



UNIVERZITA PARDUBICE

Dopravní fakulta Jana Pernera

Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Oddělení kolejových vozidel

Dislokované pracoviště Česká Třebová

Posouzení vztahu dvojkolí – kolej pro výhybkové konstrukce DPO v kolejovém rozvětvení Moravská

Číslo zprávy:	DP-04-25
Projekt:	Posouzení vztahu dvojkolí – kolej pro výhybkové konstrukce DPO v kolejovém rozvětvení Moravská SS 525023
Objednatel:	DT Výhybkárna a strojírna, a.s. Kojetínská 4750/6 79601 PROSTĚJOV kontaktní osoba: Karel Němec , vedoucí konstrukce
Zodpovědný řešitel:	Ing. Aleš HÁBA, Ph.D.
Termín řešení:	říjen 2025 ÷ únor 2026
Číslo výtisku:	-
Počet výtisků:	-
Počet stran textu:	19
Počet stran příloh:	0

Obsah

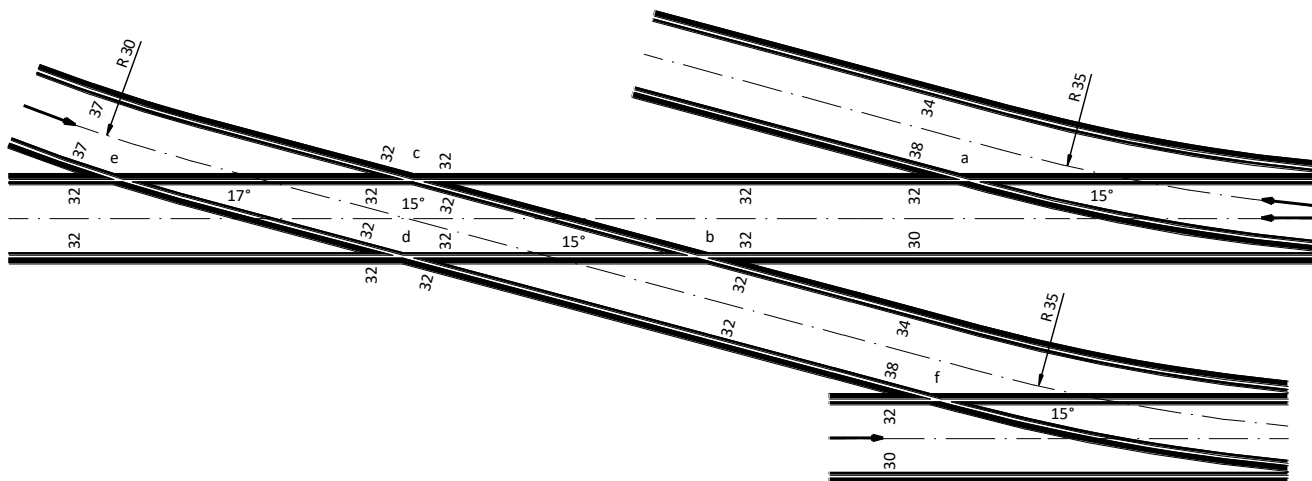
Seznam použitých zkratk	Chyba! Záložka není definována.
1 Úvod	3
2 Popis kolejového rozvětvení	4
3 Posuzované situace.....	5
4 Rozbor a vyhodnocení posuzovaných situací	6
4.1 Situace A – srdcovky „a“, „b“, „e“ a „f“	6
4.1.1 Lokalita A-I – srdcovka „a“ v přímém směru a správném smyslu jízdy	6
4.1.2 Lokalita A-II – srdcovka „b“ v odbočném směru a správném smyslu jízdy	6
4.2 Situace B – srdcovky „b“ a „f“	6
4.2.1 Lokalita B-I – srdcovka „a“ v přímém směru a nesprávném smyslu jízdy	6
4.2.2 Lokalita B-II – srdcovka „b“ v přímém směru a správném smyslu jízdy	7
4.3 Situace C – srdcovky „a“ a „f“	7
4.3.1 Lokalita C-I – srdcovka „a“ v odbočném směru a správném smyslu jízdy	7
4.4 Situace D – srdcovky „a“ a „f“	9
4.4.1 Lokalita D-I – srdcovka „a“ v odbočném směru a nesprávném smyslu jízdy	9
4.5 Situace E – srdcovka „e“	9
4.5.1 Lokalita E-I – srdcovka „e“ v odbočném směru a nesprávném smyslu jízdy	9
4.6 Situace F – srdcovka „e“	11
4.6.1 Lokalita F-I – srdcovka „e“ v odbočném směru a správném smyslu jízdy	11
4.7 Dvojité srdcovky „c-d“	12
4.7.1 Lokalita G – Vedení dvojkolí v oblasti náběžného hrotu dvojitě srdcovky	12
4.7.2 Lokalita G – Vedení dvojkolí v oblasti vedoucího hrotu dvojitě srdcovky	13
4.8 Posouzení vhodnosti hlubokého žlábků z pohledu vztahu kolo-kolejnice při přechodu z křídlové kolejnice na srdcovku	15
4.8.1 Situace I – křídlová kolejnice – srdcovka „e“ v přímém směru	15
4.8.2 Situace J – křídlová kolejnice – srdcovka „e“ v odbočném směru	16
4.8.3 Situace K – křídlová kolejnice – srdcovka „a“ a „f“ v přímém směru	16
4.8.4 Situace L – křídlová kolejnice a srdcovka „a“ a „f“ v odbočném směru	17
5 Závěr	18
Literatura	19

1 Úvod

Na základě objednávky DT Výhybkárny a strojírny, a.s. zaslané dne 29. 10. 2025 je vyhotoveno níže uvedené posouzení vztahu dvojkolí–kolej pro tramvajovou výhybkovou konstrukci DPO s hlubokými žlábkami v kolejovém rozvětvení Moravská (viz *Obr. 1*). Provedený rozbor vztahu dvojkolí – kolej je zaměřen na kritická místa v jednoduchých a dvojitých srdcovkách, a to vždy pro nejméně příznivý případ mezních parametrů vozidla (rozvor podvozku, průměr kol, rozkolí, tvar jízdního obrysu) a postavení dvojkolí ve volném jízdním kanálu (příčné posunutí, úhel náběhu). Ve všech případech se uvažuje tvar jízdního obrysu DPO 4N70, příp. DPO 2N70 se šířkou věnce 120 mm, a to ve jmenovitém tvaru nebo maximálně teoreticky opotřebeném tvaru s okolkem dle výkresu DPO T-17-57a nebo DPO T-19-62 a válcovou jízdní plochou. Při vyšetřování vztahu dvojkolí – kolej se uvažuje dvojkolí jako tuhý celek a zanedbává se natáčení dvojkolí okolo podélné osy koleje při různé příčné poloze dvojkolí ve volném jízdním kanálu. Požadavkem zadání je rychlost průjezdu 40 km/h v přímém směru, a to v obou směrech průjezdu. Posouzení geometrického vztahu dvojkolí – kolej však nezohledňuje rychlost jízdy. V případech, kde je vedení dvojkolí vyhodnoceno jako spolehlivé/bezpečné, se tedy má za to, že vztah dvojkolí – kolej vyhovuje rychlosti jízdy 40 km/h.

2 Popis kolejového rozvětvení

V kolejovém rozvětvení Moravská se nachází 4 jednoduché srdcovky, které jsou v *Obr. 1* označeny jako „a“, „b“, „e“ a „f“ a 1 pár dvojitých srdcovek označených v *Obr. 1* jako „c“ a „d“.



Obr. 1 Zadaná výhybková konstrukce s hlubokými žlábkami v kolejovém rozvětvení Moravská

Odbočný směr dvojitě srdcovky se nachází v přímé a pro odbočné směry jednoduchých srdcovek jsou podstatné následující skutečnosti:

- srdcovka „a“ se nachází v přímé koleji, avšak ve vzdálenosti 587 mm před hrotem (ve správném smyslu jízdy) je konec oblouku o poloměru 35 m.
- srdcovka „b“ se nachází v přímé koleji, začátek navazujícího oblouku se nachází ve vzdálenosti větší než 3800 mm (maximální uvažovaných rozvor pojezdu).
- srdcovka „e“ se nachází v oblouku o poloměru 30 m, avšak ve vzdálenosti 1259 mm za hrotem (ve správném smyslu jízdy) je začátek přímé.
- srdcovka „f“ se nachází v přímé koleji, avšak ve vzdálenosti 583 mm za hrotem (ve správném smyslu jízdy) je začátek oblouku o poloměru 35 m.

U jednoduché srdcovky „a“, resp. „f“ se bude uvažovat jak nulový úhel náběhu, tak i úhel náběhu odpovídající takovému geometrickému postavení pojezdu v oblouku, kdy první dvojkolí se nachází v přímé a druhé dvojkolí v oblouku o poloměru 35 m, přičemž začátek oblouku je ve vzdálenosti 587 mm, resp. 583 mm od prvního dvojkolí.

U jednoduché srdcovky „e“ se bude uvažovat úhel náběhu jak úhel náběhu odpovídající geometrickému postavení pojezdu v oblouku o poloměru 30 m, tak i úhel náběhu odpovídající takovému geometrickému postavení pojezdu v oblouku, kdy první dvojkolí se nachází v přímé a druhé dvojkolí v oblouku o poloměru 30 m, přičemž konec oblouku je ve vzdálenosti 1259 mm od druhého dvojkolí.

U dvojitých srdcovek „c“ a „d“ se bude uvažovat pouze nulový úhel náběhu.

3 Posuzované situace

V jednotlivých situacích (viz Tab. 1) se posuzuje nejméně příznivá příčná poloha dvojkolí v koleji v oblasti srdcovky, a to následovně:

- **U jednoduchých srdcovek v přímé proti hrotu** se posuzuje, zda při maximální příčné výchylce omezené vnitřní hranou žlábků (přírubou protikolejnice) nedochází k nevhodné poloze odpovídajícího kola vzhledem k hrotu srdcovky (**situace A**).
- **U jednoduchých srdcovek v oblouku proti hrotu** se posuzuje, zda je šířka obou žlábků dostatečná při natočení dvojkolí o odpovídající úhel náběhu (**situace C, E**).
- **U jednoduchých srdcovek v přímé i oblouku po hrotu** se posuzuje, zda při maximálním možném úhlu náběhu nedochází k nevhodné poloze odpovídajícího kola vzhledem k protihrotu srdcovky (**situace B, D, F**).
- **U dvojitých srdcovek** se posuzuje spolehlivost vedení dvojkolí, tzn. zda při maximální příčné výchylce omezené vnitřní hranou žlábků nedochází k nevhodné poloze odpovídajícího kola vzhledem k pojižděnému a následně i vedoucímu hrotu srdcovky (**situace G, H**).
- **Pro všechny srdcovky** se posuzuje vhodnost hlubokého žlábků (**situace I, J, K, L**).

Tab. 1 Přehled posuzovaných situací vztahu dvojkolí – kolej

Situace	Kolej	Typ srdcovky	Průjezd	Označení srdcovky
A	přímá	jednoduchá	proti hrotu	a^1 , b, e, f^1
B	přímá	jednoduchá	po hrotu	a^2 , b, e, f^2
C	přímá, navazující oblouk R35	jednoduchá	proti hrotu	a, f
D	přímá, navazující oblouk R35	jednoduchá	po hrotu	a, f
E	oblouk R30, navazující přímá	jednoduchá	proti hrotu	e
F	oblouk R30, navazující přímá	jednoduchá	po hrotu	e
G	přímá	dvojitá	proti hrotu	c-d
H	přímá	dvojitá	po hrotu	c-d
I	přímý směr, úhel křížení 17°	jednoduchá	-	e
J	odbočný směr (R30), úhel křížení 17°	jednoduchá	-	e
K	přímý směr, úhel křížení 15°	jednoduchá	-	a, b, f
L	odbočný směr (R35), úhel křížení 15°	jednoduchá	-	a, b, f

¹ Průjezd odbočnou větví v postavení podvozku takovém, kdy se obě dvojkolí nachází v přímé je součástí posouzení situace C.

² Průjezd odbočnou větví v postavení podvozku takovém, kdy se obě dvojkolí nachází v přímé je součástí posouzení situace D.

4 Rozbor a vyhodnocení posuzovaných situací

4.1 Situace A – srdcovky „a“, „b“, „e“ a „f“

POPIS: Vedení dvojkolí v oblasti hrotu srdcovky v přímé (proti hrotu)

4.1.1 Lokalita A-I – srdcovka „a“ v přímém směru a správném smyslu jízdy – srdcovka „f“ v přímém směru a nesprávném smyslu jízdy

KOLEJ: rozchod **1435 mm**, šířka žlábků srdcovky **32 mm**; šířka žlábků protikolejnice **30 mm**

DVOJKOLÍ: rozkolí **1375 mm**, jmenovitý tvar jízdního obrysu **DPO 4N70**, úhel náběhu **0°**.

Jedná se o situaci, která byla předmětem posouzení v [1], odst. A-1.

VYHODNOCENÍ: *Srdcovka i protikolejnice respektují šířku žlábků doporučených v [1].*

DOPORUČENÍ: *Dle doporučení uvedeném v [1], odst. A-1) snížit hrot srdcovky o 1 mm a rozšířit žlábek srdcovky zúžením začátku hrotu („přišpicování“) o 2 mm.*

4.1.2 Lokalita A-II – srdcovka „b“ v odbočném směru a správném smyslu jízdy – srdcovka „b“ v přímém směru a nesprávném smyslu jízdy – srdcovka „e“ v přímém směru a správném smyslu jízdy

KOLEJ: rozchod **1435 mm**, šířka žlábků srdcovky **32 mm**; šířka žlábků protikolejnice **32 mm**

DVOJKOLÍ: rozkolí **1375 mm**, jmenovitý tvar jízdního obrysu **DPO 4N70**, úhel náběhu **0°**.

Jedná se o situaci, která byla předmětem posouzení v [1], odst. A-1.

VYHODNOCENÍ: *Srdcovka respektuje šířku žlábků doporučených v [1].
Šířka žlábků protikolejnice je o 2 mm větší než je doporučená hodnota v [1].*

DOPORUČENÍ: *Zmenšit šířku žlábků protikolejnice na 30 mm.
Dle doporučení uvedeném v [1], odst. A-1) snížit hrot srdcovky o 1 mm a rozšířit žlábek srdcovky zúžením začátku hrotu („přišpicování“) o 2 mm.*

4.2 Situace B – srdcovky „b“ a „f“

POPIS: Vedení dvojkolí v oblasti protihrotu srdcovky v přímé (po hrotu)

4.2.1 Lokalita B-I – srdcovka „a“ v přímém směru a nesprávném smyslu jízdy – srdcovka „f“ v přímém směru a správném smyslu jízdy

KOLEJ: rozchod **1435 mm**, šířka žlábků srdcovky **32 mm**; šířka žlábků protikolejnice **30 mm**

DVOJKOLÍ: rozkolí **1378 mm**, průměr kola **530 mm**, **maximálně opotřeбенý** tvar jízdního obrysu **DPO 4N70**, rozvor podvozku **1800 mm**.

Jedná se o situaci, která byla předmětem posouzení v [1], odst. A-3.

VYHODNOCENÍ: Srdcovka i protikolejnice respektuje šířku žlábků doporučených v [1].

DOPORUČENÍ: Dle doporučení uvedeném v [1], odst. A-3) rozšířit žlábek na začátku protihrotu zúžením začátku protihrotu („přišpicování“) o 2 mm.

4.2.2 Lokalita B-II – srdcovka „b“ v přímém směru a správném smyslu jízdy – srdcovka „b“ v odbočném směru a nesprávném smyslu jízdy – srdcovka „e“ v přímém směru a nesprávném smyslu jízdy

KOLEJ: rozchod **1435 mm**, šířka žlábků srdcovky **32 mm**; šířka žlábků protikolejnice **32 mm**

DVOJKOLÍ: rozkolí **1378 mm**, průměr kola **530 mm**, **maximálně opotřeбенý** tvar jízdního obrysu **DPO 4N70**, rozvor podvozku **1800 mm**.

Jedná se o situaci, která byla předmětem posouzení v [1], odst. A-3.

VYHODNOCENÍ: Srdcovka respektuje šířku žlábků doporučených v [1].

Šířka žlábků protikolejnice je o 2 mm větší než je doporučená hodnota v [1].

DOPORUČENÍ: Zmenšit šířku žlábků protikolejnice na 30 mm.

Dle doporučení uvedeném v [1], odst. A-3) rozšířit žlábek na začátku protihrotu zúžením začátku protihrotu („přišpicování“) o 2 mm.

4.3 Situace C – srdcovky „a“ a „f“

POPIS: Vedení dvojkolí v oblasti hrotu srdcovky v oblouku o poloměru 35 m (proti hrotu)

4.3.1 Lokalita C-I – srdcovka „a“ v odbočném směru a správném smyslu jízdy – srdcovka „f“ v odbočném směru a nesprávném smyslu jízdy

KOLEJ: rozchod **1435 mm**, šířka žlábků srdcovky **38 mm**; šířka žlábků protikolejnice **34 mm**

DVOJKOLÍ: rozkolí **1360 mm**, průměr kola **850 mm**, **jmenovitý** tvar jízdního obrysu **DPO 2N70**, rozvor podvozku **3800 mm**, úhel náběhu³ **3,04°**.

rozkolí **1375 mm**, **jmenovitý** tvar jízdního obrysu **DPO 4N70**, úhel náběhu **0°**.

³ Hodnota úhlu náběhu 3,04° vyplývá z geometrickému postavení pojezdu o rozvoru 3800 mm, kdy první dvojkolí se nachází v přímé a druhé dvojkolí v oblouku o poloměru 35 m, přičemž začátek oblouku je ve vzdálenosti 558-597 mm od prvního dvojkolí.

Jedná se o situaci, která byla částečně předmětem posouzení v [1], odst. A-2 pro úhel náběhu $3,11^\circ$. Rozdíl úhlů náběhu do $0,1^\circ$ je možné zanedbat. Vzhledem k tomu, že hrot srdcovky se nachází už v přímé, je nezbytné posoudit tuto lokalitu také pro podmínky v přímé (viz situaci A).

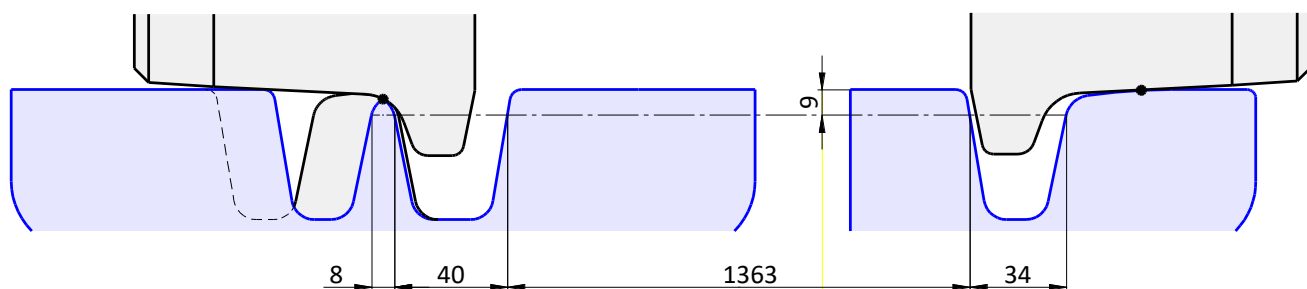
VYHODNOCENÍ: Srdcovka i protikolejnice respektují šířky žlábků doporučené v [1], odst. A-2.

Pro nulový úhel náběhu vnitřní hrana žlábků **protikolejnice neplní vodící funkci**.

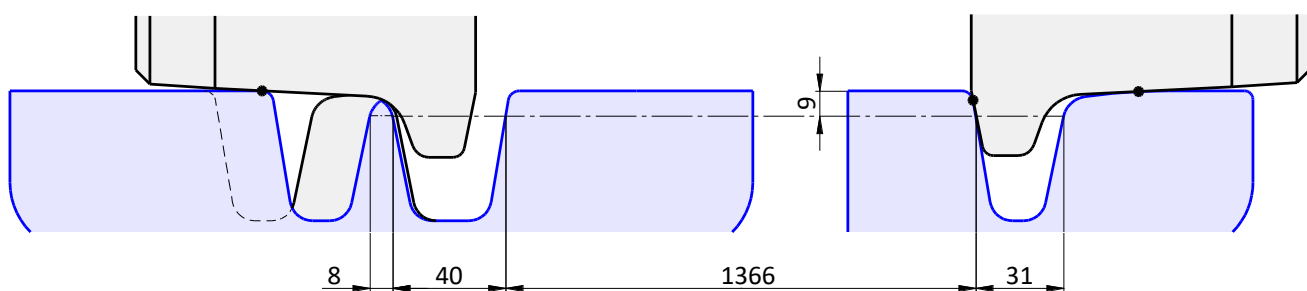
Kolo, které pojíždí po křídlové kolejnici je vedeno hrotem srdcovky (viz Obr. 2).

DOPORUČENÍ: **Zúžit žlábek protikolejnice na 31 mm a dle doporučení uvedeném v [1], odst. A-2 snížit hrot srdcovky o 1 mm a rozšířit žlábek srdcovky zúžením začátku hrotu („přišpicování“) o 2 mm** (viz Obr. 3).

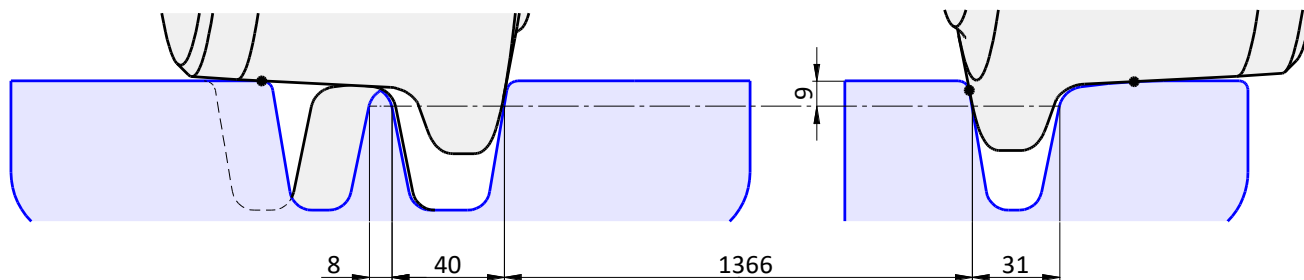
POZNÁMKA: Doporučená šířka žlábků protikolejnice 31 mm je vyhovující i pro dvojkolí se jmenovitým tvarem jízdního obrysu DPO 2N70, průměrem kol 850 mm a minimální hodnotou rozkolí 1357 mm natočené o úhel náběhu $3,11^\circ$ (viz Obr. 4) s přihlédnutím ke skutečnosti, že délka koleje se žlábkem protikolejnice o šířce 31 mm není delší než 3 m.



Obr. 2 Vedení dvojkolí v oblasti hrotu srdcovky při jízdě v odbočném směru – posuzovaný stav (jmenovitý tvar jízdního obrysu DPO 4N70, rozkolí 1375 mm, úhel náběhu 0° , rozchod koleje 1435 mm, zapracováno snížení a přišpicování hrotu)



Obr. 3 Vedení dvojkolí v oblasti hrotu srdcovky při jízdě v odbočném směru – doporučené změny (jmenovitý tvar jízdního obrysu DPO 4N70, rozkolí 1375 mm, úhel náběhu 0° , rozchod koleje 1435 mm)



Obr. 4 Vedení dvojkolí v oblasti hrotu srdcovky při jízdě v odbočném směru – doporučené změny (jmenovitý tvar jízdního obrysu DPO 2N70, rozkolí 1357 mm, průměr kol 850 mm, úhel náběhu 3,11°, rozchod koleje 1435 mm)

4.4 Situace D – srdcovky „a“ a „f“

POPIS: Vedení dvojkolí v oblasti protihrotu srdcovky o poloměru 35 m (po hrotu)

4.4.1 Lokalita D-I – srdcovka „a“ v odbočném směru a nesprávném smyslu jízdy – srdcovka „f“ v odbočném směru a správném smyslu jízdy

KOLEJ: rozchod **1435 mm**, šířka žlábků srdcovky **38 mm**; šířka žlábků protikolejnice⁴ **31 mm**

DVOJKOLÍ: rozkolí **1357 mm**, průměr kola **580 mm**, **maximálně opotřeбенý** tvar jízdního obrysu **DPO 2N70**, rozvor podvozku **3400 mm**.

Jedná se o situaci, která byla předmětem posouzení v [1], odst. A-4 pro úhel náběhu 3,11°. Rozdíl úhlů náběhu do 0,1° je možné zanedbat.

VYHODNOCENÍ: Srdcovka i protikolejnice respektují šířky žlábků dle doporučení v kap. 4.3.1.

DOPORUČENÍ: Dle doporučení uvedeném v [1], odst. A-4 **se doporučuje provedení zkušebních jízd s historickými dvounápravovými tramvajemi a následně rozhodnout o režimu provozu historických vozidel při průjezdu tímto typem výhybky.**

4.5 Situace E – srdcovka „e“

POPIS: Vedení dvojkolí v oblasti hrotu srdcovky v oblouku o poloměru 30 m (proti hrotu)

4.5.1 Lokalita E-I – srdcovka „e“ v odbočném směru a nesprávném smyslu jízdy

KOLEJ: rozchod **1435 mm**, šířka žlábků srdcovky **37 mm**; šířka žlábků protikolejnice **37 mm**

DVOJKOLÍ: rozkolí **1375 mm**, průměr kola **530 mm**, **jmenovitý** tvar jízdního obrysu **DPO 4N70**, rozvor podvozku **1800 mm**, úhel náběhu⁵ **1,56°**.

⁴ Šířka žlábků protikolejnice je uvažována dle doporučení v kap. 4.3.1, avšak tento parametr nemá vliv na posuzovaný nejméně příznivý vztah dvojkolí-kolej při průjezdu přes srdcovku po hrotu.

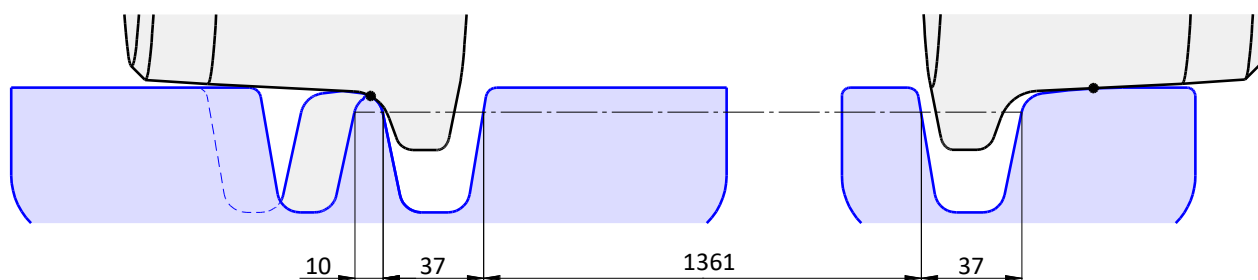
rozkolí **1360 mm**, průměr kola **850 mm**, jmenovitý tvar jízdního obrysu **DPO 2N70**, rozvor podvozku **3800 mm**, úhel náběhu **3,63°**.

VYHODNOCENÍ: Srdcovka i protikolejnice respektují šířky žlábků doporučené v [1], odst. A-2.

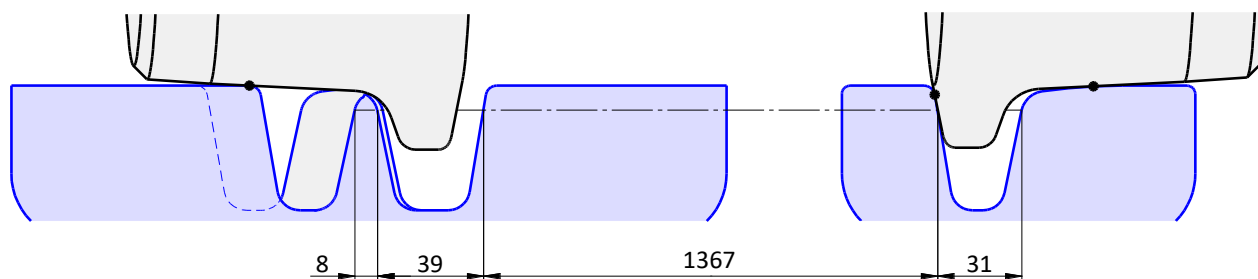
Pro úhel náběhu $1,56^\circ$ (rozkolí 1375 mm, průměr kola 530 mm, jmenovitý tvar jízdního obrysu DPO 4N70) vnitřní hrana žlábků **protikolejnice neplní vodící funkci**. Kolo, které pojíždí po křídlové kolejnici je již nejen vedeno, ale i nesenno hrotem srdcovky (viz Obr. 5).

DOPORUČENÍ 1: Zúžit žlábek protikolejnice na 31 mm a dle doporučení uvedeném v [1], odst. A-2 snížit hrot srdcovky o 1 mm a rozšířit žlábek srdcovky zúžením začátku hrotu („přišpicování“) o 2 mm (viz Obr. 6).

OMEZENÍ: Doporučená šířka žlábků protikolejnice 31 mm (nezbytná pro spolehlivé vedení dvojkolí podvozkových tramvají v srdcovce (rozvor podvozku maximálně 1900 mm) **není vyhovující pro historické dvounápravové tramvaje a vlečné vozy s rozvorem pojezdu 3300 mm a větším** (úhel náběhu minimálně $3,15^\circ$).



Obr. 5 Vedení dvojkolí v oblasti hrotu srdcovky „e“ při jízdě v odbočném směru – posuzovaný stav (jmenovitý tvar jízdního obrysu DPO 4N70, rozkolí 1375 mm, průměr kol 530 mm, úhel náběhu $1,56^\circ$, rozchod koleje 1435 mm)

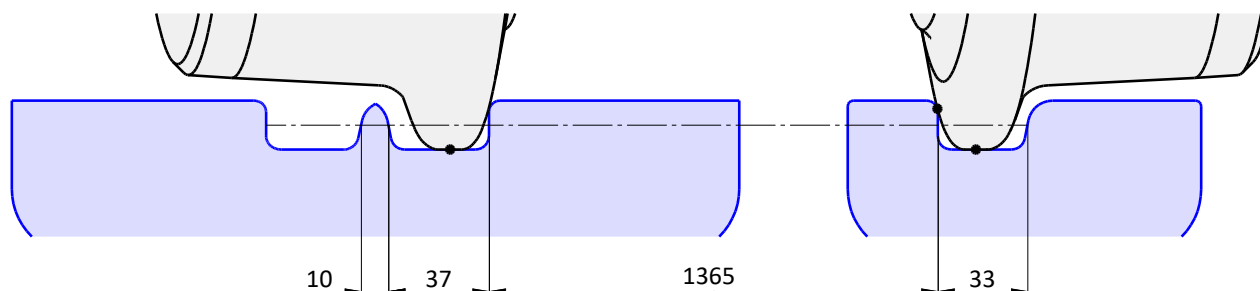


Obr. 6 Vedení dvojkolí v oblasti hrotu srdcovky „e“ při jízdě v odbočném směru – doporučené změny (jmenovitý tvar jízdního obrysu DPO 4N70, rozkolí 1375 mm, průměr kol 530 mm, úhel náběhu $1,56^\circ$, rozchod koleje 1435 mm)

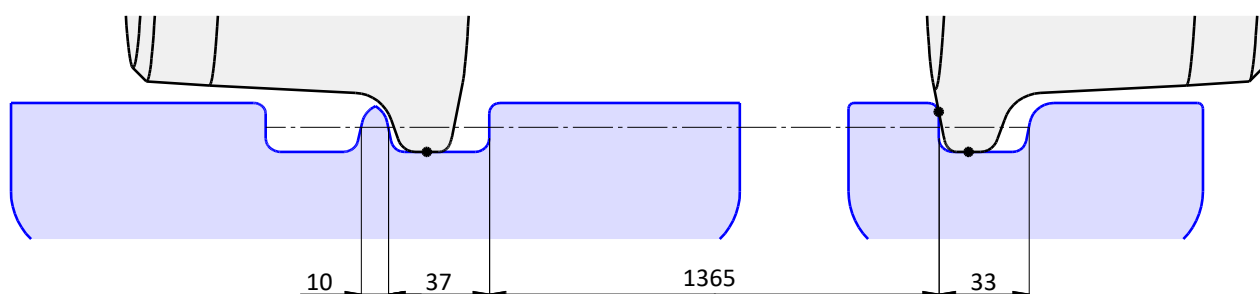
DOPORUČENÍ 2: Aby byla tato srdcovka vyhovující i pro tento typ vozidel, musela by být provedena **s mělkým žlábkem**, kde jsou kontaktní body na vnitřních hranách okolků blíže k vrcholu okolku. Spolehlivé vedení dvojkolí pro podvozkové tramvaje je pak

⁵ Hodnota úhlu náběhu $1,56^\circ$ vyplývá z geometrickému postavení pojezdu o rozvoru 1800 mm, kdy první dvojkolí se nachází v oblouku o poloměru 35 m a druhé dvojkolí ještě v přímé, přičemž začátek oblouku je ve vzdálenosti 1244-1260 mm od prvního dvojkolí.

zajištěno při šířce žlábků protikolejnice 33 mm (viz Obr. 7), což umožňuje i průjezd historické dvounápravové tramvaje (viz Obr. 8).



Obr. 7 Vedení dvojkolí v oblasti hrotu srdcovky při jízdě v odbočném směru – mělký žlábek (jmenovitý tvar jízdního obrysu DPO 2N70, rozkolí 1357 mm, průměr kol 850 mm, úhel náběhu 3,63°, rozchod koleje 1435 mm)



Obr. 8 Vedení dvojkolí v oblasti hrotu srdcovky při jízdě v odbočném směru – mělký žlábek (jmenovitý tvar jízdního obrysu DPO 4N70, rozkolí 1375 mm, průměr kol 530 mm, úhel náběhu 1,56°, rozchod koleje 1435 mm)

4.6 Situace F – srdcovka „e“

POPIS: Vedení dvojkolí v oblasti protihrotu srdcovky v oblouku o poloměru 30 m (po hrotu)

4.6.1 Lokalita F-I – srdcovka „e“ v odbočném směru a správném smyslu jízdy

KOLEJ: rozchod 1435 mm, šířka žlábků srdcovky 37 mm; šířka žlábků protikolejnice 37 mm

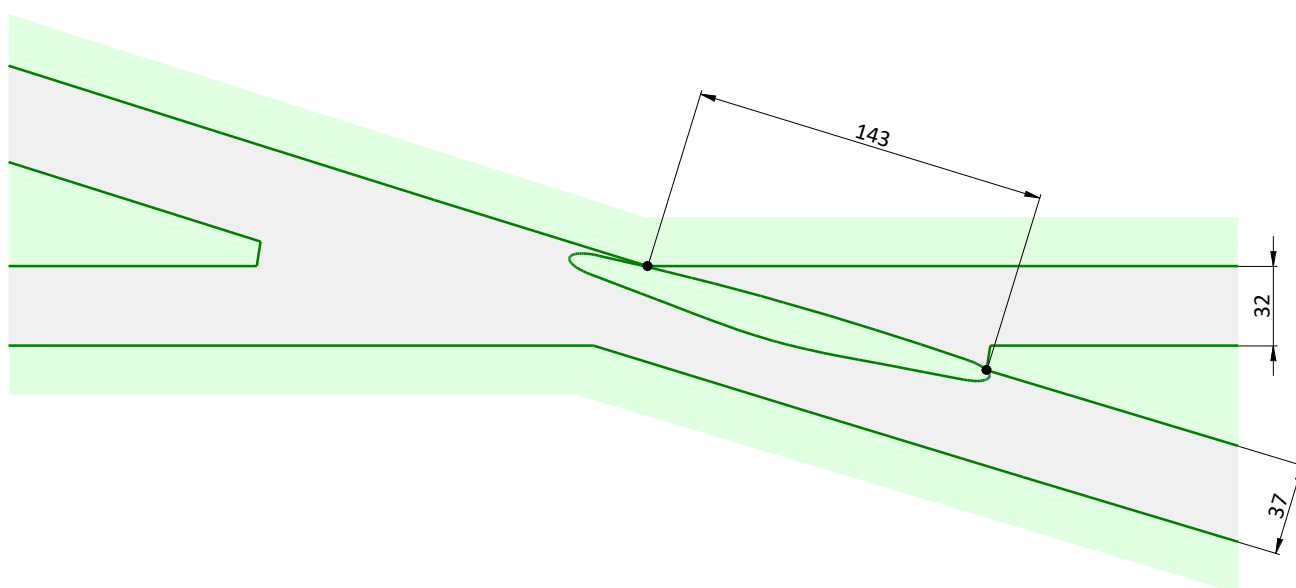
DVOJKOLÍ: rozkolí 1372 mm, průměr kola 530 mm, maximálně opotřeбенý tvar jízdního obrysu DPO 4N70, rozvor podvozku 1800 mm.

Jedná se o situaci, kdy dvojkolí vyčerpává volný jízdní kanál tak, že **kolo pojíždějící v mělkém žlábků srdcovky je vnitřní hranou okolku v kontaktu s vnitřní hranou žlábků**, přičemž dvojkolí je takto vedeno nejdříve vnitřní hranou žlábků v úrovni hrotu srdcovky a **následně musí vodící funkci přebrat bezpečně protihrot srdcovky**. Taková situace je typická u druhého (nenabíhajícího) dvojkolí podvozku. Uvažuje se tedy **úhel náběhu odpovídající geometrickému postavení podvozku v oblouku zmenšený o úhel odpovídající těživé poloze podvozku v oblouku** jako nejméně příznivá reálná poloha dvojkolí v koleji. Hrot srdcovky se zde nachází 1257 mm před koncem oblouku. První (nabíhající dvojkolí) se tedy již nachází v přímé. Při úhlu křížení 17° a šířce křížujícího žlábků 32 mm je vzdálenost od konce vnitřní hrany žlábků k hrotu srdcovky 143 mm. Nejméně příznivá situace pak nastává u podvozku s minimálním rozvorem (1800 mm), minimální hodnotou rozkolí (1372 mm) a maximálně opotřeбенým jízdním obrysem kol při minimálním průměru (530 mm). Rovina dotyku

okolku s vnitřní hranou žlábků se u kola nachází ve vzdálenosti přibližně 14 mm od vrcholu okolku ke středu kola a u koleje přibližně 3 mm pod TK. Vzdálenost A (mezi vnitřními hranami žlábků v dané koleji) je pro aktuální příčný profil žlábků přibližně stejná jako v rovině jejího měření (9 mm pod TK).

VYHODNOCENÍ: *Po té, co kolo nacházející se v protilehlé srdcovce opustí vnitřní hranu žlábků, dostane se do kontaktu protihrotem srdcovky, který **přebírá vodící funkci dvojkolí nevhodně** s dotykovým bodem nacházejícím se na rádiu přechodu od vrcholu okolku ke skloněné vnitřní hraně kola, a to blíže k vrcholu okolku. (viz Obr. 9). Z hlediska spolehlivosti vedení dvojkolí v srdcovce je takový stav **NEVYHOVUJÍCÍ**.*

DOPORUČENÍ: ***Rozšířit žlábek o 2 mm** na začátku protihrotu srdcovky jednostranným zúžením začátku protihrotu („přišpicování“).*



Obr. 9 Vedení dvojkolí v oblasti protihrotu srdcovky při jízdě v odbočném směru – posuzovaný stav (maximálně opotřeбенý tvar jízdního obrysu DPO 4N70, rozkolí 1372 mm, průměr kol 530 mm, úhel náběhu 1,09°)

POZNÁMKA: ***Hluboký žlábek nijak situace nezhoršuje, jelikož délka řezu kolem v rovině dotyku je větší.***

4.7 Dvojité srdcovky „c-d“

4.7.1 Lokalita G – Vedení dvojkolí v oblasti náběžného hrotu dvojité srdcovky

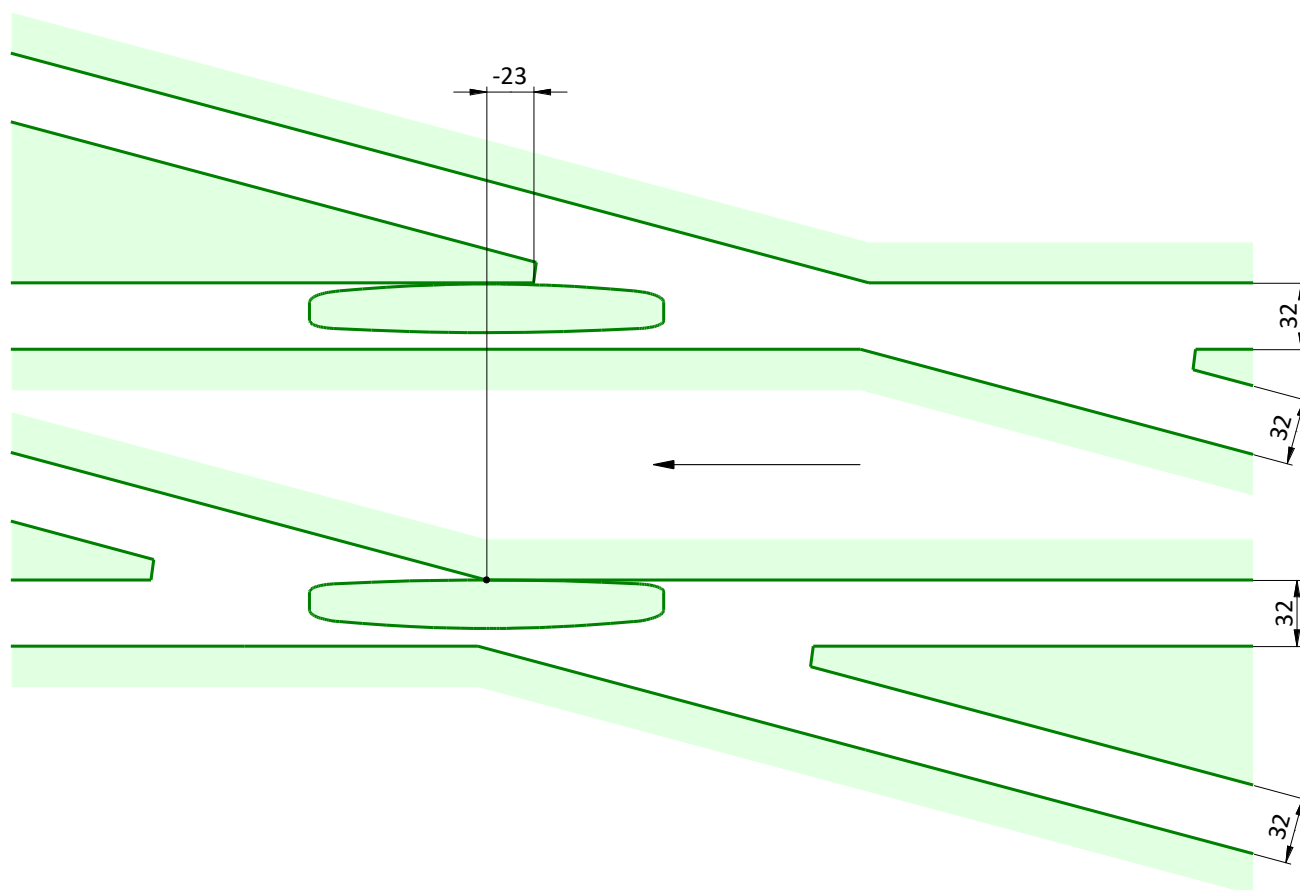
KOLEJ: rozchod 1435 mm, šířka žlábků srdcovky 32 mm; šířka žlábků protikolejnice 32 mm

DVOJKOLÍ: rozkolí 1375 mm, průměr kola 530 mm, **jmenovitý** tvar jízdního obrysu **DPO 4N70**, rozvor podvozku 1800 mm.

Jedná se o situaci, kdy dvojkolí vyčerpává volný jízdní kanál tak, že **kolo pojíždějící ve žlábků protilehlé srdcovky je vnitřní hranou okolku v kontaktu s vnitřní hranou žlábků**, která je však v místě křížení přerušena a dvojkolí zde tak nemusí být dostatečně vedeno. Vodící vnitřní hrana žlábků

protilehlé srdcovky však v takovém případě přibrzdí kolo, které je s ní v kontaktu, a proto úhel náběhu v okamžiku opuštění této hrany nemůže být vzhledem hrotu srdcovky nepříznivý. Uvažuje se tedy **nulový úhel náběhu** jako nejméně příznivá reálná poloha dvojkolí v koleji. Nejméně příznivá situace nastává u podvozku s minimálním rozvorem (1800 mm), dvojkolí má jmenovitou hodnotu rozkolí (1375 mm) a kola mají jmenovitý tvar jízdního obrysu DPO 4N70 při minimálním průměru (530 mm). Vzhledem k tomu, že šířka žlábků je v celém křížení jednotná, stejná situace platí i pro opačný smysl jízdy.

VYHODNOCENÍ: V okamžiku, kdy kolo nacházející se v protilehlé srdcovce opouští vnitřní hranu žlábků, je okolek sledovaného kola již v úrovni náběžného hrotu srdcovky⁶, který může v další fázi, kdy dvojkolí není dostatečně vedeno, **přebrat spolehlivě vodící funkci** (viz Obr. 10).



Obr. 10 Vedení dvojkolí v oblasti náběžného hrotu dvojité srdcovky v přímé (jmenovitý tvar jízdního obrysu DPO 4N70, rozkolí 1375 mm, průměr kol 530 mm, úhel náběhu 0°)

4.7.2 Lokalita G – Vedení dvojkolí v oblasti vedoucího hrotu dvojité srdcovky

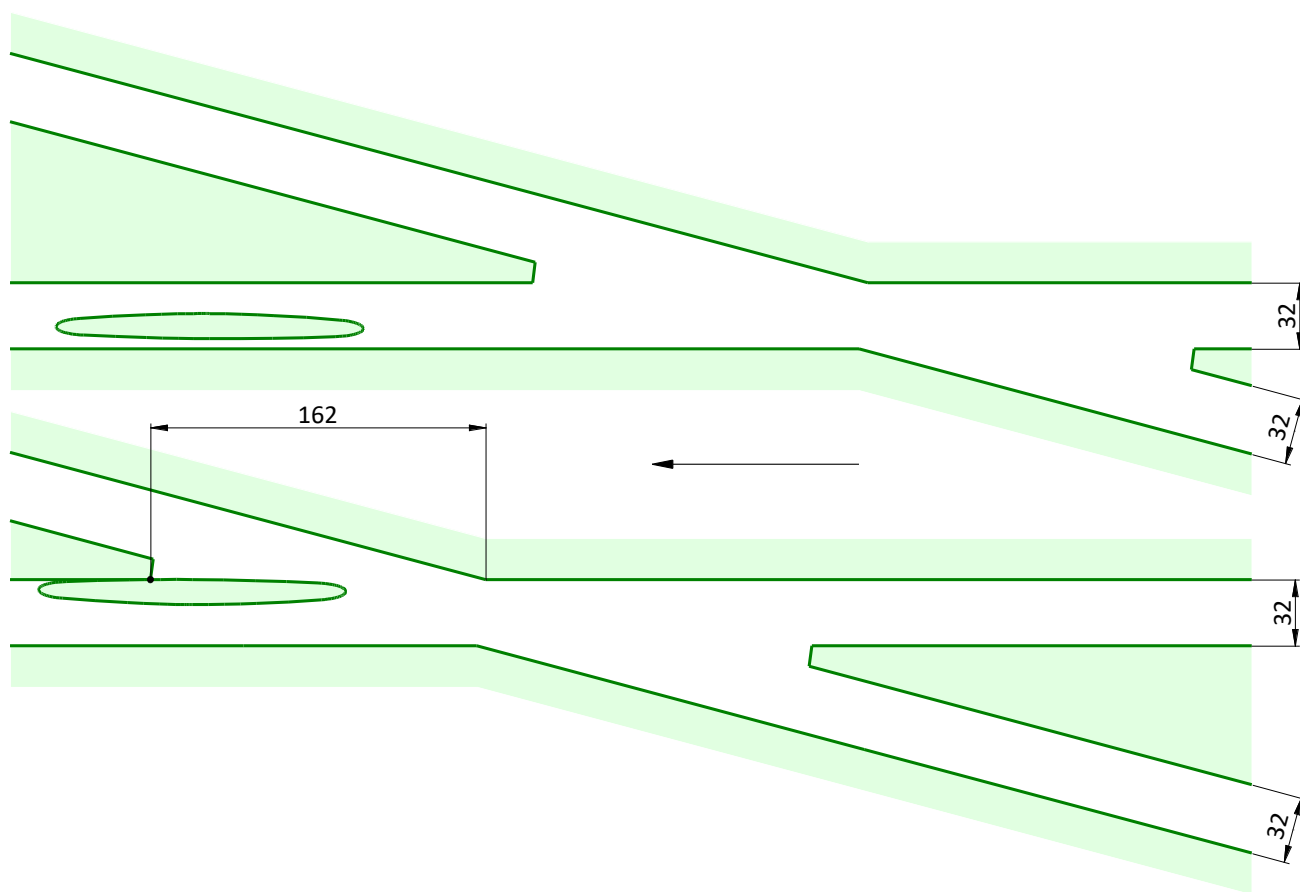
KOLEJ: rozchod **1435 mm**, šířka žlábků srdcovky **32 mm**; šířka žlábků protikolejnice **32 mm**

⁶ Vzdálenost od ohybu vnitřní hrany žlábků u protilehlé srdcovky od začátku náběžného hrotu srdcovky je dokonce záporná.

DVOJKOLÍ: rozkolí **1372 mm**, průměr kola **530 mm**, **maximálně opotřebený** tvar jízdního obrysu **DPO 4N70**, rozvor podvozku **1800 mm**.

Jedná se o situaci, kdy dvojkolí vyčerpává volný jízdní kanál tak, že **kolo pojíždějící v mělkém žlábků protilehlé srdcovky je vnitřní hranou okolku v kontaktu s vnitřní hranou žlábků**, která je však v místě křížení přerušená a dvojkolí zde tak v určité fázi není dostatečně vedeno. Po opuštění vedoucí vnitřní hrany žlábků se uvažuje obecný pohyb podvozku s pólem pohybu ve vrcholu okolku kola prvního dvojkolí pojíždějícího ve žlábků u náběžného hrotu srdcovky, přičemž úhel náběhu je maximálně takový, který odpovídá **vzpříčené poloze podvozku v koleji**. Nejméně příznivá situace nastává u podvozku s minimálním rozvorem (1800 mm), dvojkolí nacházející se v srdcovce má minimální hodnotu rozkolí (1372 mm), druhé dvojkolí podvozku má maximální hodnotu rozkolí (1378 mm) a kola jsou maximálně opotřebená při minimálním průměru (530 mm). Vzhledem k tomu, že šířka žlábků je v celém křížení jednotná, stejná situace platí i pro opačný smysl jízdy.

VYHODNOCENÍ: *Poté, co kolo nacházející se v protilehlé srdcovce opustí vnitřní hranu žlábků, dostane se do kontaktu s protihrotem srdcovky, který tak **spolehlivě přebírá vodící funkci dvojkolí** s dotykovým bodem nacházejícím se na skloněné vnitřní hraně okolku (viz Obr. 11).*



Obr. 11 Vedení dvojkolí v oblasti vedoucího hrotu srdcovky v přímé
(maximálně opotřebený tvar jízdního obrysu DPO 4N70, rozkolí 1372 mm, průměr kol 530 mm, úhel náběhu 0,35°)

4.8 Posouzení vhodnosti hlubokého žlábků z pohledu vztahu kolo-kolejnice při přechodu z křídlové kolejnice na srdcovku

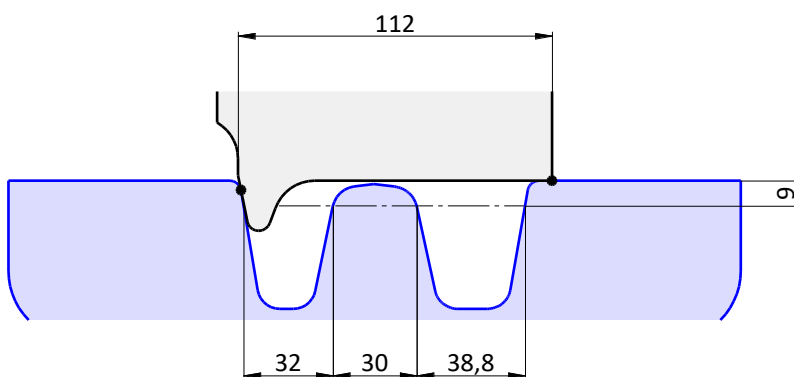
Jedná se o situaci, kdy dvojkolí vyčerpává volný jízdní kanál tak, že kolo pojíždějící po křídlové kolejnici je vnitřní hranou okolku v kontaktu s vnitřní hranou žlábků. Kolo ani při této nejméně příznivé příčné výchylce nesmí opustit křídlovou kolejnici dříve, než hrot srdcovky dosáhne nosné šířky. Stejně tak v opačném smyslu jízdy, kdy kolo pojíždějící po srdcovce je vnitřní hranou okolku v kontaktu s vnitřní hranou žlábků nesmí při této nejméně příznivé příčné výchylce musí opustit srdcovku nejpozději v místě, kde její hrot má stálé nosnou šířku. Srdcovky „a“, „b“ a „f“ se nachází v přímé koleji, srdcovka „e“ v oblouku s navazující přímou kolejí ve vzdálenosti 1259 mm od hrotu srdcovky. Z toho důvodu je jako nejméně příznivý stav uvažován nulový úhel náběhu a dále tvar jízdního obrysu DPO 2N70, který se vyznačuje menší vzdáleností od vnitřní hrany okolku k vnějšímu čelu kola.

4.8.1 Situace I – křídlová kolejnice – srdcovka „e“ v přímém směru

KOLEJ: rozchod **1435 mm**, šířka žlábků srdcovky **v přímém směru 32 mm**; šířka žlábků srdcovky **v odbočném směru⁷ 37 mm**

DVOJKOLÍ: rozkolí **1357÷1363 mm**, **maximálně opotřeбенý** tvar jízdního obrysu **DPO 2N70**

VYHODNOCENÍ: Pro navržené šířky žlábků je vztah kolo-kolejnice v místě přechodu křídlová kolejnice – srdcovka při jízdě v přímém směru **VYHOVUJÍCÍ**. **V místě, kde šířka hrotu srdcovky dosahuje 30 mm, má jízdní plocha kola stále možnost kontaktu s křídlovou kolejnicí** (viz Obr. 12).



Obr. 12 Vztah kolo – kolejnice v místě přechodu křídlová kolejnice – srdcovka „e“ v přímém směru
(maximálně opotřeбенý tvar jízdního obrysu DPO 2N70)

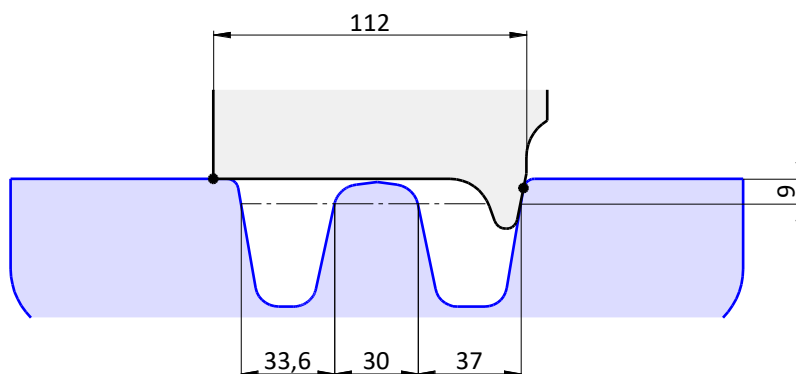
⁷ Kóta šířky žlábků srdcovky v oblouku v Obr. 12 je průmětem skutečné šířky žlábků, tedy „37 mm/cos(17°)“

4.8.2 Situace J – křídlová kolejnice – srdcovka „e“ v odbočném směru

KOLEJ: rozchod **1435 mm**, šířka žlábků srdcovky **v odbočném směru 37 mm**; šířka žlábků srdcovky **v přímém směru⁸ 32 mm**

DVOJKOLÍ: rozkolí **1357÷1363 mm**, **maximálně opotřeбенý** tvar jízdního obrysu **DPO 2N70**

VYHODNOCENÍ: Pro navržené šířky žlábků je vztah kolo-kolejnice v místě přechodu srdcovka – křídlová kolejnice při jízdě v odbočném směru **VYHOVUJÍCÍ**. **V místě, kde šířka hrotu srdcovky dosahuje 30 mm, je jízdní plocha kola už v kontaktu s křídlovou kolejnicí** (viz Obr. 13).



Obr. 13 Vztah kolo – kolejnice v místě přechodu křídlová kolejnice – srdcovka „e“ v odbočném směru
(maximálně opotřeбенý tvar jízdního obrysu DPO 2N70)

4.8.3 Situace K – křídlová kolejnice – srdcovka „a“ a „f“ v přímém směru

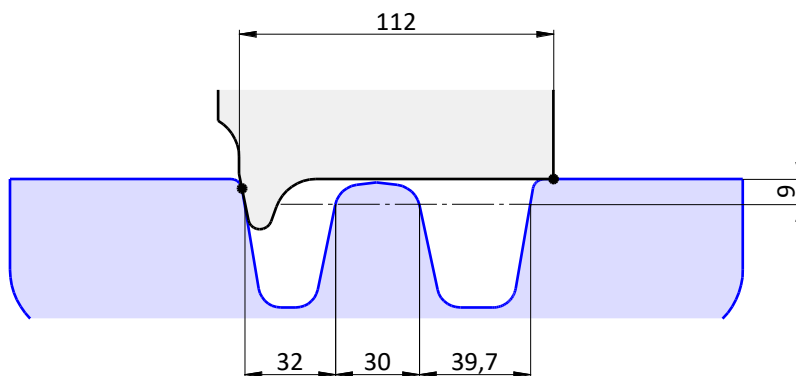
KOLEJ: rozchod **1435 mm**, šířka žlábků srdcovky **v přímém směru 32 mm**; šířka žlábků srdcovky **v odbočném směru⁹ 38 mm**

DVOJKOLÍ: rozkolí **1357÷1363 mm**, **maximálně opotřeбенý** tvar jízdního obrysu **DPO 2N70**

VYHODNOCENÍ: Pro navržené šířky žlábků je vztah kolo-kolejnice v místě přechodu křídlová kolejnice – srdcovka při jízdě v přímém směru **VYHOVUJÍCÍ**. **V místě, kde šířka hrotu srdcovky dosahuje 30 mm, má jízdní plocha kola stále možnost kontaktu s křídlovou kolejnicí** (viz Obr. 14).

⁸ Kóta šířky žlábků srdcovky v přímé v Obr. 13 je průmětem skutečné šířky žlábků, tedy „32 mm/cos(17°)“

⁹ Kóta šířky žlábků srdcovky v oblouku v Obr. 14 je průmětem skutečné šířky žlábků, tedy „38 mm/cos(15°)“



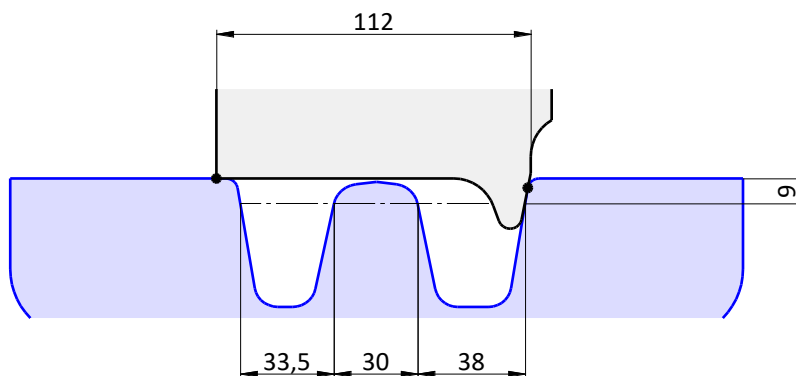
Obr. 14 Vztah kolo – kolejnice v místě přechodu křídlová kolejnice – srdcovka „a“ a „f“ v přímém směru
(maximálně opotřeбенý tvar jízdního obrysu DPO 2N70)

4.8.4 Situace L – křídlová kolejnice a srdcovka „a“ a „f“ v odbočném směru

KOLEJ: rozchod **1435 mm**, šířka žlábků srdcovky **v odbočném směru 38 mm**; šířka žlábků srdcovky **v přímém směru¹⁰ 32 mm**

DVOJKOLÍ: rozkolí **1357÷1363 mm**, **maximálně opotřeбенý** tvar jízdního obrysu **DPO 2N70**

VYHODNOCENÍ: Pro navržené šířky žlábků je vztah kolo-kolejnice v místě přechodu srdcovka – křídlová kolejnice při jízdě v odbočném směru **VYHOVUJÍCÍ**. V místě, kde šířka hrotu srdcovky dosahuje 30 mm, je jízdní plocha kola už v kontaktu s křídlovou kolejnicí (viz Obr. 15).



Obr. 15 Vztah kolo – kolejnice v místě přechodu křídlová kolejnice – srdcovka „a“ a „f“ v odbočném směru
(maximálně opotřeбенý tvar jízdního obrysu DPO 2N70)

¹⁰ Kóta šířky žlábků srdcovky v přímé v Obr. 15 je průmětem skutečné šířky žlábků, tedy „32 mm/cos(15°)“

5 Závěr

Z posouzení vztahu dvojkolí-kolej v srdcovce zadané tramvajové výhybkové konstrukce DPO (viz kap. 2) pro provoz všech typů tramvají DPO vyplývá následující:

- U všech srdcovek se dle [1] doporučuje snížit hrot srdcovky o 1 mm a rozšířit žlábek srdcovky zúžením začátku hrotu („přišpicování“) o 2 mm.
- U srdcovek „a“ a „f“ v odbočném směru se dále doporučuje zúžit žlábek protikolejnice na 31 mm.
- U srdcovky „b“ v přímém i odbočném směru a u srdcovky „e“ v přímém směru se dále doporučuje zúžit žlábek protikolejnice na 30 mm.
- U srdcovky „e“ v odbočném směru se dále doporučuje jedna z následujících možností:
 1. Zúžit žlábek protikolejnice na 31 mm a zakázat provoz historických dvounápravových tramvají (podmínka pro hluboký žlábek).
 2. Srdcovka s mělkým žlábkem a zúžit žlábek protikolejnice na 33 mm.
- Průjezd odbočným směrem u srdcovek „a“ a „f“ po hrotu není z teoretického pohledu obecně spolehlivý pro historické dvounápravové tramvaje. Doporučuje se provést zkušební jízdy s tímto typem tramvají v různém stavu opotřebení jízdních obrysů kol a následně rozhodnout o režimu provozu historických vozidel při přejezdu přes tyto srdcovky.
- Ve dvojitých srdcovkách „c-d“ je dvojkolí vedeno spolehlivě i v nejméně příznivém stavu v obou směrech i smyslech průjezdu.
- Vztah kolo-kolejnice při přechodu křídlová kolejnice – srdcovka, resp. srdcovka – křídlová kolejnice je ve všech srdcovkách¹¹ vyhovující, tzn. z tohoto pohledu jsou všechny posuzované hluboké žlábkové vyhovující¹².

¹¹ Srdcovka „b“ nebyla zvlášť posuzována z toho důvodu, že představuje v tomto ohledu příznivější podmínky než srdcovky „a“ a „f“ (stejný úhel křížení, menší šířka žlábků v odbočném směru).

¹² Hluboký žlábek v srdcovce „e“ je však nevyhovující pro historické dvounápravové tramvaje s ohledem na malý poloměr oblouku a bezprostředně navazující přímoúhelnou kolej.

Literatura

- [1] Hába, A.: Posouzení vztahu dvojkolí – kolej v oblasti srdcovky jednoduchých výhybek typu J 57R1 pro DOPRAVNÍ PODNIK OSTRAVA a.s.; ASOCIACE STROJNÍCH INŽENÝRŮ, Klub Česká Třebová, 8. 4. 2024.
- [2] Ende, R., Jensen, L., Otto, K., Otto, W., Sladek, H.: Superstructure Guidelines and Supplementary Superstructure Guidelines for Urban Rail Systems according to BOStrab; VDV Recommendation 600, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. Cologne 2018.
- [3] Vyhláška č. 173/1995 Sb.: Vyhláška Ministerstva dopravy ze dne 22. června 1995, kterou se vydává Dopravní řád drah, aktuální znění 9. prosince 2018.