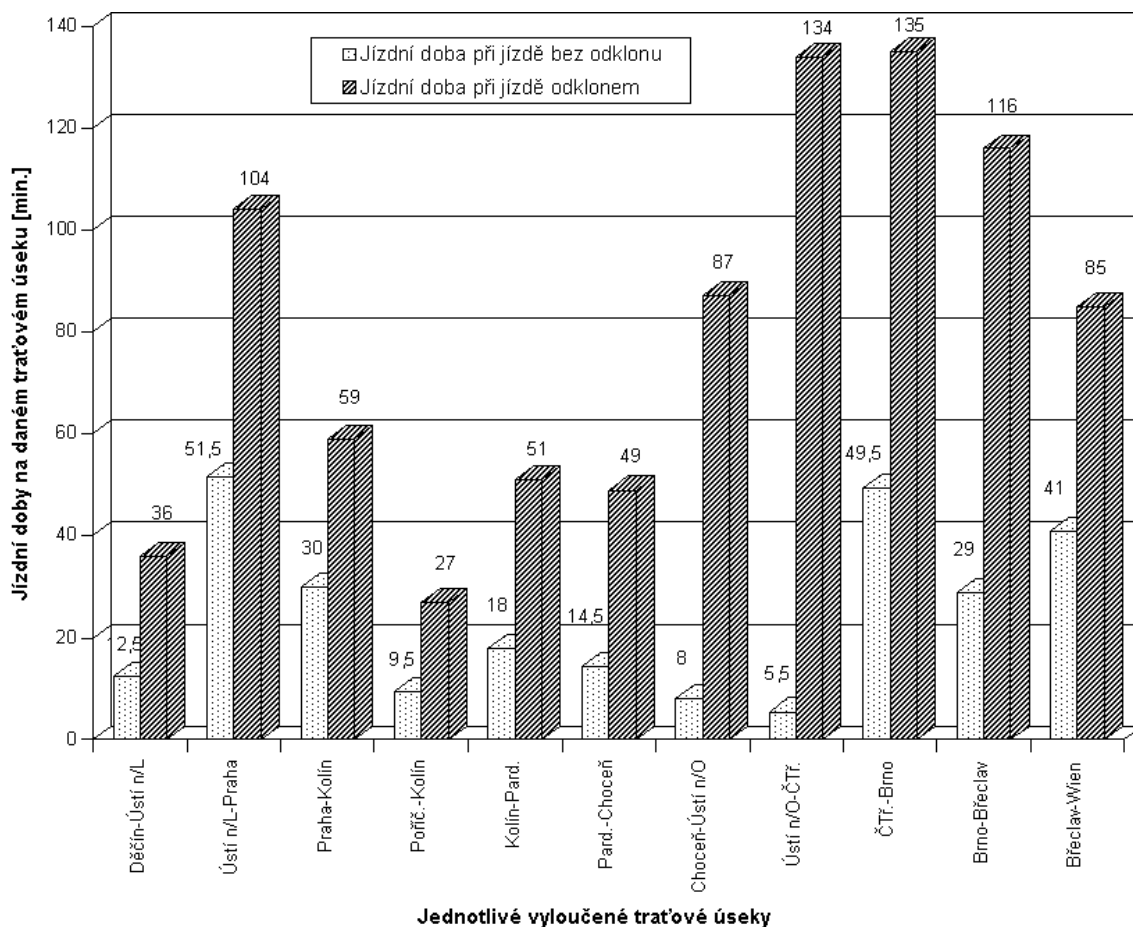


*) neschopné jednotky řady 680 taženy maximální rychlostí 120 km.h⁻¹

Graf 2 Hodnoty prodloužení pravidelné jízdní doby vlaků tvořených jednotkami řady 680 při jednotlivých provozních situacích na rameni Berlin Ost. - Wien Südbhf.



Graf 3 Hodnoty prodloužení pravidelné jízdní doby vlaků tvořených klasickými vlakovými soupravami na rameni Berlin Ost. - Wien Südbhf.



Graf 4 Prodloužení pravidelných jízdních dob při jízdě vlaků tvořených jednotkami řady 680 po odklonových trasách

Je zřejmé, že hodnoty zpoždění vlaku, které v tomto případě představují pouze prodloužení pravidelné jízdní doby, se mění v závislosti na místě vzniku poruchy ve směru jízdy vlaku, tj. vlak jedoucí např. v trase Berlin - Wien bude mít největší zpoždění tehdy, pokud závada nastane při odjezdu vlaku z výchozí stanice Berlin Ost (*viz grafy č. 2 a 3*), a podstatně menší zpoždění bude mít vlak tehdy, když ke stejné závadě jednotky (dvou vzájemně spojených jednotek) řady 680 dojde např. při odjezdu vlaku ze stanice Břeclav. Analogicky toto platí i pro opačný směr jízdy vlaku. V případech neschopnosti jednotek či jejich nepojízdnosti, kdy je samozřejmě nutné vzít v úvahu další okolnosti a z toho vyplývající i nezbytně nutné technologické časy (např. vystavení nové jednotky, její přemístění na požadované místo, vystavení přípřežního hnacího vozidla atd.), výše uvedená závislost potom už neplatí tak zcela.

Jak z uvedených *grafů č. 2 a 3* vyplývá, při vzniku převážné většiny poruchových situací by nemělo prodloužení pravidelné jízdní doby přesáhnout hodnotu **30 min.** V případech, kdy jedou dvě vzájemně spojené jednotky řady 680, z nichž jedna jede výkonem $50 \% P_j$, a druhá je neschopná (tj. $P = 0 \% P_j$), nabývá zpoždění vlaku hodnot **41 min., resp. 59 min.** (v závislosti na tom, zda je naklápečící zařízení jednotek funkční či nikoliv). Nejméně příznivá situace však nastává zcela logicky tehdy, stane-li se jednotka (dvě vzájemně spojené jednotky) řady 680 neschopnou a je tažena přípřežním hnacím vozidlem. Prodloužení pravidelné jízdní doby dosahuje v těchto případech hodnoty **76 min.** (pro jednu samostatně jedoucí jednotku), resp. **84 min.** (pro dvě vzájemně spojené jednotky), což je prodloužení už natolik velké, že je nutné provést úpravu v obězích jednotek řady 680, a to buď vystavením jiné (náhradní) provozuschopné jednotky, popř. dvou jednotek (jsou-li k dispozici), a nebo vystavením náhradní klasické vlakové soupravy tažené hnacím vozidlem elektrické trakce. Výměnu neschopné jednotky (dvou vzájemně spojených jednotek) za jednotku provozuschopnou, a tím úpravu v obězích jednotek, je samozřejmě žádoucí provést i v případě, že by dosažené zpoždění vlaku bylo nižší než výše uvedené, a to především z důvodu provedení opravy jednotky (dvou vzájemně spojených jednotek).

Závěrem k této části příspěvku lze říci, že zjištěné hodnoty zpoždění vlaků vedených jednotkami řady 680, které představují pouze prodloužení pravidelné jízdní doby, nejsou v převážné většině poruchových situací vysoké, a není tudíž potřeba provádět při jejich vzniku v podstatě žádná opatření k tomu, aby zůstaly zachovány pravidelné oběhy jednotek řady 680. Výše uvedené výsledky a závěry jsou navíc dokladem toho, že **celkové provedení a uspořádání jednotky ř. 680, jakož i její provozně - technické parametry, jsou na vysoké technické úrovni a umožňují i při jízdě dílčím výkonem a s nefunkčním naklápečím zařízením dodržovat plánované obraty jednotek řady 680 v obratových stanicích a tím i jejich oběhy.**

V této souvislosti je potřeba ještě upozornit na jednu velmi důležitou skutečnost týkající se především těch poruchových situací, kdy jsou neschopné jednotky řady 680 nahrazeny klasickou vlakovou soupravou. V **ideálním případě**, tj. při uvažování pouze hodnot prodloužení pravidelné jízdní doby (*viz graf č. 3*) navýšených o nezbytně nutné technologické doby k provedení případných přepřahů vlakových hnacích vozidel, **je možno při použití náhradní klasické vlakové soupravy místo jednotky řady 680 dodržet předepsané obraty v obratových stanicích, a tím i pravidelné oběhy sestavené pro jednotky řady 680** [1]. Tato informace je nesmírně důležitá a zásadní, protože především v době záručního provozu jednotek, kdy nelze zcela jednoznačně vyloučit vznik takových závad, které v krajním případě mohou mít za následek i neschopnost jednotek, bude možné na nezbytně nutnou dobu zajistit adekvátní náhradu jednotek pomocí klasických vlakových souprav, aniž by bylo nutné měnit plánované oběhy jednotek řady 680. V každém případě je ale nutné si uvědomit, že se jedná pouze o **nouzové řešení** vzniklé poruchové situace, a **nelze proto nahrazování jednotek řady 680 klasickými vlakovými soupravami považovat za řešení srovnatelné a obvyklé (pravidelné).**

4 VLIV ZÁVAD DOPRAVNÍ CESTY NA JÍZDU JEDNOTEK ŘADY 680

Kromě technických závad jednotek řady 680 se mohou v běžném železničním provozu vyskytnout i závady na dopravní cestě (např. lom kolejnice, stržené trakční vedení, uvíznutý vlak atd.). Mimo těchto závad však může docházet i k plánovanému vyloučení kolejí, popř. k vypnutí napětí trakčního vedení, a to např. za účelem provedení pravidelné údržby, modernizace či rekonstrukce, popř. i k odstranění vzniklých závad na dopravní cestě. V dalším textu tohoto příspěvku je pozornost zaměřena především na posouzení vlivu kolejových výluk na jízdu jednotek řady 680.

4.1 Kolejové výluky

Nejmenší dopad kolejových výluk na zpoždění vlaků lze zaznamenat především v těch případech, kdy se jedná o vyloučení jedné traťové koleje na dvoj- a vícekolejných tratích. Vlaky potom jezdí po druhé (nevyloučené) traťové koleji. Zpoždění vlaků je v těchto případech závislé jednak na délce vyloučeného úseku, a jednak na počtu a důležitosti těch vlaků, které jedou opačným směrem, a které se nacházejí v blízkosti před vyloučenou kolejí, příp. se nacházejí už v místě vyloučené koleje. Vzhledem k tomu, že by vlaky vedené jednotkou řady 680 měly mít prioritu před všemi ostatními vlaky, a to v obou směrech, lze za předpokladu perfektní organizace práce v obou stanicích uvažovat zpoždění vlaku, které by nemělo přesáhnout **20 minut**.

Největší dopad na zpoždění vlaků však mají ty kolejové výluky, při nichž jsou vyloučeny v mezistaničním úseku všechny traťové koleje. Při takovýchto výlukách musí být vlaky vedeny po odklonových trasách.

U vlaků vedených jednotkou řady 680 nastává příznivější situace tehdy, kdy je vlak odkloněn na elektrifikovanou trať. Pokud je ale nevyhnutelné vlak odklonit na trať neelektrifikovanou, musí být vlak veden v daném úseku odklonové tratě s příprěží nezávislé trakce, což s sebou přináší další ztrátové časy (přivěšení a odvěšení příprěžního hnacího vozidla, vykonání zkoušky brzdy atd.)

Pro ilustraci je v **grafu č. 4** přehledně znázorněn výčet jednotlivých traťových úseků mezi žst. Děčín hl.n. a žst. Břeclav (Wien Südbhf.), ke kterým lze najít vhodné odklonové trasy, přičemž **bíle** je vynesena **jízdní doba** jednotky řady 680 jedoucí ve své **pravidelné trase**, a **tmavě (šrafovaním)** potom **jízdní doba** platná pro jízdu jednotky **po odklonové trase**.

Jako konkrétní odklonové trasy jsou přednostně zvoleny ty tratě, které jsou elektrifikovány, čímž odpadají další ztrátové časy spojené jednak s přivěšováním a odvěšováním příprěžních hnacích vozidel nezávislé trakce, a jednak s prodlužováním jízdních dob v důsledku jízdy s příprěží nezávislé trakce, přičemž je nutné, aby technické parametry příslušné odklonové trati (zejména stav železničního svršku, popř. i spodku, druh použitého kolejiva, průjezdný průřez atd.), které kromě jiného určují i přechodnost kolejových vozidel, splňovaly požadované hodnoty předepsané služebními předpisy ČD a oborovými normami (konkrétně pro jízdu jednotek s naklápěcími skříněmi řady 680).

Vzhledem k tomu, že v současné době nejsou zpracovány jízdní doby pro jízdu jednotek řady 680 na tratích, které by mohly sloužit jako odklonové trasy v případě výluky hlavních tratí (koridorů), je na těchto odklonových trasách uvažováno se současně platnými pravidelnými jízdními dobami, které jsou uvedeny v sešitových jízdních řádech pro příslušnou odklonovou trasu.

Z **grafu č. 4** je zřejmé, že nejnepříznivější situace z hlediska zpoždění vlaků nastává tehdy, bude-li vyloučen traťový úsek Ústí nad Orlicí - Česká Třebová. V tomto případě vlak,

který uvedený úsek překoná s pravidelnou jízdou **5,5 min.**, získá díky jízdě po odklonové trase zpoždění ve výši **128,5 min.**, tj. více než 2 hodiny. Toto zpoždění má však za následek narušení oběhů jednotek řady 680, protože na obratový vlak bude muset být vystavena jiná (náhradní) jednotka.

O něco příznivější situace nastává při vyloučení traťových úseků Choceň - Ústí nad Orlicí, Česká Třebová - Brno hl.n. a Brno hl.n. - Břeclav, kdy vlak jedoucí po odklonové trase získá zpoždění **téměř 90 min.** I v těchto případech však dojde k narušení oběhů jednotek řady 680 a proto bude nutné vystavit opět na obratový vlak jinou (náhradní) jednotku.

V ostatních případech vyloučených úseků dosažené zpoždění vlaků, které pojedou příslušnými odklonovými trasami, je **nižší než 60 min.** (viz *graf č. 4*) a lze tedy předpokládat, že k zásadnímu **narušení oběhů jednotek řady 680 nedojde.**

Z výše uvedeného tedy jednoznačně vyplývá, že výsledná hodnota zpoždění vlaků vedených jednotkami řady 680 je v podstatě závislá na konkrétním vyloučeném traťovém úseku a na zvolené odklonové trase. V konečném důsledku však záleží i na rozsahu výlukové činnosti vůbec (např. počet vyloučených traťových úseků atd.).

Závěrem k této části příspěvku je potřebné se zmínit ještě o jedné věci, která se týká především **kolejových výluk.** Výše uvedené hodnoty jízdnicích dob vlaků, které jsou vedeny jednotkami řady 680 po jednotlivých odklonových trasách, jsou odvozeny ze současně platných pravidelných jízdnicích dob, které platí pro klasické vlakové soupravy na příslušné odklonové trase. Protože však v převážné většině případů odklonových tras se jedná o tratě elektrifikované a s poměrně velkým počtem oblouků, na kterých lze s výhodou využít právě možnosti naklápění vozových skříní jednotek řady 680, nabízí se zde možnost zkrátit jízdnicí doby platné pro klasické soupravy, čímž by se v konečném důsledku **docílilo nižšího zpoždění vlaků vedených jednotkami řady 680 po odklonových elektrifikovaných tratích ve srovnání se zpožděním vlaků klasické stavby, tj. vlaků bez možnosti naklápět vozové skříně.**

5. KOMBINACE ZÁVAD JEDNOTEK Ř. 680 A ZÁVAD DOPRAVNÍ CESTY

Vzhledem k tomu, že v reálném železničním provozu však může dojít i ke kombinaci obou druhů poruchových situací, tzn. že jednotka řady 680 pojedou v důsledku závady na svém technickém zařízení určitým dílčím výkonem, a zároveň v určitém úseku tratě z důvodu závady na dopravní cestě pojedou odklonovou trasou, je nutné se alespoň stručně zmínit i o tomto případě. Je nasnadě, že zpoždění vlaku při takovéto kombinaci závad bude vyšší, než při vzniku pouze jednoho druhu poruchové situace.

Obecně a zjednodušeně lze konstatovat, že celkové zpoždění vlaku v cílové (konečné) stanici se bude pohybovat v rozmezí

$$T_{zn} \leq T_{zc} \leq T_{zj} + T_{zdc} \quad [\text{min.}]$$

kde: T_{zn} - doba zpoždění vlaku daná buď závadou na jednotce ř. 680 nebo

- na dopravní cestě, přičemž se uvažuje větší z obou dob [min.],
 T_{zc} - celková doba zpoždění daného vlaku v cílové stanici [min.],
 T_{zj} - doba zpoždění vlaku daná pouze závadou na jednotce řady 680 [min.],
 T_{zdc} - doba zpoždění vlaku daná pouze závadou na dopravní cestě [min.].

Výsledná hodnota zpoždění vlaku v cílové stanici T_{zc} je potom závislá na konkrétních podmínkách a konkrétních provozních situacích.

Literatura:

- [1] Gregor, L.: Vliv provozních poruch na oběh expresních jednotek řady 680.
Dizertační práce, DFJP Univerzity Pardubice, rok 2000
[2] Technické podmínky jednotky řady 680 (označ. IČ 005-00565253-9/95)

V Praze, říjen 2001

Lektoroval: Doc. Ing. Karel Sellner, CSc.
Ministerstvo dopravy a spojů ČR