

## Prostředky detekce vlaku bez izolovaných styků – možná řešení pro bezstykovou kolej

Ing. Jiří Holinger, Ing. Jiří Konečný, Ph.D.  
STARMON s.r.o.

seminář ČVTSS  
„Budoucnost venkovních prvků  
zabezpečovacích zařízení“

8. 9. 2021



## Struktura prezentace

- Úvod
- Paralelní kolejové obvody s izolovanými styky
- Počítače náprav
- Neohraničené kolejové obvody
- Kolejové obvody s elektrickými styky
- Závěrečné shrnutí možných řešení pro bezstykovou kolej



## Paralelní kolejové obvody s izolovanými styky

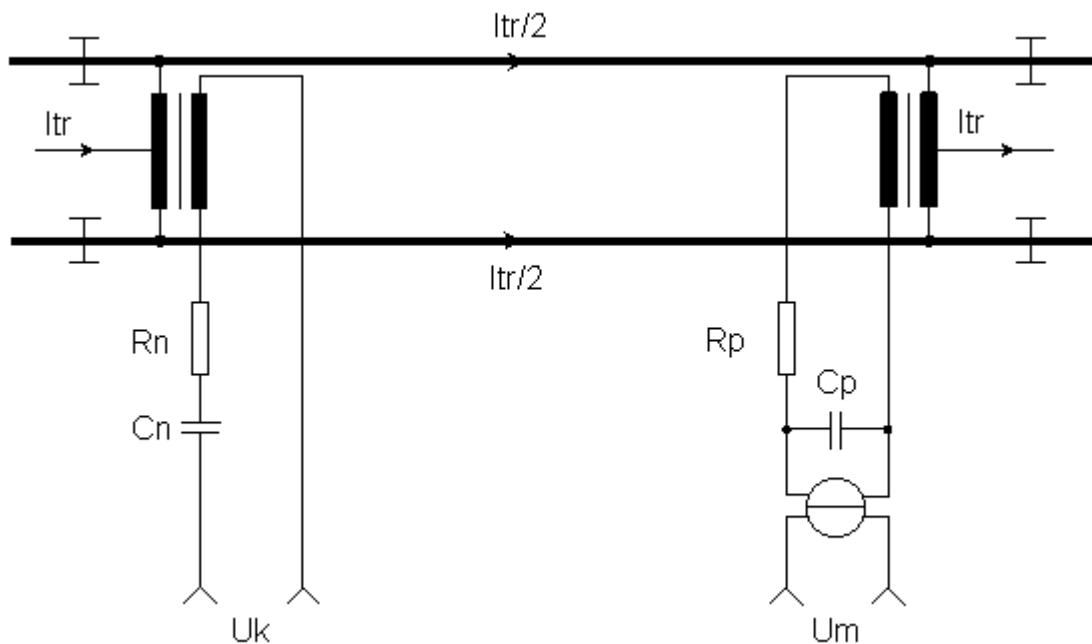


Schéma dvoupásového paralelního KO s izolovanými styky



## Paralelní kolejové obvody s izolovanými styky

- V ČR tradiční, liniový prostředek detekce vlaku.
- Problémy s šuntovou citlivostí těchto KO, s provozem na tratích s vysokou svodovou admitancí a s proudovou kompatibilitou s hnacími vozidly se podařilo postupně vyřešit, ale „problém“ výskytu izolovaných styků jednoduše řešit nelze.
- Další inovace KO s IS jsou technicky možné, ale vzhledem k striktnímu požadavku MD ČR na bezstyková řešení je již zřejmě nebude možné realizovat, a to především u KO na novostavbách.
- Plánované vypnutí kódování LVZ a přechod na ETCS L2 otevírá prostor k náhradě těchto KO počítači náprav nebo jinými typy KO, bez izolovaných styků.



## Počítače náprav

- Technicky nejjednodušší náhrada kolejových obvodů s izolovanými styky, **ALE oproti KO s IS představují bezpečnostní riziko:**
  - 1) Kvůli potenciálně chybné nouzové obsluze při potvrzování volnosti kolejového úseku.
  - 2) Kvůli absenci detekce lomu kolejnice.
- Obě tato rizika je třeba zhodnotit a řídit, a to především na hlavních tratích, na kterých vlaky pod dohledem ETCS budou jezdit rychlostí vyšší než 100 km/h.
- Kvůli zmíněnému riziku nouzové obsluhy není vhodné počítací body instalovat v místech předpokládaného zastavování kolejových vozidel (při posunu apod.).



## Počítače náprav doplněné o detektor lomu kolejnice

- Vzniku nebezpečných mechanických poškození kolejnic, z nichž zřejmě nejvíc nebezpečný je úplný lom, se předchází periodickým prováděním UZ defektoskopie. Je však problematické stanovit takový minimální interval periodické prohlídky, aby výsledné riziko vykolejení vlaku bylo přijatelně nízké.
- Podobně problematické je stanovení takového stupně poškození kolejnice, kdy je již nutná její výměna. Například ve stanici Kostomlaty nad Labem bylo údajně zjištěno přes 200 různých defektoskopických vad kolejnic, ale doprava kvůli tomu ihned zastavena nebyla a ne každou vadu bylo finančně únosné opravit.

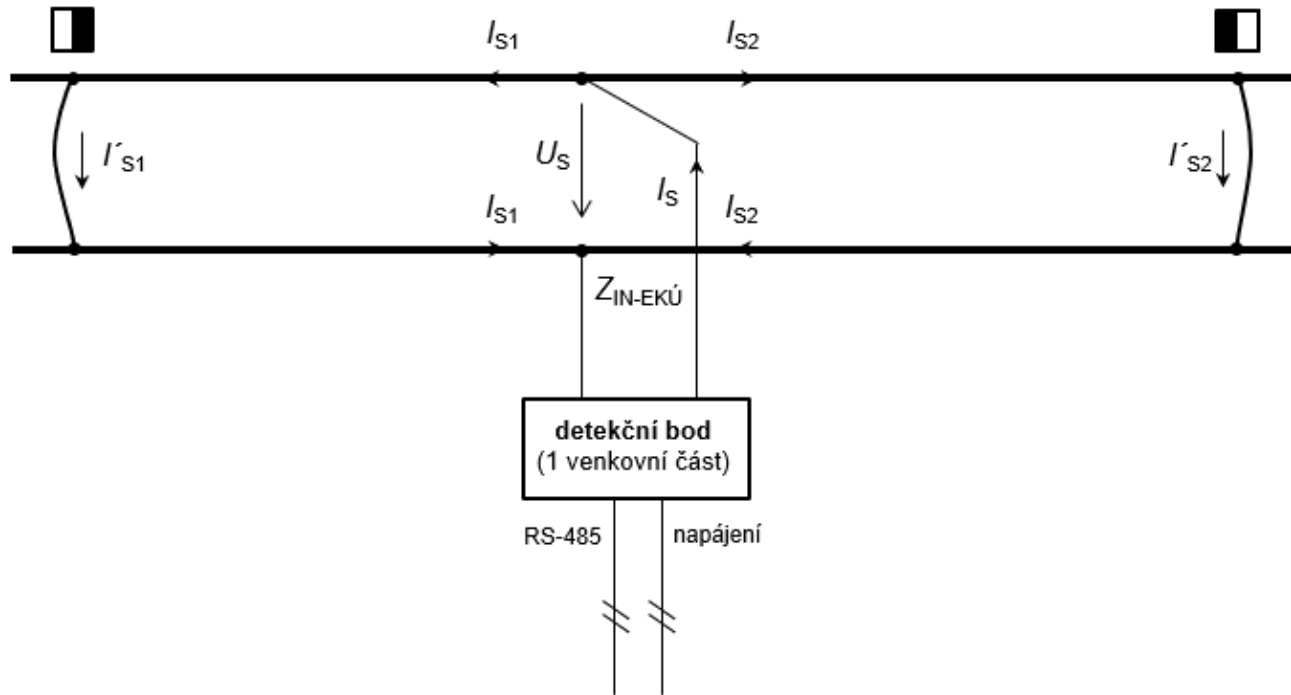


## Počítače náprav doplněné o detektor lomu kolejnice

- Ani při krátkých intervalech provádění UZ defektoskopie zřejmě nelze vyloučit, že k lomu kolejnice dojde. Proto je vhodné mít k dispozici technický prostředek, který celistvost kolejnic hlídá nepřetržitě, a případný lom kolejnice bez prodlení detekuje. Firma STARMON s.r.o. takové zařízení vyvinula pod názvem DELOK. Úspěšně proběhl jeho testovací provoz a nyní se připravuje ověřovací provoz.
- Delok je diagnostické zařízení, které lom detekuje „pouze“ spolehlivě. Z pohledu detekce vlaku se v podstatě jedná o neohraničený KO napájený uprostřed. Detekce lomu kolejnice je však vymezena zcela přesně, bez překryvů nebo „mrtvých“ zón.



## Počítače náprav doplněné o detektor lomu kolejnice

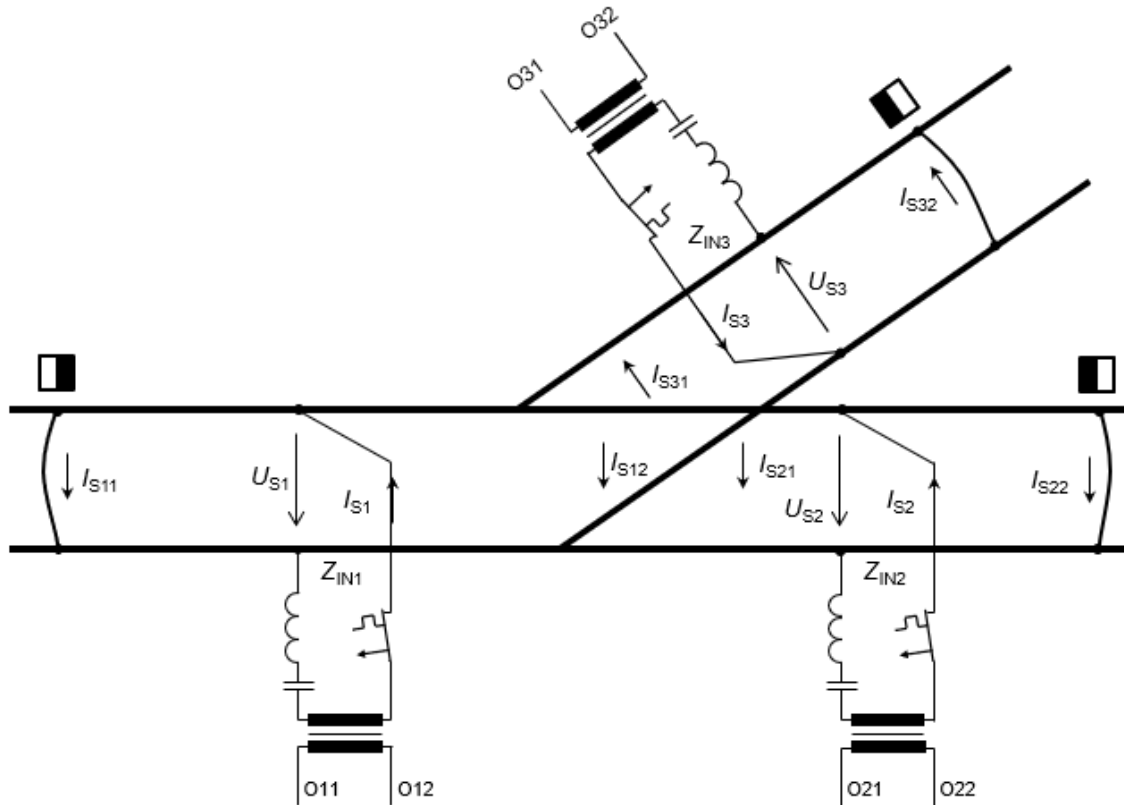


Přímý kolejový úsek s počítačem náprav a diagnostickým zařízením DELOK





## Počítače náprav doplněné o detektor lomu kolejnice



Rozvětvený kolejový úsek s počítačem náprav a diagnostickým zařízením DELOK



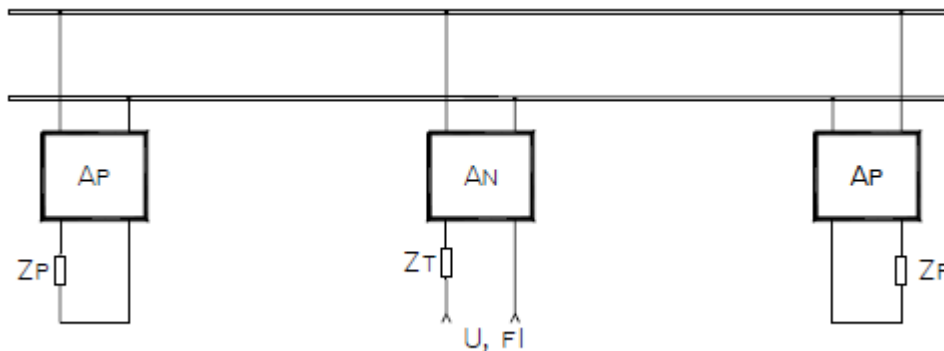
## DELOK – detektor lomu kolejnice

- Funguje s počítači náprav nebo samostatně, a to zcela bez izolovaných styků – i v rozvětvených KÚ je každý EKÚ elektricky vymezen jen dvěma zkratovacími lany.
- Každé zkratovací lano lze uzemnit a/nebo připojit na sousední souběžnou kolej (mezikolejové propojení).
- Uvnitř EKÚ platí stejné podmínky pro ukolejnění neživých částí, jako u kolejových obvodů.
- Maximální dosažitelná délka monitorovaného KÚ je 5 km (na kmitočtu 75 Hz a při měrné svodové admitanci maximálně 0,67 S/km)
- Příkon jednoho detekčního bodu < 5 W.
- Jednoduché, levné a spolehlivé zařízení.



## Neohraničené kolejové obvody

- Nemají přesně vymezenou oblast detekce vlaku (zpravidla vně KÚ, jehož volnost je detekována).
- Jsou napájeny nikoli od konce, ale „uprostřed“, vždy v dostatečné vzdálenosti od snímacích bodů (v ideálním případě přesně uprostřed KÚ).



Principiální schéma neohraničeného kolejového obvodu v přímém KÚ



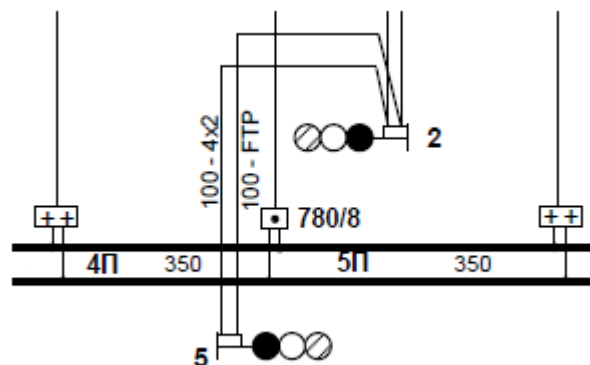
## Neohraničené kolejové obvody

- Pásmo neurčitosti detekce vlaku poblíž snímacího bodu je dáno především hodnotou vstupní impedance jeho výstroje (AP, ZP). Čím větší je hodnota této „zakončovací“ impedance, tím větší je mezní šuntová citlivost uvnitř NKO, ale také přesah do sousedního KO.
- Vzájemný přesah v detekci vlaku mezi dvěma sousedními NKO se označuje jako „překryv“. Zpravidla je dlouhý desítky metrů, což znemožňuje umístění návěstidel mezi dvěma různými NKO. Tento problém se u ruských tónových NKO typu TRC (tonalnye relsove cepy) řeší tím, že se oddílová návěstidla umísťují pouze v blízkosti napájecího bodu uvnitř jednoho NKO, a to ve vzdálenosti 20 m nebo 40 m od tohoto bodu.

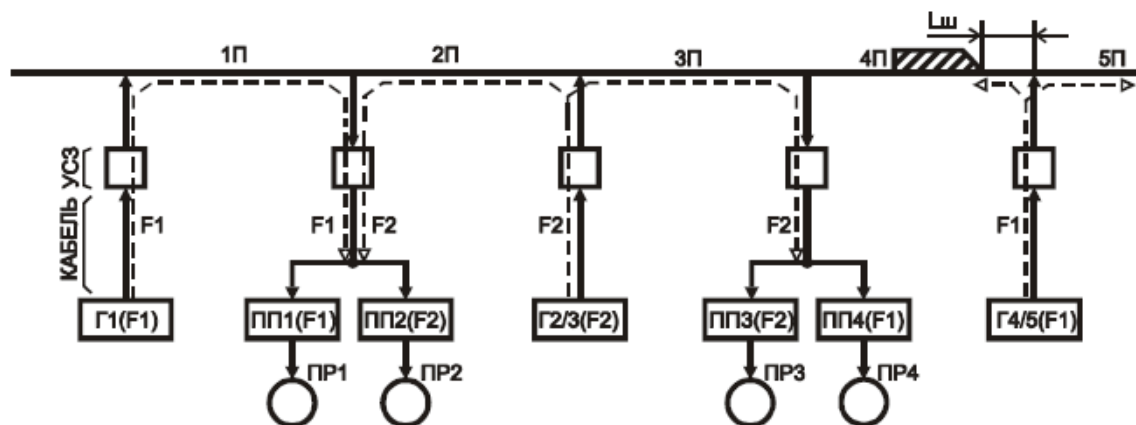


## Neohraničené kolejové obvody TRC (tónové KO)

- TRC-3 pracují v kmitočtovém pásmu 420 – 780 Hz, TRC-4 v pásmu 4,5 – 5,5 kHz.



Umístění oddílových návěstidel vůči napájecímu konci NKO typu TRC



Principiální schéma NKO typu TRC



## Neohraničené kolejové obvody TRC - výhody

- Absence stykových transformátorů a izolovaných styků na trati (nikoli v železničních stanicích).
- Zajišťují přenos kódu LVZ typu ALS.
- Odolnost proti nebezpečnému rušení je zajištěna vyššími kmitočty a amplitudovou modulací (klíčováním nosné).
- Fungují i v KÚ se svodovou admitancí  $> 1,4 \text{ S/km}$  (za cenu zkrácení provozní délky KO).
- Provozní délka KO mezi napájecím a snímacím bodem je sice relativně krátká (max. 1,0 km bez izolovaných styků a max. 1,3 km s izolovanými styky), ale při maximální svodové admitanci 1,4 S/km. Při hodnotě 0,67 S/km platné v ČR by bylo možné délku TRC výrazně prodloužit.



## Neohraničené kolejové obvody TRC - nevýhody

- Nízké fritovací napětí (mezi kolejnicemi). Amplituda napětí v impulzu kódu je na snímacím konci pouze cca 0,5 V.
- Údajně nízká šuntová citlivost (hodnotu mezní šuntové citlivosti TRC výrobce neuvádí).
- Volnost koleje mezi napájecím koncem TRC a nejbližším oddílovým návěstidlem nemůže být kontrolována v podmínkách jeho volnoznaku.
- Při hypoteticky uvažované náhradě stávajících traťových KO s IS v ČR by bylo potřeba více než dvou signálních bodů TRC na pokrytí jednoho prostorového oddílu. S tím souvisí více kabelizace, ale na druhou bez nutnosti sdružovat kabelové páry.



## Kolejové obvody s elektrickými styky

- Mají jasně vymezenou funkční délku.
- V místě elektrického styku, na konci KO, lze zřídit snímací nebo napájecí konec.
- KO s ES může být řešen také s napájením uprostřed a s přijímacími konci po stranách, v místech ES, čímž se zdvojnásobí funkční délka KO mezi dvěma ES.





## Kolejové obvody s elektrickými styky

Elektrický oddělovací styk (Electrical Separation Joint - ESJ) existuje ve dvou různých provedeních jako:

- paralelní rezonanční obvod s galvanickou a indukční vazbou, tvořený indukční kolejovou smyčkou (celé „Z“ lano nebo polovina „S“ lana) a kondenzátorem, nebo jako
- soustava rezonančních filtrů typu PZ a PP, tvořená kondenzátory, tlumivkami a indukčnostmi kolejnic určité délky (23 m v případě UM71).

V obou případech si jej lze z pohledu kolejí představit v náhradním schématu jako soustředěnou podélnou impedanci velké hodnoty, za kterou následuje příčná impedance malé hodnoty.



## Kolejové obvody s elektrickými styky

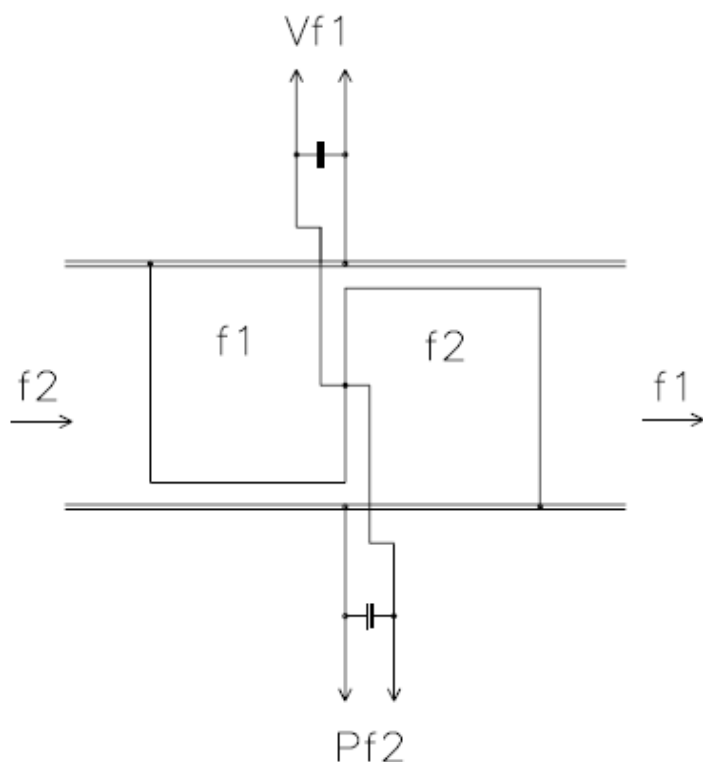
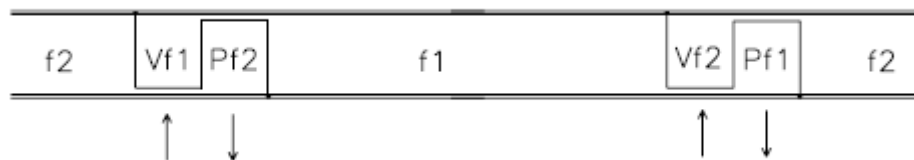


Schéma dvojice elektrických styků s galvanickou a indukční vazbou, s „S“ lanem



Principiální schéma KO s elektrickými „S“ styky

Příklady konkrétních typů KO s těmito ES:  
 FTGS (Siemens), Digicode (Alstom), CBDAC  
 (Hitachi Rail, dříve Ansaldo STS, EBI Track 200 Ti21  
 (Bombardier)

Parametry KO FTGS:

Délka jednoho „S“ styku ... 2x 3,5 m až 2x 9,5 m

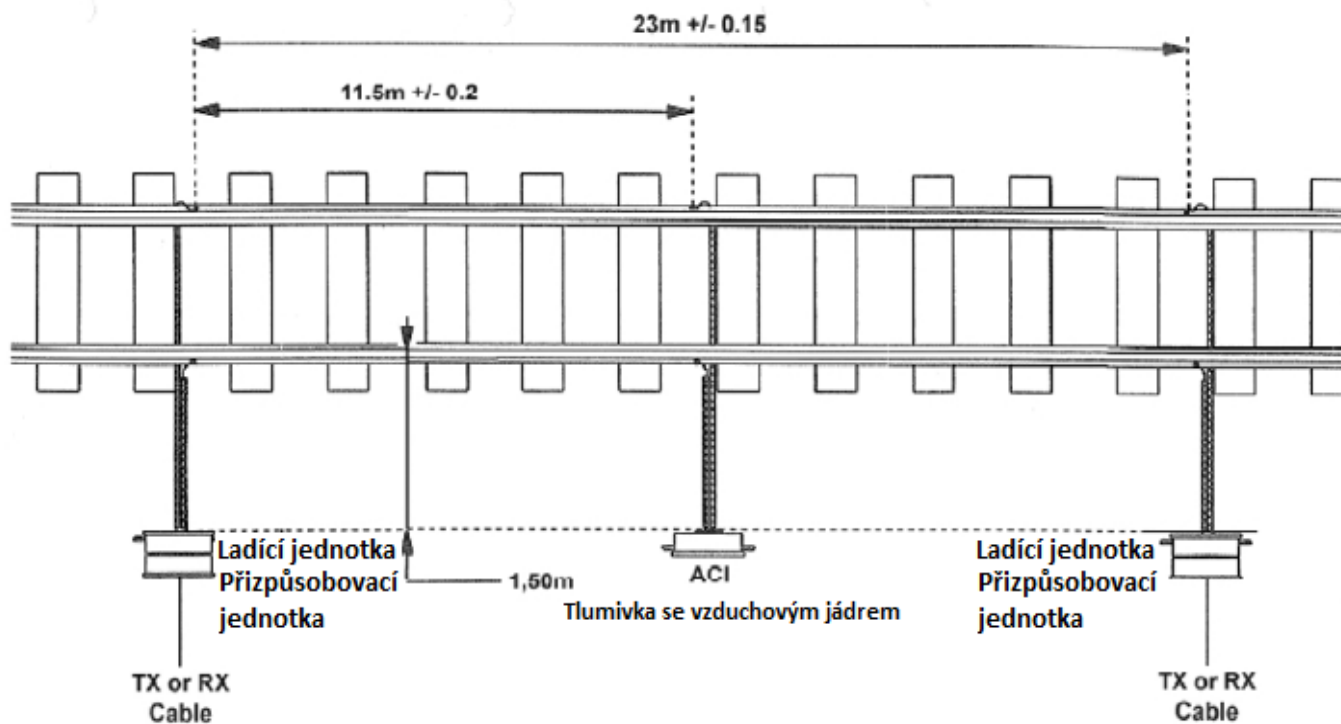
Mezní šuntová citlivost ... 0,5  $\Omega$

Délka EKÚ při 0,67 S/km ... 600 m (1200 m)

Příkon ... 80 - 90 VA



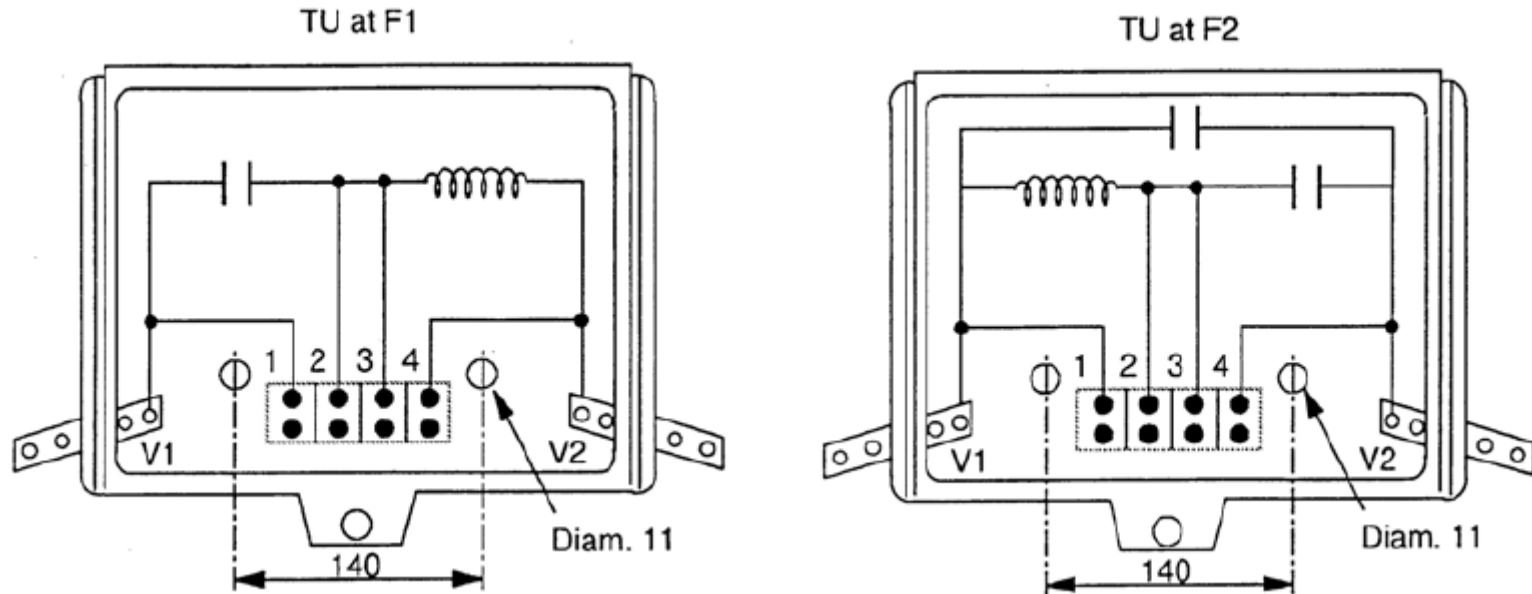
## Kolejové obvody s elektrickými styky, KO UM71



Znázornění elektrického styku tvořeného soustavou rezonančních filtrů  
(KO UM71)



## Kolejové obvody s elektrickými styky, KO UM71



Schémata ladicích jednotek elektrického styku KO UM71

Nalevo je znázorněna pásmová propust – rezonanční šunt.  
 Napravo je znázorněna pásmová propust i pásmová zadrž.



## Kolejové obvody s elektrickými styky, KO UM71

Vybrané technické parametry:

Pracovní kmitočtové pásmo ... 1,7 kHz až 2,6 kHz

Kmitočtový odstup mezi dvěma sousedními KO ... 600 Hz

Modulace ... frekvenční, BFSK, +/- 11 Hz

Délka jednoho ES ... 23 m

Mezní šuntová citlivost ... 0,25  $\Omega$  (0,15  $\Omega$  uvnitř ES)

Délka EKÚ mezi dvěma ES při 0,4 S/km ...

650 m bez kompenzačních kondenzátorů

1,1 km s kompenzačními kondenzátory

1,3 km při napájení uprostřed, bez Ckomp

2,2 km při napájení uprostřed, s Ckomp

Příkon ... neznámý, zřejmě < 100 VA na 1 KO

Min. fritovací napětí ... pouze 0,3 V (0,6 V s Ckomp) !!



## Závěrem:

- Počítače náprav jsou technicky nejjednodušší náhrada KO s IS, ale při jejich použití s sebou nese určitá rizika stran chybné nouzové obsluhy a lomu kolejnice, která je vhodné ošetřit.
- Neohraničené KO by po revizi TNŽ 34 2620 mohly být vhodnou alternativou ke KO s IS i vůči počítačům náprav, ale zřejmě pouze na trati, nikoli ve stanicích.
- KO s ES sice přesně vymezují funkční délku KO, ale stejně jako NKO mají nízké frotovací napětí a při svodové admitanci mezi kolejí a zemí až 1,5 S/km problematickou detekci lomu kolejnice. I v tomto případě by tedy byla nutná revize našich technických norem, které s aplikací KO bez izolovaných styků vůbec nepočítají.



## Závěrem:

- Rozhodnutí, zda a čím naše KO s IS nahradit, by mělo být provedeno objektivně na základě analýzy RAMS a analýzy nákladů a přínosů. Největší váhu by přitom měla mít analýza bezpečnosti.



Děkujeme za pozornost.

[jiri.holinger@starmon.cz](mailto:jiri.holinger@starmon.cz)

[jiri.konecny@starmon.cz](mailto:jiri.konecny@starmon.cz)

[starmon@starmon.cz](mailto:starmon@starmon.cz)

