

**UNIVERZITA PARDUBICE**  
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA  
Katedra technologie a řízení dopravy



# **TECHNOLOGIE A ŘÍZENÍ DOPRAVY II. - GVD**

Prof. Ing. Tatiana Molková, Ph.D.  
doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.  
doc. Ing. Jaroslav Vonka, CSc.

PARDUBICE

# Nás vedete Vy!

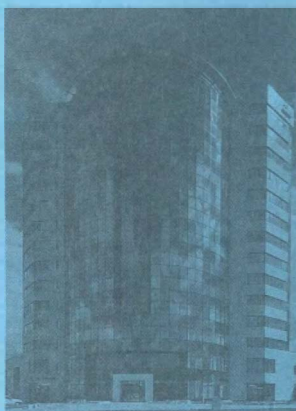


Společnost ŽS Brno, a.s. je přímým nástupcem původně státního podniku nazvaného Železniční stavitelství Brno, který byl založen v roce 1952 jako firma se specializací na stavby v oblasti železnic a železniční dopravy.

K dubnu 1992 byl podnik transformován na akciovou společnost a v roce 1993 přijala společnost rozhodnutí o změně názvu na ŽS Brno, a.s.

Nyní je ŽS Brno, a.s. moderní, multiprofesní stavební firma, která má nejen dlouholetou tradici, ale i bohaté zkušenosti s velmi důležitými stavebními projekty jak železničními, tak i na poli pozemních a inženýrských staveb. Naše společnost je vybavena širokým spektrem strojního zařízení a dostatečným počtem kvalifikovaných zaměstnanců.

Společnost ŽS Brno, a.s. má zavedeny a udržovány standardy kontroly jakosti ČSN EN ISO 9002, které považujeme za obzvláště důležité pro zaručení nezbytné kvality prováděných traťových prací. Právě kvalita námi prováděných prací je jedním z významných faktorů úspěchu naší společnosti při realizaci mezinárodních zakázek na Evropských železničních koridorech.



Dnes ~~společnost~~ účastní staveb v tuzemsku i zahraničí, především v oblasti stavby a rekonstrukce železnic a tunelů. Zejména se jedná o práce na výstavbě I. železničního koridoru (Berlín – Česká republika) a II. železničního koridoru (Varšava – Česká republika), které jsou v současnosti jednou z hlavních aktivit naší společnosti. Účelem těchto prací je zejména rekonstrukce stávajících tratí po splnění evropských rychlostních standardů až po rychlosti na 160 km/h., protože poloměry zatáček stávající trati nedovolují použití ve vyšších rychlostech. V souvislosti s tím provádíme též rekonstrukce trakčního vedení a instalaci nového signalizačního, řídicího a informačního systému.

Dále je firma zaměřena a profesně i technologicky vybavena i na ostatní oblasti stavebnictví jako jsou například stavby silniční a dálniční, výstavby městských center, komplexů rodinných domů, inženýrské stavby – mostní objekty, podzemní objekty, kanalizace, elektrické vedení, přidruženou stavební výrobu – elektroinstalace, topnářské práce, řemesla, ekologické stavby apod. Firma ŽS Brno, a.s. se aktivně podílela na odstraňování následků katastrofálních povodní v roce 1997. Jsme úspěšní, protože „NÁS VEDETE VY!“

ŽS Brno, a.s., Burešova 17, CZ - 660 02 Brno  
tel.: ++420 (0)5 4157 1111, fax: ++420 (0)5 4121 2166

 **ŽS BRNO**  
akciová společnost

Na vydání těchto skript v roce 2000 finančně přispěli:



**firma ŽS Brno, a.s.**



**Nadační fond Jana Pernera.**

Tento učební text je určen pro všechny studenty DF JP, zejména však pro studijní obor Technologie a řízení dopravy prezenčního studia. Skutečný rozsah požadovaných znalostí je diferencován na přednáškách poněkud odlišných pro studijní obory Dopravní management, marketing a logistika, Dopravní prostředky a Dopravní infrastruktura.

Autoři děkují Doc. Ing. Karlovi Šotkovi, CSc. a Ing. Vladimíru Lukšů, CSc. za cenné připomínky, které vznesli k obsahu, rozsahu i k věcné stránce učebního textu v rámci jejich recenze. Všechny připomínky byly zapracovány.

Autoři uvítají i další připomínky k obsahové i věcné stránce tohoto učebního textu.

Rukopis neprošel redakční ani jazykovou úpravou.

**ISBN 978-80-7560-321-0 (pdf)**

© prof. Ing. Tatiana Molková, Ph.D., doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D. 2000, 2020  
doc. Ing. Jaroslav Vonka, CSc. 2000

## Úvod

Výrobní činnost společnosti je úzce spojena s dopravou. Ve většině průmyslově rozvinutých států značné břímě přepravy spočívá na železniční dopravě. Aby železnice mohla plnit přepravní úlohy, požadované jednotlivými subjekty tržního hospodářství, musí mít prostředky pro plánování a řízení své činnosti. Jedním z takových prostředků je grafikon vlakové dopravy (GVD).

*Grafikon vlakové dopravy* je prvotním dokumentem pro základní i operativní řízení provozní činnosti železnice v oblasti organizace vlakové dopravy. Na kvalitě konstrukce GVD bude záviset i jeho realizace, neboť zejména náhodné vlivy za provozu vytvářejí podmínky k tomu, aby se realizace příliš nelišila od plánu. Podrobná znalost technologie činností souvisejících s organizováním a zabezpečením jízd vlaků při výpočtu jednotlivých prvků GVD je jednou ze základních podmínek kvality GVD. Kromě ruční konstrukce se v současné době používá pro výpočet a konstrukci GVD výpočetní technika (SENA - JŘ - VT). To umožňuje nejen optimalizovat výslednou variantu konstrukce GVD vzhledem k zadaným kritériím, ale vytváří podmínky pro přiblížení vykonstruovaného GVD provozním podmínkám.

Tvorba GVD je úzce spojena s kapacitními otázkami železničních zařízení, zejména tratí. Tuto otázku lze řešit s přihlédnutím k různým provozním podmínkám a způsobům organizace jízd vlaků. Nejjednodušší provozní podmínky jsou deterministické a způsob organizování jízd vlaků na základě rovnoběžného GVD. Naproti tomu nejsložitější podmínky budou stochastické a způsob organizace jízd vlaků na základě nerovnoběžného GVD. Složitosti provozních podmínek musí odpovídat i metody, které k výpočtu propustné výkonnosti budou použity. V praxi dochází k takovým situacím, že nároky na potřebný počet převezaných vlaků jsou vyšší, než je schopnost - propustná výkonnost - trati. V takových případech je nutno hledat cesty - způsoby, jak propustnou výkonnost zvýšit a navrhnout potřebná opatření. Naopak v některých případech disponuje trať nebo traťový úsek značnou propustností, ale nároky na přepravu poklesly a jsou a nadále v blízkém časovém horizontu i budou menší. V takovém případě je účelné vědět o možnostech, jak propustnou výkonnost snížit, ale současně zvýšit hospodárnost provážení vlaků při zachování potřebné kvality provozu.

Toto skriptum věnuje největší pozornost grafikonu vlakové dopravy, jakož i propustné výkonnosti zejména železničních tratí.

• Metody používané k řešení teoretických otázek souvisejících s provozem na železnici musí být v souladu s podmínkami, ve kterých se uskutečňuje. Skutečný provoz na železnici má většinou charakter stochastický. Nelze však tvrdit, že není možno vytvořit provozní podmínky deterministické nebo kvazideterministické. Proto je zde věnována pozornost jak stochastickým, tak i deterministickým metodám, zejména při řešení otázek propustné výkonnosti tratí. Tak jako nelze neuplatňovat metody operačního výzkumu, nelze při řešení teoretických i praktických otázek železničního provozu neuplatňovat výpočetní techniku.

Stejně tak, jako uvedení deterministických metod, mohlo by se zdát archaismem i předložení některých partií týkajících se parní trakce. Není tomu ani v tomto případě. Ačkoliv na ČD není parní trakce používána od r. 1980, je z hlediska obecného, teoretického i historického potřebné věnovat jí nezbytnou pozornost.

Hlavním smyslem tohoto skriptu přispět k výchově odborníků v oboru železniční dopravy, kteří se uplatní v rozvíjení této dopravy v ČR. Proto se předkládané skriptum v některých případech opírá o zásadní ustanovení předpisů ČD. Při její tvorbě bylo přihlédnuto ke zkušenostem z výuky a kontinuitě výuky této disciplíny na Universitě Pardubice a VŠDS. Stalo se tak nejen formou návaznosti na předcházející učební texty, ale i formou cenných poznámek a rad z řad pedagogů, kterým touto cestou děkujeme.

## 1. Význam a úkoly grafikonu vlakové dopravy jako hlavního prvku základního řízení železniční dopravy

Železnice ke zvládnutí všestranných a rozhodujících úkolů, které jsou jim v tržním hospodářství svěřeny, musí zabezpečit především soulad činností všech svých organizačních složek v předem stanoveném řádu. Soulad všech provozních složek v určeném řádu se zabezpečuje organizací vlakové dopravy. Vlastní realizace vlakové dopravy je pak určována grafikonem vlakové dopravy.

**Grafikon vlakové dopravy (GVD)** není však jen základem organizace vlakové dopravy, nýbrž i plánem provozní činnosti všech železničních služebních odvětví účastnících se na vlakové dopravě.

Grafikon vlakové dopravy určuje nejen jízdu vlaků, ale i práci lokomotiv, vozů, stanic, dep, stanic technických prohlídek, traťových distancí, sdělovacích a zabezpečovacích distancí a elektroúseků. Znamená to, že z grafikonu vlakové dopravy vyplývá *plán činnosti všech železničních složek, zabezpečujících vlakovou dopravu.*

Grafikon vlakové dopravy byl určité období chápán a vykládán jako tuhý, "železný" řád. Tato interpretace byla postupně přehodnocena a za grafikon vlakové dopravy se rozuměl předpokládaný model organizace vlakové dopravy, z něhož vyplývá typová činnost všech železničních organizačních složek, která souvisí s vlakovou dopravou. Tento výklad nechápal GVD jako strnulý a neměnný řád, ale jako pružný a tvárný model, který je *nej důležitějším podkladem* pro základní řízení a zároveň významným vzorem a srovnávací základnou pro řízení operativní. Dnešní pojetí grafikonu vlakové dopravy je souhrn opatření a pomůcek, které souvisí s vlakovou dopravou, vypracovávají se a vydávají pro období stanovené v souladu s mezinárodními železničními dohodami.

Grafikon vlakové dopravy se sestavuje a zavádí v celé naší železniční síti v souladu se sousedními železničními správami. *Organizuje a sjednocuje* provozní práci všech stanic, traťových úseků a celých tratí v jednotný společný výrobní proces, podobající se pásové výrobě jiných výrobních odvětví.

Grafikon vlakové dopravy musí být sestaven tak, aby *zabezpečil*:

- rychlou, hospodárnou a bezpečnou přepravu cestujících a zboží, předpoklady pro bezpečnou jízdu vlaků jak na širé trati, tak i ve všech dopravních, nejvyšší rychlost vlakové dopravy, splnění plánu přepravy,
- nejvhodnější využití lokomotiv a vozů ,
- sladění činností stanic a přilehlých traťových úseků a stanic navzájem, rovnoměrnost provozních procesů stanic i traťových úseků a nejlepší využití jejich propustné výkonnosti, plné využití stanovené pracovní doby vlakového personálu,
- nejvyšší produktivitu práce a nejnižší přepravní náklady.

Grafikon vlakové dopravy má být stanoven tak, aby zaručoval splnění přepravního plánu *hospodárně*. Nový grafikon vlakové dopravy má umožňovat využití provozních prostředků železnice, předvídat vzrůst nákladky, zvýšení rychlosti vlakové dopravy, zkrácení oběhu vozů, lepší využití lokomotiv, rozšíření pokrokových pracovních metod.

Míra a kvalita plnění grafikonu vlakové dopravy je ukazatelem kvality železniční dopravy, je nejdokonalejší prokoukou výpočtů propustné výkonnosti a spolehlivým podkladem pro stanovení technologických postupů úkonů u jednotlivých provozních hospodářských jednotek.

Kromě toho GVD musí sladit požadavky cestujících a přepraveců na nejrychlejší a nejvýhodnější přepravu se zájmy železničních složek účastnících se na vlakové dopravě k dosažení bezpečného

a hospodárného provozu. Toho se dosáhne tak, že se zjistí směřování proudů cestujících a stanoví účelné zátěžové proudy, a tím i potřebný počet vlaků a vhodně položených tras vlaků.

Uvedená hlediska charakterizují GVD v širším smyslu.

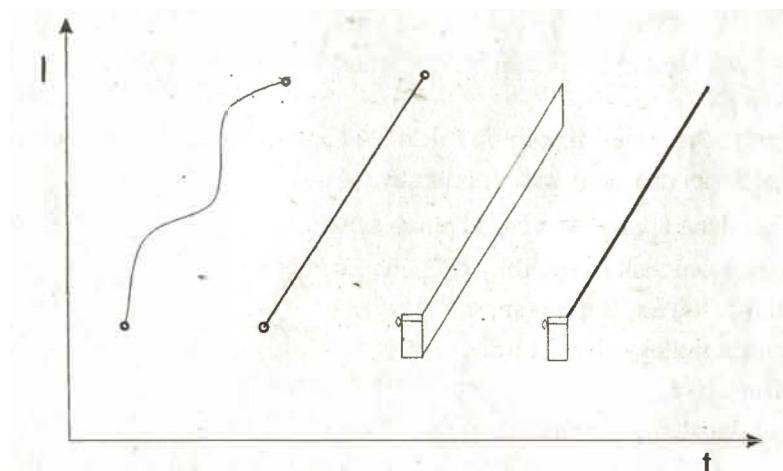
Grafikon vlakové dopravy, zkráceně též grafikon, je chápán i v užším smyslu jako nákrešný jízdní řád nebo list grafikonu.

## 1.1 Grafické znázornění jízdy vlaku

*Vlakem* se rozumí sestavená a zavěšená skupina vozidel, tvořená alespoň jedním hnacím vozidlem, označená stanovenými návěstmi, s doprovodem vlaku a jedoucí podle jízdního řádu nebo podle pokynů odborně způsobilé osoby řídící drážní dopravu. Znamená to, že chybí-li vlaková četa, tažné vozidlo nebo určité návěsti vlaku, nelze hovořit o vlaku, ale o skupině vozidel, nebo častěji o vlakové soupravě.

*Pohyb vlaku* mezi dvěma dopravními je znázorněn zjednodušeně jako pohyb rovnoměrný, i když jízda vlaku je značně nerovnoměrná. Snaha po přesném zachycení průběhu jízdy vlaku by však byla zbytečná a znázornění velmi komplikované.

Při přímkovém znázornění jízdy vlaku dochází ještě k jednomu zjednodušení. Samotný vlak, jako skupina vozidel, bývá často několik set metrů dlouhý. V tom případě nevystačíme se zjednodušeným pojmem pohybu hmotného bodu, jak se často užívá ve fyzice. V některých přesných výpočtech musíme přihlížet k délce vlaku. Proto je nutno sledovat pohyb jak *čela*, tak *konce vlaku*. Znamenalo by to konstruovat pohyb vlaku jako dvě rovnoběžné přímky, což je rovněž zbytečně komplikované. Proto bylo u ČD zavedeno, že *veškeré výpočty a grafická znázornění pohybu vlaků se vztahují k čelu vlaku* (obr. 1-1).



Obrázek 1-1 Grafické znázornění jízdy vlaků

Uvedená zjednodušení umožňují vyjádřit trasu vlaku analyticky jednoduchým lineárním vztahem dráhy jako funkce času:

$$l = f(t) \quad (1-1)$$

Tangentou trasy určující její strmost je rychlost

$$v = \frac{l_2 - l_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{km} \cdot \text{h}^{-1}) \quad (1-2)$$

V listech GVD jsou zakresleny trasy všech vlaků pravidelných, vlaků podle potřeby a vlaků rušících.

*Pravidelné vlaky* jezdí pravidelně, aspoň jednou týdně ve stejný den.

*Mimořádné vlaky* se dělí na:

- vlaky v obecném zájmu, jejichž jízda je nařízena podle zvláštního nařízení (např. vládní vlaky), vlaky podle potřeby, jejichž trasy jsou sice v listech GVD zakresleny, ale jezdí jen podle provozní potřeby (jejich jízdy zavádí provozní dispečer), následy, tj. druhé a u dvoukolejných tratí i třetí díly vlaků. Následy se řídí vždy jízdním řádem kmenového vlaku,
- rušící vlaky, tj. vlaky, které ruší jízdu některého pravidelného vlaku. Jsou obsaženy v listu GVD, kreslí se červeně a musí se zavádět,
- zvláštní vlaky, pro něž je nutno případ od případu vypracovat jízdní řád, např. pro zabezpečení přepravy při zvýšené frekvenci cestujících o svátcích. Tyto trasy nemohou být obsaženy v listu GVD.

## 2. Druhy a číslování vlaků na ČD

### 2.1 Druhy vlaků

Vlaky můžeme třídit podle různých kritérií. Pro potřeby GVD jsou nejvýznamnější hlediska členění podle určení a podle důležitosti.

*Vlaky podle určení* rozdělujeme na vlaky

1. osobní dopravy - zajišťující přepravu cestujících, zavazadel, spěšnin a pošty,
2. nákladní - sestavené převážně z nákladních vozů,
3. vlečkové - obsluhující vlečku zaústěnou zpravidla do železniční stanice, výjimečně odbočující z traťové koleje,
4. služební - určené pro vlastní potřebu železnice i jednotlivých služebních odvětví,
5. vojenské - sloužící pro účely národní obrany.

*Důležitost vlaků* je dána i pořadím v řízení jejich sledu:

1. mezistátní expresní vlaky a rychlíky (EC, IC, Ex a R),
2. vnitrostátní SC, IC, Ex, R a Sp (spěšné vlaky),
3. expresní nákladní vlaky (Nex, TEEM),
4. osobní a příměstské,
5. nákladní (přednostně s přepravou osob),
6. vojenské,
7. vlečkové,
8. služební.

Toto pořadí může být narušeno při mimořádných situacích nebo výjimečně v určitém denním období u některých osobních a příměstských vlaků (přednostní doprava do zaměstnání).

### 2.2 Číslování vlaků

Každý vlak musí mít své číslo. Vlaky zapracované do GVD jsou číslovány jedno- až pětímístnými čísly. Z důvodu strojního zpracování se může vyskytnout číslo vlaku na celé síti ČD jen jednou za 24 hodin. V příhraniční dopravě se může vyskytovat číslo již použité, musí však být v sešitovém jízdním řádu (SJŘ) doplněno o zkratku sousední železniční správy (např. DB, PKP, ŽSR, ÖBB). S ohledem na statistická zpracování nesmějí čísla vlaků obsahovat *žádná písmena* ani *různé indexy*.

Číslo vlaků musí být shodná v pomůckách služebních a pro cestující veřejnost. Systém číslování vlaků na ČD je v souladu s přijatým systémem číslování na mezinárodní úrovni. Mezi čísly vlaků osobní a nákladní dopravy je přesná hranice, bez dovoleného překrývání.

#### *Rozdělení čísel do základních skupin:*

1 až 29 999 jsou vyhrazené pro vlaky osobní dopravy zapracované do jízdního řádu,  
30 000 až 39 999 jsou zvláštní vlaky nákladní i osobní,  
40 000 až 49 999 jsou mezistátní nákladní vlaky,  
50 000 až 59 999 jsou vnitrostátní nákladní vlaky dálkového charakteru,  
60 000 až 69 999 jsou vnitrostátní nákladní vlaky,  
70 000 až 79 999 jsou lokomotivní vlaky,  
80 000 až 89 999 jsou manipulační vlaky,  
90 000 až 99 999 jsou přestavovací vlaky, vlečkové vlaky, popřípadě pracovní vlaky.

Kromě tohoto základního členění má v tomto systému číslování význam i jednotlivá pozice tisícová, stovková a jednotková. Lze tak vyjádřit např. kategorii vlaku atd. Vlaky jednoho směru mají zpravidla čísla lichá, opačného směru čísla sudá. U všech vlaků je zpravidla uplatněna zásada, že vlaky *se sudým číslem* (na jednotkové pozici) jedou od začátku ke konci trati a jsou kresleny v listu grafikonu *shora dolů*. Vlaky *lichých čísel zdola nahoru*. Dvojici vlaků se pak přiřazují na jednotkové pozici dvojice čísel 0/1, 2/3, 4/5, 6/7, 8/9.

### **2.2.1 Číslování osobních vlaků**

Jednotlivým kategoriím expresních vlaků (vč. EC, IC, EN, Ex - dále jen Ex), R a Sp vlaků se přidělují čísla podle těchto zásad:

1 -	199	Ex mezinárodní dopravy,
200 -	499	R mezinárodní dopravy kromě vlaků sezónních,
500 -	599	Ex vnitrostátní dopravy,
600 -	999	R vnitrostátní dopravy,
1000 -	1299	sezónní vlaky mezinárodní dopravy,
1300	1399	vlaky se speciálním určením bez přepravy cestujících (např. poštovní, pro přepravu vozů do/z opraven kolejových vozidel),
1400	1599	sezónní a posilové R vnitrostátní dopravy,
1600	1999	Sp vlaky.

Osobní (Os) a soupravné vlaky (Sv) se číslují čtyřmístnými nebo pětímístnými čísly v intervalu 2000 - 29999.

### **2.2.2 Číslování nákladních vlaků**

Mezinárodní nákladní vlaky se číslují pětímístnými čísly začínajícími číslicí 4. Význam dalších číslic je následující:

- číslice na jednotkové pozici vyjadřuje pořadové číslo vlaku,
- číslice na desítkové pozici vyjadřuje speciální rozdělení v rámci stovkové série,
- číslice na stovkové pozici vyjadřuje geografickou polohu vlaku v Evropě,

- číslice na tisícové pozici vyjadřují druh vlaku, a to:
- 0 vlaky sítě EUC,
- 1 mezinárodní expresní a rychlé nákladní vlaky (mimo síť EUC),
- 2,3 vlaky pro kombinované přepravy (TEC),
- 4,5,6 ostatní vlaky kromě vlaků s jedním druhem nákladu a vlaků s prázdnými vozy,
- 7,8 ucelené vlaky s jedním druhem nákladu,
- 9 vlaky s prázdnými vozy.

Vnitrostátní nákladní vlaky se číslují pětímístnými čísly, začínajícími číslicemi 5,6,8 a 9, které značí druh vlaku.

Význam jednotlivých číslic:

- 5
  - nákladní expresní vlaky (Nex), které mají jako poslední dvojčíslí na desítkové a jednotkové pozici vždy 00 - 09,
  - rychlé nákladní vlaky (Rn), které mají jako poslední dvojčíslí vždy čísla 10 - 19,
  - Nex vlaky pro kombinovanou dopravu, které mají jako poslední dvojčíslí vždy čísla 20 - 29,
  - spěšné nákladní vlaky (Sn), které mají jako poslední dvojčíslí vždy čísla 30 - 59,
  - vyrovnávkové nákladní vlaky (Vn), které mají jako poslední dvojčíslí vždy čísla 60 - 99,
- 6
  - průběžné nákladní vlaky (Pn),
- 8
  - manipulační vlaky (Mn), které mají jako poslední dvojčíslí vždy čísla 00 - 79,
  - vlečkové vlaky (Vleč), které mají jako poslední dvojčíslí vždy čísla 80 - 99,
- 9
  - přestavovací vlaky (Pv).

Číslice 0 - 8 na tisícové pozici vyjadřuje obvod OPŘ, v němž vlak vychází, číslice 0 - 8 na stovkové pozici vyjadřuje obvod OPŘ, v němž vlak končí. U Mn a Pv vlaků se obvod končícího OPŘ nevyjadřuje. Číslice 9 na tisícové pozici znamená vlak pro tzv. „externího“ dopravce. Číslice na desítkové a jednotkové pozici vyjadřují pořadové číslo vlaku a současně slouží k rozlišení druhu vlaku v desetímístných sériích 5 a 8.

Lokomotivní vlaky (Lv) se číslují pětímístnými čísly začínajícími číslicí 7. U Lv vlaků je pro „externí“ dopravce přidělena jen série 79500 - 79999.

Služební vlaky se číslují podle účelu, ke kterému slouží, podle zásad pro číslování vlaků osobní dopravy nebo nákladní dopravy.

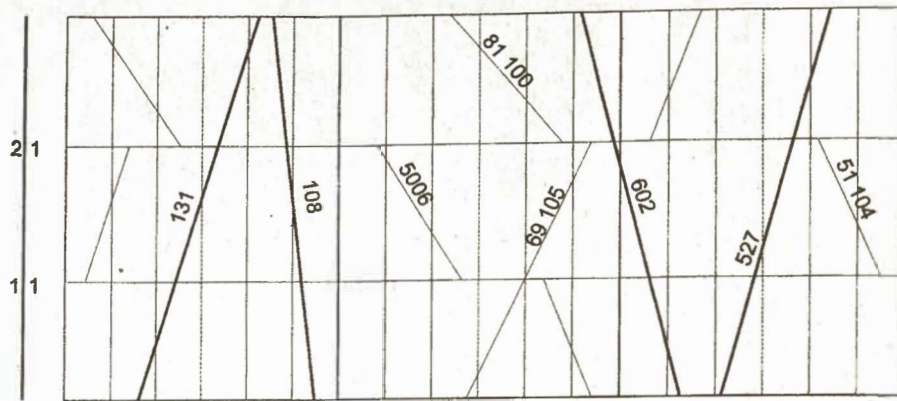
Význam jednotlivých číslic pro každé období platnosti GVD je podrobně rozpracován v pomůcce Plán řadění nákladních vlaků - ND.

### 2.2.3 Číslování zvláštních vlaků

Zvláštní vlaky osobní dopravy předvídané při sestavě GVD jsou číslovány pětímístnými čísly začínajícími dvojčíslím 10 nebo 11.

Jízdní řád zvláštních vlaků nepředvídaných při sestavě GVD se vydává případ od případu. Tyto vlaky se číslují pětímístnými čísly začínajícími 3. Při číslování nerozhoduje, jde - li o vlak osobní dopravy nebo nákladní dopravy. Číslice na tisícové pozici vyjadřuje OPŘ, z jehož obvodu vlak vychází z výjimkou číslice 9, která je určena pro tzv. „externí“ dopravce. Číslice na stovkové pozici vyjadřuje OPŘ, v jehož obvodu vlak končí. Číslice pro rozlišení OPŘ určuje DOP podle stejných zásad, jako při číslování vnitrostátních nákladních vlaků. Poslední dvojčíslí je pořadovým číslem.





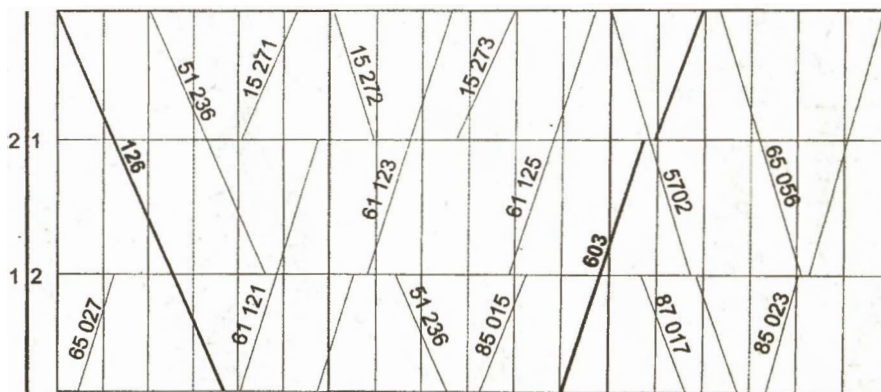
Obrázek 3-2 Grafikon jednokolejný nerovnoběžný

### 3.2 Rozdělení podle počtu traťových kolejí

Podle počtu traťových kolejí rozeznáváme GVD:

#### 1. Jednokolejné (obousměrné)

Vlaky obou směrů jezdí střídavě *po jedné traťové koleji*. Protisměrné vlaky se mohou setkávat pouze ve stanicích nebo výhybnách křižováním. Vhodné rozmístění míst křižování i vhodně zvolené uspořádání poloh vlaků ovlivní kvalitu jízdního řádu.

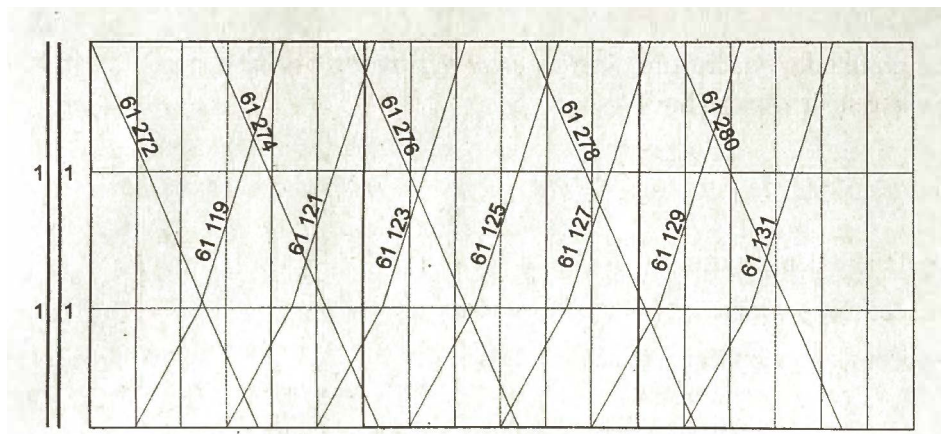


Obrázek 3-3 Grafikon jednokolejný

#### 2. Dvoukolejné (jednosměrné)

Pro vlaky stejného směru je vyhrazena jedna traťová kolej. Nejrozšířenější je *pravostranný* nebo *pravokolejný provoz*. Výjimečně se setkáme i s levokolejným provozem, např. na tratích Bohumín-Přerov-Břeclav nebo Most-Sokolov.

Trasy vlaků obou směrů se mohou protínat libovolně jak v dopravnách, tak i na širé trati, vlaky opačných směrů nejsou na sobě závislé (obr. 3-4). Vlaky stejného směru se však mohou předjíždět pouze ve stanicích nebo výhybnách.

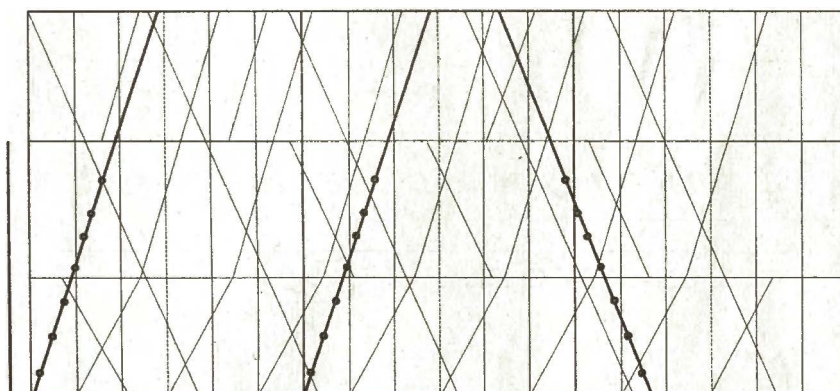


Obrázek 3-4 Grafikon dvoukolejný rovnoběžný

Zvláštním případem dvoukolejné trati je tzv. banalizovaná dvoukolejná trať: Tato trať umožňuje zabezpečenou jízdu vlaků po každé traťové koleji v obou směrech.

### 3. Vícekolejné

Patří sem trojkolejné úseky, zpravidla vnější koleje jsou pojížděny vlaky jednoho směru a prostřední kolej, označovaná jako *nultá kolej*, slouží jízdě vlaků v obou směrech. Tato banalizovaná kolej je vyhrazena buď pro přetížený směr nebo často i pro určitý druh vlaku (obr. 3-5). K ještě větší specializaci kolejí dochází při čtyřkolejném uspořádání. V takovém případě se velmi často využívá dvou traťových kolejí pro vlaky pomalejší, např. nákladní, a další dvě traťové koleje se využívají pro jízdu rychlejších vlaků.



Obrázek 3-5 Grafikon vícekolejný, nerovnoběžný

### 3.3 Poměr počtu vlaků jednoho a opačného směru v GVD

Podle poměru počtu vlaků jednoho a opačného směru rozeznáváme GVD :

#### 1. Párové

Počet vlaků je v obou směrech jízdy stejný.

#### 2. Nepárové

Počet vlaků je v každém směru jízdy jiný.

Nepárovost je významná především v jednokolejných grafikonech. Nejčastěji je způsobena odlišnými nároky na přepravu v jednom i druhém směru. *Silnější směr* se nazývá často směrem *loženým*, zatímco *slabší směr* se označuje jako směr *opačný*, nebo též *prázdný*.

Nepárovost grafikonu vyjadřujeme *koefficientem nepárovosti*  $\gamma_n$  jako poměr počtu vlaků ve směru loženém k počtu vlaků směru opačného

$$\gamma = \frac{N_{loz}}{N_{op}} \quad (< 1) \quad (3-1)$$

kde  $\gamma_n$  je koeficient nepárovosti,

$N_{loz}$  - počet vlaků v loženém (silnějším) směru ,

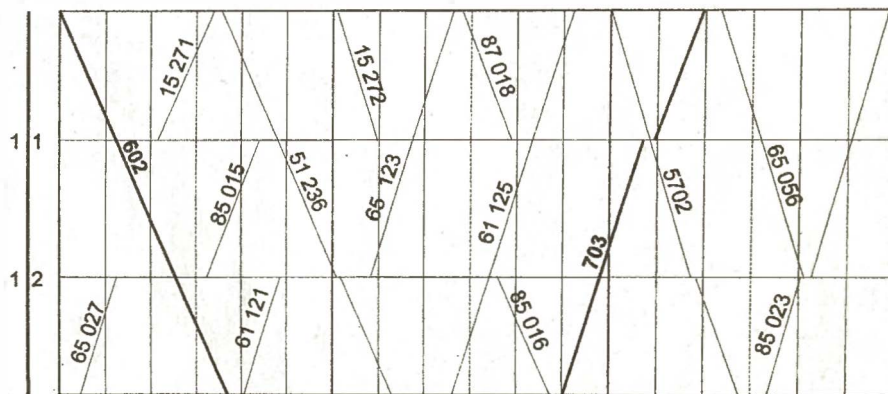
$N_{op}$  - počet vlaků v opačném (slabším) směru.

### 3.4 Uspořádání jízd následných vlaků v GVD

Podle uspořádání jízd následných vlaků v GVD rozlišujeme:

#### 1. Jednoduché

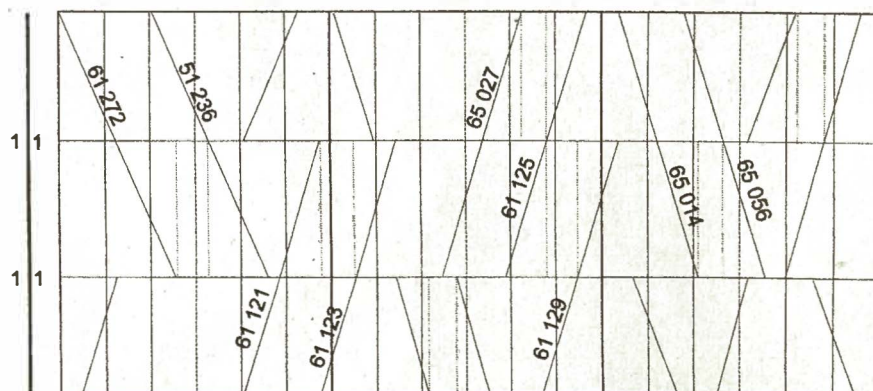
Vlaky jednoho a druhého směru se na jednokolejných tratích střídají, nedochází k jízdě dvou nebo více vlaků stejného směru za sebou (obr. 3-6).



Obrázek 3-6 Grafikon jednokolejný, jednoduchý

#### 2. Skupinové

Vlaky stejného směru jedou za sebou v mezistaniční vzdálenosti. Následný vlak jede za předcházejícím vlakem téhož směru teprve tehdy, až první vlak dokončil jízdu v přední stanici (obr. 3-7).

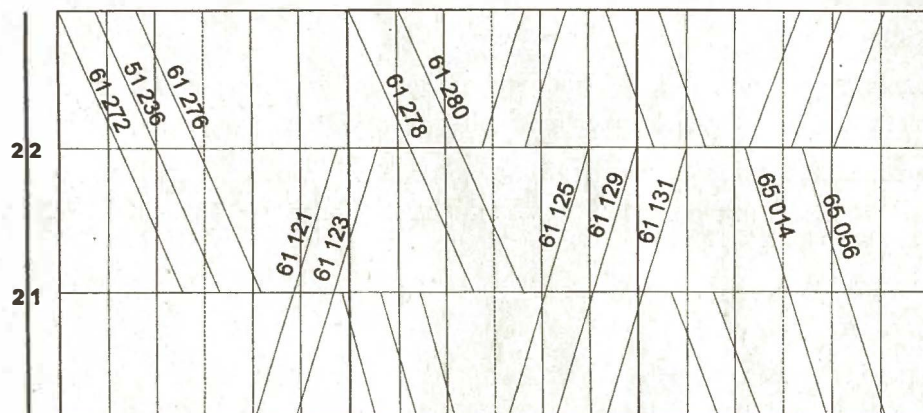


Obrázek 3-7 Grafikon jednokolejný, skupinový

### 3. Svazkové

V mezistaniční vzdálenosti se může nacházet na jedné traťové koleji více vlaků, protože trať je rozdělena oddílovými návěstidly na prostorové oddíly. Při svazkovém GVD je tedy podmínkou pro vytváření svazků vlaků existence hlásky (hlásek), hradla (hradel) nebo oddílových návěstidel automatického bloku.

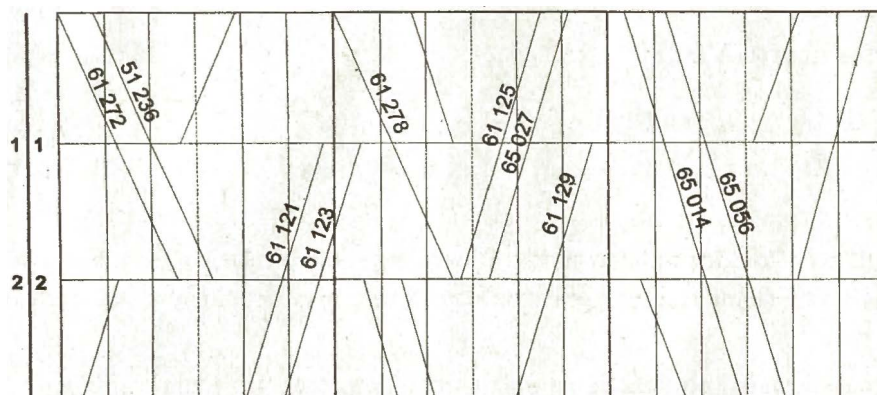
V případě, že by všechny vlaky jednoho i opačného směru byly dopravovány ve svazcích, vznikl by GVD *úplně svazkový*. V úplně svazkovém grafikonu je možno sice provázet větší počet vlaků, propustná výkonnost tohoto grafikonu příznivě roste, ale zdržení vlaků ve stanicích čekáním na vlaky opačného směru je velké, a tím se snižuje úseková rychlost vlaků (obr. 3-8). Označíme-li počet vlaků ve svazku jako  $K_S$ , potom *minimální* počet dopravních kolejí v mezilehlých stanicích musí být  $K_S + 1$ .



Obrázek 3-8 Grafikon jednokolejný svazkový

### 4. Částečně svazkové

Jízdu ve svazcích využívá jen část vlaků, ostatní vlaky jedou jednotlivě (obr. 3-9).



Obrázek 3-9 Grafikon jednokolejný, částečně svazkový

Stupeň svazkovosti grafikonu vyjadřuje koeficient svazkovosti  $\gamma_{sv}$  jako poměr počtu vlaků jedoucích ve svazcích k celkovému počtu vlaků

$$\gamma_{sv} = \frac{N_{sv}}{N} \quad (3-2)$$

kde  $\gamma_{sv}$  je koeficient svazkovosti,

$N_{sv}$  - celkový počet vlaků jedoucích ve svazcích,

$N$  - celkový počet vlaků.

### 3.5 Trvání obsazení mezistaničních úseků GVD

Podle trvání obsazení mezistaničních úseků rozlišujeme GVD:

#### 1. Identické (shodné)

Doba obsazení všech mezistaničních úseků dvojicí vlaků je stejná, shodná. Doba obsazení dvojicí vlaků na jednokolejných tratích se označuje jako perioda grafikonu.

Na dvoukolejných tratích je dobou obsazení jedním vlakem hodnota následného mezidobí ( $T$ ). U identických grafikonů časové hodnoty následných mezidobí ve všech prostorových oddílech jsou shodné.

#### 2. Neidentické

Na jednokolejných tratích jsou hodnoty period v různých mezistaničních úsecích různé. Na dvoukolejných tratích hodnoty následných mezidobí v různých prostorových oddílech jsou také různé.

Běžně se setkáváme s neidentickými grafikonky. Stupeň neidentičnosti grafikonu vyjadřuje koeficient neidentičnosti  $i_{gr}$ . Je to poměr průměrné doby obsazení mezistaničních úseků k nejdelší době obsazení

$$i_{gr} = \frac{t_{obs}}{t_{obs}^{max}} = \frac{T_{obs}}{k \cdot t_{obs}^{max}} \quad (3-3)$$

kde  $i_{gr}$  je koeficient neidentičnosti

$t_{obs}$  - průměrná doba obsazení mezistaničního úseku

$T_{obs}$  - součet dob obsazení všech mezistaničních úseků (period nebo následných mezidobí)

$k$  - počet mezistaničních úseků

$t_{obs}^{max}$  - nejdelší doba obsazení (perioda nebo následné mezidobí)

### 3.6 Období platnosti GVD

Podle období platnosti rozdělujeme GVD na:

#### 1. Základní

Grafikon platí po celou dobu platnosti, která je u ČD jeden rok. Dříve se na bývalých ČSD používala i doba platnosti půlroční (letní a zimní grafikon) a naopak byly i pokusy o dvouleté období platnosti grafikonu.

Nový grafikon se zavádí po dohodě na mezinárodní konferenci o jízdních řádech vždy druhou nebo třetí neděli po 15. květnu.

#### 2. Dočasný

GVD má v tomto případě dočasnou platnost. Nejčastěji se setkáváme s výlukovým grafikonem, který se zpracovává pro výluky traťových kolejí nebo skupin staničních kolejí a platí po dobu trvání výluky.

Mezi dočasné GVD řadíme i alternativní grafikon, který se zpracovává na některých tratích s výraznou změnou vlakové dopravy, která se pravidelně vyskytuje např. ve dnech pracovního klidu.

### 3.7 Stupně obsazení a využití propustnosti trati v GVD

Podle stupně obsazení a využití propustnosti trati členíme grafikonky na:

- slabě obsazené - s nevyužitou propustností,
- středně obsazené - s využitou normativní propustností,
- přetížené - s nadměrným využitím propustnosti.

Mírou obsaditelnosti je ukazatel stupeň obsazení  $S_0$ . Je to poměr celkového času obsazení  $T_{obs}$  zkoumaného provozního zařízení (traťové koleje, dopravní koleje, staniční zhlaví apod.) k celkovému výpočetnímu času  $T$  (zpravidla 24 hodin), zmenšené o potřebný čas na údržbu, opravy  $T_{výl}$  a obsazení stálými manipulacemi  $T_{stál}$

$$S_0 = \frac{T_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{stál})} \quad (3-4)$$

Za dostatečně obsazený grafikon se pokládá takový, který vykazuje stupeň obsazení  $S_0 = 0,5$  až  $0,67$ .

Využití propustnosti charakterizuje ukazatel využití praktické propustnosti ( $K_{prakt}$ ). Je to poměr počtu pravidelných vlaků  $N_{prav}$  k praktické propustnosti  $n \cdot 100$  v procentech

$$K_{prakt} = \frac{N_{prav}}{n} \cdot 100 \quad (\%) \quad (3-5)$$

Normální propustnost charakterizuje využití propustnosti pravidelnou dopravou v rozpětí 80 - 90 %.

### 3.8 Systematické GVD

Z tohoto hlediska je možné GVD dělit na:

#### 1. Nesystematické

Nesystematické grafikonky se v pravém slova smyslu nevyskytují. Dochází totiž k jejich stálému opakování další den. Některé trasy mohou být vedeny i s menší četností např. jednou týdně. Tuto základní opakovatelnost však nebereme v úvahu. U většiny GVD nenajdeme vnitřní časové vazby (cykly, opakování ve stejných časových polohách) a proto je řadíme do kategorie nesystematických GVD.

#### 2. Systematické

Pro systematické GVD platí následující obecné zásady:

- doba jízdy v obou směrech je určena v pevném časovém sledu,
- dochází k opakování jízd v následujících hodinách,
- doba jízdy v obou směrech jízdy je stejná,
- doba jízdy mezi uzly činí polovinu hodnoty taktu (intervalu) nebo celý násobek taktu (intervalu).

Hlavní předností všech systematických grafikonů je jejich přehlednost a snadná zapamatovatelnost.

Systematické GVD se mohou ještě rozlišovat na *intervalové* a *taktové*, i když se toto dělení, zejména v zahraniční literatuře, nevyskytuje.

**Intervalový GVD** je charakteristický tím, že trasy jsou řazeny za sebou v pevném časovém kroku (intervalu). Výsledkem je, že vlaky z určité stanice odjíždějí vždy ve stejnou minutu, což je snadno zapamatovatelné. Hodnotám intervalu vyhovují tyto počty minut: 1<sup>5</sup>; 2; 2<sup>5</sup>; 3; 4; 5; 6; 7<sup>5</sup>; 10; 12; 15; 20; 30;

60. V intervalovém GVD se proto v jednom místě zastavení čas odjezdu v následujících hodinách pravidelně opakuje.

Kratší hodnoty intervalů jsou běžně využívány u MHD. U rychlodráhy případně u příměstské železniční dopravy jsou časté hodnoty: 10, 15, 20, 30 min. Mnohdy je právě hodnota intervalu 30 min (výjimečně 40 min) považována za horní hranici intervalové dopravy.

Minimální hodnota intervalu je dána technickými možnostmi systému a je striktně vyjádřena vztahem:

$$I \leq i \quad (3-6)$$

kde  $I$  je hodnota následného mezidobí

$i$  je interval jízdy vlaků

**Taktový GVD** je charakteristický tím, že trasy jsou od sebe časově vzdáleny zpravidla v celých násobcích hodin. Setkáváme se potom s 1, 2, 3 případně až 4 hodinovým taktem. Nelze vyloučit ani takt 1/2 hodinový. Takový časový režim je častý u dálkových tras vlaků.

## 4. Druhy rychlostí ve vlakové dopravě

Rychlost jízdy vlaku je na jedné straně činitelem *provozního tempa*, na druhé straně otázkou *bezpečnosti*. Z toho vyplývá, že rychlost jízdy musí mít přesně stanovené normy, jejichž překračování jedním či druhým směrem je nežádoucí.

Na ČD se používá těchto termínů k označení rychlostí:

1. Rychlost základní
2. Rychlost traťová
3. Stanovená rychlost
4. Největší dovolená rychlost
5. Konstrukční rychlost
6. Jízdní rychlost
7. Technická rychlost
8. Úseková rychlost
9. Cestovní rychlost

### 4.1 Základní rychlost

*Normy základních rychlostí*, které se nesmějí v pravidelné dopravě (kromě zkušebních jízd) překročit, stanoví dopravní předpisy (ČD D2, D4) takto:

- |   |          |
|---|----------|
| a) u expresních vlaků   | 160 km/h |
| b) u rychlíků   | 140 km/h |
| c) u spěšných, osobních a soupravových vlaků  | 120 km/h |
| d) u soupravových a nákladních vlaků brzděných I. způsobem brzdění  | 120 km/h |
| e) u vlaků osobní dopravy s postrkem nebo vloženým hnacím vozidlem, jehož zařízení způsobí při úplném nebo nouzovém zabrzdění průběžnou brzdou, tak že vypne působení jeho tažné síly | 100 km/h |
| f) u vlaků nákladních brzděných II. způsobem brzdění a u vlaků s vloženou nebo postrkovou lokomotivou (lokomotivami)  | 100 km/h |
| g) u lokomotivních vlaků (vyjma zkušebních jízd), není-li v Dodatku nebo Doplnku pro některé řady hnacích vozidel uvedena rychlost menší  | 80 km/h  |
| h) u vlaků s pojízdnými jeřáby, s koncově naloženými vozidly, u nákladních vlaků s nečinným hnacím vozidlem nezapojeným na průběžnou brzdu  | 70 km/h  |
| i) u vlaků s postrkem nezapojeným na průběžnou brzdu (nezavěšený postrk)  | 65 km/h  |
| j) u vlaků se zásilkami mimořádné délky naloženými na dvou vozech spojených nákladem nebo tuhou spojkou   | 50 km/h  |
| k) u sunutých vlaků   | 30 km/h  |
| l) u sunutých vlaků, v nichž jsou zařazeny vozy se středními nárazníky (neplatí pro spráhla Scharfenberg a SA 3)  | 15 km/h  |

## 4.2 Traťová rychlost

Největší rychlostí, kterou smí být trať pojížděna vzhledem ke své stavbě a vybavení, je *největší traťová rychlost*. Závisí na směrových a sklonových poměrech, železničních objektech, stavu a druhu železničního svršku, druhu zabezpečovacího zařízení apod.

Rychlost, kterou se smí projíždět určené místo na trati, je *traťová rychlost*. Je to v podstatě trvalé omezení největší traťové rychlosti vyznačené rychlostníky.

Největší traťová rychlost a traťová rychlost jsou uvedeny v Dodatku. O přechodném omezení traťové rychlosti (při rekonstrukcích a opravách trati) se informuje vlakový personál písemným rozkazem, na trati se přechodné omezení rychlosti vyznačí návěstmi pro přechodné pomalé jízdy.

## 4.3 Stanovená rychlost

*Stanovenou rychlost vlaku* určí sestavovatel jeho jízdního řádu a je uvedena v sešitovém jízdním řádu (SJŘ). Stanovená rychlost nesmí být vyšší než základní rychlost podle DP a než traťová rychlost nebo konstrukční rychlost plánovaného hnacího vozidla. Při jejím určování musí být dále přihlíženo ke složení soupravy a k možnosti dosáhnout potřebné výměry brzdících procent.

## 4.4 Největší dovolená rychlost

*Největší dovolená rychlost* je stanovená rychlost omezená v daném úseku na trati:

- traťovou rychlostí,
- přechodným omezením traťové rychlosti, hlavními návěstidly,
- zpravením strojvedoucího vlaku o omezení rychlosti.

## 4.5 Konstrukční rychlost

Každé železniční vozidlo je zkonstruováno pro určitou rychlost, která *nesmí* být překročena. *Konstrukční rychlost jednotlivých řad lokomotiv* je uvedena v Doplnku. Konstrukční rychlost vozů je uváděna výrobcem a evidována. Konstrukční rychlost speciálních vozidel se uvádí v předpise ČD D 2/81. Podmínky pro zařazování vozů do vlaku vzhledem k jejich stavbě a stavu jsou uvedeny v dopravních předpisech.

V grafikonu vlakové dopravy se dále používají pojmy: jízdní rychlost, technická rychlost, úseková rychlost, cestovní rychlost, koeficient rychlosti.

## 4.6 Jízdní rychlost

*Jízdní rychlost* je průměrná rychlost mezi dvěma dopravami nebo v počítaném traťovém úseku vyplývající z poměru pojížděné délky tratě a čisté jízdní doby

$$v_j = 60 \cdot \frac{L}{T_j} \quad (\text{km} \cdot \text{h}^{-1}) \quad (4-1)$$

kde  $v_j$  je jízdní rychlost v  $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ,

$L$  - vzdálenost počítaného úseku v km,

$T_j$  - součet čistých jízdních dob v minutách ,

60 - převodový koeficient.

#### 4.7 Technická rychlost

*Technická rychlost* je průměrná rychlost vypočítaná z poměru délky poježděného úseku a doby na čistou jízdu plus přírážky na rozjezd a zastavení vlaku:

$$v_t = 60 \cdot \frac{L}{T_j + (T_r + T_z)} \quad (\text{km.h}^{-1}) \quad (4-2)$$

kde  $v_t$  je technická rychlost v  $\text{km.h}^{-1}$ ,

$T_r + T_z$  - součet časových přírážek na rozjezd a zastavení vlaku v minutách.

#### 4.8 Úseková rychlost

*Úseková rychlost* je průměrná rychlost vypočítaná z poměru délky poježděného úseku a doby na jízdu včetně přírážek na rozjezd a zastavení vlaku a pobytů vlaku v dopravnách a na trati uvažovaného traťového úseku:

$$v_u = 60 \cdot \frac{L}{T_j + (T_r + T_z) + T_{pob}} \quad (\text{km.h}^{-1}) \quad (4-3)$$

kde  $v_u$  je úseková rychlost v  $\text{km.h}^{-1}$ ,

$T_{pob}$  - součet pobytů v dopravnách a na trati v minutách.

#### 4.9 Cestovní rychlost

*Cestovní rychlost* se vypočítává jen u vlaků osobní dopravy. Je dána vztahem pro úsekovou rychlost, kde za délku poježděného úseku se bere kilometrová vzdálenost z výchozí (přechodové) až do konečné (přechodové) stanice vlaku na síti ČD. Do pobytů se započítávají též pobyty v technických stanicích.

#### 4.10 Koeficient rychlosti

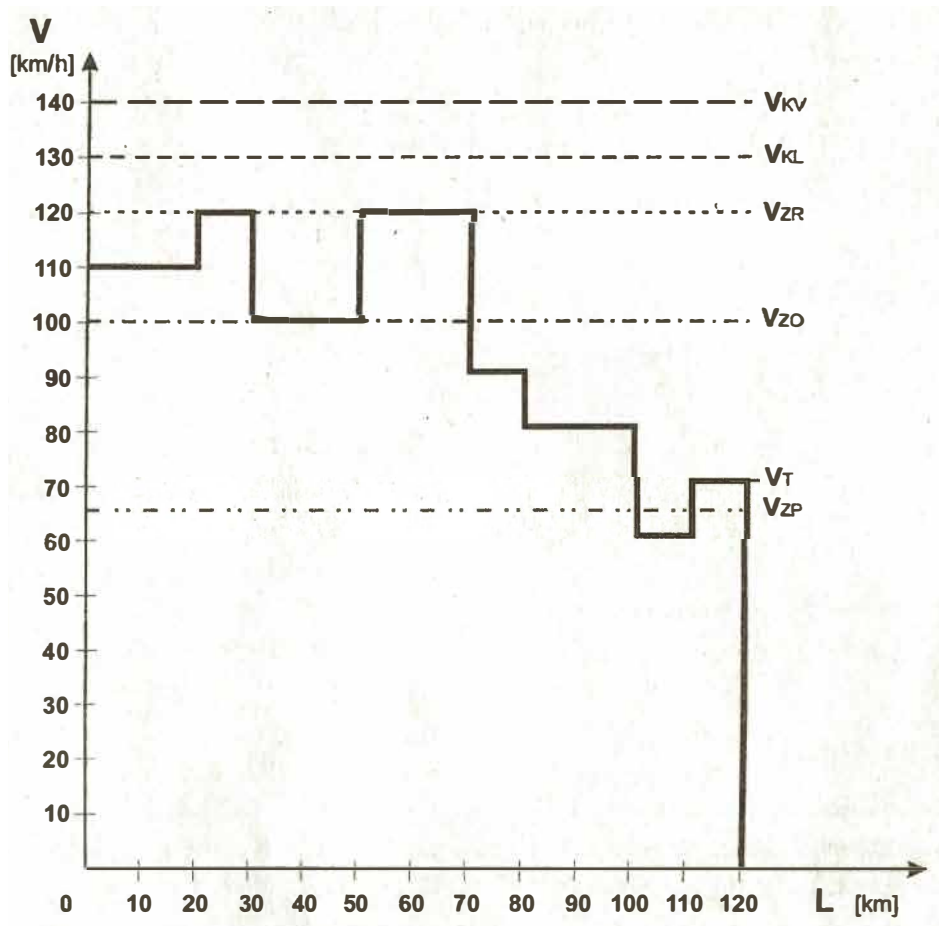
Jedním z ukazatelů kvality vykonstruovaného GVD může být *koeficient rychlosti*  $\beta$ . Toto bezrozměrné číslo udává poměr úsekové a technické rychlosti a vypočítává se pro různé kategorie vlaků

$$\beta = \frac{v_u}{v_t} < 1 \quad (4-4)$$

Koeficient rychlosti  $\beta$  je však především ukazatelem porovnávacím. Nedává přehled o tom, jak se čerpají a využívají technické možnosti trati a mobilních prostředků. Zvláštní ukazatel pro využívání možností tratí pro jednotlivé trasy či kategorie vlaků zaveden není, ale podle potřeby lze vyjádřit určitou situaci podobně, jako je znázorněno na obrázku 4-1. Pomocí váženého průměru pak lze pro jednotlivé druhy vlaků stanovit horní hranici rychlosti  $v_H$ , kterou by bylo možno teoreticky dosáhnout na daném traťovém úseku. Je nutno ovšem respektovat nejen rychlost traťovou, ale i rychlost základní, konstrukční, popřípadě i jiná omezení. Podle obrázku 4-1 lze vypočítat hodnotu  $v_H$  vynásobením vzdáleností (km) a omezující rychlosti ( $\text{km.h}^{-1}$ ) např. pro kategorii rychlíků:

$$v_{H,R} = \frac{20.110 + 30.120 + 20.100 + 10.90 + 20.80 + 10.60 + 10.70}{120} = \frac{11600}{120} = 96,67 \text{ km.h}^{-1}$$

Takto vypočítané horní hranice rychlostí mohou sloužit jako srovnávací základna s dosahovanou úsekovou rychlostí různých druhů vlaků.



Obrázek 4-1 Grafické znázornění druhů rychlostí na úseku

- $v_{KV}$  - konstrukční rychlost vozidel ( $140 \text{ km.h}^{-1}$ )
- $v_{KL}$  - konstrukční rychlost lokomotiv ( $130 \text{ km.h}^{-1}$ )
- $v_{ZR}$  - stanovená rychlost rychlíků a expresů ( $120 \text{ km.h}^{-1}$ )
- $v_{ZO}$  - stanovená rychlost osobních vlaků ( $100 \text{ km.h}^{-1}$ )
- $v_{ZP}$  - stanovená rychlost Pn vlaků ( $65 \text{ km.h}^{-1}$ )
- $v_T$  - znázorněný průběh úrovně traťové rychlosti

## 5. Podklady pro sestavu GVD - normy kvantitativní

Správně sestavený GVD je základním předpokladem plynulé, bezpečné a hospodárné provozní činnosti. Pro sestavu GVD je nutno znát kromě rozsahu vlakové dopravy i normy grafikonu vlakové dopravy.

Skupinu kvantitativních norem lze členit na:

- údaje technického charakteru
- údaje odvozené z plánu vlakotvorby.

### 5.1 Údaje technického charakteru

#### 5.1.1 Délka vlaku a délka vlakové soupravy

Délkou vlaku se rozumí délka vlakové soupravy, zvětšená o délku činných a k službě pohotových hnacích vozidel. Jako norma pro sestavu GVD se používá zpravidla norma délky vlakové soupravy. Vyjadřuje se u vlaků osobní dopravy v *nápravách*, u nákladních vlaků v *metrech a nápravách*.

Norma se stanoví pro vlaky osobní dopravy při sestavě rámcového jízdního řádu, pro nákladní vlaky při sestavě plánu vlakotvorby. Stanovená hodnota *nesmí* překročit největší dovolenou délku vlakové soupravy uvedenou v Dodatku a musí být v souladu s ustanoveními předpisu ČD V15/I o počtu náprav se zřetelem ke způsobu brzdění a o počtu náprav sunutých vlaků. Největší dovolený počet náprav vlaku (vzhledem ke způsobu brzdění) je uveden v předpise ČD V15/I.

Norma délky vlakové soupravy nákladního vlaku se zpravidla stanoví tak, že se porovnávají *užitečné délky nejdelších dopravních kolejí* ve stanicích a výhybnách traťového úseku a nejmenší hodnota se určí za normu délky vlaku. Na dvoukolejném úseku se posoudí užitečná délka nejdelších dopravních kolejí zvlášť pro každý směr jízdy.

Je-li v některých stanicích (výhybnách) užitečná délka dvou dopravních kolejí v porovnání s ostatními značně menší, vyloučí se takové stanice ze vzájemného křížování a předjíždění a při určování normy délky se k nim nepřihlíží. Tato odchylka se vyznačí v příslušné tabulce sešitového jízdního řádu.

Stanoví-li se norma délky vlakové soupravy v mezích normy uvedené v Dodatku, avšak větší než nejkratší dopravní koleje stanice z celého traťového úseku, je nutno k této okolnosti přihlížet při sestavě GVD buď zpracováním projíždění vlaků ve stanicích, v nichž užitečná délka nejdelší dopravní koleje je kratší než délka vlaku nebo zpracováním pobytu pro dělení a opětné spojení vlaku.

#### 5.1.2 Hmotnost vlaku, dopravní hmotnost vlaku a pravidelná hmotnost

*Hmotnost vlaku* se rozumí součet hmotnosti všech vozidel zařazených do vlaku, jejich nákladu a hmotnosti cestujících s výjimkou hmotnosti nezavěšených postrkových hnacích vozidel.

*Dopravní hmotnost* vlaku je dána součtem vlastní hmotností všech vozidel vlaku, která nevyvíjejí žádnou tažnou sílu, a hmotnosti nákladu a cestujících. Vlastní hmotnost vozidla se zjistí z nápisu na vozidle. Udává se v tunách (*t*).

*Pravidelná hmotnost* je normativ dopravní hmotnosti vlaku s dopravní relací předepsanou plánem vlakotvorby. Je uvedena v sešitovém jízdním řádu a v dalších pomůckách pro určitý typ jízdního odporu. Největší dopravní hmotnost, kterou smí při daném typu jízdního odporu na příslušném traťovém úseku dopravovat jedno činné hnací vozidlo, se označuje jako maximální přípustná hmotnost.

Normativ dopravní hmotnosti se rozlišuje pro typy jízdního odporu podle druhu zařazených vozů a podle průměrné hmotnosti připadající na jednu nápravu takto:

- R - pro vlaky sestavené z podvozkových osobních vozů normální stavby a z podvozkových osobních vozů lehké stavby o hmotnosti větší než 29 t,
- T - pro nákladní vlaky při průměrné hmotnosti připadající na jednu nápravu více než 15 t,
- S - pro vlaky sestavené z dvounápravových osobních vozů normální stavby a pro nákladní vlaky při průměrné hmotnosti připadající na jednu nápravu 10 až 15 t,
- U - pro nákladní vlaky při průměrné hmotnosti připadající na jednu nápravu méně než 10 t,
- M - pro vlaky sestavené z dvounápravových vozů lehké stavby nebo z podvozkových vozů lehké stavby o vlastní hmotnosti 29 t nebo méně.

Má-li být sestavován vlak, u něhož dopravní hmotnost tažených vozidel je na některém traťovém úseku vyšší než normativ dopravní hmotnosti, musí být dohodnut počet, řada a způsob nasazení dalších činných hnacích vozidel.

Vlak o dopravní hmotnosti větší než je normativ hmotnosti pro hnací vozidlo použité řady může toto hnací vozidlo dopravovat jen za podmínky, že nebude překročena na daném úseku jemu příslušící maximální přípustná hmotnost a že budou splněny podmínky uvedené v SJŘ. Normativ hmotnosti se však nepovažuje za překročený, pokud dopravní hmotnost připadající na příslušné hnací vozidlo tento normativ nepřekračuje o více než 2 %, nejvíce však o 25 tun.

### 5.1.3 Brzdící procenta

Potřebná brzdící procenta se zjišťují podle ustanovení předpisu ČD V15/I. Výpočet provádějí pracovníci lokomotivního hospodářství.

Pro každý vlak musí jeho tabelární jízdní řád vždy určovat, má-li být brzděn I. nebo II. způsobem brzdění. U I. způsobu brzdění se musí určovat i režim brzdění. K I. způsobu brzdění patří brzdy s rychlým vývinem brzdícího účinku na obvodu kol, tj. průběžné brzdění. Zde existují režimy R + Mg (rychlík se zapnutou Mg-brzdou), R (rychlík) a P (osobní). Ke II. způsobu brzdění patří brzdy s pomalým vývinem brzdícího účinku na obvodu kol, tj. průběžné a i ruční brzdění. Zde patří režim brzdění G (nákladní).

Pro jednotlivé druhy vlaků může být stanovena nejvyšší hodnota brzdících procent podle tabulky 5.1.

Tabulka 5-1 Výměry brzdících procent a způsoby brzdění pro jednotlivé druhy vlaků

Druh vlaku	Výměry brzdících %	Způsob popř. i režim brzdění
vlaky osobní dopravy	200	I - R + Mg
vlaky osobní dopravy	150	I - R
vlaky osobní dopravy	112	I - P
vlaky Nex ROLA	95	II
vlaky Nex	70	I nebo II
vlaky Rn	60	II nebo I
vlaky Sn, Vn	60	II nebo I
vlaky Pn, Mn, Pv	50	II nebo I

Vlak je dostatečně brzděn, kryje-li jeho skutečné brzdící procento předepsanou výměru brzdících procent pro příslušný úsek. Skutečné brzdící procento se vypočte podle následujícího vztahu.

$$\text{skutečné brzdící \%} = \frac{\text{součet brzdících vah účinkujících brzd} \cdot 100}{\text{celková hmotnost vlaku}} \quad (5-1)$$

## 5.2 Odvození počtu vlaků a vazba na plán vlakovorby

### 5.2.1 Rozsah všech vlaků osobní dopravy

K určení rozsahu železniční osobní dopravy je zapotřebí znát *předpokládané proudy cestujících*. Tyto proudy jsou charakterizovány směrem (odkud kam vedou), velikostí (počet cestujících) a časovou jednotkou (vztaženo na hodinu, den, měsíce či roky). Jedním z podkladů k jejich stanovení je sledování *dosavadních proudů cestujících a obsazení jednotlivých vlaků*.

Proudy cestujících se mohou zjišťovat různými metodami. Cílem všech metod je získání obrazu o velikosti proudů cestujících, jejich relačnosti a určení spádových oblastí.

Metody pro určování proudů cestujících jsou následující:

- *metoda dokumentační* - využívá statistických materiálů, zejména počtu prodaných jízdenek,
- *metoda přímého sčítání* - spočívá v pozorování a přímém sčítání počtu cestujících ve vlacích, vozech, v jednotlivých stanicích a zastávkách,
- *metoda sčítacích listků (kupónů)* - dává obraz nejen o velikosti celkového proudu cestujících, ale i dílčích proudech v časových intervalech, nejlépe se využívá u uzavřených systémů (metro),
- *metoda anketní* - tento způsob umožňuje vytvořit jak přesný obrázek o stávající situaci v přepravě osob tak i nutný doplněk o představách a potřebách cestujících na kvalitu a způsob organizace osobní dopravy.

### 5.2.2 Plán vlakovorby

Počet vozů dopravovaných za určité časové období mezi dvěma místy nazýváme *vozovým proudem*. Konkrétním a zároveň komplexním vyjádřením organizace vozových proudů je plán vlakovorby. Stanovuje druhy vlaků, stanice výchozí i konečné (stanice vykládky nebo rozřadění). Je vlastně jednotným technologickým postupem prací všech vlakovorných stanic železniční sítě a také plánem pro rozdělení seřadovacích prací mezi nimi. Vypracovává se na období platnosti grafikonu vlakové dopravy, zpravidla na jeden rok.

Plán vlakovorby má zajišťovat odvoz co největšího množství zátěže v přímých vlacích a co nejmenší počet přeřadování vozů ve vlakovorných stanicích. Tím zkracuje celkový oběh vozů, protože zkracuje ten prvek, který vyjadřuje pobyty tranzitních vozů v technických (vlakotvorných) stanicích. Úkolem plánu vlakovorby je určit vlakotvorným stanicím způsob zařazování vozů do vlaků příslušných relací podle stanic určení vozů.

Základ plánu vlakovorby spočívá hlavně v tvorbě ucelených odesílatelských vlaků, tvořených ve stanicích hromadné nakládky nebo i v jiných stanicích, kde se v místě nakládky dají sestavit ucelené vlaky bez ztráty času nebo jen s malou ztrátou na shromažďování vozů. Úkolem plánu vlakovorby je také tvorba průběžných nákladních vlaků v seřadovacích stanicích.

Význam plánu vlakovorby spočívá nejen ve zrychlení oběhu vozů a ve zrychlení dodání zboží, ale hlavně v části určující sestavování odesílatelských vlaků a v ekonomickém přínosu spolupráce přepraveců a železnice.

### 5.2.3 Oběh souprav a řazení vlaků osobní dopravy

*Oběh souprav* pro Ex, R a Sp vlaky a jejich řazení stanoví GR ČD - DOP; v pomůcce Vlaky osobní dopravy, část 1,2 a *Oběhy souprav pro osobní vlaky*, jakož i pro nákladní vlaky přepravující cestující - příslušné Obchodně-provozní ředitelství (OPŘ). V pomůcce Vlaky osobní dopravy, část 4.

Vzhledem k tomu, že proudy cestujících mají výrazně jiný, často stálejší charakter oproti vozovým proudům v nákladní dopravě, otázku vlakovtorby osobních vlaků prakticky popisují služební předpisy (viz kapitola 7).

*Počet vozů v soupravě a řazení vlaku* musí odpovídat ustanovením DP, dále předpokládanému počtu cestujících a pro jednotlivé druhy vlaků příslušným podmínkám, uvedeným v předpise V 15/I. Oběh souprav musí být stanoven sice hospodárně, avšak tak, aby v domovské a vratné stanici bylo možno provést technickou prohlídku, vyčištění a doplnění vodou.

#### **5.2.4 Určení náležitostí**

Důležitým podkladem pro tvorbu grafikonu vlakové dopravy je určení *vozebních a doprovodných ramen* u jednotlivých vlaků. Podle možnosti se při sestavě GVD přihlédne i k předběžným požadavkům na oběh vlakových náležitostí. Polohy vlaků se přizpůsobí požadavkům, pokud tomu nebrání jiné okolnosti.

Při klasické sestavě GVD se vlakovtorba nákladních i osobních vlaků, konstrukce GVD, oběhy souprav, oběhy hnacích vozidel i doprovodných čet zpracovávaly postupně a odděleně.

System SENA (viz. kap. 10) řeší od roku 1999 celý problém komplexně a celosíťově. Organizačně je uspořádán do jednoho centrálního pracoviště (CP) Praha a třech oblastních center (ObS): Praha, Plzeň a Olomouc.

Vlakovtorba se zpracovává na pěti OPŘ (Plzeň, Praha, Ústí nad Labem, Brno, Olomouc) a centrálně na GŘ Praha.

Podklady pro ASO (automatizovaná sestava oběhů) jsou připravovány na 12 střediscích v DKV (depo kolejových vozidel). Komplexně bude úlohu ASO zabezpečovat efektivní využívání finančně nákladných objektů k zabezpečení provozu vlaků, tj. hnacích vozidel, souprav vozů, lokomotivních a vlakových čet.

## 6. Podklady pro sestavu GVD - normy časové

Skupinu časových norem (časových prvků) můžeme rozdělit na:

- jízdní doby v prostorových oddílech,
- pobyty vlaků v dopravnách a na trati,
- provozní intervaly staniční a traťové,
- následná mezidobí,
- normativy pobytu lokomotiv ve stanicích s lokomotivními depy,
- normativ pracovní doby provozních zaměstnanců.

Základní časovou jednotkou u ČD je *půlminuta*. Všechny časové prvky se proto zaokrouhlují na půlminuty nahoru. Některé železnice počítají s přesností na desetiny minuty, jiné zaokrouhlují časové hodnoty na celé minuty.

### 6.1 Jízdní doby

*Jízdní doba* je časový úsek potřebný k tomu, aby vlak projel vzdálenost mezi dvěma obsazenými stanovišti pro řízení sledu vlaků (dopravnými) nebo mezi dopravnou a místem na širé trati, kde zastavuje nebo se rozjíždí (např. zastávka u osobních vlaků).

Jízdní doba mezi předvěstí a příslušným hlavním návěstidlem apod. se nazývá *dílčí jízdní doba*.

Součet jízdních dob mezi výchozí a konečnou stanicí vlaku se nazývá *celková jízdní doba*.

V systému SENA-JŘ-VT se určují jízdní doby mezi tzv. dopravními body (DB). Propojením dopravních bodů vznikají dopravní úseky, "sdužením" DB pak definiční úseky případně tratě. Tomu pak odpovídají příslušné jízdní doby.

Jízdní doba začíná okamžikem, kdy je vlak uveden do pohybu, a u vlaků projíždějících okamžikem, kdy čelo vlaku míjí návěstidlo (odjezdové) a vjíždí do příslušného oddílu (mezistaničního, hradlového, hláskového, popř. prostorového). Není-li např. stanice vybavena odjezdovým návěstidlem, začíná u projíždějícího vlaku jízdní doba okamžikem, kdy čelo vlaku míjí na odjezdové straně námezník odjezdové koleje. Jízdní doba končí okamžikem, kdy vlak zastaví a u vlaků projíždějících okamžikem, kdy čelo vlaku míjí návěstidlo a vjíždí do následujícího oddílu. Ve stanicích bez odjezdových návěstidel končí jízdní doba projíždějícího vlaku okamžikem, kdy čelo vlaku míjí námezník odjezdové koleje na odjezdové straně.

Jízdní doby rozeznáváme *teoretické, pravidelné, krátké*.

#### 6.1.1 Teoretické jízdní doby

*Teoretické jízdní doby* jsou jízdní doby zjištěné výpočtem. Teoretické jízdní doby se zjišťují pro:

- určitou řadu hnacího vozidla,
- určitý druh a velikost zátěže,
- určitý traťový úsek,  
určitý průběh největší dovolené rychlosti vlaku.

Teoretické jízdní doby se počítají s přesností nejméně na 0,1 min.

#### 6.1.2 Pravidelné jízdní doby

Pro sestavu jízdního řádu jsou závazné *pravidelné jízdní doby*, vypočtené pro stanovenou normu zatížení a řadu lokomotivy způsobem, uvedeným v předpisu V-7 Trakční výpočty. V těchto jízdních dobách

musí být zahrnut vliv dočasných omezení rychlostí, která budou zavedená v době platnosti příslušného jízdního řádu.

### **Zásady pro zjišťování jízdních dob**

U expresních vlaků, rychlíků a spěšných vlaků a Nex vlaků všech trakcí se při výpočtu jízdních dob uvažují zásadně zastavení pouze ve výchozí a konečné stanici vlaku a v mezilehlých stanicích pouze zastavení z vozebních důvodů (úvrat', výměna lokomotivy, přidání nebo odvěšení další činné lokomotivy apod.). V ostatních místech, kde je odvětvím dopravy a přepravy předpokládána možnost zastavení, vykonstruuje se alternativně zastavení a rozjezd.

U osobních vlaků všech trakcí se při zjišťování jízdních dob uvažují všechna zastavení z vozebních důvodů a zastavení ve všech dalších místech podle požadavků odvětví dopravy a přepravy.

U nákladních vlaků kategorie Rn, Sn, Vn, Pn se uvažuje při zjišťování jízdních dob kromě zastavení ve výchozí a konečné stanici vlaku pouze zastavení z vozebních důvodů a zastavení v místech s nařízenou zkouškou průběžné brzdy. Ve všech ostatních stanicích se zjistí přírážky na zastavení a rozjezd alternativně. U nákladních vlaků kategorie Mn a Pv se uvažuje zastavení podle požadavků odvětví dopravy a přepravy. Ve všech železničních stanicích se uvažuje vjezd a odjezd na vedlejší koleje a z vedlejších kolejí.

Zastavuje-li vlak v mezilehlé stanici, připočte konstruktér jízdního řádu při tvorbě trasy vlaku k uvedeným hodnotám pravidelných jízdních dob příslušnou přírážku na zastavení a na rozjezd. Při průjezdu vlaku stanicí s omezením rychlosti, vyžádá si konstruktér jízdního řádu příslušnou přírážku od inženýra pro vlakovou dynamiku.

Pravidelné jízdní doby obsahují i *vnitřní zálohu*, která se stanoví v rozpětí 5 až 12 % k vypočítané hodnotě.

Pro orientační výpočty je možné s přihlédnutím na sklonové poměry, rychlost a hmotnost vlaku uvažovat s těmito hodnotami přírážek na rozjezd a zastavení

#### a) přírážka na rozjezd

- |  |                  |
|--|------------------|
| – u vlaků osobní dopravy               | 0,50 až 1,00 min |
| – u vlaků nákladních nezávislé trakce  | 1,00 až 3,50 min |
| – u vlaků nákladních elektrické trakce | 1,00 až 1,50 min |

#### b) přírážky na zastavení:

- |                          |          |
|--------------------------|----------|
| – u vlaků osobní dopravy | 0,50 min |
| – u nákladních vlaků     | 1,00 min |

### **6.1.3 Krátké jízdní doby**

Krátké *jízdní* doby jsou teoretické jízdní doby pro 50 % technické normy zatížení příslušného vlaku, nezvětšené o žádnou přírážku a nerespektující dočasná omezení rychlosti. Krátké jízdní doby se u vlaků osobní dopravy a u Nex vlaků vypočítají zaokrouhleny na desetiny minuty, u všech ostatních vlaků se uvádějí zaokrouhleny na půlminuty. Při zastavení vlaku v mezilehlé stanici se připočte ke krátkým jízdním dobám přírážka na zastavení a na rozjezd, které se uvažují shodné s hodnotami pro pravidelné jízdní doby. Pokud by činily více než 1,0 min pro zastavení a 2,0 min pro rozjezd, připočítává se max. 1,0 resp. 2,0 min. Krátké jízdní doby se nesmějí použít při konstrukci trasy vlaku.

Jízdní doby se zjišťují a uvádějí od dopravní k dopravně, popř. k stanovišti, má-li v něm vlak pobyt, nebo je-li to z jiných důvodů třeba. Na tratích s automatickým zabezpečovacím zařízením se jízdní doby k jednotlivým oddílovým návěstidlům neuvádějí a oddílová návěstidla se neuvádějí ani na nákresem ani v sešitovém jízdním řádu.

Pravidelné a krátké jízdní doby určuje pro všechny druhy vlaků, podle písemného požadavku odvětví železniční dopravy a přepravy. Od GVD 1998/99 se krátké jízdní doby v SJŘ neuvádějí.

## 6.2 Pobyty vlaků

Vlaky zastavují v dopravnách a stanovištích z přepravních, dopravních a technických důvodů. *Normy pobytů vlaků* jsou nejkratší časy potřebné k splnění všech úkonů, stanovené na základě technologie činnosti každé dopravně u každého vlaku.

Počet a délka pobytů musí být taková, aby se splnily přepravní úkoly a požadavek plynulosti vlakové dopravy. Příliš krátký pobyt způsobuje nepravidelnosti v plynulosti vlakového proudu, příliš dlouhý pobyt je nevhodný, vyvolává provozní poruchy pro velké nároky na využívání propustnosti stanic a snižuje úsekovou a cestovní rychlost. Protože potřeba času nemusí být ani v jednotlivých dnech týdne a zvláště v sezóně ani u téhož vlaku vždy stejná, používá se zpravidla *středních hodnot*, aby bylo dosaženo příznivé cestovní rychlosti a správného využití propustnosti stanic a tratí. Z toho důvodu je také nutné co nejvíce omezovat počet pobytů a dále slučovat pobyty z různých důvodů do nejmenšího počtu stanic.

Pobyt nemá být *nikdy kratší*, než je čas potřebný k *odbrzdění vlaku*.

Tento čas činí:

- |   |           |
|---|-----------|
| a) u vozidel řady 451, 452, 460, 810 se soupravou dvounápravových přívěsných vozů a u samotných motorových nebo elektrických motorových vozů kterékoli řady | 0,25 min  |
| b) u ostatních vlaků osobní dopravy   | 0,50 min  |
| c) u nákladních vlaků při I. způsobu brzdění  | 1,00 min  |
| d) u nákladních vlaků do 100 náprav, II. způsob brzdění   | 3,00 min  |
| e) u nákladních vlaků přes 100 náprav, II. způsob brzdění   | 4,00 min. |

Pobyty vlaků v dopravnách, na zastávkách, stanovištích a na trati jsou způsobeny důvody:

1. technickými,
2. přepravními,
3. dopravními.

Nejkratší pobyty vlaku potřebné ke splnění všech předepsaných úkonů stanovené na základě progresivních technologických činností podle druhu vlaku jsou závaznými normami GVD.

### 6.2.1 Pobyt vlaku z technických důvodů

Pobyt z technických důvodů se stanoví:

1. Na *nácestné provozní ošetření lokomotiv*. Zpravidla byl tento druh pobytu požadován u parní trakce a zahrnoval čas potřebný na dobírání vody, čištění a úpravu topeniště, přihrabování uhlí a prohlídku lokomotivy. U elektrických lokomotiv prakticky odpadá a u motorové trakce se požaduje pouze z důvodů doplnění vody do parního kotlíku (v zimním topném období), popřípadě pro prohlídku lokomotivy.
2. Na *výměnu lokomotiv závislé a nezávislé trakce*, na přepřah elektrických lokomotiv ve stykových stanicích, na přidání nebo odvěšení dalších činných nebo i k službě pohotových lokomotiv. Celkový potřebný čas je závislý na kolejovém rozvětvení, technickém vybavení a na technologii příslušné stanice.
3. Na *technickou prohlídku vozidel zařazených do vlaku*. U vlaků osobní dopravy nemá překročit projetá vzdálenost mezi technickými prohlídkami 650 km. U nákladních vlaků je to vzdálenost 400 km. Čas na technickou prohlídku závisí na počtu náprav, druhu vlaku a na počtu vozmistrů. Základní normativ činí 0,4 min/pracovníka/nápravu. Celkový pobyt se však stanoví delší z důvodu eventuálního odstavení vozů, neschopných další jízdy.
4. Na *úplnou zkoušku průběžné brzdy ve stanicích před delšími spády se sklonem 20 ‰ a větším*.
5. Na *střídání vlakového personálu*.

## 6.2.2 Pobyť vlaku z přepravních důvodů

Pobyť vlaku z přepravních důvodů se stanoví:

1. Na *nástup, výstup a přestup cestujících*. Určení pobytu (staničení) u osobních vlaků závisí na počtu vystupujících cestujících, nastupujících cestujících, počtu dveří ve voze, počtu vozů, šířce dveří, výšce nástupiště, obsazení vlaku, charakteru proudu cestujících.

Uvedené faktory ovlivní dílčí čas na jednotkový výstup (nástup) vztažený na 1 cestujícího.

Pobyť se určí podle vztahu :

$$t_{pob} = K + \frac{a_v \cdot t_v}{n \cdot \alpha} + \frac{a_n \cdot t_n}{n \cdot \alpha} \quad (s) \quad (6-1)$$

kde  $K$  je časová konstanta na otevření a zavření dveří a výpravu vlaku,

$a_v$  - počet vystupujících cestujících,

$a_n$  - počet nastupujících cestujících,

$t_v$  - jednotkový čas na výstup 1 cestujícího (0,4 až 2,5 s),

$t_n$  - jednotkový čas na nástup 1 cestujícího (0,4 až 3,0 s),

$n$  - počet dveří vlaku,

$\alpha$  - koeficient využití dveří (0,5 až 1,0),

$$\alpha = \frac{\text{počet využitých dveří}}{\text{celkový počet dveří}}$$

2. Na *přikládku a vykládku*, popř. překládku zavazadel, spěšnin, zboží, pošty a tisku.
3. Na *přidání a odstavení vozů*, přistavení a odtažení vozů z nákladových míst, složišť, nákladišť a vleček.
4. Na *celní a pasové formality* v pohraničních přechodových stanicích. Délka pobytu závisí na místních podmínkách, technickém a personálním vybavení a technologii práce.

## 6.2.3 Pobyť vlaku z dopravních důvodů

Pobyť vlaku z dopravních důvodů se stanoví:

1. Na křižování a předjíždění vlaků ve stanicích a výhybnách.
2. Na zpravování vlakového personálu písemnými rozkazy o mimořádnostech v dopravě.
3. Na jiné úkony - např. odevzdání předepsaných písemných hlášení operativní evidence apod.

Délku pobytu z dopravních důvodů ovlivňuje technické a personální vybavení dopraven, staniční provozní intervaly a následná mezidobí, organizace práce a technologické postupy.

## 6.3 Provozní intervaly

Provozní interval je nejkratší čas potřebný na splnění všech úkonů předepsaných pro zajištění plynulé jízdy vlaků a bezpečnosti v místech možného vzájemného ohrožení v dopravních a v některých stanovištích na širé trati - v odbočkách, kolejových splítkách a kolejových křižovatkách, které nejsou zároveň dopravními, v zastávkách na dvoukolejné trati s jednostranným nástupištěm, v nákladištích a na vlečkách, v nichž se obsluhující vlaky za vlakové dopravy uzavírají. Je to tedy nejkratší čas mezi jízdami dvou těsně po sobě jedoucích vlaků se zřetelem k nemožným nebo nedovoleným jejich současným jízdám, tj. nejkratší čas mezi příjezdem nebo odjezdem, anebo průjezdem prvního vlaku a příjezdem nebo odjezdem, anebo průjezdem vlaku druhého.

Za místa možného vzájemného ohrožení se považují

1. *staniční zhlaví*, není-li dovolena současná jízda prvního a druhého vlaku, protože se jejich vlakové cesty nebo předepsané pokračování (prodloužení) vlakových cest ohrožují ve smyslu PTPŽ,
2. *prostorové oddíly* (mezistaniční oddíly, traťové oddíly), protože v jednom oddílu smí být pravidelně jen jeden vlak,
3. *nástupiště ve stanicích nebo zastávkách*, v nichž za pobytu osobního vlaku na koleji vzdálenější od výpravní budovy nesmí projíždět jiný vlak po sousední koleji bližší k výpravní budově.

*Příjezdem vlaku* se rozumí okamžik zastavení vlaku v dopravně nebo stanovišti na místě, kde vlak pravidelně zastavuje, s podmínkou, že uvolní vjezdové zhlaví a dojede celý.

*Odjezdem vlaku* se rozumí okamžik uvedení vlaku do pohybu z místa, kde pravidelně stojí.

*Průjezdem vlaku* se rozumí okamžik, kdy čelo vlaku míjí ve stanici odjezdové nebo jiné určené hlavní návěstidlo, na širé trati oddílové návěstidlo. Chybějí-li tato návěstidla ve stanici, je to námezník první výměny ležící ve vlakové cestě na odjezdovém zhlaví. Při průjezdu na odbočce, která není zároveň hradlem nebo hláskou, je to námezník odbočné výměny.

*První vlak* je ten, který první obsadí místo možného vzájemného ohrožení.

*Druhý vlak* je vlak, který má obsadit toto místo bezprostředně po prvním vlaku.

Provozní intervaly se stanoví podle výsledků časoměrných pozorování nebo analytických výpočtů.

*Délka provozních intervalů* závisí na:

- a) druhu staničního a traťového zabezpečovacího zařízení,
- b) způsobu obsluhy výměn,
- c) kolejovém uspořádání dopravní,
- d) vzájemné vzdálenosti a rozmístění jednotlivých míst rozhodných pro výpočet (návěstidlo, určené místo za návěstidlem, dopravní kancelář, stavědlo apod.),
- e) rychlosti a délce vlaků,
- f) organizaci práce při vjezdu, odjezdu a průjezdu vlaků zejména z hlediska počtu a způsobilosti zaměstnanců zúčastněných na přípravě a zrušení vlakové cesty a technologii jejich práce.

### **Rozdělení provozních intervalů**

Provozní intervaly se rozdělují podle toho, kde je místo možného vzájemného ohrožení jízd vlaků, na provozní intervaly:

1. staniční, u nichž je tímto místem staniční zhlaví nebo někdy ve stanicích nástupiště - stanoví se pro dopravní,
2. traťové, u nichž je tímto místem prostorový oddíl - stanoví se pro dopravní a stanoviště na širé trati, v nichž druhý vlak do prostorového oddílu vstupuje.

Rozeznáváme tyto provozní intervaly

#### **Staniční provozní intervaly**

- $\tau_k$  - interval křižování,
- $\tau_{pv}$  - interval postupných vjezdů,
- $\tau_{vo}$  - interval postupného vjezdu a odjezdu,
- $\tau_{ov}$  - interval postupného odjezdu a vjezdu,
- $\tau_{po}$  - interval postupných odjezdů.

## Trat'ové provozní intervaly

- $\tau_{nj}$  - interval následné jízdy,
- $\tau_{pj}$  - interval protisměrné jízdy,
- $\tau$  - intervaly na nástupištích.

Každý provozní interval se skládá z:

složky staničních (statických) operací  $t_{st}$  - t.j. času potřebného na vykonání všech operací v dopravě spojených s bezpečným vjezdem, odjezdem nebo průjezdem vlaku. Stanoví se součtem časů jednotlivých úkonů, které podle znění předpisů a technologických postupů práce musí staniční a trat'oví pracovníci vykonat a dodržet, aby se zajistila bezpečnost a plynulost vlakové dopravy. Technologické časy jednotlivých dílčích úkonů jsou zaznamenány v technologických grafech.

dynamické složky  $t_d$  - času, jehož hodnota je určena především vzdáleností pro vjezd, odjezd a průjezd vlaku a rychlostí vlaků.

Složka staničních operací  $t_{st}$  je ovlivněna zejména:

- a) druhem staničního zabezpečovacího a sdělovacího zařízení, způsobem obsluhy výměn a druhem návěstidel,
- b) druhem trat'ového zabezpečovacího zařízení,
- c) stavebním uspořádáním stanice, členitostí zhlaví, typem výhybek, počtem zaústěných tratí, umístěním výpravní budovy,
- d) počtem a druhem provozních pracovníků,
- e) odbornou vyspělostí pracovníků,
- f) místními ustanoveními (určeno staničním řádem).

Dynamická složka  $t_d$  je ovlivněna:

- a) délkou vlaku, hmotností soupravy a druhem a řadou lokomotivy,
- b) délkou stanice a přilehlých výpočetních délek (zhlaví, zábrzdna vzdálenost, užitečná délka dopravních kolejí),
- c) sklonovými a směrovými poměry ve stanici a v blízkosti stanice,
- d) nepřímo rychlostí vlaku.

Pro analytický výpočet lze používat těchto technologických časů:

- |   |                  |
|---|------------------|
| a) za každých 10 m chůze  | 0,10 min         |
| b) přestavení páky výměny, návěstidla apod.   | 0,05 min         |
| c) odemčení, přestavení a uzamčení výměny   | 0,40 min         |
| d) obsluha jednoho hradlového závěru  | 0,10 min         |
| e) telefonický hovor s jednou hovornou (hlášení)  | 0,25 min         |
| f) postavení vlakové cesty na reléovém, elektrodynamickém a elektropneumatickém staničním zabezpečovacím zařízení s individuální obsluhou výměn | 0,20 min         |
| g) postavení vlakové cesty na reléovém staničním zabezpečovacím zařízení se skupinovým stavěním vlakových cest                                  | 0,10 min         |
| h) výprava vlaku (podle druhu výpravy)  | 0,10 až 0,40 min |

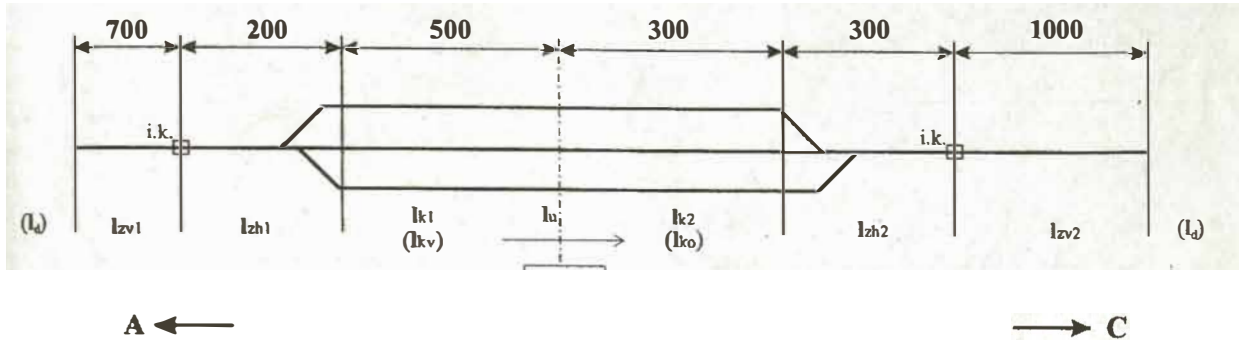
### 6.3.1 Staniční provozní intervaly

Obecná skladba provozního intervalu

$$\tau = t_{st} + t_d$$

$$\tau = t_{st1} + t_{st2} + t_{d1} + t_{d2} \quad (6-2)$$

Indexy 1 a 2 vyjadřují vztah k 1. nebo 2. vlaku;  $t_d$  se určuje analytickým výpočtem nebo z S-V diagramu. Smluvené symboly při rozborech intervalu jsou vyznačeny na schématu typové stanice (obr. 6-1).



Obrázek 6-1 Typové schéma stanice

$l_d$  - dohlednost je vzdálenost, kterou ujede vlak za čas osvojení si změny návěsti žlutá na zelenou, v podmínkách ČD je tento čas, 12 s, tj. 0,2 min,

$l_{zv}$  - zábrzdňá vzdálenost,

$l_{zh}$  - délka zhlaví smluvený pojem, ve skutečnosti vzdálenost vjezdového návěstidla od námezníku nebo odjezdového návěstidla tohoto zhlaví,

$l_u$  - užitečná délka dopravní koleje,

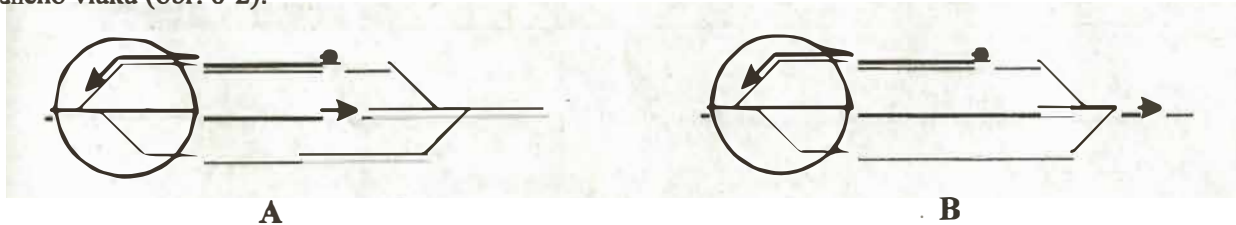
$l_{ko}$  - vzdálenost dopravní kanceláře k odjezdovému návěstidlu ( $l_{k2}$ ),

$l_{kv}$  - vzdálenost dopravní kanceláře k opačnému odjezdovému návěstidlu na vjezdovém zhlaví ( $l_{k1}$ ).

#### 6.3.1.1 Interval křižování

Interval křižování  $\tau_k$  je zvláštní případ obecného intervalu  $\tau_{vo}$  - postupného vjezdu a odjezdu, na jednokolejných tratích.

Interval křižování je nejkratší časové rozpětí mezi příjezdem (průjezdem) prvního vlaku do stanice na jednokolejně trati a odjezdem druhého vlaku opačného směru do téhož prostorového oddílu, z něhož přijel vlak první. Místem ohrožení je v případě zastavení (a) i průjezdu (b) prvního vlaku odjezdové zhlaví druhého vlaku (obr. 6-2).



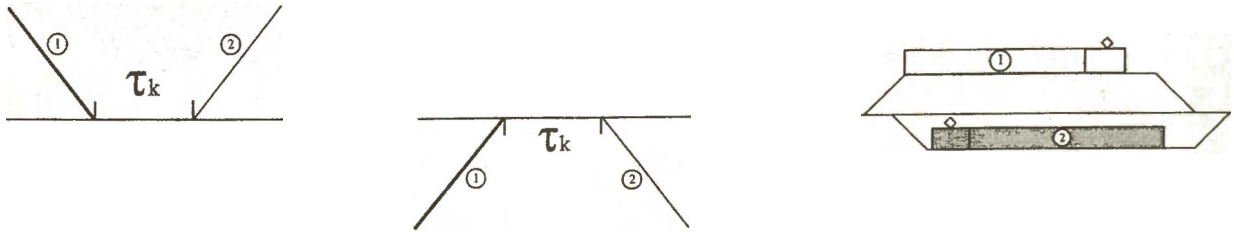
Obrázek 6-2 Místa ohrožení u  $\tau_k$

Hodnota intervalu křižování bude rozdílná podle toho, zda první vlak zastavuje nebo projíždí. V případě, že zastavuje, musí výpravčí na tento okamžik čekat (zpravidla před dopravní kanceláří). Další podmínkou je, aby první vlak uvolnil vjezdové zhlaví. V případě, že první vlak projíždí, musí výpravčí

sledovat jízdu tohoto vlaku nejméně tak dlouho, dokud nezjistí bezpečně konec vlaku. O tento čas (dynamickou složku intervalu křižování) se zpravidla hodnota celého intervalu křižování prodlouží.

Ukázky výpočtu intervalu křižování budou ovlivněny typem staničního a traťového zabezpečovacího zařízení a uspořádání stanice, pro kterou se interval zjišťuje.

**Případ č. 1: první vlak zastavuje (obr. 6-3)**



Obrázek 6-3  $\tau_k$  - první vlak zastavuje

Interval křižování začíná v okamžiku zastavení prvního vlaku s podmínkou, že uvolní vjezdové zhlaví a končí v okamžiku odjezdu druhého vlaku.

**A. Staniční zabezpečovací zařízení mechanické - návěstidla obsluhovaná výpravčím bez závislosti na místně přestavovaných a uzamykatelných výměnách obsluhovaných ze stanoviště obsazeného výhybkářem a dozorcím výhybek; způsob dávání odhlášek je telefonický.**

Tabulka 6-1 Technologický graf  $\tau_k$  - mechanika

Dílčí čas	Poř. číslo	Úkon	Provádí	Čas. jednotka	Časová návaznost
1	2	3	4	5	6
$t_{st1}$	1	Návrat do DK	výpravčí	0,20	
	2	Hlášení o konci vlaku	výhybkář	0,25	
	3	Odhláška-nabídka-přijetí	výpravčí	0,30	
	4	Rozkaz k postavení odjezdu 2. vlaku	výpravčí-výhybkář	0,25	
$t_{st2}$	5	Postavení a zrušení VC po 1. vlaku, VC pro odjezd 2. vlaku	výpravčí	1,50	
	6	Hlášení o postavení VC	výhybkář	0,20	
	7	Chůze ke stojanu a přestavení odj. návěstidla	výpravčí	0,20	
	8	Výprava vlaku	výpravčí	0,30	
$t_{st}$		Celkem		3,20	

Hodnota intervalu křižování bude ovlivněna pouze složkou staničních operací  $t_{st}$ .

$$\tau_k = 3,2 \cong 3,5 \text{ min}$$

**B. Elektromechanické staniční zabezpečovací zařízení - s ústředně přestavovanými výměnami ze stavědel na každém zhlaví, 1 výpravčí, 2 signalisté, poloautomatický blok.**

Tabulka 6-2 Technologický graf  $\tau_k$  - elektromechanika

1	2	3	4	5	6
$t_{st1}$	1	Návrat do DK	výpravčí	0,20	
	2	Obsluha RP: zrušení VC po 1. vlaku VC pro odjezd 2. vlaku	výpravčí	0,10	
$t_{st2}$	3	obsluha SP	signalisté	0,30	
	4	Chůze k vlaku, výprava	výpravčí	0,40	
$t_{st}$		Celkem		1,00	

$$\tau_k = 1,0 \text{ min}$$

Doba potřebná na zastavování vlaku a návrat výpravčího do DK je překryta:

- a) úkony signalisty na vjezdovém zhlaví 1. vlaku
  - předvest a vjezdové návěstidlo dá do základní polohy,
  - uzavření hradlové vložky vjezdového návěstidla je zároveň odhláškou za 1. vlakem,
- b) výpravčí sousední stanice dá souhlas k odjezdu druhého vlaku traťovým souhlasovým hradlem.

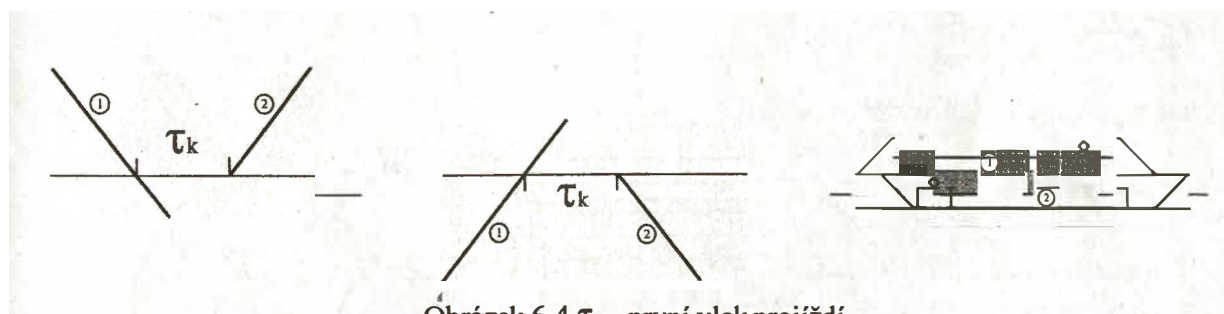
### C. Reléové staniční zabezpečovací zařízení - na trati automatický blok, ve stanici 2 výpravčí.

Tabulka 6-3 Technologický graf  $\tau_k$  - reléové staniční zabezpečovací zařízení

1	2	3	4	5	6
$t_{st1}$	1	Automatický rozpad VC po 1. vlaku (žádost o udělení souhlasu rojízdu opač. vlaku)	—	0,05	
	2	Rozsvícení návěstidel AB pro opačný směr jízdy	výpravčí	0,05	
$t_{st2}$	3	Postavení VC pro odjezd 2. vl.	výpravčí	0,10	
	4	Výprava vlaku	výpravčí	0,20	
$t_{st}$		Celkem		0,40	

$$\tau_k = 0,4 \approx 0,5 \text{ min}$$

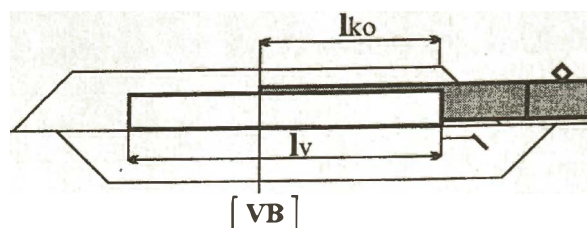
Případ č. 2: první vlak projíždí (obr. 6-4)



Obrazek 6-4  $\tau_k$  - první vlak projíždí

Interval křižování v těchto případech začíná v okamžiku průjezdu prvního vlaku (čelo vlaku míjí úroveň odjezdového návěstidla) a končí v okamžiku odjezdu druhého vlaku.

A. Určení dynamické složky (obr. 6-5) pro případ, kdy projíždějící vlak sleduje výpravčí před dopravní kanceláří se bude vztahovat pro staniční zabezpečovací zařízení mechanické a elektromechanické.



Obrázek 6-5  $\tau_k$  - dynamická složka na elektromechanice

Směr A - B - C

$$t_{d1} = \frac{l_v - l_{ko}}{v_1} \cdot 0,06 = \frac{600 - 300}{50} \cdot 0,06 = 0,36 \text{ min}$$

kde  $t_{d1}$  je dynamická složka vztážená k prvnímu vlaku (min),

$l_v$  - délka vlaku (m),

$l_{ko}$  - délka koleje od stanoviště výpravčího k odjezdovému návěstidlu (m),

$v_1$  - rychlost prvního vlaku ( $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ).

Celková hodnota intervalu křížování pro uvedené typy staničního zabezpečovacího zařízení se bude skládat ze složky staničních operací a dynamické složky (Tabulka 6-4).

$$\tau_k = t_{st} + t_d$$

Tabulka 6-4 Interval křížování - první vlak projíždí

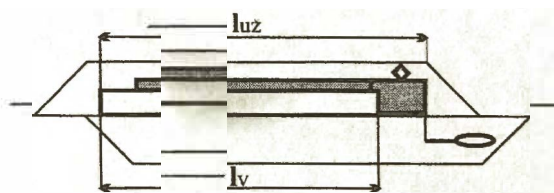
Typ	Směr A - B - C			
	$t_{st}$	$t_d$	$\tau_k$	
1. Mechanika	3,20	0,36	3,56	4,0
2. Elektromechanika	1,00	0,36	1,36	1,5

### Reléové staniční zabezpečovací zařízení (2 výpravčí)

Určení dynamické složky  $t_d$  je ovlivněno tím, že venkovní výpravčí sleduje projíždějící vlak v kolejišti, avšak úkony sledované v technologickém grafu záleží na činnosti vnitřního výpravčího. Samočinný rozpad vlakové cesty nastane v okamžiku uvolnění poslední výměny na vjezdovém zhlaví. Toto rozhodující místo je vzdáleno od odjezdového návěstidla na užitečnou délku dopravních kolejí

$$t_{d1} = \frac{l_v - l_u}{v_1} \cdot 0,06 \quad (6-3)$$

kde  $l_u$  je užitečná délka dopravní koleje (m).



Obrázek 6-6  $\tau_k$  - dynamická složka na reléovém zabezpečovacím zařízení

Směr A - B - C

$$t_{d1} = \frac{600 - 800}{50} \cdot 0,06 = -0,24,$$

$$\tau_k = t_{st} + t_d = 0,40 + (-0,24) = 0,16 \cong 0,5 \text{ min}$$

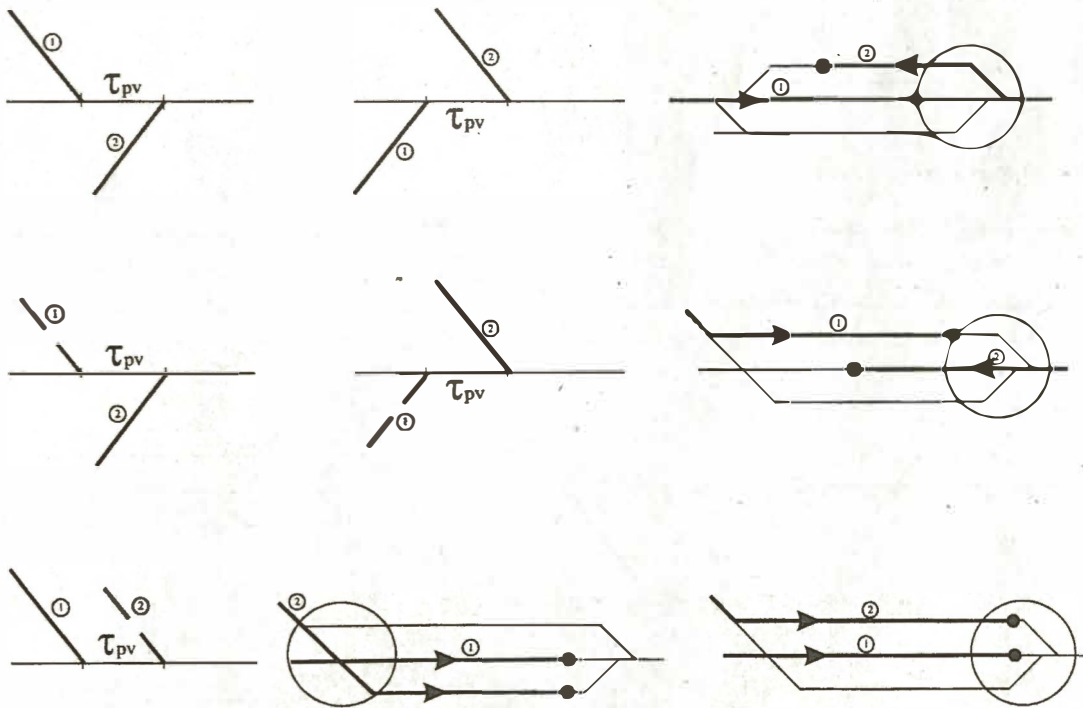
*Poznámka:* Dosáhne-li záporná hodnota dynamické složky hodnoty staničních operací, může být výsledná hodnota intervalu křížování nulová, popř. záporná.

### 6.3.1.2 Interval postupných vjezdů

Interval postupných vjezdů  $\tau_{pv}$  je nejkratší časové rozpětí mezi okamžikem příjezdu nebo průjezdu prvního vlaku a příjezdu nebo průjezdu druhého vlaku v dopravně. Oba vlaky mohou být při  $\tau_{pv}$  buď opačných nebo stejných směrů.

Místo ohrožení při intervalu  $\tau_{pv}$  může být bez ohledu na to, zda oba vlaky jedou opačným nebo stejným směrem:

- na vjezdovém nebo odjezdovém zhlaví druhého vlaku v případě, že oba vlaky ve stanici zastavují (obr. 6-7),
- na vjezdovém zhlaví druhého vlaku, projíždí-li ve stanici alespoň jeden z obou vlaků (obr. 6-8),
- na vjezdovém zhlaví druhého vlaku na dvukolejných vložkách pro letmé křížování nebo na odbočkách, které jsou dopravnou (obr. 6-9).



Obrázek 6-7  $\tau_{pv}$  - místo ohrožení, oba vlaky zastavují

Celková hodnota intervalu  $\tau_{pv}$  bude ovlivněna jednak složkou  $t_{st}$ , jednak významnou dynamickou složkou  $t_d$ . Staniční operace  $t_{st}$  budou naplněny úkony spojenými se zrušením vlakové cesty po 1. vlaku a zjištěním volnosti vlakové cesty a postavením vlakové cesty pro 2. vlak. Rozhodující vliv bude mít technické vybavení stanice, tj. typ staničního a traťového zabezpečovacího zařízení, počet a druh staničních pracovníků apod.

Dynamická složka  $t_d$  se týká 2. vlaku. Je to nejkratší čas potřebný na bezpečný a plynulý vjezd 2. vlaku od místa, kde se nachází 2. vlak na dohlednost od předvěsti vjezdového návěstidla v poloze dovolující jízdu (Volno), až do zastavení nebo průjezdu ve stanici. Přesný výpočet dynamické složky je možný ze sestrojeného tachogramu jízdy vlaku. Analytický výpočet  $t_d$  vyplývá ze vzorce:

$$t_d = 0,2 + \frac{l_{zv} + l_{zh} + l_u}{v_{vj}} \cdot 0,06 \quad (\text{min}) \quad (6-4)$$

kde  $v_{vj}$  je průměrná vjezdová rychlost vlaku ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ),

0,06 - převodový koeficient,

$l_{zv}$  - zábrzdňá vzdálenost (m),

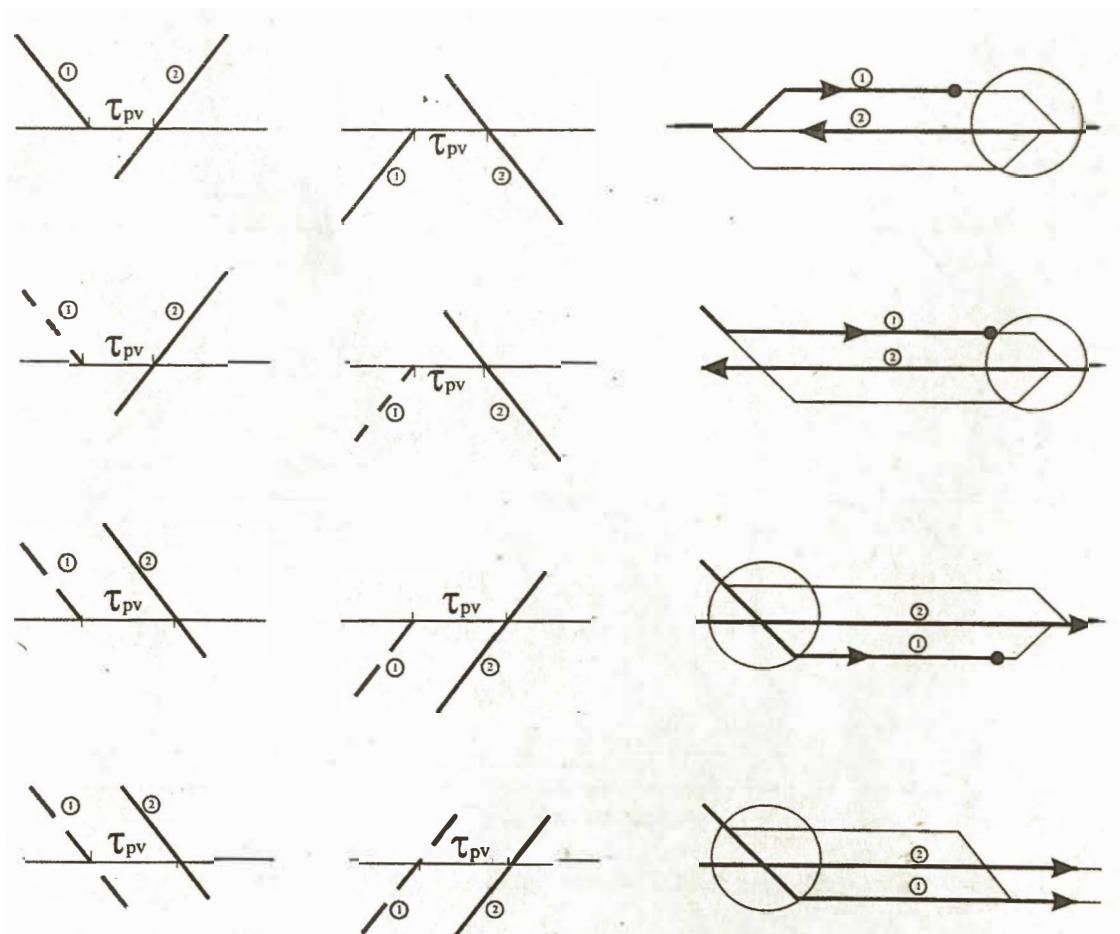
$l_{zh}$  - délka zhlaví (m),

$l_u$  - užitečná délka dopravní koleje (m),

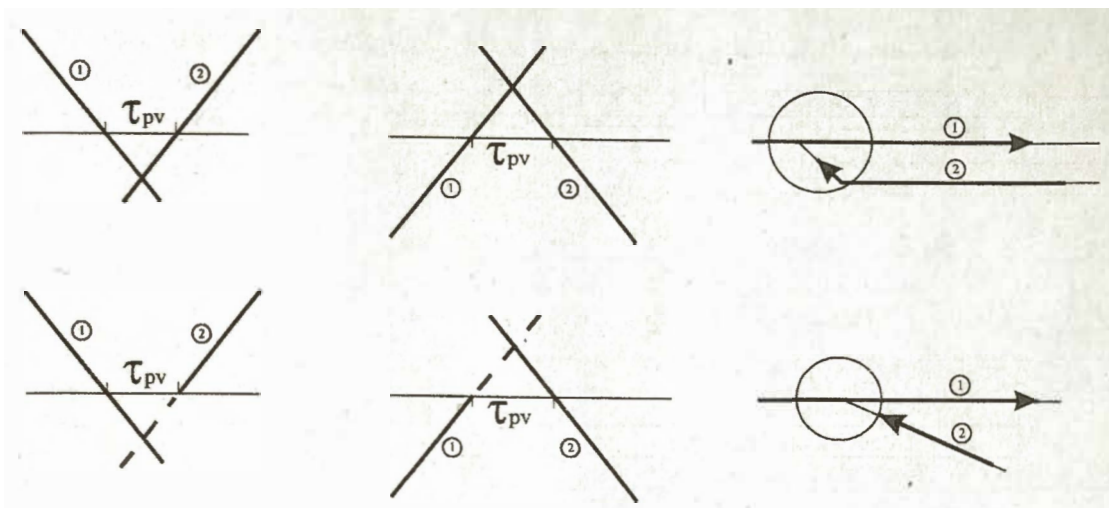
0,2 - čas na osvojení si změny návěsti (min).

Užitečná délka dopravní koleje platí vždy, jde-li o vlak projíždějící. V případě, že druhý vlak zastavuje na místě pravidelného zastavení, dosadíme vzdálenost čela vlaku od námezníku vjezdového zhlaví.

Ve stanicích, ve kterých zabezpečovací zařízení umožňuje současné vjezdy vlaků, není nutno tento případ intervalu postupných vjezdů (oba vlaky zastavují) vyšetřovat.



Obrázek 6-8  $\tau_{pv}$  - místo ohrožení, jeden vlak projíždí



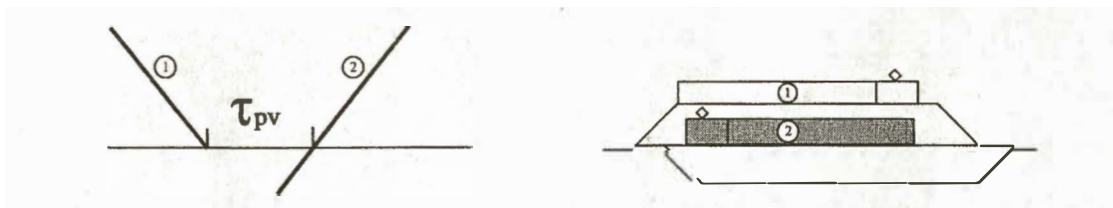
Obrázek 6-9  $\tau_{pv}$  - místo ohrožení, oba vlaky projíždějí

Interval postupných vjezdů  $\tau_{pv}$  se zásadně zjišťuje ve stanicích, kde nejsou povoleny současné vjezdy vlaků. Současné jízdy nejsou ve stanicích dovoleny, jestliže se vlakové cesty prvního a druhého vlaku nebo jejich pokračování křižují nebo stýkají v místech možného ohrožení na staničním zhlaví a nejsou-li splněna ustanovení PTPŽ, za nichž jsou současné jízdy vlaků dovoleny. Výjimečně také může znemožňovat současné jízdy vlaků staniční zabezpečovací zařízení.

Výpočet intervalu postupných vjezdů vlaků opačných směrů je ukázán na příkladu. Schéma stanice podle (obr. 6.1).

#### A. Druhý vlak projíždí (obr.6-10)

Interval postupných vjezdů  $\tau_{pv}$  začíná okamžikem zastavení prvního vlaku a končí okamžikem průjezdu druhého vlaku (čelo vlaku míjí úroveň odjezdového návěstidla).



Obrázek 6-10  $\tau_{pv}$  - druhý vlak projíždí

*Podmínky pro výpočet:*

Staniční zabezpečovací zařízení: elektromechanické

Traťové zabezpečovací zařízení: telefon

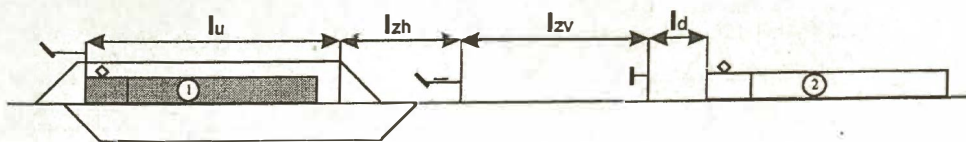
Počet provozních zaměstnanců: 1 výpravčí, na obou zhlavích výhybkáři obsluhují ústředně přestavované výměny

Průměrná rychlost při průjezdu druhého vlaku:  $60 \text{ km.h}^{-1}$

$$\tau_k = t_{st} + t_d$$

*Výpočet dynamické složky*

Čelo druhého vlaku se může nacházet nejbližší na dohlednost před předvěstí vjezdového návěstidla. Druhý vlak musí projet minimálně vzdálenost patrnou z obrázku 6-11.



Obrázek 6-11  $\tau_{pv}$  - dynamická složka druhého vlaku

Tabulka 6-5 Technologický graf  $\tau_{pv}$  - 2. vlak projíždí

1	2	3	4	5	6
$t_{st1}$	1	Návrat do DK	výpravčí	0,20	
	2	Uvolnění závěru výměn	výpravčí	0,10	
	3	Odhláška-nabídka-přijetí	výpravčí	0,30	
$t_{st2}$	4	Telefonní rozkaz k průjezdu 2. vlaku		0,35	
	5	Obsluha ŘP, odjezdové zhlaví	výpravčí	0,20	
	6	Obsluha SP, odjezdové návěst. do polohy volno	výhybkář	0,30	
	7	Obsluha ŘP, vjezdové zhlaví	výpravčí	0,20	
	8	Obsluha SP, vjezd. návěstidlo a předvěst na volno	výhybkář	0,40	
$t_{st}$		Celkem		2,05	

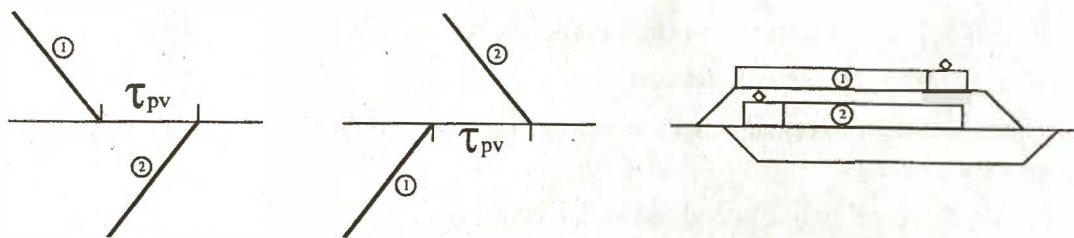
$$t_{d2} = \frac{l_u + l_{zh} + l_{zv}}{v_{pr}} \cdot 0,06 + 0,2 = \frac{800 + 300 + 1000}{60} \cdot 0,06 + 0,2 = 2,3 \text{ (min)}$$

$$\tau_{pv} = t_{st} + t_d = 2,05 + 2,3 = 4,35 \approx 4,5 \text{ min}$$

Při určování časové hodnoty intervalu není rozhodující dohlednost v metrech ( $l_d = \frac{10v}{3}$ ), ale čas na osvojení si změny návěsti, která je v podmínkách ČD 12 s, tj. 0,2 min.

### B. Druhý vlak ve stanici zastaví

Interval postupných vjezdů  $\tau_{pv}$  začíná okamžikem zastavení prvního vlaku a končí okamžikem zastavení druhého vlaku. Druhý vlak zastaví buď na místě obvyklého zastavení, nebo nejdále u odjezdového návěstidla. Předpokládáme zastavení u odjezdového návěstidla (obr.6-12).



Obrázek 6-12  $\tau_{pv}$  - druhý vlak zastavuje

Podmínky pro výpočet: obdobně jako v bodě A

Průměrná rychlost při vjezdu druhého vlaku:  $40 \text{ km.h}^{-1}$

Tabulka 6-6 Technologický graf  $\tau_{pv}$  - druhý vlak zastavuje

1	2	3	4	5	6
$t_{st1}$	1	Návrat do DK	výpravčí	0,20	
	2	Uvolnění závěru výměn	výpravčí	0,10	
$t_{st2}$	3	Telefonní rozkaz k postavení VC pro 2. vlak	výpravčí- výhybkář	0,35	
	4	Obsluha ŘP, vjezdové zhlaví	výpravčí	0,20	
	5	Obsluha SP, vjezd. návěstidlo a předvěst do polohy volno	výhybkář	0,40	
$t_{st}$		Celkem		1,25	

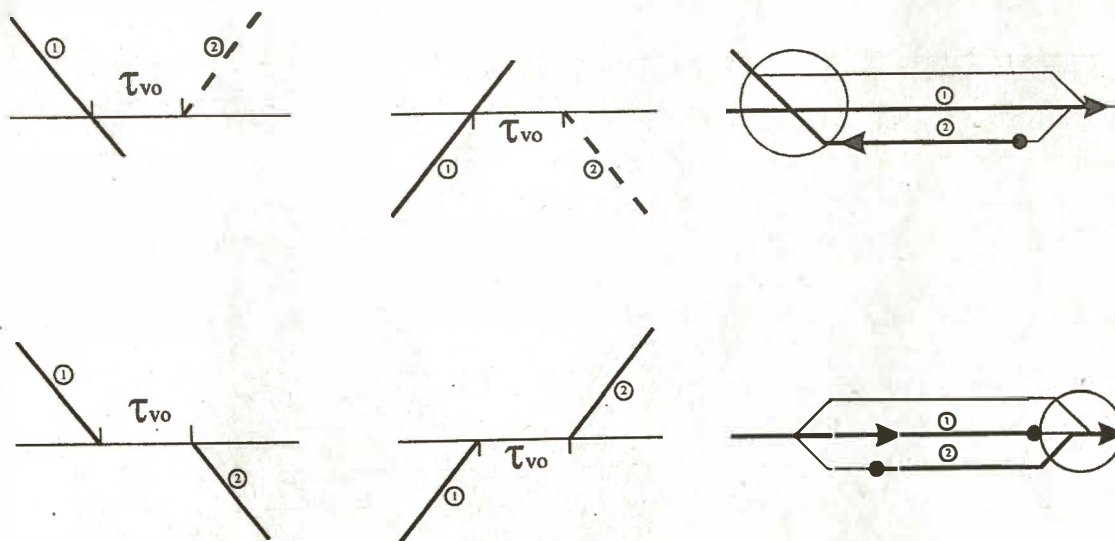
$$t_{d2} = \frac{l_u + l_{zh} + l_{zv}}{v_{pr}} \cdot 0,06 + 0,2 = \frac{800 + 300 + 1000}{40} \cdot 0,06 + 0,2 = 3,15 \text{ (min)}$$

$$\tau_{pv} = t_{st} + t_d = 1,25 + 3,35 = 4,65 \cong 5,0 \text{ min}$$

### 6.3.1.3 Interval postupného vjezdu a odjezdu

Interval postupného vjezdu a odjezdu  $\tau_{vo}$  je nejkratší časové rozpětí potřebné na vykonání všech předepsaných úkonů mezi okamžikem příjezdu (průjezdu) prvního vlaku a okamžikem odjezdu (průjezdu) druhého vlaku v téže dopravně.

Interval  $\tau_{vo}$  se může vyskytnout mezi vlaky opačných nebo stejných směrů. V případě, že druhý vlak odjíždí do prostorového oddílu, z něhož přijel vlak první, vzniká dříve popsany interval křížování  $\tau_k$ .



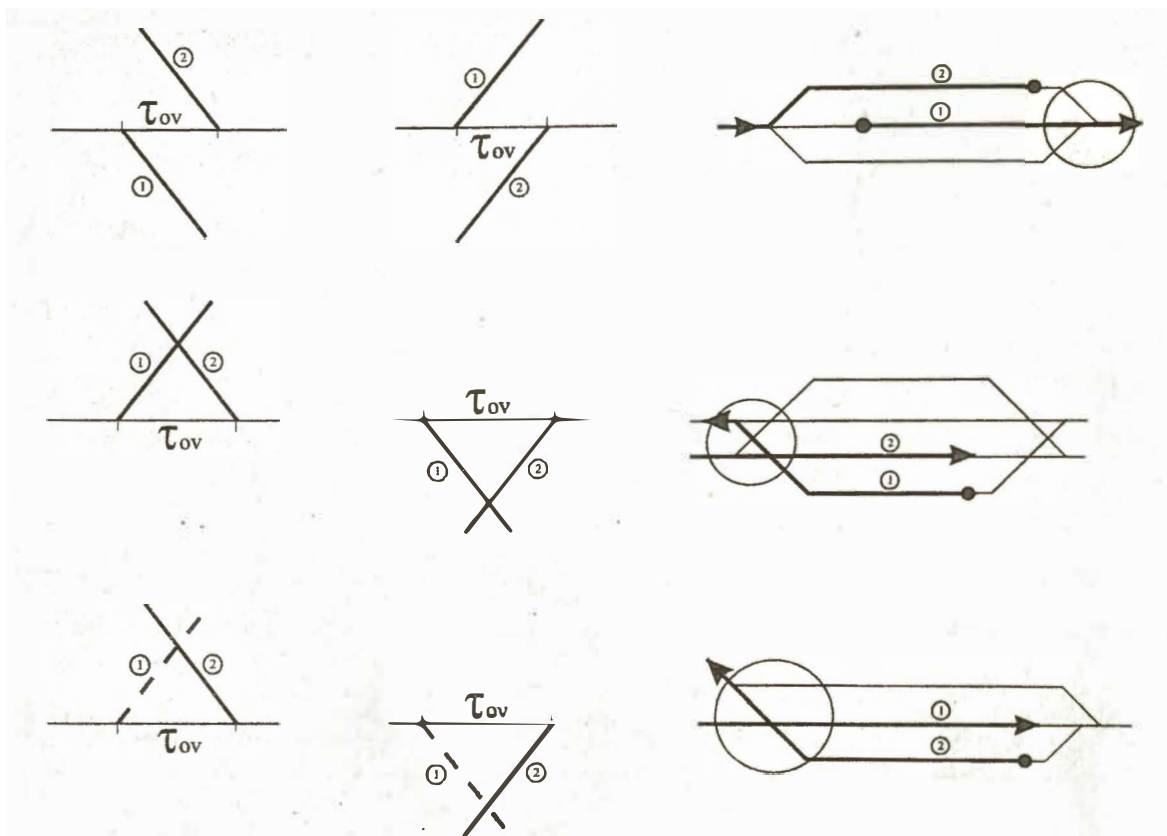
Obrázek 6-13  $\tau_{vo}$  - místo ohrožení

Místo možného ohrožení u  $\tau_{vo}$  je vždy jen na odjezdovém zhlaví druhého odjíždějícího nebo projíždějícího vlaku (obr. 6-13).

### 6.3.1.4 Interval postupného odjezdu a vjezdu

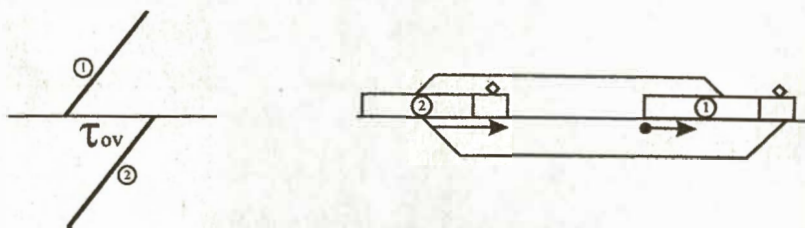
Provozní interval postupného odjezdu a vjezdu  $\tau_{ov}$  je nejkratší časové rozpětí potřebné na vykonání předepsaných úkonů mezi okamžikem odjezdu (průjezdu) prvního vlaku a okamžikem příjezdu (průjezdu) druhého vlaku v téže dopravně.

Místo možného ohrožení je vždy jen na odjezdovém zhlaví odjíždějícího nebo projíždějícího prvního vlaku. Interval  $\tau_{ov}$  vzniká u vlaků stejného nebo opačného směru (obr. 6-14).



Obrázek 6-14  $\tau_{ov}$  - místo ohrožení

Příklad výpočtu hodnoty intervalu postupného odjezdu a vjezdu.



Obrázek 6-15 Schéma intervalu postupného odjezdu a vjezdu

Podmínky pro výpočet:

Schéma stanice podle obrázku 6.1

Staniční reléové zabezpečovací zařízení, 1 výpravčí.

Průměrná odjezdová rychlost 1. vlaku činí  $20 \text{ km.h}^{-1}$ , prům. vjezdová rychlost 2. vlaku je  $35 \text{ km.h}^{-1}$ .

Délka vlaku 600 m.

Vlaky odjíždějí a zastavují v úrovni odjezdového návěstidla.

$$\tau_{ov} = t_{d1} + t_{st} + t_{d2}$$

$$t_{d1} = \frac{l_{v1} + l_{zh2}}{v_1} \cdot 0,06 = \frac{600 + 300}{20} \cdot 0,06 = 2,7 \text{ min}$$

$$t_{d2} = \frac{l_u + l_{zh1} + l_{zv1}}{v_2} \cdot 0,06 + 0,2 = \frac{800 + 200 + 700}{35} \cdot 0,06 + 0,2 = 3,11 \text{ min}$$

Tabulka 6-7 Technologický graf  $\tau_{ov}$  - reléové zabezpečovací zařízení

1	2	3	4	5	6
$t_{st1}$	1	Sledování odjezdu a návrat do DK	výpravčí	1,00	
$t_{st2}$	2	Postavení VC pro 2. vlak	výpravčí	0,10	
$t_{st}$		Celkem		1,10	

Staniční operace vztahované k prvnímu vlaku jsou překryty dynamickou složkou  $t_{d1}$ . Platí-li  $t_{st1} < t_{d1}$ , celkovou hodnotu intervalu neovlivní.

$$\tau_{ov} = 2,7 + 0,1 + 3,11 = 5,91 \cong 6 \text{ min}$$

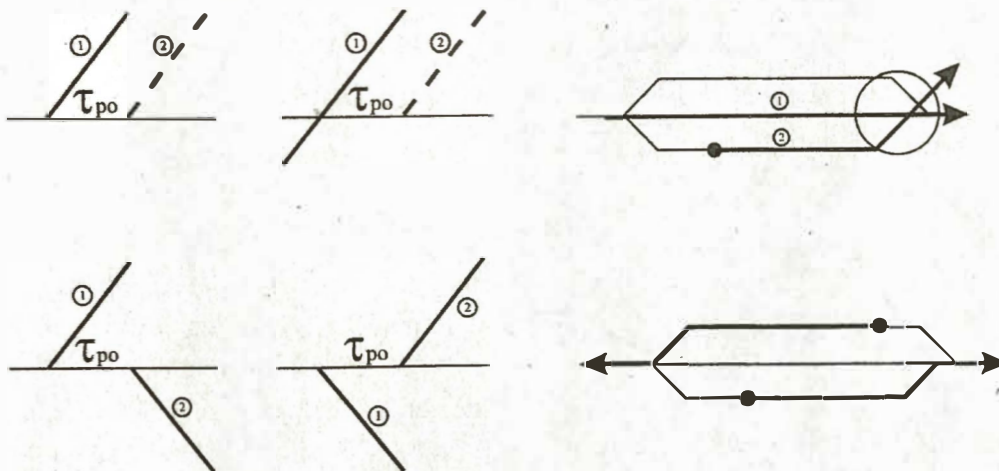
### 6.3.1.5 Interval postupných odjezdů

Provozní interval postupných odjezdů  $\tau_{po}$  (obr. 6-16) je nejkratší časové rozpětí mezi okamžikem odjezdu nebo průjezdu prvního vlaku a okamžikem odjezdu (průjezdu) druhého vlaku ze stanice do různých prostorových oddílů.

Mohou vzniknout případy  $\tau_{po}$  vlaků stejného nebo opačného směru.

Místo možného ohrožení je u vlaků stejného směru vždy jen na odjezdovém zhlaví odjíždějícího nebo projíždějícího prvního i druhého vlaku.

U vlaků opačného směru neexistuje místo ohrožení. Provozní interval postupných odjezdů vlaků opačných směrů se stanoví jen ve stanicích, v nichž podle technologie práce nelze oba vlaky současně vypravit, např. musí-li jeden výpravčí vypravovat vlaky z různých nástupišť.



Obrázek 6-16  $\tau_{po}$  - schéma intervalu postupných odjezdů

## 6.3.2 Traťové provozní intervaly

### 6.3.2.1 Interval následné jízdy

Provozní traťový interval následné jízdy  $\tau_{nj}$  je nejkratší čas potřebný na splnění všech předepsaných úkonů mezi okamžikem příjezdu nebo průjezdu prvního vlaku v přední dopravně ohraničující daný prostorový oddíl, v níž první vlak prostorový oddíl opouští a okamžikem odjezdu nebo průjezdu druhého vlaku stejného směru v zadní dopravně, v níž druhý vlak do prostorového oddílu vstupuje.

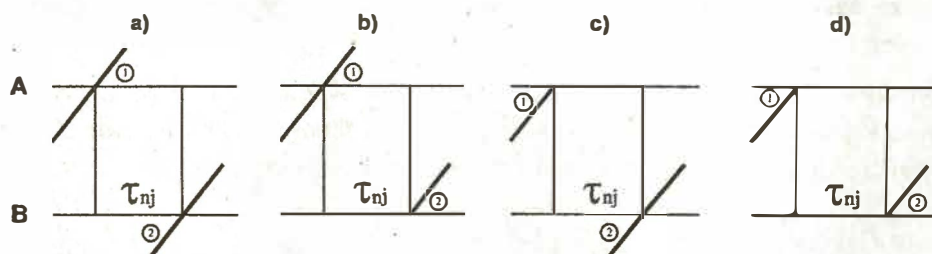
Místem možného ohrožení jízdy je prostorový oddíl. Z něho může první vlak vystoupit, nebo druhý vlak do něho vstoupit v dopravnách - stanici, výhybně, hradle, hlásce - nebo na některých stanovištích, která nejsou zároveň dopravnami - odbočce, kolejové křižovatce, kolejové splítce, nákladišti, vlečce. V dalším budou sledovány pouze případy výskytu  $\tau_{nj}$  mezi dopravnami.

Provozní traťový interval  $\tau_{nj}$  se stanoví pro všechny dopravní jen na tratích, na nichž se jízdy vlaků zabezpečují telefonickým dorozumíváním nebo poloautomatickým blokem.

Hodnota intervalu následné jízdy  $\tau_{nj}$  je značně proměnlivá a závisí především na tom, jakým způsobem jsou vlaky v přední a zadní dopravně prováženy, tj. zda první vlak v přední dopravně zastavuje nebo projíždí, či druhý vlak v zadní dopravně projíždí nebo z ní odjíždí (po předchozím zastavení).

Všechny čtyři varianty možného provázení vlaku mezi dvěma dopravnami jsou znázorněny na obrázku 6-17:

- první vlak projíždí v dopravně přední, druhý vlak projíždí v dopravně zadní,
- první vlak projíždí v dopravně přední, druhý vlak odjíždí z dopravně zadní,
- první vlak zastavuje v dopravně přední, druhý vlak projíždí v dopravně zadní,
- první vlak zastavuje v dopravně přední, druhý vlak odjíždí z dopravně zadní.



Obrázek 6-17  $\tau_{nj}$  - varianty mezi dvěma dopravnami a) až d)

V každé z variant uvedených na obrázku 6-17 obsahuje interval následné jízdy  $\tau_{nj}$  dvě základní hodnoty staničních operací

a)  $t_{st1}$ , tj. čas na provedení všech předepsaných staničních úkonů, které se dotýkají jízdy prvního vlaku. K nim patří zejména zjištění, že 1. vlak vjel do dopravně celý, postavení vjezdového návěstidla nebo oddílového návěstidla a jejich předvěstí do základní polohy (pokud se tyto úkony nedají vykonat dříve než vlak zastaví nebo projede) a odhlášení telefonem nebo hradlem do zadní dopravně;

b)  $t_{st2}$ , tj. čas na provedení všech předepsaných staničních operací, které se týkají jízdy druhého vlaku. Sem patří telefonická nabídka a přijetí, příprava vlakové cesty pro odjezd 2. vlaku (pokud se tyto úkony nedají vykonat dříve), uvolnění vložky a postavení odjezdového, popřípadě i vjezdového návěstidla a předvěstí do polohy dovolující jízdu pro průjezd 2. vlaku, popř. i výprava 2. vlaku.

K hodnotám staničních operací  $t_{st}$ , přistupují ještě dvě dynamické složky:

a)  $t_{d1}$ , tj. čas, který potřebuje první vlak na projetí pojistné vzdálenosti za návěstidlem, které ohraničuje prostorový oddíl, až konec vlaku dosáhne příslušného izolovaného kolejového obvodu;

b)  $t_{d2}$ , tj. čas, který potřebuje projíždějící druhý vlak na projetí vzdálenosti od místa dohlednosti před vjezdovým návěstidlem (u světelných a u mechanických se samostatnými předvěstmi), nebo od místa dohlednosti před předvěstí vjezdového mechanického návěstidla (jestliže odjezdové návěstidlo nemá samostatnou předvěst) nebo před předvěstí oddílového návěstidla až po průjezd dopravnou.

Interval následné jízdy  $\tau_{nj}$  se tedy bude skládat v případě, že prostorový oddíl je ohraničen (obr. 6-17):

#### 1. dvěma stanicemi

$$\text{varianta a) } \tau_{nj} = \pm t_{d1} + t_{st1} + t_{st2} + t_{d2},$$

$$\text{varianta b) } \tau_{nj} = \pm t_{d1} + t_{st1} + t_{st2},$$

$$\text{varianta c) } \tau_{nj} = t_{st1} + t_{st2} + t_{d2},$$

$$\text{varianta d) } \tau_{nj} = t_{st1} + t_{st2}.$$

#### 2. stanicí - oddílovým návěstidlem

$$\text{varianta a) } \tau_{nj} = \pm t_{d1} + t_{st1} + t_{st2} + t_{d2},$$

$$\text{varianta b) } \tau_{nj} = t_{st1} + t_{st2} + t_{d2}.$$

#### 3. dvěma oddílovými návěstidly

$$\text{varianta a) } \tau_{nj} = t_{d1} + t_{st1} + t_{st2} + t_{d2},$$

#### 4. oddílovým návěstidlem - stanicí

$$\text{varianta a) } \tau_{nj} = t_{d1} + t_{st1} + t_{st2} + t_{d2},$$

$$\text{varianta b) } \tau_{nj} = t_{d1} + t_{st1} + t_{st2}.$$

Traťový interval následné jízdy  $\tau_{nj}$ , vypočítaný pro sled dvou vlaků v prostorovém oddílu, vztahujeme vždy k zadní dopravě, tj. k té, v níž druhý následný vlak projíždí nebo z ní odjíždí.

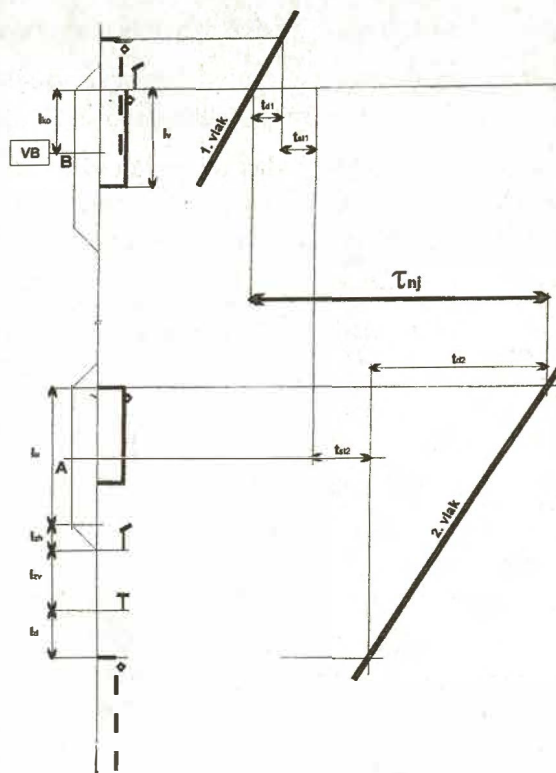
Způsob určení traťového intervalu  $\tau_{nj}$  je ukázán na příkladech.

### A. Analytický výpočet $\tau_{nj}$ mezi dvěma stanicemi (telefon)

Stanice A, B jsou vybaveny elektromechanickým zabezpečovacím zařízením. Jízda vlaků se zabezpečuje telefonickým dorozumíváním. Ve stanicích jsou mechanická návěstidla. V obou stanicích je výpravčí a na každém zhlaví výhybkář.

Situace je uvedena na obrázku 6-18, kde je zobrazena varianta a) - průjezd obou vlaků ve stanicích A i B.

Sled úkonů, které naplňují celý interval  $\tau_{nj}$ , je v tabulce 6-8. V této tabulce jsou orientační časy jednotlivých úkonů. Při praktickém určování intervalu je nutné provést časová měření v každé stanici.



Obrázek 6-18  $\tau_{nj}$  - mezi dvěma stanicemi (telefon)

Tabulka 6-8 Technologický graf  $\tau_{nj}$  - telefon

Dílčí čas	Poř. číslo	Úkon	Provádí	Varianta (min)			
				a	b	c	d
$t_{st1}$	1	Návrat do DK	výpravčí	0,2	0,2	0,2	0,2
	2	Obsluha ŘP	výpravčí	0,1	0,1	0,1	0,1
	3	Telefonní hovor ONP	výpravčí	0,3	0,3	0,3	0,3
$t_{st2}$	4	Rozkaz k postavení VC	výpravčí	0,4	0,4	0,4	0,4
	5	Obsluha ŘP - odjezd	výpravčí	0,2	0,2	0,2	0,2
	6	Obsluha SP - odjezd	výhybkář	0,3	0,3	0,3	0,3
	7	Obsluha ŘP - vjezd	výpravčí	0,2	---	0,2	---
	8	Obsluha SP - vjezd	výhybkář	0,4	---	0,4	---
	9	Výprava vlaku	výpravčí	---	0,4	---	0,4
Celkem				2,1	1,9	2,1	1,9
$t_{d1}$	První vlak v přední stanici			0,2	0,2	---	---
$t_{d2}$	Druhý vlak v zadní stanici			2,3	---	2,3	---
Uhrnem				4,6	2,1	4,4	1,9
Hodnota intervalu $\tau_{nj}$				5,0	2,5	4,5	2,0

Interval  $\tau_{nj}$  začíná okamžikem průjezdu, tj. čelo vlaku mjí úroveň odjezdového návěstidla (varianta a,b) nebo okamžikem zastavení prvního vlaku (varianta c, d).

Interval  $\tau_{nj}$  končí okamžikem průjezdu v zadní stanici (varianta a,c) nebo okamžikem odjezdu druhého vlaku (varianta b, d).

V přední stanici tedy výpravčí buď čeká zpravidla před dopravní kanceláří na zastavení vlaku (varianta c, d) a potom následuje chůze do dopravní kanceláře. V případě průjezdu prvního vlaku

(varianta a, b) sleduje průjezd vlaku minimálně tak dlouho, pokud nevidí konec vlaku. V tomto případě vzniká dynamická složka  $t_{d1}$ , která bude závislá na vzdálenosti výpravčího od odjezdového návěstidla  $l_{ko}$ , délce vlaku  $l_v$ , a nepřímo na rychlosti prvního vlaku  $v_1$ .

$$t_{d1} = \frac{l_v - l_{ko}}{v_1} \cdot 0,06 \quad (\text{min}) \quad (6-5)$$

Po dosazení konkrétních hodnot v metrech a  $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

$$t_{d1} = \frac{500 - 300}{60} \cdot 0,06 = 0,2 \text{ min}$$

V *zadní stanici* se při průjezdu druhého vlaku (varianta a, c) musí zabezpečit vlaková cesta tak, že se po nabídnutí vlaku a jeho přijetí postaví nejdříve odjezdová strana a teprve potom vjezdová strana celé vlakové cesty. Tato časová návaznost je zachycena i v tabulce 6-8. Po ukončení celé složky staničních operací  $t_{st}$ , tj. odjezdové návěstidlo i vjezdové návěstidlo a jeho předvěst jsou v poloze *Volno*, se může nacházet druhý vlak čelem na dohlednost před předvěstí vjezdového návěstidla. K okamžiku průjezdu tedy ještě uplyne čas  $t_{d2}$ , během kterého překoná druhý vlak zábrzdnou vzdálenost  $l_{zv}$ , délku zhlaví  $l_{zh}$  a celou užitečnou délku koleje  $l_u$  při průměrné rychlosti  $v_2$  (jako u staničního provozního intervalu  $\tau_{pv}$ ).

$$t_{d2} = 0,2 + \frac{l_{zv} + l_{zh} + l_u}{v_2} \cdot 0,06 \quad (\text{min}) \quad (6-6)$$

Po dosazení

$$t_{d2} = 0,2 + \frac{1000 + 300 + 800}{60} \cdot 0,06 = 2,3 \text{ min}$$

Odjíždí-li druhý vlak ze zadní stanice (varianta b, d), odpadá celá složka dynamická  $t_{d2}$  a po dání odjezdového návěstidla do polohy *Volno* následuje výprava vlaku, do které je započítána i chůze výpravčího k vlaku z dopravní kanceláře.

Výsledné hodnoty  $\tau_{nj}$  v tabulce 6-8 v rozpětí 2 až 5 min jsou reálné a ukazují na skutečnost, že interval  $\tau_{nj}$  při jinak stejných podmínkách technického vybavení je značně závislý na způsobu provázení vlaků v obou stanicích.

### B. Analytický výpočet $\tau_{nj}$ mezi dvěma stanicemi (poloautomatický blok)

Stanice A, B jsou vybaveny elektromechanickým zabezpečovacím zařízením, světelnými návěstidly na sobě závislými. Jízda vlaků se zabezpečuje poloautomatickým blokem. V obou stanicích je výpravčí a na každém zhlaví signalista.

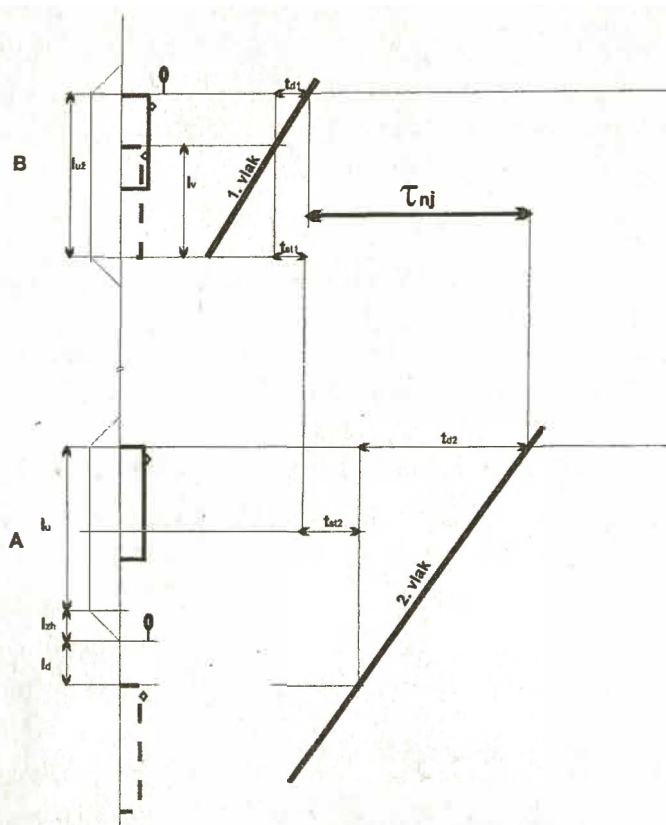
Situace je zachycena na obrázku 6-19, kde je opět zobrazena varianta a) - průjezd obou vlaků ve stanici A i B. Sled základních úkonů, které naplní celý interval  $\tau_{nj}$ , je uveden v tabulce 6-9.

Začátek intervalu  $\tau_{nj}$  je shodný jako v předchozím příkladě, tzn. okamžik, kdy čelo prvního vlaku míjí úroveň odjezdového návěstidla. V přední stanici v případě průjezdu (varianta a, b); v případě, že první vlak zastavuje v přední stanici, začíná interval  $\tau_{nj}$  opět okamžikem zastavení prvního vlaku (varianta c, d).

Konec intervalu  $\tau_{nj}$  je opět shodný s předcházejícím případem, tzn. buď okamžik průjezdu čela druhého vlaku v úrovni odjezdového návěstidla v zadní stanici nebo okamžik odjezdu druhého vlaku.

V *přední stanici* je však zásadní rozdíl v tom, že odhlášku za prvním vlakem nedává výpravčí, ale signalista na vjezdovém zhlaví (poloha signalisty je vzdálena od odjezdového návěstidla na užitečnou

délku dopravní koleje). Jakmile signalista zjistí konec prvního vlaku, přestaví páku vjezdového návěstidla do základní polohy, uzavře hradlo vjezdového návěstidla a tím dává na poloautomatickém zabezpečovacím zařízení odhlášku ( $t_{st1}$ ).



Obrázek 6-19  $\tau_{nj}$  mezi dvěma stanicemi - poloautomatický blok

Tabulka 6-9 Technologický graf  $\tau_{nj}$  - poloautoblok

Dílčí čas	Poř. číslo	Úkon	Provádí	Varianta (min)			
				a	b	c	d
$t_{st1}$	1	Odhláška hradlem	signalista	0,2	0,2	0,2	0,2
$t_{st2}$	2	Obsluha ŘP - odjezd	výpravčí	0,1	0,1	0,1	0,1
	3	Obsluha SP - odjezd	signalista	0,2	0,2	0,2	0,2
	4	Výprava vlaku	výpravčí	---	0,4	---	0,4
Celkem				0,5	0,9	0,5	0,9
$t_{d1}$	První vlak v přední stanici			-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
$t_{d2}$	Druhý vlak v zadní stanici			1,3	---	1,3	---
Úhrnem				1,5	0,6	1,5	0,6
Hodnota intervalu $\tau_{nj}$				1,5	1,0	1,5	1,0

Čelo prvního vlaku je v okamžiku odhlášky před odjezdovým návěstidlem. Vzniká dynamická složka, která závisí na délce vlaku  $l_v$  a užitečné délce dopravních kolejí  $l_u$

$$t_{d1} = \frac{l_v - l_u}{v_1} \cdot 0,06 \quad (\text{min}) \quad (6-7)$$

Po dosazení

$$t_{d1} = \frac{500 - 800}{60} \cdot 0,06 = -0,3 \text{ min}$$

Záporná hodnota dynamické složky ukazuje na výhodu poloautomatického bloku, který snižuje celkovou časovou hodnotu  $\tau_{nj}$ .

Přitom záporná hodnota dynamické složky  $t_{d1}$  může být při podrobném zkoumání ještě vyšší vlivem nižší průměrné vjezdové rychlosti zastavujících vlaků (varianta c, d) v přední stanici.

V zadní stanici je podstatná změna způsobena především tím, že je uvažováno se světelnými, na sobě závislými návěstidly. Výpravčí v této stanici může dovolit a zabezpečit vjezd vlaku do stanice. Jakmile dostane odhlášku za prvním vlakem, může být dáno i odjezdové návěstidlo do polohy *Volno* a tím se změni návěst *Výstraha na vjezdovém návěstidle* automaticky také na *Volno*. Čelo druhého vlaku se tedy může nacházet na dohlednost před vjezdovým návěstidlem, takže se ušetří čas potřebný na projetí zábrzdné vzdálenosti. Dynamická složka, vztažená k druhému vlaku, má tvar (při vlakové cestě přímým směrem)

$$t_{d2} = 0,2 + \frac{l_{zh} + l_u}{v_2} \cdot 0,06 \quad (\text{min}) \quad (6-8)$$

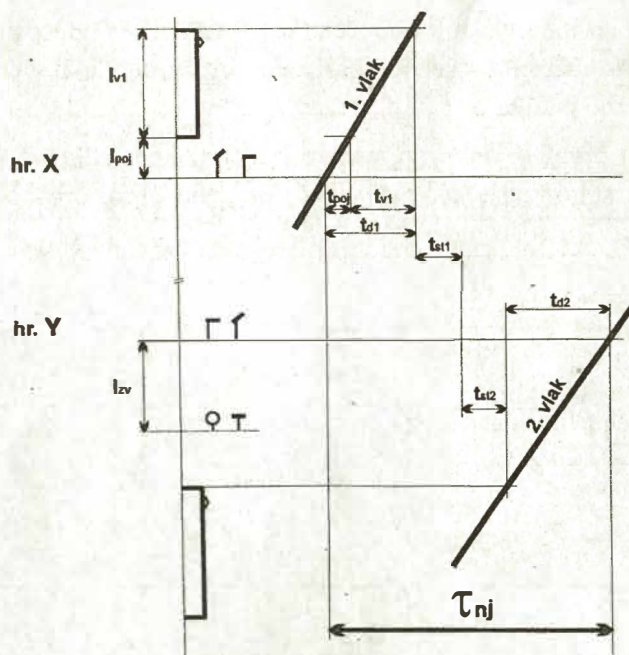
po dosazení

$$t_{d2} = 0,2 + \frac{600 + 800}{60} \cdot 0,06 = 1,3 \text{ min}$$

Výsledné hodnoty intervalu  $\tau_{nj}$  jsou proti předcházejícímu příkladu výrazně nižší.

### C. Analytický výpočet $\tau_{nj}$ mezi dvěma hradly

Traťový oddíl je ohraničen dvěma hradly X a Y. Na každém hradle je oddílové návěstidlo, předvěst oddílového návěstidla na zábrzdnou vzdálenost a izolovaná kolej, umístěná na pojistnou vzdálenost  $l_{poj}$  za oddílovým návěstidlem. Situace je znázorněna na obrázku 6-20.



Obrázek 6-20  $\tau_{nj}$  - mezi dvěma hradly

Začátek intervalu je okamžik, kdy čelo prvního vlaku mine úroveň oddílového návěstidla. Hradlář musí vyčkat, dokud celý vlak neprojde kolem oddílového návěstidla a neuvolní izolovanou kolej - za čas  $t_{d1}$ :

$$t_{d1} = \frac{l_v + l_{poj}}{v_1} \cdot 0,06 \quad (\text{min}) \quad (6-9)$$

Potom hradlář přestaví páky předvěsti a oddílového návěstidla do základní polohy a dá odhlášku hradlem - za čas  $t_{st1}$ .

Hradlář na zadním hradle po obdržení odhlášky přestaví páky oddílového návěstidla a předvěsti do polohy dovolující jízdu - za čas  $t_{st2}$ .

Čelo druhého vlaku se může nacházet nejbliže na dohlednost před předvěstí oddílového návěstidla. Čas, který zbývá do konce intervalu, tj. projetí vzdáleností k oddílovému návěstidlu -  $t_{d2}$ , se určí

$$t_{d2} = 0,2 + \frac{l_{zv}}{v_2} \cdot 0,06 \quad (\text{min}) \quad (6-10)$$

Celý interval lze rozepsat na tvar:

$$\tau_{nj} = t_{d1} + t_{st1} + t_{st2} + t_{d2}$$

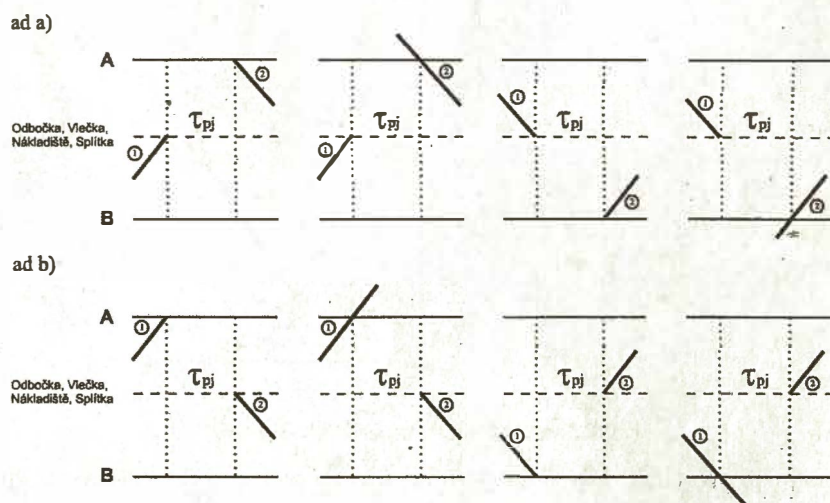
V případě, že se vyšetřuje  $\tau_{nj}$  mezi hláskami, je řešení obdobné. Místo odhlášky hradlem se však do  $t_{st1}$  dosadí poněkud delší čas potřebný na odhlášku telefonem. Výsledné hodnoty intervalu následné jízdy mezi dvěma hradly nebo dvěma hláskami jsou prakticky stejné. Hlavní rozdíl ovšem spočívá v časově neměřitelném rozdílu zvýšení úrovně bezpečnosti na trati s hradly oproti trati s hláskami.

### 6.3.2.2 Interval protisměrné jízdy

Traťový provozní interval  $\tau_{pj}$  je nejkratší možný čas potřebný ke splnění předepsaných úkonů mezi okamžikem :

a) příjezdu (průjezdu) prvního vlaku k odbočce (kolejové splítce, vlečce nebo nákladišti), kde vlaky uvolňují traťovou kolej a okamžikem odjezdu (průjezdu) druhého vlaku opačného směru ze sousední dopravní do téhož prostorového oddílu,

b) příjezdu (průjezdu) prvního vlaku do stanice a okamžikem odjezdu (průjezdu) vlaku opačného směru z odbočky (kolejové splítky, vlečky, nákladisti) do téhož prostorového oddílu, který první vlak opustil.



Obrázek 6-21  $\tau_{pj}$  - schéma intervalu protisměrné jízdy

Opouští-li vlak prostorový oddíl v dopravně za odbočkou (kolejovou splítkou), která není dopravnou, a druhý vlak má do něho vstoupit na této odbočce, je třeba počítat u druhého vlaku s časem potřebným na úkony v dopravně před odbočkou na odbočné trati a dobou jízdy z této dopravní k odbočce.

Podle toho se *provozní interval protisměrné jízdy* stanoví v případech, kdy k setkání obou vlaků ve skutečnosti vlastně nedojde. Situaci znázorňuje schéma intervalu protisměrné jízdy na obrázku 6-21.

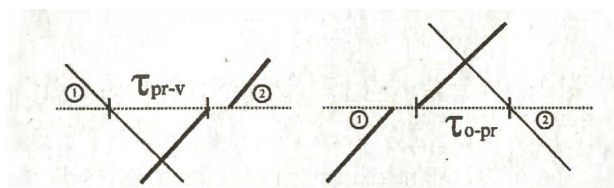
Interval protisměrné jízdy se stanoví pro obě dvě stanice, které ohraničují obousměrně projížděnou traťovou kolej, kde je odbočka, která není dopravnou, nebo vlečka, nákladíště, popřípadě kolejová splítka a kde zároveň vlak uvolní traťovou kolej. Výskyt intervalu protisměrné jízdy je podstatně menší než významného intervalu následné jízdy.

### 6.3.2.3 Intervaly na nástupištích

Tyto intervaly se zjišťují tam, kde může dojít k ohrožení bezpečnosti cestujících při vystupování a nastupování, tj. na neperonizovaných stanicích ležících zejména na vícekolejných tratích nebo i na zastávkách dvoukolejných tratí, kde je vybudováno pouze jedno nástupiště pro obě traťové koleje. V těchto stanicích, popř. zastávkách se stanoví vzhledem na možné ohrožení bezpečnosti cestujících při nastupování a vystupování u vlaků osobní dopravy, stojících na koleji vzdálenější od výpravní budovy, vlakem jedoucím po sousední koleji bližší k výpravní budově *provozní interval*:

- postupného průjezdu a vjezdu pro nástupiště  $\tau_{pr-v}$  mezi prvním vlakem projíždějícím a druhým zastavujícím osobním vlakem,
- postupného odjezdu a průjezdu pro nástupiště  $\tau_{o-pr}$  mezi prvním odjíždějícím osobním vlakem a druhým projíždějícím vlakem.

Oba případy jsou zakresleny na obrázku 6-22.



Obrázek 6-22 Schéma intervalů na zastávkách

V obou případech se předpokládá, že vjezdové nebo krycí návěstidlo (na zastávce) se pro druhý vlak smí postavit, až když první vlak uvolnil celou svojí délkou hranu nástupiště.

## 6.4 Následné mezidobí

*Následné mezidobí* je nejkratší čas mezi odjezdem (průjezdem) prvního vlaku ze stanice (nebo odbočky) a odjezdem (průjezdem) druhého vlaku z téže stanice (nebo odbočky) po téže traťové koleji do téhož prostorového oddílu při dodržení pravidelných jízdních dob a předepsaných pobytů. Následné mezidobí se stanoví do nejbližší stanice, v níž je možné předjíždění, nebo k odbočce, kde jeden z obou vlaků jede po odbočné trati.

Délka následného mezidobí závisí na:

- druhu traťového a staničního zabezpečovacího zařízení,
- rychlosti a délce vlaků,
- délce stanic, na počtu a délce prostorových oddílů v mezistaničních úsecích,

d) předepsané technologii práce při přijímání a výpravě vlaků.

Následné mezidobí se stanoví zásadně pro *každý druh vlaků*. Blízké druhy vlaků, např. Ex, R, Sp a Nex nebo Mn a Pv apod., je možné zařadit do jedné skupiny, jestliže se jejich jízdní doby v mezistaničním úseku neliší o více než jednu minutu. Zásadně *nelze slučovat* zastavující vlaky s projíždějícími.

Pro skupiny vlaků se následné mezidobí stanoví podle vlaku, který v mezistaničním úseku vykazuje ve skupině nejdelší jízdní dobu, jede-li tento vlak jako první, a nejkratší jízdní dobu, jede-li tento vlak jako druhý.

Při jízdě vlaků jedoucích za sebou po téže traťové koleji musí být v zájmu bezpečnosti a plynulosti zachován určitý časový odstup. Toho je možno dosáhnout tím, že:

- v jednom prostorovém oddíle je dovolena jízda pouze jednomu vlaku a další následný vlak se může nacházet ve vzdálenosti jednoho nebo několika volných prostorových oddílů,
- jízda vlaků se řídí časovým sledem. To je běžné u městských pouličních drah, avšak v podmínkách ČD zejména v případech poruchy sdělovacích a zabezpečovacích zařízení. Pro zjištění bezpečnosti se postupuje podle ustanovení jízdy podle rozhledu předpisu D2, tzn. nesmí být překročena nejvyšší dovolená rychlost a vlak musí bezpečně zastavit před jakoukoli překážkou. Následný vlak může být vypraven nejdříve 10 minut po odjezdu předchozího.

Prostorové oddíly mohou být:

- pevné, ohraničené hlavními návěstidly,
- pevné bez návěstidel, ohraničené jen izolovanými obvody, které mohou být přibližně stejné délky nebo o různých délkách,
- pohyblivé, které jsou založeny na principu neustálého vyhodnocování vzdálenosti, kterou má první náprava následného vlaku od poslední nápravy předchozího vlaku.

*Pevné prostorové oddíly* ohraničené hlavními návěstidly představují klasické řešení. Nejmodernější formu představují izolované úseky prostorových oddílů, krytých oddílovými návěstidly automatického bloku.

Určitým přechodem prostorových oddílů bez návěstidel ohraničených jen izolovanými úseky představuje *automatická regulace rychlosti ARS*, která slouží k zajištění bezpečnosti provozu metra. Do kolejového obvodu je vyslán signál o určitém kmitočtu, určující maximální rychlost:

- 75 Hz - 80 km.h<sup>-1</sup>,
- 125 Hz - 40 km.h<sup>-1</sup>,
- 175 Hz - 40 km.h<sup>-1</sup>,
- 225 Hz - 0 km.h<sup>-1</sup>.

Tyto signály přijímají snímací cívky, instalované před prvním dvojkolím vlaku. Pomocí kontaktů relé měření rychlosti jsou ovládány reléové panely. Tyto panely plní tyto funkce:

- zapojují indukční žárovky o dovolené rychlosti na přístrojovém panelu,
- dovolují strojvedoucímu nastavit vozový obvod na režim "jízda" a přivádějí napájení napětí do brzdové soustavy,
- zapojují nouzové brzdy, jestliže z jakéhokoli důvodu nezačaly působit elektromagnetické brzdy jednoho nebo několika vozů vlaku,
- dovolují strojvedoucímu jízdu s vlakovou soupravou maximální rychlostí 20 km.h<sup>-1</sup> při stlačeném anulovacím tlačítku, jestliže do kolejového obvodu je kódován kód zakazující jízdu (225 Hz) nebo v kolejovém obvodu kmitočet chybí.

*Pevné prostorové oddíly bez návěstidel* předpokládají vlakové zabezpečovací zařízení na lokomotivách. V podmínkách ČD *liniový vlakový zabezpečovač (LVZ)* je však kombinován s pevnými návěstidly.

Zvláštní formou přenosu zejména povážlivých návěstí na lokomotivu je *bodový vlakový zabezpečovač*, který rovněž může plnit funkci krytí prostorového oddílu. Jeho funkce může být založena na principu mechanickém, elektromechanickém nebo indukčním. Zvláštní formou zabezpečení může být *počítač náprav*.

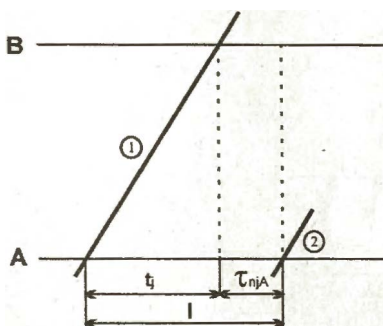
*Pohyblivé prostorové oddíly*, označované často jako vlakové hradlo, využívají toho, že různě dlouhá smyčka uzavřená první nápravou zadního vlaku a poslední nápravou předního vlaku má různě velký odpor. Čím je smyčka kratší, tím je menší odpor, a proto i povážlivější návěst, a tomu odpovídající nižší rychlost. Tento systém vyžaduje dokonale vodivé spojení obou kolejnicových pásů.

#### 6.4.1 Následné mezidobí pro jízdy vlaků zabezpečené telefonickým dorozumíváním nebo poloautomatickým blokem

Způsob stanovení následného mezidobí závisí na počtu prostorových oddílů v mezistaničním úseku.

Následné mezidobí  $I$  v mezistaničním úseku  $A-B$  (skupinový grafikon) je součet doby jízdy prvního vlaku  $t_j$  z  $A$  do  $B$  a provozního intervalu následné jízdy  $\tau_{njA}$  vypočítaného pro stanici  $A$  (obr. 6-23).

$$I = t_{j1} + \tau_{njA} \quad (\text{min}) \quad (6-11)$$

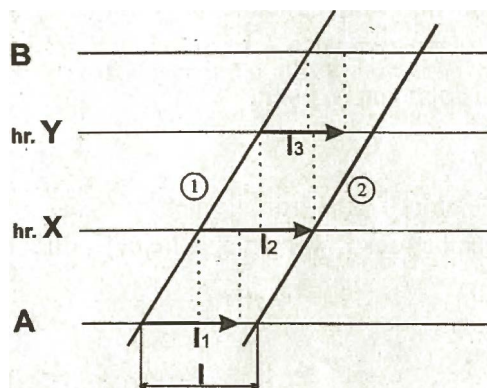


Obrázek 6-23  $I$  v mezistaničním úseku

Jsou-li následné vlaky trasovány přes několik mezistaničních oddílů, je nutno řídit sled vlaků podle *nejdelší* hodnoty následného mezidobí.

Je-li mezistaniční úsek rozdělen hradly nebo hláskami na traťové oddíly, je možno organizovat jízdu vlaků *ve svazcích* (svazkový grafikon). V každém traťovém oddílu je však nutné stanovit dílčí následné mezidobí, zpětně promítnout do zadní stanice ohraničující mezistaniční úsek a nejdelší z nich musí výpravčí v zadní stanici zachovat. Ten je odpovědný za to, aby vlaky v celém mezistaničním úseku nezastavovaly ani nezpomalovaly u oddílových návěstidel.

Nejjednodušší situace nastane při sledu dvou rovnoběžných vlaků (obr. 6-24).



Obrázek 6-24  $I$  v mezistaničním úseku, rovnoběžné vlaky

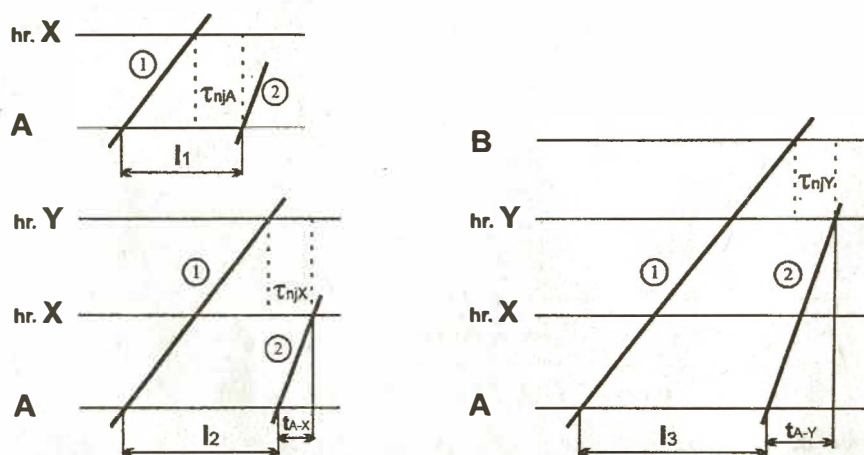
V každém prostorovém oddíle vzniká dílčí následné mezidobí jako součet dílčí jízdní doby a intervalu následné jízdy, vztaženému k zadní dopravě. Z obrázku 6-24 možno odvodit :

$$\begin{aligned} I_1 &= t_{A-X} + \tau_{njA}, \\ I_2 &= t_{X-Y} + \tau_{njX} = I - \text{rozhodné následné mezidobí}, \\ I_3 &= t_{Y-B} + \tau_{njY} \end{aligned} \quad (6-12)$$

Ze všech takto určených dílčích následných mezidobí se vybere největší hodnota, která je rozhodným následným mezidobím.

V případě, že v mezistaničním úseku s hradly (hláskami) jedou vlaky o různých rychlostech (obr. 6-25), vypočítávají se pro zadní stanici A dílčí následná mezidobí tak, že první dílčí následné mezidobí  $I_1$  je součtem jízdní doby prvního vlaku ze stanice A k prvnímu hradlu  $t_{A-X}$  a provozního intervalu následné jízdy ve stanici A -  $\tau_{njA}$ :

$$I_1 = t_{A-X} + \tau_{njA}$$



Obrázek 6-25  $I$  v mezistaničním úseku a hradly, nerovnoběžné vlaky

Druhé dílčí následné mezidobí  $I_2$  se rovná součtu jízdní doby prvního vlaku ze stanice A ke druhému hradlu Y  $t_{A-Y}$  a provozního intervalu následné jízdy na prvním hradle  $\tau_{njX}$ , zmenšeném o jízdní dobu druhého vlaku ze stanice A k prvnímu hradlu X  $t_{A-X}$ .

$$I_2 = t_{A-Y} + \tau_{njX} - t_{A-X} \quad (6-13)$$

Každé další dílčí následné mezidobí se vždy rovná součtu jízdní doby prvního vlaku ze stanice A ke třetí a další dopravě a provozního intervalu následné jízdy na druhém a dalších hradlech (hláskách), zmenšenému o jízdní dobu druhého vlaku ze stanice A ke druhému a dalším hradlům.

Obecně, označíme-li poslední dopravu  $N$ , platí:

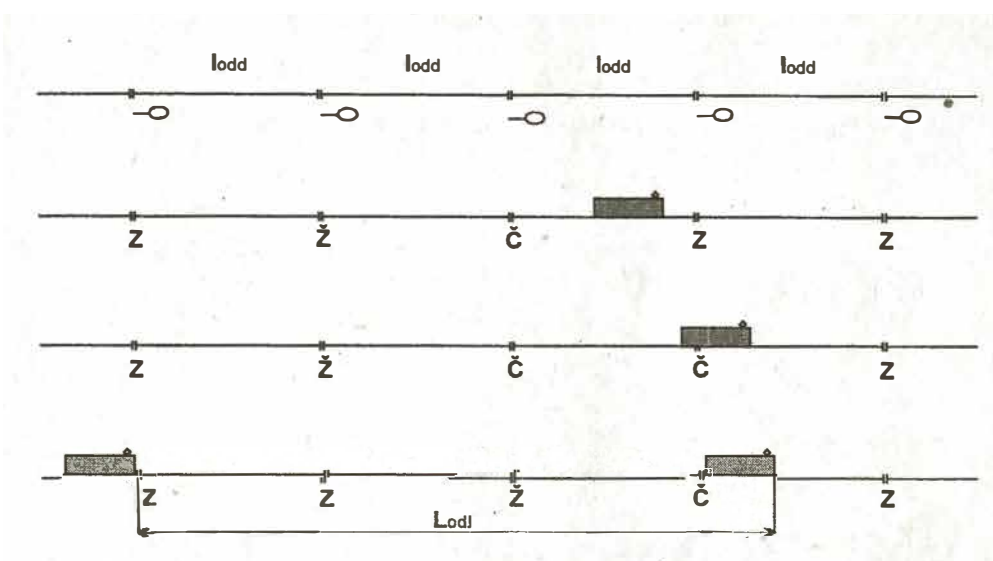
$$I_N = t_{A-N} + \tau_{njN-1} - t_{A-(N-1)} \quad (6-14)$$

Rozhodným následným mezidobím  $I$ , které určuje nejmenší časový odstup mezi následnými vlaky ve stanici, která vlaky do mezistaničního úseku vypravuje, je nejdelší dílčí následné mezidobí  $I_1$  až  $I_N$ .

## 6.4.2 Následná mezidobí pro vlaky, jejichž jízda je zabezpečena automatickým blokem

### A. Trojznakový automatický blok

Na tratích vybavených automatickým trojznakovým blokem se organizuje jízda následných vlaků zásadně na tři volné prostorové oddíly. U projíždějícího vlaku se za prostorový oddíl pokládá též vzdálenost mezi vjezdovým a odjezdovým návěstidlem ve stanici nebo výhybně. U zvláště dlouhých stanic může být tato vzdálenost rozdělena dalšími hlavními návěstidly na několik dalších prostorových oddílů. Situaci při jízdě vlaků na trati vybavené trojznakovým automatickým blokem znázorňuje (obr. 6-26).



Obrázek 6-26 Znázornění jízdy vlaků na trati s trojznakovým automatickým blokem

Jsou-li všechny prostorové oddíly volné, ukazují oddílová návěstidla automatického bloku základní návěst *Volno*. Oddílové návěstidlo automatického bloku je vždy předvěstí následujícího oddílového návěstidla. Poslední oddílové návěstidlo před vjezdovým návěstidlem je předvěstí vjezdového návěstidla (krýje první přibližovací úsek nebo oddíl) a vjezdové návěstidlo je předvěstí prvního oddílového návěstidla (prostorový oddíl za odjezdovým návěstidlem se často označuje jako první vzdalovací úsek).

Vstoupí-li do celého systému vlak, je obsazený prostorový oddíl krýt návěstí *Stůj*, předcházející oddílové návěstidlo ukazuje návěst *Výstraha* a další oddílová návěstidla ukazují návěst *Volno*. Oddílová návěstidla jsou od sebe nejméně na zábrzdnu vzdálenost 1000 m.

V okamžiku, kdy poslední náprava prvního vlaku opustí prostorový oddíl, může být čelo druhého vlaku vzdáleno na tři volné oddíly automatického bloku. Ke změně návěstního pojmu na tomto oddílovém návěstidle nedochází, takže strojvedoucí druhého vlaku může jet bez snižování rychlosti stále na návěst *Volno*.

Odlehlost čel obou vlaků  $L_{odi}$  se rovná součtu třech délek traťových oddílů, zvětšenému o délku prvního vlaku  $l_v$ .

$$L_{odi} = 3 \cdot l_{odd} + l_{v1} \quad (m) \quad (6-15)$$

Následné mezidobí pro sled stejně rychlých vlaků je přímo úměrné odlehlosti vlaků a vyjadřuje následné mezidobí pro širou trať.

$$I = \frac{3 \cdot l_{odd} + l_{v1}}{v_1} \cdot 0,06 \quad (min) \quad (6-16)$$

kde  $v_1$  je rychlost prvního vlaku v  $km \cdot h^{-1}$ .

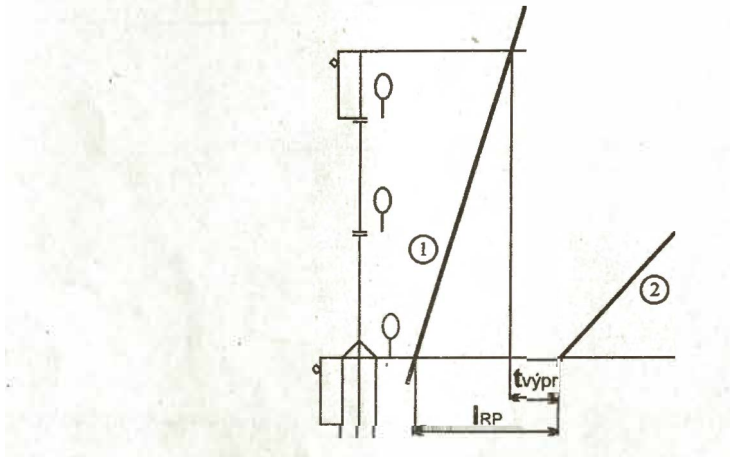
Za výraz  $3l_{odd}$  je nutno dosadit největší součet délek trojice sousedních prostorových oddílů.

Výjimečně se povoluje jízda na dva prostorové oddíly v případě nízké rychlosti obou vlaků, např. těžké vlaky do stoupání, kdy rychlost ( $v_1 = v_2$ ) je menší než  $30 \text{ km.h}^{-1}$ . Potom je však nutné připočítat čas na osvojení si změny návěsti. Vzorec pro výpočet následného mezidobí pro širokou trať při dvou volných prostorových oddílech má pak tvar:

$$I_{2odd} = 0,2 + \frac{2 \cdot l_{odd} + l_{v1}}{v_1} \cdot 0,06 \quad (\text{min}) \quad (6-17)$$

Pro sled vlaků o rychlosti  $160 \text{ km.h}^{-1}$  má I tvar vyjadřující podmínku jízdy na 4 volné prostorové oddíly:

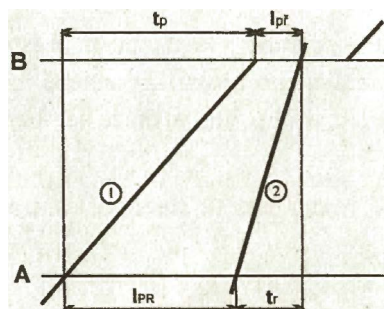
$$I_{4odd} = \frac{4 \cdot l_{odd} + l_{v1}}{v_1} \cdot 0,06 \quad (\text{min}) \quad (6-18)$$



Obrázek 6-27  $I_{RP}$  - Sled rychlého a pomalého vlaku

V případě, že jde o určení následného mezidobí mezi vlaky o různých rychlostech, je nutno rozlišovat případ:

1. sled rychlého vlaku a za ním pomalého (obr. 6-27),
2. sled pomalého vlaku a za ním rychlého (obr. 6-28).



Obrázek 6-28  $I_{PR}$  - sled pomalého a rychlého vlaku

První případ - sled rychlého vlaku a za ním pomalého - často nastává tehdy, když v mezilehlé stanici dochází k předjíždění pomalého vlaku rychlejším.

Následní mezidobí  $I_{RP}$  se určí z příslušné dílčí jízdní doby prvního vlaku (první vlak musí celou svou délkou uvolnit druhý vzdalovací úsek, tj. minout druhé oddílové návěstidlo za odjezdovým návěstidlem) a z času potřebného na dokončení přípravy vlakové cesty včetně výpravy vlaku  $t_{vypr}$ .

$$I_{RP} = \frac{2 \cdot l_{odd} + l_{vR}}{v_R} \cdot 0,06 + t_{výpr} \quad (6-19)$$

kde  $l_{vR}$  je délka l. - rychlého vlaku (m),  
 $v_R$  - rychlost rychlého vlaku ( $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ),  
 $t_{výpr}$  - čas na výpravu 2. vlaku (min).

Po takto určeném následném mezidobí odjíždí druhý vlak na *Volno*. Po uvolnění prvního vzdalovacího úseku prvním vlakem by druhý vlak odjížděl na *výstrahu*, což *nepřipouští* ani zásady pro výpočet provozních intervalů a následných mezidobí, ani principiální výklad dopravních předpisů.

Druhý případ - sled pomalého vlaku a za ním rychlého - je pro zadní stanici A, která odpovídá za plynulou a bezpečnou jízdu obou vlaků, závažnější.

Následné mezidobí  $I_{PR}$  se určí z rozdílu jízdních dob pomalého a rychlého vlaku ve zkoumaném mezistaničním úseku a z příjezdového mezidobí v přední stanici.

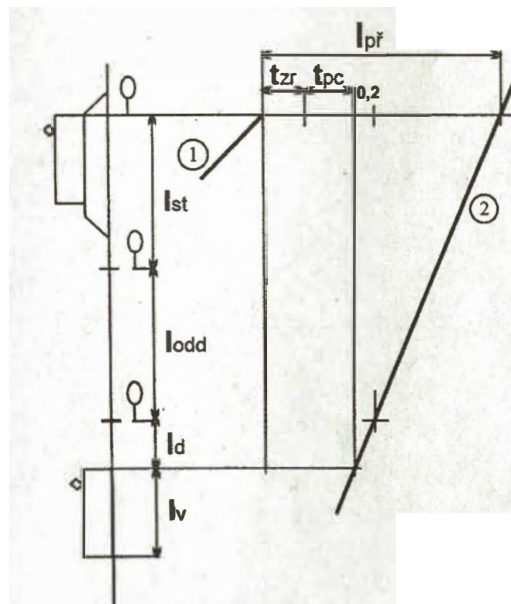
$$I_{PR} = t_P + I_{př} - t_R \quad (\text{min}) \quad (6-20)$$

kde  $t_P$  je jízdní doba pomalého vlaku včetně přírážek na zastavení (popř. na rozjezd, pobyt atd.) v mezistaničním úseku A-B,

$t_R$  - jízdní doba rychlého vlaku v mezistaničním úseku A-B ,

$I_{př}$  - příjezdové mezidobí v přední stanici B (kapitola 6.4.4).

Určení příjezdového mezidobí  $I_{př}$  (obr. 6-29) vyplývá z podmínky, že vlaková cesta za prvním vlakem je zrušena a pro druhý vlak postavena. V tomto okamžiku se může nacházet čelo druhého vlaku na dohlednost před posledním oddílovým návěstidlem automatického bloku před vjezdovým návěstidlem (má charakter předvěsti vjezdového návěstidla).



Obrázek 6-29  $I_{př}$  - příjezdové mezidobí

Přesný způsob výpočtu  $I_{př}$  zachycuje všechny prvky:

$$I_{př} = t_{zr} + t_{pc} + 0,2 + \frac{l_{odd} + l_{st}}{v_R} \cdot 0,06 \quad (\text{min}) \quad (6-21)$$

kde  $t_{zr}$  je čas potřebný na zrušení vlakové cesty po prvním (pomalejším) vlaku (min),

$t_{pc}$  - čas potřebný na postavení vlakové cesty pro druhý vlak (min),

$l_{st}$  - vzdálenost mezi vjezdovým a odjezdovým návěstidlem.

Tato délka staničního oddílu je součtem délky zhlaví  $l_{zh}$  a užitečné délky dopravních kolejí  $l_u$  (m).

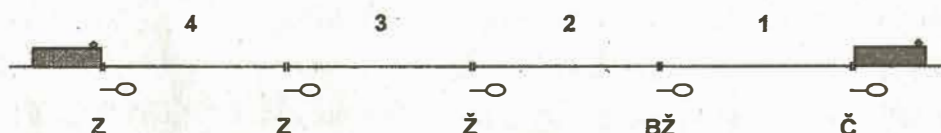
Méně přesný způsob výpočtu  $I_{př}$  je založen na tom, že časové konstanty  $t_{zr}$ ,  $t_{pc}$  a 0,2 min se nahradí časem, který druhý vlak potřebuje na projetí jednoho prostorového oddílu  $l_{odd}$ . Potom je možno psát:

$$I_{př} = \frac{l_{odd} + l_{odd} + l_{st}}{v_R} \cdot 0,06 = \frac{2 \cdot l_{odd} + l_{st}}{v_R} \cdot 0,06 \quad (\text{min}) \quad (6-22)$$

Dalším způsobem a nahrazením  $I_{př}$  ve vztahu je dosažení příslušného následného mezidobí, vypočítaného pro stejně rychlé vlaky. V případě, že druhý vlak je např. rychlík, dosadí se za  $I_{př}$  hodnota  $I_{R, R}$ ; je-li druhým vlakem např. vlak osobní, dosadí se za  $I_{př}$  hodnota  $I_{O, O}$  atd. Nepřesnost, vzniklá touto záměnou, je buď zanedbatelná, nebo žádná. Vyplyývá z porovnání výsledků vzorců a příslušného zaokrouhlení.

### B. Čtyřznakový automatický blok

Na tratích vybavených čtyřznakovým automatickým blokem se předpokládá, že čelo následného vlaku musí být na širé trati vzdáleno od konce prvního vlaku nejméně na čtyři volné traťové oddíly (obr. 6-30).



Obrázek 6-30 Čtyřznakový automatický blok

Pro výpočet následného mezidobí platí aplikace vzorců jako u trojznakového automatického bloku

a) sled stejně rychlých vlaků na širé trati :

$$I = \frac{4 \cdot l_{odd} + l_{v1}}{v_1} \cdot 0,06 \quad (\text{min}) \quad (6-23)$$

b) sled stejně rychlých vlaků na širé trati pro rychlosti obou vlaků menší než  $30 \text{ km.h}^{-1}$ :

$$I = 0,2 + \frac{3 \cdot l_{odd} + l_{v1}}{v_1} \cdot 0,06 \quad (\text{min}) \quad (6-24)$$

c) pro odjezd ze stanice při sledu rychlý vlak a za ním pomalý :

$$I_{RP} = \frac{3 \cdot l_{odd} + l_{vR}}{v_R} \cdot 0,06 + t_{výpr} \quad (\text{min}) \quad (6-25)$$

d) pro sled pomalého a rychlého vlaku

$$I_{PR} = t_P + I_{př} - t_R \quad (\text{min})$$

$$I_{př} = t_{zr} + t_{pc} + 0,2 + \frac{2 \cdot l_{odd} + l_{st}}{v_R} \cdot 0,06 \quad (\text{min}) \quad (6-26)$$

Délka traťových oddílů u čtyřznakového automatického bloku bývá 500 m. Oddílová návěstidla ukazují tyto čtyři návěsti:

1. zelené světlo - *Volno*,
2. žluté světlo - *Výstraha*,

3. žluté světlo s jedním bílým světlem - *Opakování výstrahy*,
4. červené světlo - *Stůj*.

### C. Graficko-analytická metoda určení následného mezidobí

Za nejrychlejší způsob výpočtu automatických blokových následných mezidobí (kromě výpočtu na samočinném počítači, který je u ČD běžný) se považuje graficko-analytický způsob výpočtu. Při jejich stanovení je třeba zachovat zásady výpočtu dílčích mezidobí:

- a) pro odjezd (nebo průjezd) ze stanice, pro niž se  $I$  stanovuje ,
- b) pro širou trať ,
- c) pro příjezd do stanice, v níž je možné uskutečnit předjíždění.

Ad a) Odjíždí-li druhý vlak ze stanice, smí být s jeho výpravou započato, až když se na odjezdovém návěstidle objeví zelené světlo. Projíždí-li druhý vlak, je třeba dodržet podmínku, že jeho čelo smí být nejbližší na dohlednost před zeleným světlem předvěsti vjezdového návěstidla, odjezdového návěstidla, popř. i cestovního návěstidla.

Ad b) Počínaje prvním oddílovým návěstidlem automatického bloku a konče třetím oddílovým návěstidlem před vjezdovým návěstidlem přední stanice, musí být mezi koncem prvního vlaku a čelem druhého vlaku tři volné automatické blokové oddíly.

Ad c) První vlak v přední stanici může zastavit nebo projet. V okamžiku jeho zastavení nebo průjezdu čelo druhého vlaku - po postavení vlakové cesty pro tento vlak - smí být od předvěsti vjezdového návěstidla přední stanice vzdáleno na dohlednost. Horší z obou případů je pro stanovení tohoto dílčího mezidobí rozhodující.

Podle uvedených zásad se hodnoty, kdy smí být u jednotlivých hlavních návěstidel nejdříve čelo druhého vlaku, zapisují za grafické znázornění jízdy prvního vlaku.

Dílčí následné mezidobí  $I_1$  až  $I_n$  se mohou vypočítat :

$$I_1 = {}_1t_1 + t_{1+3l_{\text{odd}}} + t_{v1} - {}_2t_1 \quad (\text{min}) \quad (6-27)$$

$$I_n = {}_1t_n + t_{n+3l_{\text{odd}}} + t_{v1} - {}_2t_n \quad (\text{min}) \quad (6-28)$$

kde  ${}_1t_1$  je dílčí jízdní doba prvního vlaku k prvnímu návěstidlu (odjezdovému),

${}_1t_n$  - dílčí jízdní doba prvního vlaku k n-tému návěstidlu,

$t_{n+3l_{\text{odd}}}$  - jízdní doba prvního vlaku přes tři přední oddíly od n-tého návěstidla,

$t_{v1}$  - čas potřebný na projetí délky prvního vlaku rychlostí prvního vlaku,

${}_2t_n$  - dílčí jízdní doba druhého vlaku k n-tému návěstidlu.

*Nejvyšší hodnota* z vypočítaných dílčích následných mezidobí udává rozhodné následné mezidobí  $I$ .

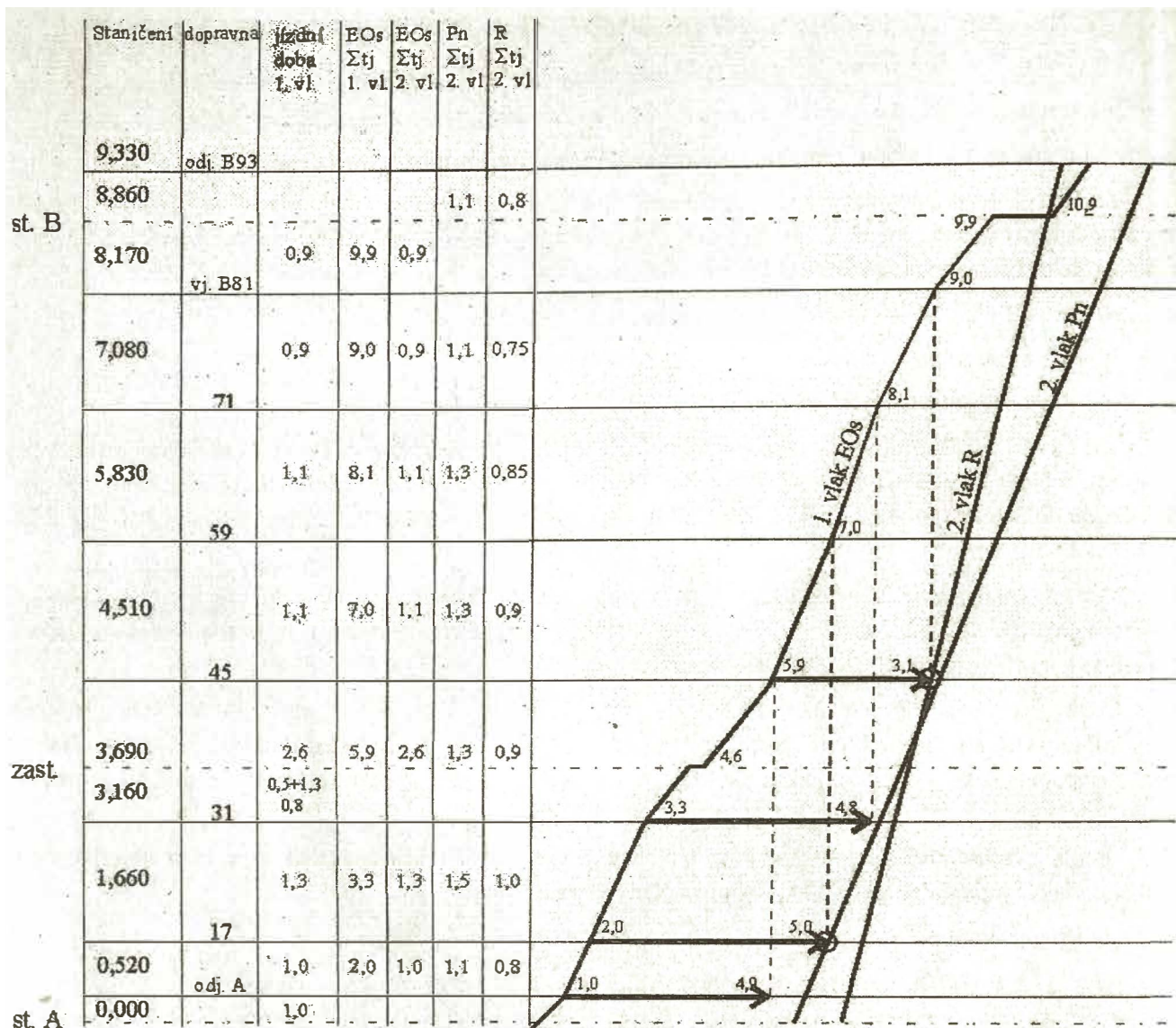
Naznačený způsob řešení je možno aplikovat i pro čtyřznakové automatické bloky nebo i pro jiné systémy, např. automatické bloky bez oddílových návěstidel.

*Čas potřebný na projetí délky prvního vlaku*  $t_{v1}$  se vypočítá podle vztahu:

$$t_{v1} = \frac{l_{v1}}{v_1} \cdot 0,06 \quad (\text{min}) \quad (6-29)$$

kde  $l_{v1}$  je délka prvního vlaku v metrech, přičemž se počítá s nejdelším vlakem určité kategorie,

$v_1$  - průměrná rychlost, odpovídající jízdní rychlosti, odvozené z pravidelné jízdní doby a délky mezistaničního úseku.



Obrázek 6-31 Graficko-analytická metoda určení následného mezidobí

### 6.4.3 Elektrické mezidobí

#### A. Trati elektrizované stejnosměrným proudem 3 000 V

Propustnost elektrizované trati z hlediska napájecích zařízení, tj. měřičů a trakčního vedení, se vypočítá z nejkratšího mezidobí, v němž mohou za sebou následovat elektrické vlaky v omezujícím meziměřičenském úseku, tj. v úseku mezi dvěma sousedními měřiči, který vykazuje nejmenší výkonnost. Toto mezidobí se nazývá elektrické mezidobí na rozdíl od následného mezidobí určeného podle předem uvedených zásad.

Elektrické mezidobí je přímo úměrné hmotnosti vlaku a závisí na:

- výkonu měřičny,
- dovoleném proudovém zatížení trakčního vedení,
- dovoleném špičkovém provozním proudu napáječe,
- přípustném úbytku napětí v rozvodu trakčního proudu.

Podle použití se elektrické mezidobí dělí na mezidobí  $T_A$ ,  $T_B$ ,  $T_C$ ,  $T_D$  a  $T_E$ .

Mezidobí  $T_A$  platí pro:

- konstrukci GVD, ve kterém součet všech vlaků osobní dopravy a lokomotivních vlaků v jednom směru za 24 hodin představuje nejvíce 25 % z celkového počtu vlaků,
- odjezdy expresních vlaků, rychlíků, spěšných vlaků, elektrických motorových vlaků, soupravových vlaků a pravidelně zastavujících nákladních vlaků podle GVD ze stanic ležících na traťových úsecích, ve kterých součet všech vlaků osobní dopravy a lokomotivních vlaků v jednom směru za 24 hodin představuje nejvíce 25 % z celkového počtu všech vlaků.

Mezidobí  $T_B$  platí pro:

- konstrukci GVD, ve kterém součet všech vlaků osobní dopravy a lokomotivních vlaků v jednom směru za 24 hodin představuje více než 25 % z celkového počtu vlaků,
- odjezdy nákladních vlaků ze stanic, kde jejich pobyt není stanoven GVD,
- odjezdy expresních vlaků, rychlíků, spěšných vlaků, elektrických motorových vlaků, soupravových vlaků a nákladních vlaků ze stanic ležících na traťových úsecích, ve kterých součet vlaků osobní dopravy a lokomotivních vlaků převyšuje v jednom směru 25 %.

Mezidobí  $T_C$  platí pro určování největšího počtu  $P_n$  vlaků při konstrukci normálního (komerčního) grafikonu, které mohou být na traťovém úseku zásobeny elektrickou energií v každém směru během 24 hodin při zachování veškeré osobní dopravy.

Mezidobí  $T_D$  a  $T_E$  platí pro řízení sledu vlaků v úsecích se sníženým výkonem elektrických napájecích zařízení vlivem jejich mimořádného provozního stavu.

Mezidobí  $T_A$ ,  $T_B$ ,  $T_D$  a  $T_E$  se vypočítá pro tyto druhy hmotnosti vlaků (hmotnost vlaku  $m$  se rozumí včetně lokomotiv):

příměstské osobní vlaky (motorové)	pro $m = 240$ t a pro $m = 480$ t,
osobní vlaky	pro $m = 480$ t,
rychlíky	pro $m = 520$ t a pro $m = 730$ t,
rychlé nákladní vlaky	pro $m = 800$ t a pro $m = 1300$ t,
průběžné nákladní vlaky o hmotnosti	
do 1300 t	pro $m = 1100$ t,
od 1301 do 1600 t	pro $m = 1500$ t,
od 1601 do 1800 t	pro $m = 1700$ t,
od 1801 do 2000 t	pro $m = 1900$ t,
od 2001 do 2200 t	pro $m = 2100$ t,
od 2201 do 2400 t	pro $m = 2300$ t, a pro $m = 2500$ t.

Další výpočty konkrétně pro každou hmotnost vlaku se dělají podle požadavků odboru provozování dopravy.

Pro každý traťový úsek se stanoví kritická hmotnost vlaku  $m_k$ , tj. nejvyšší hmotnost vlaku, který může být v traťovém úseku z hlediska výkonu měníren a trakčního vedení převezen za podmínky, že v meziměřírenském úseku je v pohybu jen tento vlak a jen v daném směru. Kritická hmotnost vlaku se vypočítá pro omezující měnírenský úsek.

Elektrické mezidobí se vypočítá pro každý směr jízdy zvlášť. Pro meziměřírenské úseky ležící ve sklonu větším než 6 ‰ se pro směr jízdy po spádu elektrické mezidobí nevypočítává, protože není omezeno výkonem elektrických napájecích zařízení; zde platí následné mezidobí klasické.

Při výpočtu se postupuje takto:

Z redukovaného podélného profilu traťového úseku se určí střední sklon v polovinách meziměřírenských úseků, na jehož základě se stanoví specifické spotřeby elektrických vlaků pro každý směr jízdy a každý druh vlaku. Jsou-li k dispozici hodnoty specifických spotřeb naměřené a ověřené v provozu, použije se těchto hodnot.

Je-li rozdíl středních sklonů obou polovin meziměřírenského úseku menší než 5 ‰, lze střední sklon a specifickou spotřebu vypočítat pro celý meziměřírenský úsek.

Z počtu a hmotnosti vlaků v jednotlivých kolejích se určí podíl  $\gamma_i$ , charakterizující rozdílné dopravní zatížení jednotlivých kolejí. Velikost podílu se stanoví podle vzorce:

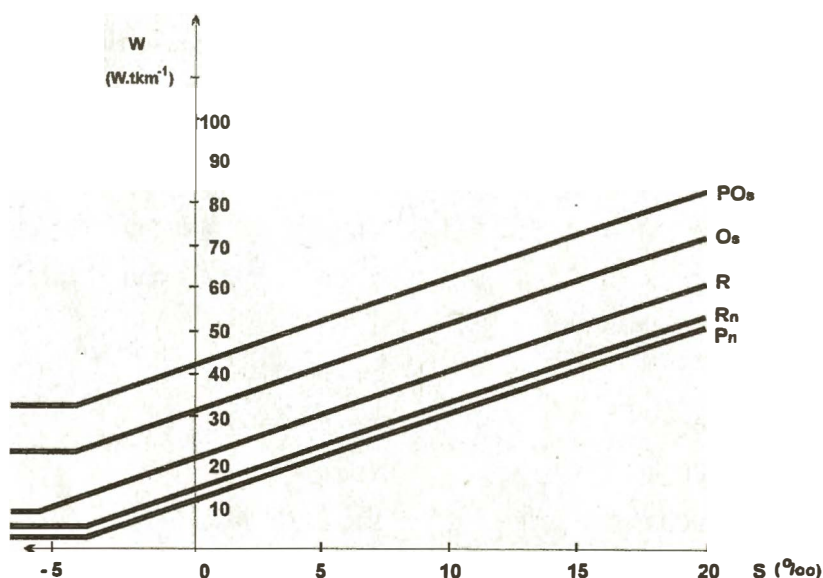
$$\gamma_i = \frac{D_{ri}}{\sum D_r} \quad (6-30)$$

kde  $D_{ri}$  je roční dopravní tok v hrubých tunách v  $i$ -té koleji,

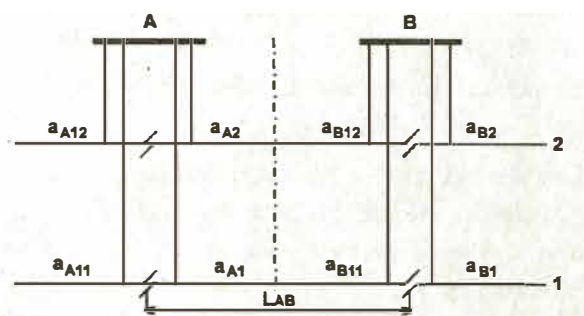
$\sum D_r$  - součet všech ročních dopravních toků v hrubých tunách v daném traťovém úseku.

Při výpočtu elektrického mezidobí se nejprve stanoví mezidobí  $T_B$  a pak postupně  $T_A$ ,  $T_C$ ,  $T_D$ ,  $T_E$  a nakonec se vypočítá kritická hmotnost vlaku.

Výpočet mezidobí  $T_B$  pro jednotlivé meziměřírenské úseky se skládá z výpočtu mezidobí  $T_{BM}$ ,  $T_{BT}$ ,  $T_{BN}$  a  $T_{BU}$ , které jsou dány dovoleným přetížením měřicího ( $T_{BM}$ ), proudovým zatížením troleje ( $T_{BT}$ ), špičkovým proudem napáječe ( $T_{BN}$ ) a přípustným úbytkem napětí v troleji ( $T_{BU}$ ).



Obrázek 6-32 Měrná spotřeba elektrické energie



Obrázek 6-33 Schéma napájení meziměřírenského úseku

Největší z hodnot  $T_{BM}$ ,  $T_{BT}$ ,  $T_{BN}$ ,  $T_{BU}$  určuje nejkratší mezidobí  $T_B$  v meziměřírenském úseku v daném směru. S vlivem příčných propojení trolejí (spínacích stanic) se při výpočtech mezidobí  $T_{BM}$ ,  $T_{BT}$  nepočítá.

Výpočet  $T_{BN}$ ,  $T_{BU}$  se při příčném propojení trolejí obou kolejí provádí pouze v úsecích, kde střední stoupání je větší než 12 ‰ a propojení je provedeno jen v jednom místě. ( $T_{BN}$  se počítá i tehdy, je-li toto stoupání jen v jedné z polovin meziměřírenského úseku.)

Mezidobí  $T_A$  platí pro celý traťový úsek (tj. úsek mezi dvěma stanicemi, v nichž dochází ke změně vlakové zátěže nebo počtu vlaků). Toto mezidobí je zpravidla dáno pouze výkonem měnírny. Jeho výpočet proto následuje až po výpočtu mezidobí  $T_B$  a provádí se pro meziměřírenský úsek s nejvyšší hodnotou ze všech mezidobí  $T_{BM}$  v daném traťovém úseku a koleji. Vypočtená hodnota  $T_A$  pak určuje nejkratší mezidobí  $T_A$  v celém traťovém úseku.

Mezidobí  $T_C$  se stanoví pro Pn vlak střední hmotnosti, zjištěné v měsíci nejintenzivnější dopravy, rovněž pro celý traťový úsek, zvláště pro každý směr. Počítá se opět na základě nejvyšší hodnoty  $T_{BMi}$  v daném úseku.

$$T_{Ci} = 1,8 \cdot T_{BMi} \quad (\text{min}) \quad (6-31)$$

Mezidobí  $T_D$  se stanoví pro případ poruchy jedné nebo více usměrňovacích jednotek v měnírně, a to tak, že se prodlouží mezidobí  $T_B$  v obou přilehlých meziměřírenských úsecích v nepřímém poměru ke snížení jmenovitého výkonu dané měnírny (je-li toto prodloužení z hlediska zatížení měnírny nutné).

Mezidobí  $T_E$  se určuje pro případ, že jedna měnírna je vyloučena z provozu. Vypočítá se jako mezidobí  $T_B$  a ovšem pouze tam, kde je to nutné z provozních důvodů.

Největší počet Pn vlaků, které mohou být na traťovém úseku zásobeny elektrickou energií v každém směru během 24 hodin při zachování veškeré dopravy, je dán vztahem:

$$N_i = \frac{1440 - (T_{vyj} + N_R \cdot T_{AR} + N_{Os} \cdot T_{AOs} + N_{Rn} \cdot T_{ARn} + \dots \text{atd.})}{T_{Ci}} \quad (\text{vlaků}) \quad (6-32)$$

kde  $N_R$ ,  $N_{Os}$ ,  $N_{Rn}$  ...atd. jsou počty pravidelných vlaků podle příslušného směru v elektrické trakci (kromě vlaků Pn),

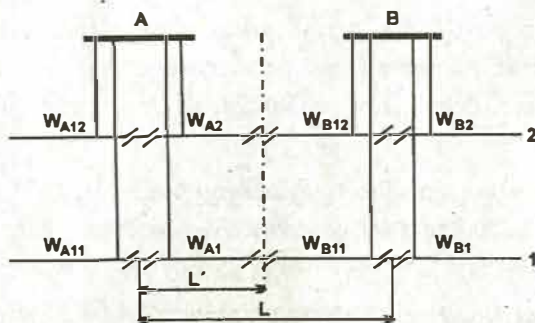
$T_{AR}$ ,  $T_{AOs}$ ,  $T_{ARn}$  ...atd. je mezidobí pro příslušné druhy a směr a vlaků v elektrické trakci v minutách,

$T_{vyj}$  je doba výluky v minutách, daná pro každý úsek zvláště podle trakčního vedení a podle hustoty vlakové dopravy

Hodnoty elektrických mezidobí platí do doby změny výkonu napájecích zařízení nebo dokud na základě zkušeností z provozu není účelné jejich hodnoty upravit a pokud střední hmotnost nákladních vlaků nevzroste o více než 15 %.

## B. Trať elektrizovaná jednofázovou proudovou soustavou 25 k V, 50 Hz

Trať se napájí z napájecích stanic (trakčních transformoven). Trolejové vedení je neutrálními poli podélně rozděleno na jednotlivé napájené úseky (obr. 6-34).



Obrázek 6-34 Schéma napájení dvoukolejné trati z trakčních transformoven

Neutrální pole je obvykle jednak u transformovny, jednak přibližně v polovině úseku mezi dvěma sousedními transformovny. Mezi dvěma sousedními transformovny (v místě neutrálního pole) bývá též spínací stanice, která na dvoukolejně trati za normálního provozu provádí příčné spojení v koncích obou jednostranně napájených úseků. V případě paralelní spolupráce dvou sousedních transformoven spínací stanice i podélně propojuje oba sousední úseky.

Elektrické mezidobí je přímo úměrné hmotnosti vlaku a závisí na

- a) výkonu transformovny,
- b) přípustném úbytku napětí v rozvodu trakčního proudu,
- c) dovoleném proudovém zatížení trakčního vedení,
- d) dovoleném špičkovém provozním proudu napáječe.

Podle použití se elektrické mezidobí dělí na mezidobí  $T_A$ ,  $T_B$ ,  $T_C$ ,  $T_D$ ,  $T_E$ . Platnost jednotlivých mezidobí je obdobná jako v předchozím textu kapitoly.

Mezidobí  $T_{BM}$  se stanoví z výkonu transformátoru se zřetelem k jeho dovolenému přetížení, a to vždy pro část trati složené z úseků trakčního vedení napájených tímto transformátorem.

Mezidobí  $T_{BU}$  se určí na základě maximálního přípustného úbytku napětí v rozvodu trakčního proudu.

Mezidobí  $T_{BT}$  respektuje dovolené proudové zatížení trolejového vedení.

Mezidobí  $T_{BN}$  je dáno maximálním přípustným špičkovým provozním proudem napáječe s ohledem na hodnotu nastavení jeho nadproudové ochrany.

Největší z hodnot  $T_{BM}$ ,  $T_{BU}$ ,  $T_{BT}$ ,  $T_{BN}$  určuje nejkratší mezidobí  $T_B$  v napájeném úseku v daném směru. S vlivem příčného propojení trolejového vedení se při výpočtech  $T_{BM}$ ,  $T_{BT}$ ,  $T_{BN}$  nepočítá.

Mezidobí  $T_A$  se vypočte podle vzorce:

$$T_{Ai} = \alpha \cdot T_{Bmi} \quad (\text{min}) \quad (6-33)$$

kde  $\alpha = 1,67$  pro dvoukolejnou trať,

$\alpha = 1,77$  pro jednokolejnou trať.

Hodnota mezidobí  $T_C$  se stanoví pro Pn vlak střední hmotnosti, zjištěné v měsíci nejintenzivnější dopravy, rovněž pro celý traťový úsek, zvlášť pro každý směr. Počítá se stejně jako mezidobí  $T_A$ :

$$T_C = \alpha \cdot T_{Bmi} \quad (\text{min})$$

Mezidobí  $T_D$  se určuje pro případ výluky části transformovny.

Mezidobí  $T_E$  se stanovuje pro případ výluky celé transformovny. Mezidobí  $T_D$  a  $T_E$  se vypočtou obdobně jako mezidobí  $T_B$ .

#### 6.4.4 Příjezdové mezidobí a výsledná hodnota následného mezidobí

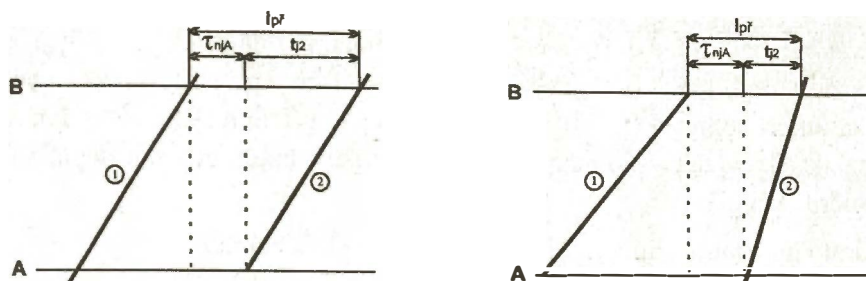
*Příjezdové mezidobí* je nejkratší čas mezi příjezdem (průjezdem) prvního vlaku a příjezdem (průjezdem) druhého vlaku do téže stanice z téhož prostorového oddílu za předpokladu, že druhý vlak v celém mezistaničním úseku nemusí dobu jízdy prodloužit, tj. že v zadní stanici bude dodrženo následné mezidobí  $I$ .

Podle toho příjezdné mezidobí  $I_{pr}$  je součet následného mezidobí  $I$  a doby jízdy (jízdní doba + pobytu na širé trati) druhého vlaku v mezistaničním úseku  $t_j$  zmenšený o dobu jízdy prvního vlaku v mezistaničním úseku  $t_j$ .

$$I_{pr} = I + t_j - t_j = I_{PR} + t_R - t_P \quad (\text{min}) \quad (6-34)$$

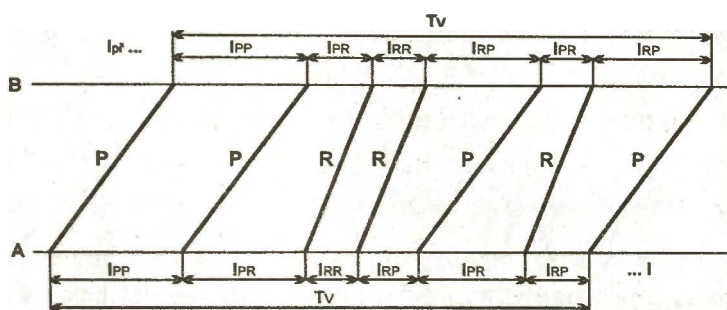
V mezistaničním oddílu se příjezdné mezidobí určí součtem provozního intervalu následné jízdy, vypočítaným pro zadní stanici, a doby jízdy druhého vlaku v mezistaničním oddílu (obr. 6-35).

$$I_{př} = \tau_{njA} + t_2$$



Obrázek 6-35 Příjezdové mezidobí v mezistaničním oddílu

Příjezdné mezidobí vztahované k přední stanici má těsnou vazbu na následné mezidobí, vztahované k zadní stanici. V podstatě není důležité, pro které mezidobí se v určitém mezistaničním úseku rozhodneme. Při těsném sledu vlaku jednoho směru naplníme výpočetní období ve stanici zadní hodnotami následných mezidobí, ve stanici přední příjezdními mezidobími  $I_{př}$  (obr. 6-36).



Obrázek 6-36 Vazba následných a příjezdových mezidobí

Z čistě praktických důvodů, podložených potřebami praxe, se dává přednost vyšetřování následných mezidobí (odjezdových). Dalším důvodem je skutečnost, že za sled vlaků odpovídá zadní stanice.

Výpravčí v zadní stanici musí tedy při výpravě vlaků přihlížet jak k hodnotám následných mezidobí, které jsou určeny i s ohledem na dodržení příjezdných mezidobí, tak také musí dbát na časové hodnoty elektrických mezidobí na elektrizovaných tratích.

Je-li např. následné mezidobí pro  $P_n$  vlaky na automatickém bloku 6 minut a elektrické mezidobí 9 minut, vždy je nutno respektovat vyšší časovou hodnotu, tj. 9 minut, což označujeme za výslednou hodnotu následného mezidobí. V takovém případě, kdy elektrické mezidobí je limitující, je možno řešit potřebu provázení většího počtu vlaků střídáním vlaků vedených závislou a nezávislou trakcí.

Následné mezidobí, stanovené s ohledem na zabezpečovací zařízení, musí však být *bezpodmínečně respektováno*.

## 6.5 Normativy pobytu hnacích vozidel ve stanicích s lokomotivními depy a obsluha vlaků hnacími vozidly

Hnací vozidla jsou neodlučitelnou součástí vlaků, a proto při konstrukci grafikonu vlakové dopravy je třeba mít na zřeteli nutnost jejich provozního ošetření a doplňování provozních hmot.

Z nároků na provozní ošetření a doplňování provozních hmot vyplývá *délka nutného pobytu* hnacích vozidel ve stanicích, kde se tyto úkony vykonávají. Nejčastěji půjde o stanice, v nichž je domovské lokomotivní depo nebo vratné lokomotivní depo.

V souvislosti s výpočtem potřeby hnacích vozidel se setkáme se dvěma základními pojmy v této oblasti, a to :

- plný obrat hnacího vozidla,
- provozní obrat hnacího vozidla.

*Plný obrat hnacího vozidla* lze definovat jako čas připadající na obsluhu dvojice vlaků od okamžiku vystavení hnacího vozidla na hranice domovského lokomotivního depa do okamžiku opětovného vystavení hnacího vozidla na hranice domovského lokomotivního depa. Při tom není rozhodující kde se provozní ošetření hnacího vozidla děje (zda v domovském nebo vratném lokomotivním depu, v domovské, vratné nebo nácestné železniční stanici).

Čas plného obratu hnacího vozidla je znázorněn (obr. 6-37) a zahrnuje:

$a_1, a_4$  - jízda mezi domovským depem a stanicí domovského depa,

$a_2, b_4$  - pobyt hnacího vozidla na kolejích stanice a příprava hnacího vozidla na další jízdu s vlakem,

$a_3, b_1$  - odstavení hnacího vozidla od vlaku a jeho pobyt na kolejích stanice,

$b_2, b_3$  - jízda mezi vratným depem a stanicí vratného depa,

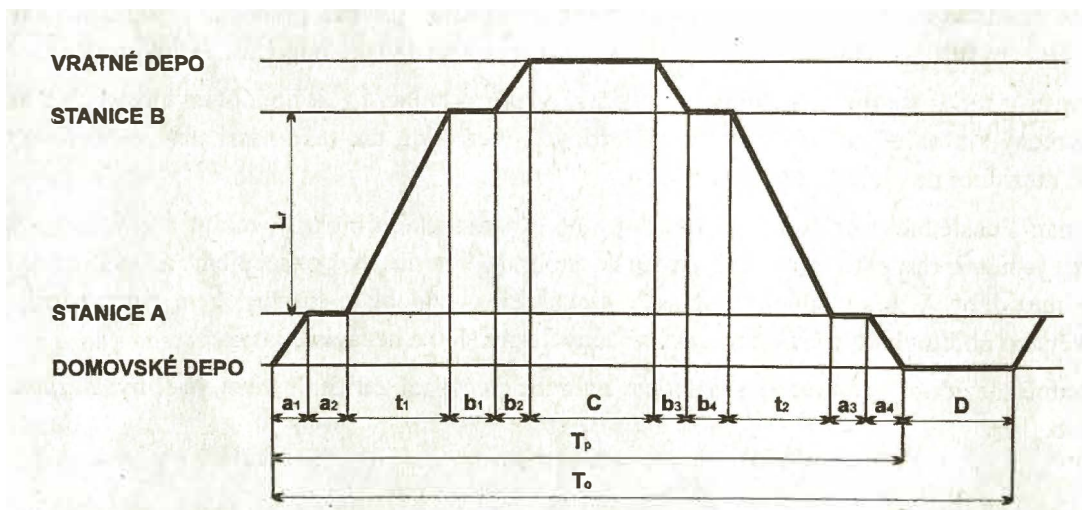
$t_1, t_2$  - čas jízdy hnacího vozidla na vlaku

$C$  - provozní přestávka na provozní ošetření ve vratném depu, na přípravu a odstavení hnacího vozidla,

$D$  - provozní přestávka na provozní ošetření v domovském depu na přípravu a odstavení hnacího vozidla,

$L_r$  - délka vozebního úseku (ramena).

Je zřejmé, že v případě, že se koná provozní ošetření nikoli ve vratném depu, ale na kolejích stanice, je nutno z času plného obratu vypustit členy  $b_2$  a  $b_3$ . Podobně by bylo třeba upravit i čas plného obratu, jestliže by se konalo provozní ošetření nikoli ve vratném, ale v nácestné stanici.



Obrázek 6-37 Plný obrat hnacího vozidla

Na základě obrázku 6-37 lze analyticky vyjádřit čas plného obratu takto:

$$T_o = a_1 + a_2 + t_1 + b_1 + b_2 + C + b_3 + b_4 + t_2 + a_3 + a_4 + D \quad (6-35)$$

zavedeme-li

- pro pobyt hnacího vozidla ve stanici domovského depa označení  $A = a_1 + a_2 + a_3 + a_4$ ,
- pro pobyt hnacího vozidla ve stanici vratného depa označení  $B = b_1 + b_2 + b_3 + b_4$ ,

– pro traťový výkon (jízdu) hnacího vozidla na vlcích označení  $T=t_1+t_2$ ,

dostane čas plného obratu tvar

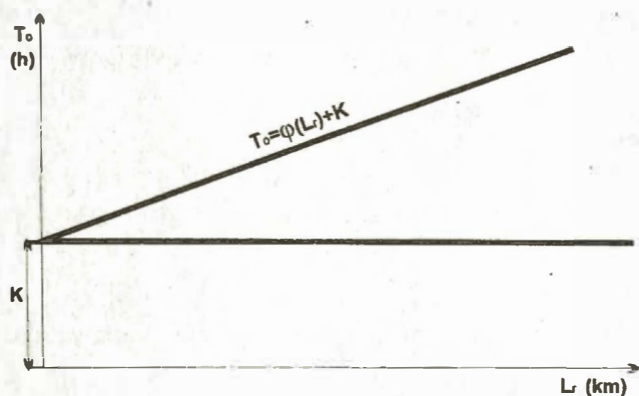
$$T_o = A + B + C + D + T \quad (6-36)$$

Přitom je zřejmé, že první čtyři členy na pravé straně jsou na délce vozebního ramena  $L_r$  nezávislé a je možno označit je za konstantní. Tedy  $K=A+B+C+D$ .

Za tohoto předpokladu pak závislost plného obratu hnacího vozidla na délce vozebního ramena a úsekové rychlosti lze analyticky vyjádřit vztahem

$$T_o = \frac{2L_r}{v_{\dot{u}}} + K \quad (h) \quad (6-37)$$

kde  $v_{\dot{u}}$  je úseková rychlost vyjádřená v  $\text{km.h}^{-1}$ .



Obrázek 6-38 Závislost plného obratu hnacího vozidla na délce vozebního ramena

Graficky lze závislost  $T_o$  na délce vozebního ramena vyjádřit přímkou (obr. 6-38), jejíž tangenta vyjadřuje strmou této závislosti

$$\text{tg}\alpha = \frac{T_o - K}{L_r} \quad (6-38)$$

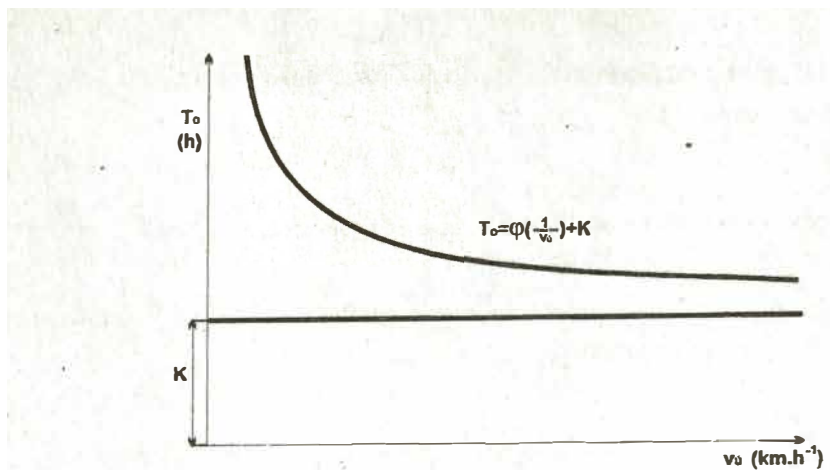
Vyjádříme-li graficky závislost  $T_o$  na úsekové rychlosti  $v_{\dot{u}}$

$$T_o = \frac{1}{v_{\dot{u}}} + K \quad (h) \quad (6-39)$$

zjistíme, že jde o hyperbolickou závislost (obr. 6-39), kdy v oblasti nižších rychlostí má zvyšování úsekové rychlosti pronikavý vliv na snížení času plného obratu hnacího vozidla. Zvýšení úsekové rychlosti v oblasti vyšších rychlostí nemá naproti tomu tak pronikavý vliv na snížení času plného obratu.

Snížíme-li čas plného obratu hnacího vozidla  $T_o$  o čas potřebný na provozní ošetření, přípravu a odstavení hnacího vozidla v domovském depu, dostaneme čas provozního obratu hnacího vozidla  $T_p$

$$T_p = T_o - D \quad (6-40)$$



Obrázek 6-39 Závislost plného obratu hnacího vozidla na úsekové rychlosti

Provozním obratem je tedy vyjádřen čas, po který je hnací vozidlo mimo domovské depo. Na základě znalosti hodnoty plného obratu hnacího vozidla můžeme pro každou *turnusovou skupinu hnacích vozidel* vypočítat:

a) turnusovou potřebu hnacích vozidel

$$n_t = \frac{T_o}{24} \quad (\text{ks}) \quad (6-41)$$

kde  $n_t$  je turnusová potřeba,

b) střední denní běh hnacího vozidla určité turnusové skupiny podle vztahu

$$D_{sb} = \frac{L_r}{n_t} \quad (\text{km}\cdot\text{hnací vozidlo}^{-1}) \quad (6-42)$$

c) koeficient traťového využití hnacího vozidla určité turnusové skupiny

$$\eta_{tr} = \frac{T}{T_o} \quad (6-43)$$

Z uvedeného lze dojít k závěru, že čas plného obratu hnacího vozidla závisí na:

- délce vozebního ramena,
- úsekové rychlosti vlaků,
- organizačně technických podmínkách.

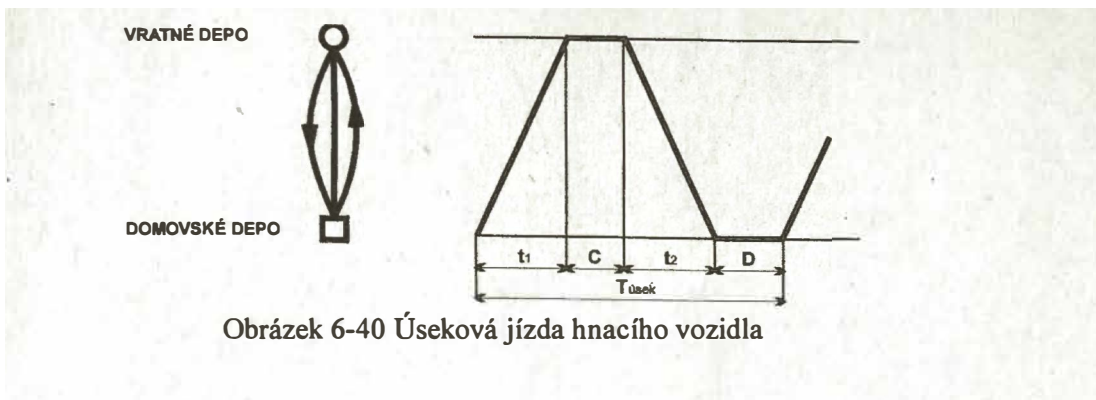
Stejně je třeba mít na mysli skutečnost, že pracovní doba lokomotivních čet se řídí zákonnými ustanoveními a že jsou stanoveny *minimální délky odpočinku* mezi dvěma pracovními výkony.

Způsob obsluhy vlaků na trakčních úsecích zahrnuje organizaci jízd hnacích vozidel a způsob jejich obsazování lokomotivními čety. Pro různé způsoby obsluhy vlaků se používají tyto názvy:

a) **Úseková jízda** (obr. 6-40): Hnací vozidlo zajíždí do domovského depo i vratného depo po každém obratu. Tento způsob se používá, obsluhuje-li depo kolejových vozidel (DKV) trakční úseky, jejichž délka nedovoluje zavést výhodnější způsob obsluhy, nebo každý úsek je obsluhován hnacími vozidly jiné řady v důsledku změny hmotnosti nebo pro značné profilové rozdíly obou úseků.

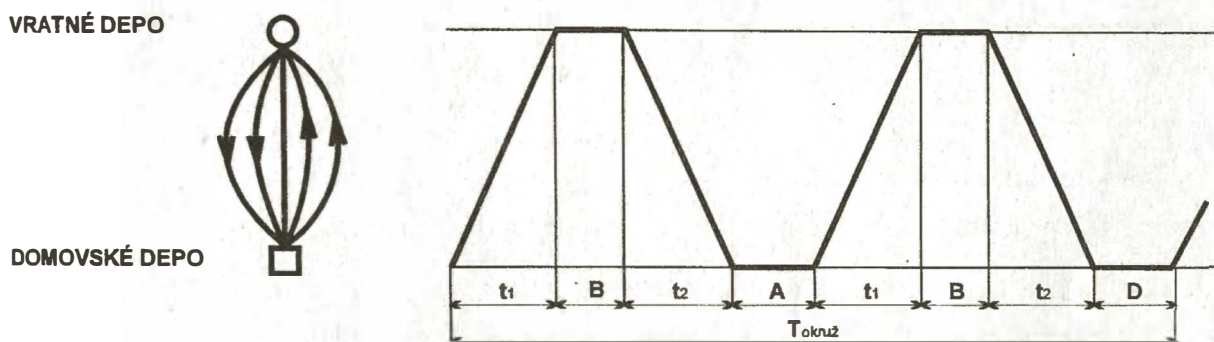
*Varianty úsekové jízdy:*

- úseková jízda na dlouhém trakčním úseku s odpočinkem čet ve vratném depu nebo se střídáním čet na hnacím vozidle ve vratné stanici,
- úseková jízda na krátkém trakčním úseku bez odpočinku čet ve vratném depu.



Obrázek 6-40 Úseková jízda hnacího vozidla

b) **Okružní jízda** (obr. 6-41): Hnací vozidlo obsluhuje vlaky na krátkém trakčním úseku, do vratného depa nezajíždí a provozní ošetření a zbrojení provádí jen v domovském depu po jednom nebo několika provozních obrazech. Částečné ošetření hnacích vozidel se může provádět ve stanici vratného depa nebo ve stanici domovského depa a může být spojeno i se střídáním čet (tzv. střídání na ose).

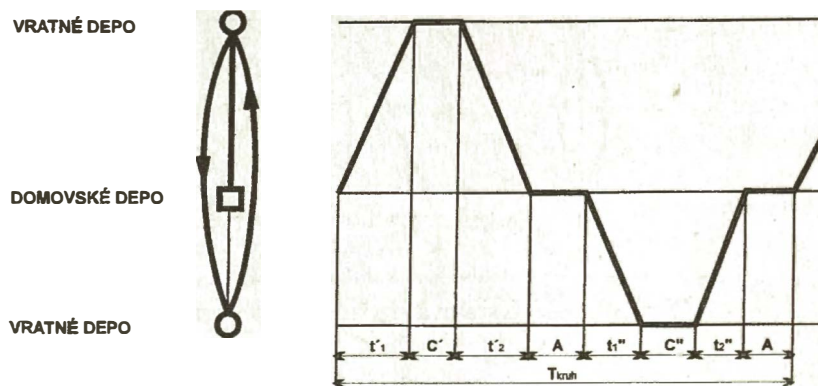


Obrázek 6-41 Okružní jízda hnacího vozidla

Průměrný plný obrat hnacího vozidla je značně kratší než při úsekové jízdě. Podle předcházejícího obr. 6-40 bude

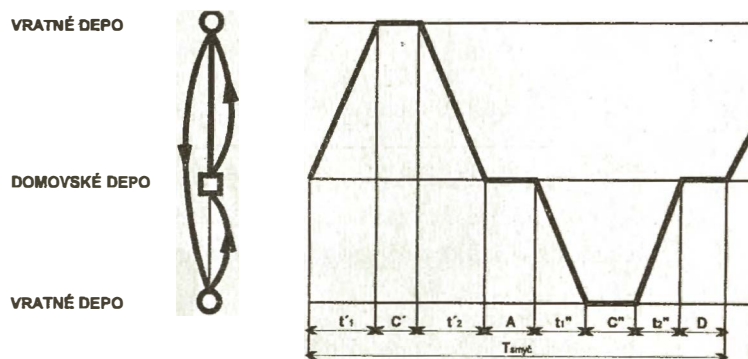
$$O_{pl} = \frac{O_{okr}}{2} = \Sigma t_1 + \Sigma t_2 + B + \frac{1}{2} \cdot (A + D) \quad (6-44)$$

c) **Kruhová jízda** (obr. 6-42): Hnací vozidlo obsluhuje vlaky na několika traťových úsecích, přičemž zajíždí do domovského depa jen na předepsanou periodickou prohlídku. Úplné provozní ošetření se provádí zpravidla ve vratných depech a částečně na staničních kolejích. Střídání lokomotivních čet se provádí na ose ve stanici domovského depa. Kruhová jízda umožňuje urychlení obratu hnacích vozidel, zvětšení jejich průměrného denního běhu a snížení pracovního parku hnacích vozidel.



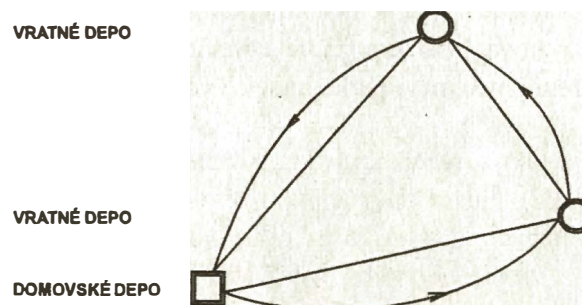
Obrázek 6-42 Kruhová jízda hnacího vozidla

d) **Smyčková jízda** (obr. 6-43): Hnací vozidlo obsluhuje vlaky na několika trakčních úsecích a zajíždí do domovského depa jen v jednom směru jízdy. Nutnost zajetí do domovského depa v jednom směru jízdy vzniká zpravidla z toho důvodu, že vratná depa nemají dostatečná zařízení pro rychlé zbrojení a provozní ošetření hnacích vozidel.



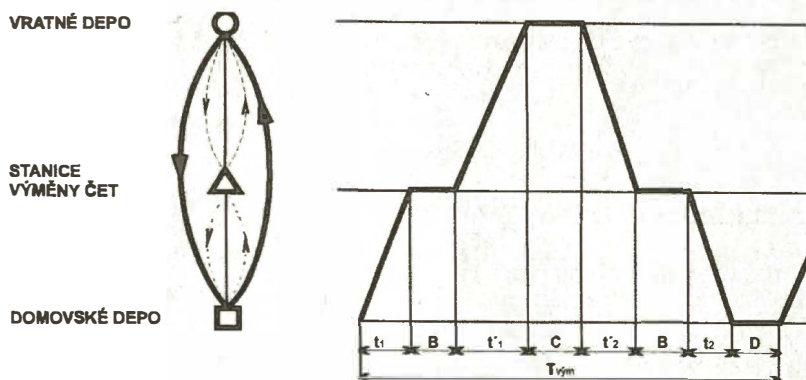
Obrázek 6-43 Smyčková jízda hnacího vozidla

e) **Trojúhelníková jízda** (obr. 6-44): Hnací vozidlo obsluhuje traťové úseky, které tvoří uzavřený trojúhelník. Tato obsluha může být organizována též jen v jednom směru jízdy při nepárových grafikonech vlakové dopravy.



Obrázek 6-44 Trojúhelníková jízda hnacího vozidla

f) **Výměnná jízda** (obr. 6-45): Hnací vozidlo obsluhuje vlaky na dlouhém trakčním úseku, který je rozdělen na dva doprovodné úseky lokomotivních čt. Dlouhý doprovodný úsek je obsluhován lokomotivní čtou, která ve výměnné stanici odpočívá, zatímco hnací vozidlo obsluhuje (obsazuje) na kratším úseku četa jedoucí mezi výměnnou stanicí a vratným lokomotivním depem oběma směry jízdy bez odpočinku.



Obrázek 6-45 Výměnná jízda hnacího vozidla

g) **Štafetová jízda**: Hnací vozidlo veze dálkový vlak na dlouhém trakčním úseku, např. Ústí nad Labem - Ostrava. V několika výměnných stanicích se provede vystřídání lokomotivní čety. Tento způsob obsluhy se provádí u trakce, která nevyžaduje, aby hnací vozidlo zajíždělo do dep ke zbrojení palivem, tj. u elektrické trakce; eventuální dozbrojení pískem se uskutečňuje ve staničním kolejišti.

h) **Směnné obsazení hnacích vozidel**: Zatímco předcházející způsoby organizování jízd hnacích vozidel (obsluhy vlaků) předpokládaly vazbu oběhu hnacích vozidel a turnusu vlakových čt s grafikonem vlakové dopravy, směnné obsazení hnacích vozidel tuto vazbu nevyžaduje. Při tomto způsobu obsluhy traťového úseku hnací vozidlo dopravuje vlak z výchozí do cílové stanice. Lokomotivní čety nastupují na vlaky v různých stanicích podle vývoje dopravní situace a dispozic řídicího aparátu. Lokomotivní čety nastupují do služby v určených stanicích v předem stanoveném čase bez ohledu na to, zda lokomotivní četa v uvažovaném časovém okamžiku má zajištěn výkon či nikoli. Cílem takové organizace práce lokomotivních čt je odstranění neproduktivních prostojů lokomotivních čt pro čekání na turnusem přidělený vlak a zavedení pravidelnosti v okamžicích nástupu lokomotivních čt do služby.

i) **Cestová jízda** je zavádění jen za zvláštních podmínek. Hnací vozidlo vozí s sebou obytný vůz, v němž jsou ubytovány dvě až tři lokomotivní, popř. i vlakové čety, které se v práci střídají. Cestová jízda umožňuje přechodně organizovat práci na libovolně dlouhém trakčním úseku.

Jak plyne ze vztahu 6-35 a z obrázku 6-37, je součástí plného obratu hnacího vozidla i čas potřebný k jeho provoznímu ošetření a doplnění provozních hmot. Tento čas lze stanovit na základě statistického šetření o délce trvání jednotlivých technologických úkonů. Vyhodnocením statistických šetření a stanovením středních hodnot získáme normativy pro jednotlivé technologické úkony i výsledné hodnoty normativů. Nejvýhodnější a názornou formou je sestavení hodnot normativů do technologických grafů. Takový způsob nejen usnadňuje vyřešení nejvýhodnější návaznosti jednotlivých technologických úkonů, ale i určení možnosti jejich souběžného vykonání.

## 7. Pomůcky grafikonu vlakové dopravy

Základem grafikonu vlakové dopravy jsou údaje o očekávaném množství vlakové dopravy a jízdní řády jednotlivých vlaků zpracované tabelárně (tabelární jízdní řády). Obsahují dopravní údaje vlaků pro jednotlivé dopravní, popř. stanoviště. Dopravní údaje jsou jízdní doby a číselná vyjádření času příjezdů, odjezdů nebo průjezdů a pobytů v místech zastavení.

Pomůcky ke grafikonu vlakové dopravy můžeme rozdělit na dvě kategorie:

1. jen pro služební potřebu
2. pro potřebu cestujících

### 7.1 Pomůcky pro služební potřebu

Mezi pomůcky pro služební potřebu patří:

1. Listy grafikonu
2. Sešitový jízdní řád
3. Vlaky osobní dopravy
4. Čekací doby a opatření při zpoždění vlaků osobní dopravy
5. Plán vlakovorby
6. Plán řadění nákladních vlaků ND
7. Přehled nákladních vlaků
8. Plány spojů pro dopravu vozů se spěšninami a přednostních vozových zásilek
9. Rozkaz o zavedení grafikonu vlakové dopravy
10. Grafikon oběhu lokomotiv
11. Turnusy vlakových čet
12. Seznam vlaků pro staniční pracovníky
13. Seznam vlaků pro traťové pracovníky

#### Listy grafikonu

Listem grafikonu se nazývá grafické znázornění jízd vlaků v souřadnicové síti, doplněné záhlavím a okrajovými údaji. Formát papíru je zpravidla B1. Listy grafikonu se vydávají pro jednotlivé tratě. Jeden list grafikonu může obsahovat i několik tratí. Každý list je očíslován trojmístným číslem. Síť grafikonu je vytištěna v barvě světlehnědé. Trasy vlaků osobní dopravy (kromě rušicích) se tisknou černě, trasy nákladních vlaků (kromě rušicích) modře, trasy rušicích vlaků všech druhů červeně.

#### Sešitový jízdní řád

Sešitový jízdní řád je souhrn jízdních řádů a dalších nezbytných údajů pro jízdy vlaků na jedné nebo několika tratích, uspořádaných v tabelární formě. Vydává se v sešitové formě formátu A5. Sešitový jízdní řád je označen trojmístným číslem, které je totožné s číslem příslušného listu grafikonu vlakové dopravy. Tabelární jízdní řády se řadí v sešitovém jízdním řádu za sebou v pořadí důležitosti a uvnitř tohoto pořadí aritmeticky.

Listy grafikonu vlakové dopravy a sešitové jízdní řády představují nejdůležitější pomůcky pro služební potřebu. Jsou od nich odvozeny všechny další pomůcky nejen pro služební potřebu, ale i pro potřebu cestujících.

## **Vlaky osobní dopravy**

Pomůcka obsahuje základní údaje o vozech osobního parku ČD, dále řadění vlaků osobní dopravy, údaje o hnacích vozidlech, pravidelné hmotnosti tažených vozidel, nácestných technických prohlídkách a doplňování vozů vodou, určení druhu vlaku podle kvalitativních podmínek a způsobů místenkování.

Člení se na 4 části:

- expresní vlaky, rychlíky a spěšné vlaky,
- mezistátní osobní vlaky,
- posilové Ex, R, Sp vlaky,
- osobní a soupravové vlaky.

## **Čekací doby a opatření při zpoždění vlaků osobní dopravy**

Pomůcka obsahuje opatření při zpoždění vlaků osobní dopravy, tj. čekací doby a mimořádné čekací doby, mimořádná zastavení projíždějících vlaků a náhradní provázení přímých vozů. Pomůcku vydává každé OPŘ.

## **Plán vlakovorby**

Plán vlakovorby je pomůcka vydávána pro celou síť. Určuje vlakovorné úkony důležitých vlakovorných stanic. Vydává se v sešitové úpravě obdobné sešitovým jízdním řádům. Kromě vysvětlivek a seznamů čísel vlakovorných stanic, stanic hromadné nakládky a pohraničních přechodových stanic pomůcka obsahuje:

- Plán vlakovorby a určení směrových kolejí nejdůležitějších vlakovorných stanic,  
Seznam stanic, v nichž jsou tvořeny odesílatelské vlaky,  
Seznam stanic, v nichž jsou tvořeny vyrovnávkové vlaky,  
Tabulka odesílání vozů podle plánu vlakovorby.

## **Plán řadění nákladních vlaků ND**

Pomůcka obsahuje konkrétní údaje o sestavě jednotlivých nákladních vlaků, pokyny pro sestavu rozborů a jiné potřebné údaje a pokyny pro zajištění stanoveného plánu vlakovorby.

Pomůcku vydává každé OPŘ pro svůj obvod v sešitové úpravě obdobné sešitovým jízdním řádům.

Oddíl I obsahuje v části A všeobecná ustanovení týkající se celé sítě, v části B zvláštní ustanovení platná jen v daném obvodu.

Oddíl II obsahuje konkrétní údaje o sestavě jednotlivých nákladních vlaků.

## **Přehled nákladních vlaků**

Pomůcka je určena nejen pro železniční pracovníky, ale i pro přepravce a slouží k rychlé informaci o nejdůležitějších mezistátních spojích a o nejrychlejších spojích vnitrostátních.

Obsahuje časové údaje o jízdách Nex, Rn, Sn, a mezistátních Pn vlaků s udáním přípojí ve výchozích, nácestných i konečných stanicích. Pomůcku má obdobnou úpravu jako sešitový jízdní řád.

## **Plány spojů pro dopravu vozů se spěšninami a přednostních vozových zásilek**

Pomůcka se vydává v samostatných sešitech pro každý druh dopravy zvlášť, s názvy:

- Plán spojů pro dopravu vozů se spěšninami,  
Pokyny a plány spojů pro dopravu přednostních vozových zásilek.

## **Rozkaz o zavedení grafikonu vlakové dopravy**

Rozkaz o zavedení grafikonu vlakové dopravy vydává OPŘ pro svůj obvod jako sešit formátu A5 v barvě sešitových jízdních řádů.

Pomůcka obsahuje všeobecná ustanovení o zavedení nového GVD a konkrétní ustanovení pro jednotlivé tratě, dále změny za tisku listů grafikonu a sešitových pomůcek.

### **Grafikon oběhu lokomotiv**

Tato pomůcka obsahuje jednotlivé listy uspořádané do sešitů podle trakce a dále podle domovských dep, druhů vlaků, řad lokomotiv a turnusových skupin. Každý list obsahuje rovněž výpočet provozních a ekonomických ukazatelů.

### **Turnusy vlakových čt**

Turnusy obsahují graficky znázorněné doprovody vlaků. Zpracovávají se pro jednotlivá depa kolejových vozidel (DKV) a domovské stanice vlakových čt a podle turnusových skupin, účelně stanovených k doprovodu vlaků pokud možno stejného druhu. U každé turnusové skupiny je vypočítaná plánovaná pracovní doba rozdělená na přípravnou činnost, vlastní jízdu vlakem ve službě, jízdu v režii, předání služby, pohotovost a pod.

### **Seznam vlaků pro staniční pracovníky**

Seznam vlaků pro staniční pracovníky je pomůckou pro všechny pracovníky dopravní služby ve stanici, zúčastněných na vlakové dopravě. Musí proto obsahovat všechny vlaky, které podle GVD této stanice týkají. Vlaky se do seznamu zapisují v časovém pořadí příjezdu a odjezdu, a to bez ohledu na druh vlaku, pravidelnost a pořadí důležitosti.

### **Seznam vlaků pro traťové pracovníky**

Pro potřeby závorářů, strážníků oddílů a pracovníků na odbočkách se v jejich služebních místnostech vyvěsí Seznam vlaků pro traťové pracovníky. Tento seznam musí obsahovat všechny vlaky, které podle GVD na daném traťovém úseku jezdí. Na jednokolejně trati se tento seznam uspořádá v časovém pořadí odjezdů vlaků ze sousedních stanic. Na více kolejných tratích se sestaví seznam pro každou traťovou kolej zvlášť.

Uvedený výčet pomůcek GVD popisuje samostatně zpracované a vydávané pomůcky ke každému novému grafikonu. Kromě toho je však značný počet příloh staničních řádů železničních stanic a provozních řádů dep kolejových vozidel zpracován na podkladě GVD. Proto při každé změně GVD musí být znovu zpracovány i tyto přílohy. Patří sem především pomůcky pro staniční technologii - grafikon provozní činnosti stanice, plán přechodu vozů, časy na přejímání lokomotiv na hranicích DKV, umístění lokomotiv pro vlaky, obsazení nocležen vlakového personálu, přípojový řád vleček a pod.

## **7.2 Pomůcky pro potřebu cestujících**

Pro potřebu cestujících vydává železnice:

1. Jízdní řád ČD (v knižní i počítačové formě) celosíťový, oblastní, popř. traťové jízdní řády,
2. Vývěsné jízdní řády,
3. Přehledy odjezdů vlaků osobní dopravy, přehledy příjezdů vlaků osobní dopravy, popř. přehledy příjezdů a odjezdů vlaků osobní dopravy.

## Jízdní řád ČD

Je vydáván pro cestující veřejnost, ale v širokém rozsahu se používá i pro služební potřebu (kilometrovník pro přepravu cestujících, cestovních zavazadel a spěšnin, tarifní ustanovení, ceníky jízdného apod.)

Číslování tratí ČD v pomůckách pro potřebu cestujících je odlišné od číslování listů GVD. Používá se vějířového způsobu, tj. vybraná trať se označí číslem 10, další tratě podle zeměpisné polohy se označí postupně dalšími desítkami ve směru otáčení. Vedlejší tratě, odbočující z těchto hlavních tratí, se označují desítkovým číslem hlavní trati s jednotkovým indexem.

V podmínkách ČD má trať Praha - Česká Třebová číslo 010, oblasti se označují takto:

- severovýchodní Čechy mají postupně čísla 020 - 080,  
severozápadní Čechy 090 - 140,
- jihozápadní Čechy 160 - 190
- jihovýchodní Čechy 200 - 230  
severní Morava 270 - 320  
jižní Morava 240 - 260, 330, 340.

Kromě jízdních řádů ČD, který zahrnuje celou železniční síť, se vydávají ještě oblastní jízdní řády pro území Čech a Moravy. Do těchto oblastních jízdních řádů jsou pojaty i návazné traťové úseky s vyznačením základních vlakových spojů.

Pro některé frekventované tratě se vydávají traťové jízdní řády.

## Elektronický jízdní řád

Kromě knižních vydání jízdního řádu existuje v současné době jeho elektronická podoba. Elektronický jízdní řád (IDOS) nabízí uživatelům následující funkce:

- vyhledání optimálního spojení mezi zadanými stanicemi,
- vyhledání odjezdů/příjezdů vlaků z/do určené stanice,  
vyhledání určitého vlaku (spoje),
- doplňující informace k výše uvedeným funkcím (řazení vlaku, omezení jízdy, kilometrická vzdálenost, výše jízdného, atd.),
- nastavení podmínek pro vyhledání spojení, vlaků (počet přestupů, druh použitých vlaků, časové omezení, atd.),  
tisk vyhledaných informací (popř. jejich export do souboru).

IDOS byl vyvinut na přelomu let 1992 a 1993 ze systému AVOS (automatizované vyhledávání optimálního spojení) a HARIS. V současné době existuje IDOS v různých verzích podle rozsahu funkcí a dat (UNIVERSAL), použitého operačního systému (DOS, WINDOWS 95 a vyšší), místa nasazení (domácnost, veřejné instituce, ČD), možnosti komunikace (Internet/Intranet, GSM).

Určitou nadstavbou tohoto informačního systému je celostátní informační systém jízdních řádů, který je vytvářen na základě průběžně aktualizovaných dat jízdních řádů veřejné linkové autobusové dopravy, dat o jízdních rádech vlakové dopravy ČD, Viamont, a.s., OKD Doprava, a.s., SOŽ Praha, a.s., JHMD, a.s. Provozovatelem tohoto nově vytvářeného systému je firma INFOCEST ČSAD UAN Praha-Florenc, a.s., internetová adresa: <http://jizdnirady.datis.cd rail.cz/html1250/Hledani.htm>.

## **Vývěsný jízdní řád ČD**

Vývěsný jízdní řád ČD se tiskne na jednotlivé listy. Každý list obsahuje jízdní řády trati stejné kmenové desítky. Schematické znázornění železniční sítě ČD s čísly jednotlivých tratí a všeobecné pokyny obsahuje přehledná mapa k vývěsnému jízdnímu řádu ČD.

Listy vývěsného jízdního řádu se vyvěšují ve stanicích a vybraných zastávkách na místech veřejně přístupných. V menších zastávkách musí být vyvěšen alespoň seznam příjezdů a odjezdů vlaků s přepravou cestujících, které tam zastavují podle GVD.

## **Příjezdy a odjezdy vlaků osobní dopravy**

Vybrané železniční stanice s velkou frekvencí cestujících vydávají přehledné listy - příjezdy a odjezdy osobních vlaků a rychlíků, které se vyvěšují nejen v železničních budovách, nástupištích apod., ale i mimo železnici ve městě, obchodech, úřadech atd.

Vlaky osobní dopravy jsou uváděny v časovém pořadí podle příjezdu a odjezdu. Kromě této časové orientace se uvádí i pravidelné nástupiště vlaků.

## 8. Propustná výkonnost železničních tratí

Železniční doprava se podílí významnou měrou na uspokojování potřeb společnosti tím, že přemísťuje suroviny, polotovary i výrobky z míst výroby do míst spotřeby, resp. i v rámci výrobního procesu. Kromě toho zajišťuje i přepravu osob.

Za tím účelem má potřebné technické vybavení. V souvislosti s plněním uvedených úloh přichází v úvahu problematika kapacitních možností technické základny železnice izolovaně i ve vzájemné vazbě, neboť často železniční zařízení pracují jako sériové linky obsluhy. Jedním z technických zařízení, pro něž je nutno zkoumat, stanovovat a posuzovat kapacitní možnosti, je železniční trať.

Při zkoumání a určování kapacitních možností vůbec, a tedy i při zkoumání a určování kapacitních možností železničních tratí, je nutno mít na zřeteli provozní poměry (podmínky), ve kterých se bude provoz na trati uskutečňovat.

Provoz na trati může být uskutečňován v deterministických nebo stochastických provozních podmínkách. Tato skutečnost se musí odrazit ve způsobu určování (výpočtu) kapacitních možností. Je patrné, že určovat kapacitní možnosti v deterministických provozních podmínkách je podstatně jednodušší, než je tomu v podmínkách stochastických.

V železniční dopravě je obvyklé nazývat kapacitní možnosti trati propustnou výkonností trati. Někdy též používáme zkráceného názvu tohoto pojmu, a to propustnost trati.

Před tím, než se seznámíme se způsobem stanovení propustné výkonnosti, je třeba ji definovat. Definice z této oblasti existuje řada, avšak jako nejvýstižnější se jeví definice, která zní: *"Propustností je třeba rozumět takovou výkonnost, vyjádřenou počtem vlaků, kterou ještě lze na železničním zařízení realizovat, aniž by byla snížena požadovaná kvalita vlakové dopravy."* V této definici se poprvé uvádí rozsah vlakové dopravy v souvislosti s její kvalitou. Tím se především zdůrazňuje význam kvality práce železnice i okolnost, že doprava se uskutečňuje většinou ve stochastických podmínkách.

Za zmínku stojí uvést i rozšíření uvedené definice, kterou doporučuje UIC pro výklad propustné výkonnosti: *"Propustná výkonnost traťové koleje udává počet vlaků, který je možno dopravovat za určité časové období při daném provozním a technickém vybavení a při dodržení potřebné kvality dopravy."*

Propustná výkonnost se tedy udává počtem vlaků za časové období, ale je neúplná o udání prostorového vztahu. Propustná výkonnost se proto musí uvádět pro určitý traťový úsek, dílčí traťový úsek nebo nejčastěji pro určitý mezistaniční úsek.

Propustnou výkonnost je vhodné rozšířit o pojem provozní propustné výkonnosti. Zatímco propustná výkonnost (propustnost) je hodnota, popřípadě rozmezí hodnoty kapacitních možností zkoumaného zařízení, provozní propustná výkonnost (provozní propustnost) v sobě zahrnuje vliv lidského činitele, provozních zásob, energetických zdrojů i vliv sousedních zařízení.

Při stanovení propustné výkonnosti je třeba rozlišovat, zda se provoz děje v deterministických nebo stochastických podmínkách. Ačkoli se většinou bude provoz uskutečňovat v podmínkách stochastických, nelze vyloučit, že na určitém traťovém úseku budou provozní podmínky deterministické. Proto se seznámíme se stanovením propustné výkonnosti pro oba uvedené případy.

Vypočítaná propustná výkonnost jednotlivých technických zařízení sama o sobě je podkladem pro posouzení řady sériově na sebe navazujících zařízení (kaskádu obsluhovacích systémů).

Výslednou propustnou výkonnost souvislého sledu několika technických zařízení - např. obsluhovacích linek v seřadovacích stanicích, několika stanic a je spojujících mezistaničních nebo traťových úseků - můžeme nazvat provozní výkonností.

V deterministických podmínkách provozu lze stanovit provozní výkonnost na základě propustné výkonnosti nejméně výkonného zařízení - podobně jako pevnost řetězu lze stanovit na základě nejslabšího

článku. Naproti tomu ve stochastických provozních podmínkách je tento problém nutno řešit na základě poznatků teorie hromadné obsluhy jako kaskádu obsluhovacích systémů. Přitom dojdeme k závěru, že provozní výkonnost bude nižší než propustná výkonnost nejméně výkonného zařízení.

## 8.1 Základní pojmy a druhy propustné výkonnosti

Dříve, než přistoupíme k řešení otázky výpočtu propustné výkonnosti, je potřebné seznámit se s některými základními pojmy z této oblasti.

Propustnou výkonnost (propustnost) můžeme v zásadě dělit na:

- teoretickou (maximální),
- praktickou.

Rozdíl mezi obsahem těchto dvou základních pojmů je v tom, že při výpočtu maximální propustné výkonnosti neuvažujeme jakékoli časové ztráty a předpokládáme, že zařízení, jehož propustnou výkonnost máme stanovit, slouží výlučně činnosti, pro kterou je určeno, a nezbytné technologické časy obsazení na sebe těsně, bezprostředně navazují, bez sebemenších časových ztrát. Naproti tomu při výpočtu praktické propustné výkonnosti bereme v úvahu nejen nutnost údržby zařízení, popřípadě skutečnost, že příslušné zařízení slouží i k vykonávání jiné činnosti, než ke které převážně slouží a je určeno, ale také časovou zálohu nutnou pro odstranění eventuálních poruch či nepravidelností ve vlakové dopravě. Například svážný pahrbek může sloužit kromě rozřazování souprav vlaků i k jejich sestavě, směrové kolejiště slouží kromě shromažďování i přípravě vlaků k odjezdu, železniční trať kromě jízd vlaků slouží i k obsluhám vleček, nákladišť, jízdám postrkových hnacích vozidel apod. Uvedená zařízení jsou však velmi citlivá na vznik provozních poruch; často zdánlivě nepatrný odklon od časové normy obsazení vede u sousedního zařízení k nároku na současné obsazování. Tento jev následně vyvolává nežádoucí jev čekání na uvolnění zařízení (linky obsluhy).

Maximální propustnou výkonnost určujeme na základě vztahu

$$N_{\max} = \frac{T}{t_{\text{obs}}} \quad (\text{technologických operací}) \quad (8-1)$$

kde  $N_{\max}$  je maximální propustná výkonnost,

$T$  - výpočetní čas,

$t_{\text{obs}}$  - průměrný čas potřebný k uskutečnění sledované technologické operace (jízda vlaku, rozřazení vlaku, posunovací jízda atd.).

Výpočetní čas je obvykle uvažován hodnotou 1440 minut v případě, že chceme stanovit denní propustnost, a 60 až 120 minut v případech, kdy máme za úkol stanovit propustnost hodinovou, popřípadě dvouhodinovou. Hodinovou propustnou výkonnost zjišťujeme zpravidla u těch zařízení, která jsou velmi nerovnoměrně zatížena a výpočet maximální propustné výkonnosti za období 1440 minut by zkresloval situaci.

Praktickou propustnou výkonnost můžeme orientačně stanovit na základě vztahu

$$n = \frac{T - (T_{\text{vyj}} + T_{\text{stál}})}{t_{\text{obs}} + t_{\text{dod}} + t_{\text{rus}}} \quad (\text{technologických operací}) \quad (8-2)$$

kde  $n$  je praktická propustná výkonnost daného zařízení nebo prvku v době  $T$ , vypočítaná se zřetelem k potřebné záloze a vyjadřující maximální počet vlaků, pro něž platí  $t_{\text{obs}}$ ,

$T$  - výpočetní čas, pro který se počítá propustnost zpravidla 24 hodin = 1440 minut nebo při výpočtu časově omezené špičkové propustnosti čas kratší,

$T_{vyt} = \sum t_{vyt}$  - celkový čas, po který je dané provozní zařízení nebo prvek v době  $T$  vyloučen z provozu pro předepsané prohlídky, opravy a údržbu, popř. i předvídané rekonstrukce, v minutách,

$T_{stát} = \sum t_{stát}$  - celkový čas stálých manipulací v minutách, tj. čas, po který jsou daná provozní zařízení nebo prvek obsazeny v čase  $T$  jinými úkony, než ve kterých je zjišťována propustnost,

$t_{obs}$  - časová norma (technologický čas) v minutách obsazení daného provozního zařízení nebo prvku jedním vlakem (Pn vlak, předměstský vlak, průměrný vlak - tj. vlak s průměrným časem obsazení, aj.), v nichž je počítána propustnost,

$t_{dod}$  - průměrný čas v minutách připadající na jeden vlak.

Skládá se:

a) z času, o který je nutné prodloužit čas obsazení daného provozního zařízení (prvku) proto, že jeho uvolnění zabraňuje obsazení dalšího provozního zařízení (prvku),

b) z času na vyrovnání zpoždění z nepravidelností a poruch ve vlakové dopravě,

$t_{rus}$  - průměrný čas z celkového času pravděpodobného vzájemného rušení jízd, vznikajícího v místech možného ohrožení z důvodů nemožnosti současných jízd na daném zařízení nebo prvku, připadající na jeden vlak v minutách. Čas  $t_{rus}$  vzniká tedy na zjišťovaném zařízení (prvku).

Časy  $t_{dod}$  a  $t_{rus}$  je zpravidla obtížné vypočítat či stanovit. Dosud nejrozšířenější způsob jejich určení jsou doporučení, opírající se o empiricky získané hodnoty.

Při výpočtu propustné výkonnosti traťových kolejí nahrazujeme uvedené časy hodnotou mezery  $t_{mez}$ :

$$t_{mez} = t_{dod} + t_{rus} \quad (\text{min}) \quad (8-3)$$

Je to průměrná časová mezera, záloha připadající na jeden průměrný vlak, nezbytná k odstranění eventuálních nepravidelností či poruch.

Jestliže si všimneme vztahů (8-1) a (8-2), vidíme, že se v nich vyskytuje hodnota  $t_{obs}$ , čas trvání uvažované technologické operace. Připustíme-li, že výpočetní čas se nebude měnit, potom propustná výkonnost bude především záviset na stanovení času obsazení  $t_{obs}$ . Stanovení času obsazení bude věnována pozornost v dalších částech této kapitoly.

Dalším pojmem z oblasti výpočtu propustné výkonnosti je potřebná propustná výkonnost. Pod tímto pojmem je třeba rozumět takový rozsah vlakové dopravy, který je nezbytný ke zvládnutí požadovaných úloh. Proto se někdy také používá termín požadovaná propustná výkonnost.

## 8.2 Propustná výkonnost traťových kolejí

Traťový úsek jako obsluhovací systém v procesu obsluhy – jízdy vlaků – se skládá z řady za sebou řazených dílčích obsluhovacích systémů obsluhy (kaskády obsluhovacích systémů). Jsou to jednak jednokanálové systémy obsluhy (mezistaniční úseky, prostorové oddíly), jednak dvoukanálové a vícekanálové systémy (výhybny a stanice).

Propustná výkonnost jednotlivých dílčích obsluhovacích systémů může být (a ve většině případů tomu tak je) rozdílná. Určit propustnou výkonnost celého obsluhovacího systému není tak jednoduché, jak by se snad na první pohled zdálo. Nestačí totiž porovnat propustnou výkonnost jednotlivých obsluhovacích systémů a nejnižší z nich prohlásit za propustnou výkonnost celého traťového úseku.

Propustná výkonnost nejméně výkonného obsluhovacího systému není zpravidla propustnou výkonností celého traťového úseku z toho důvodu, že v okamžiku uvolnění omezujícího obsluhovacího systému nemusí být vždy k dispozici vlak, který by tuto skutečnost využil. Tak dochází k časovým ztrátám, a proto výpočetní čas, který je na zařízení k dispozici, se o tyto ztráty snižuje, a tím se snižuje i propustná

výkonnost celé kaskády - traťového úseku. Využití propustné výkonnosti bude tím vyšší, čím více bude k dispozici vlaků pro jízdu v tomto omezujícím úseku. Jinak řečeno, čím více kolejí bude ve stanicích ohraničujících omezující úsek.

Je však zřejmé, že je třeba při řešení této otázky ekonomicky hodnotit přínos z většího využití propustné výkonnosti a ztráty, vyplývající z budování většího počtu kolejí. Současně je také nutno posoudit vhodnost takového řešení z provozního hlediska. To znamená, zda je účelné a ekonomicky výhodné zvýšit využití propustné výkonnosti mezistaničního úseku za cenu čekání vlaků ve stanicích, ohraničujících předmětný mezistaniční úsek.

Chceme-li však posuzovat propustnou výkonnost traťového úseku, musíme vycházet ze znalosti propustné výkonnosti traťových kolejí v jednotlivých mezistaničních úsecích.

Propustná výkonnost mezistaničního úseku bude závislá nejen na provozních podmínkách, ale také na tom, jaký bude způsob organizace jízdy vlaků – zda půjde o grafikon rovnoběžný nebo nerovnoběžný. Kromě toho je zřejmé, že bude rozdílná v podmínkách jednosměrného a obousměrného grafikonu.

### 8.3 Základní pojmy a metody určení propustné výkonnosti traťových kolejí

Podobně jako u ostatních provozních zařízení rozeznáváme i u traťových kolejí propustnou výkonnost maximální a praktickou. Jednoduché vzorce budou podobné jako pro všechna ostatní zařízení. Rozdíl bude pouze v konkrétním rozměru. Tedy analogicky ke vztahu (8-1) bude maximální propustná výkonnost trati v rovnoběžném grafikonu vlakové dopravy dána vztahem

$$N_{\max} = \frac{T}{t_{\text{obs}}} \quad (\text{vlaků}) \quad (8-4)$$

V podmínkách jednosměrné dopravy pro každou traťovou kolej zvlášť

$$N_{\max L} = \frac{T}{I_L} \quad (\text{vlaků})$$

$$N_{\max S} = \frac{T}{I_S} \quad (\text{vlaků}) \quad (8-5)$$

kde  $I$  je následné mezidobí příslušného směru.

Pro obousměrné pojižděnou traťovou kolej

$$N_{\max} = \frac{T \cdot k}{T_{\text{per}}} \quad (\text{vlaků}) \quad (8-6)$$

kde  $k$  je počet rovnoběžných vlaků v jedné periodě.

Praktická propustná výkonnost analogicky ke vztahu (8-2) bude

$$n = \frac{T - (T_{\text{vyt}} + T_{\text{stát}})}{t_{\text{obs}} + t_{\text{mez}}} \quad (\text{prům. vlaků}) \quad (8-7)$$

Časem obsazení v jednosměrném grafikonu bude následné mezidobí, v grafikonu obousměrném tímto časem bude časový úsek nazývaný periodou grafikonu. Perioda grafikonu, o níž bude pojednáno později, je závislá na způsobu organizace provážení vlaků zkoumaným mezistaničním úsekem.

Při výpočtu praktické propustnosti se setkáme s pojmy průměrná časová mezera v grafikonu vlakové dopravy, a to skutečná, zjištěná výpočtem, a požadovaná, stanovená na základě požadavků vedoucích k možnosti realizace vykonstruovaného grafikonu. O časových mezerách bude podrobněji pojednáno v kapitole 9.

Na rozdíl od ostatních zařízení u traťových kolejí rozeznáváme další pojem, a to výhledová propustná výkonnost. Je to taková propustná výkonnost, kterou stanovujeme na základě požadavků na kvalitu dopravy, jakož i kvantitativních charakteristik zkoumané traťové koleje. Umožňuje stanovit propustnost i pro traťovou kolej ještě nerealizovanou.

Podobně jako u ostatních zařízení i u výpočtu propustnosti traťových kolejí musíme rozlišovat deterministické a stochastické provozní podmínky. Podle toho bude potřebné volit adekvátní metody. To znamená, že pro deterministické provozní podmínky volíme metody používající konstantních hodnot, zatímco ve stochastických podmínkách provozu použijeme metody založené na matematické statistice, počtu pravděpodobnosti a teorii hromadné obsluhy.

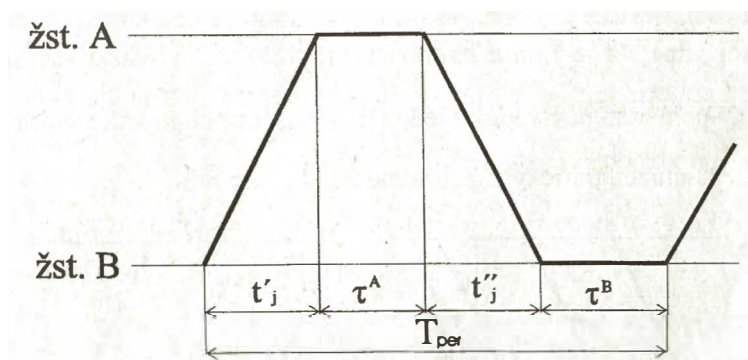
#### 8.4 Propustná výkonnost v rovnoběžných grafikonech vlakové dopravy

Rovnoběžný grafikon vlakové dopravy představuje takový způsob organizace jízdy vlaků na trati, kdy každý vlak obsazuje mezistaniční úsek (prostorový oddíl) stejně dlouho. V praxi se takovýto způsob organizace jízdy vlaků vyskytuje zřídka. Kromě toho důsledné uplatnění zásady rovnoběžnosti tras přichází v úvahu jen v deterministických provozních podmínkách. Přes všechny tyto výjimečnosti však z metodického hlediska má význam zabývat se propustnou výkonností rovnoběžného grafikonu, neboť při uplatnění různých organizačních opatření se lze nejen deterministickým provozním podmínkám, ale i rovnoběžnému grafikonu přiblížit.

Při stanovení propustné výkonnosti půjde především o stanovení času obsazení  $t_{obs}$  v deterministických provozních podmínkách.

##### 8.4.1 Čas obsazení mezistaničního úseku v jednokolejném jednoduchém párovém grafikonu

Tento čas je jedním ze základních časů obsazení a ostatní typy obsazení z něj vycházejí. V odborné literatuře i ve služebních předpisech jsou časy obsazení v jednokolejném grafikonu nazývány periodami grafikonu a označují se  $T_{per}$ . Perioda ( $T_{per}$ ) je nejkratší doba obsazení mezistaničního úseku seskupením vlaků, charakteristickým pro daný typ grafikonu, které se periodicky opakuje. Skladba periody je zřejmá z obrázku 8-1.



Obrázek 8-1 Perioda jednoduchého GVD

Na základě obrázku 8-1 lze analyticky vyjádřit čas trvání periody jako

$$T_{per} = t'_j + \tau^A + t''_j + \tau^B \quad (\text{min}) \quad (8-8)$$

kde  $t'_j$  je jízdní doba v jednom směru,

$\tau^A$  staniční provozní interval ve stanici A,

$t''_j$  jízdní doba v druhém směru,

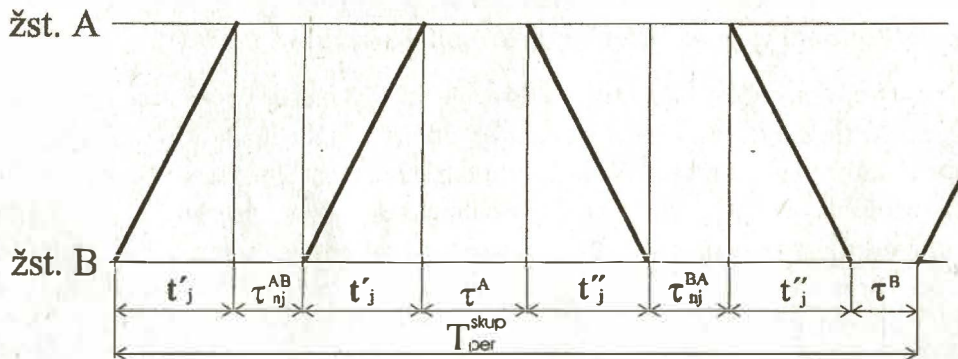
$\tau^B$  staniční provozní interval ve stanici B.

Uvedené analytické vyjádření platí za předpokladu, že přírážky na rozjezd a zastavení jsou zahrnuty v jízdních dobách. Zpravidla se přírážky do jízdních dob nezahrnují, a proto vztah je nutno rozšířit o sumu přírážek na rozjezd a zastavení -  $\Sigma \tau_{rz}$

$$T_{per} = t'_j + \tau^A + t''_j + \tau^B + \Sigma \tau_{rz} \quad (\text{min}) \quad (8-9)$$

#### 8.4.2 Čas obsazení mezistaničního úseku v jednokolejném párovém skupinovém grafikonu

Čas obsazení v tomto případě se určí na základě periody jednoduchého grafikonu s přihlédnutím ke skutečnosti, že jízda vlaků je organizována ve skupinách. Situace je znázorněna na obrázku 8-2.



Obrázek 8-2 Perioda párového, skupinového GVD

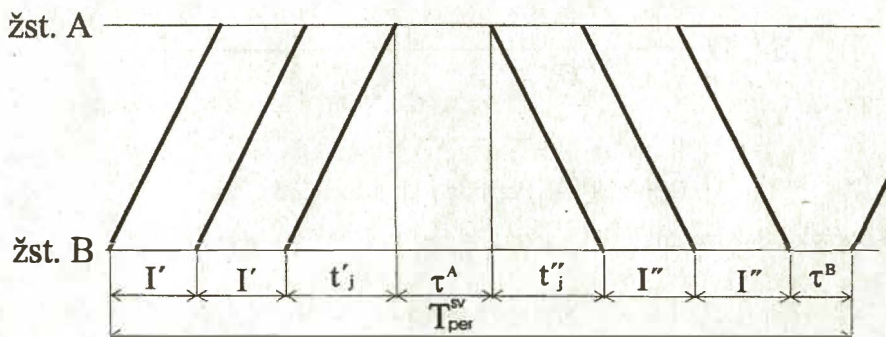
Z grafického vyjádření na obrázku 8-2 a s uvažováním přírážek na rozjezd a zastavení můžeme čas obsazení analyticky vyjádřit

$$T_{per}^{skup} = k \cdot t'_j + (k-1) \cdot \tau_{nj}^{AB} + \tau^A + k \cdot t''_j + (k-1) \cdot \tau_{nj}^{BA} + \tau^B + \Sigma \tau_{rz} \quad (\text{min}) \quad (8-10)$$

kde  $k$  je počet vlaků ve skupině.

#### 8.4.3 Čas obsazení mezistaničního úseku v jednokolejném párovém svazkovém grafikonu

Určitou obdobou času obsazení ve skupinovém grafikonu je čas obsazení ve svazkovém grafikonu. Z předcházejících kapitol víme, že jedním z charakteristických znaků svazkového grafikonu je koeficient svazkovosti  $\gamma_{sv}$ , vyjádřený poměrem počtu vlaků jedoucích ve svazcích k počtu všech vlaků,  $\gamma_{sv} = \frac{N_{sv}}{N}$ . Pro snazší určení času obsazení situaci graficky znázorníme na obrázku 8-3.



Obrázek 8-3 Perioda párového, svazkového GVD

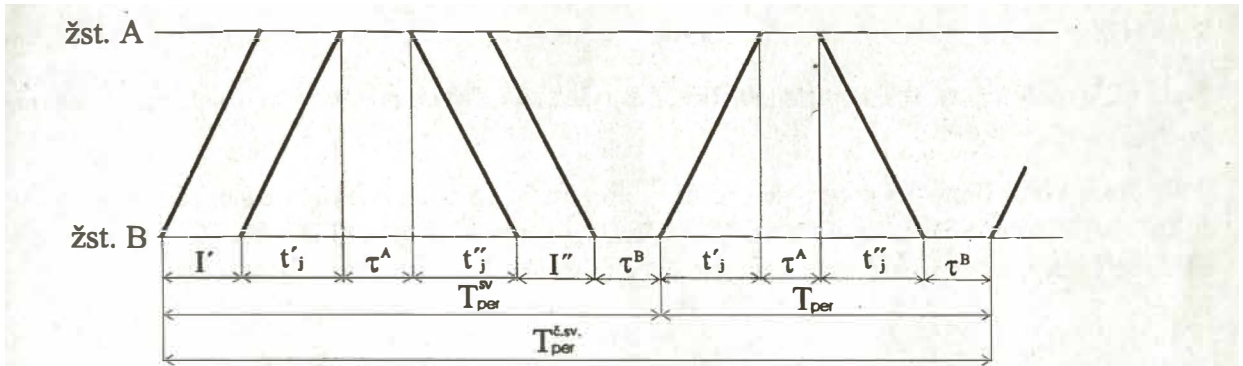
Rozborem tohoto obrázku a přírážek na rozjezd a zastavení dostaneme analytický vztah

$$T_{per}^{sv} = (k-1) \cdot I' + t'_j + \tau^A + t''_j + (k-1) \cdot I'' + \tau^B + \Sigma \tau_{rz} \quad (\text{min}) \quad (8-11)$$

kde  $k$  je počet vlaků ve svazku.

#### 8.4.4 Čas obsazení mezistaničního úseku v jednokolejném párovém, částečně svazkovém grafikonu

Při organizování jízdy vlaků tímto způsobem budou ve svazcích vlaky jezdit pouze část výpočetního času a ve zbývajícím čase budou jezdit jednoduše. Podobným způsobem vlaky jezdí u částečně skupinového grafikonu. příklad situace je znázorněn na obrázku 8-5.



Obrázek 8-5 Perioda párového, částečně svazkového GVD

Z příkladu na obrázku 8-5 vidíme, že perioda párového, částečně svazkového grafikonu se skládá z periody svazkového grafikonu a periody jednoduchého grafikonu. Perioda jednoduchého grafikonu se v periodě částečně svazkového grafikonu nebude vyskytovat celá. Stejně tak perioda svazkového grafikonu. To záleží na počtu vlaků ve svazku a koeficientu svazkovosti. Musíme si proto vytvořit fiktivní periodu, která bude tyto okolnosti mít na zřeteli. Přitom můžeme vycházet z této úvahy:

Zvolme počet všech párů vlaků ve fiktivní periodě  $N=1$ . Je známo, že počet všech vlaků  $N=N_{sv}+N_{jedn}$  (počet vlaků jedoucích ve svazcích plus počet vlaků jedoucích jednoduše). Spotřeba času ve fiktivní periodě pro jednoduše jedoucí vlaky bude

$$T_{per} \cdot (1 - \gamma_{sv})$$

neboť

$$\gamma_{sv} = \frac{N_{sv}}{N} = \frac{N_{sv}}{1} \Rightarrow \gamma_{sv} = N_{sv}$$

a tedy počet jednoduše jedoucích vlaků  $N_{jedn}$  bude  $1 - N_{sv} = 1 - \gamma_{sv}$ . Spotřeba času ve fiktivní periodě pro vlaky jedoucí ve svazcích se určí takto:

Ze svazkové periody připadne na jeden pár vlaků čas  $\frac{T_{per}^{sv}}{k}$ . Počet takových případů (párů vlaků) bude  $N_{sv}$ , a tedy svazková perioda se bude ve fiktivní periodě nacházet  $\frac{T_{per}^{sv}}{k} \cdot N_{sv}$ . Z uvedené úvahy je známo, že  $\gamma_{sv} = N_{sv}$ , a tedy docházíme k závěru, že svazková perioda se bude nacházet ve fiktivní periodě  $\gamma_{sv}$ -krát a celkový čas, který svazkovitě jedoucí vlaky ve fiktivní periodě budou spotřebovávat, bude rovný  $T_{per}^{sv} \cdot \frac{\gamma_{sv}}{k}$ .

Dospěli jsme tedy k závěru, že perioda částečně svazkového párového grafikonu bude rovna

$$T_{per}^{č.sv} = T_{per}^{sv} \cdot \frac{\gamma_{sv}}{k} + T_{per} \cdot (1 - \gamma_{sv}) \quad (\text{min}) \quad (8-12)$$

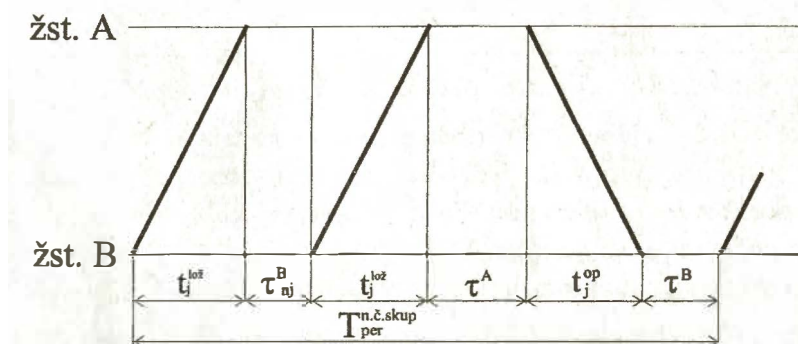
neboli

$$T_{per}^{c.sv} = \left[ t_j' + t_j'' + (k-1) \cdot (I' + I'') + \tau^A + \tau^B + \sum \tau_{rz} \right] \frac{\gamma_{sv}}{k} + \left[ t_j' + t_j'' + \tau^A + \tau^B + \sum \tau_{rz} \right] (1 - \gamma_{sv}) \quad (\text{min}) \quad (8-13)$$

a perioda tohoto typu grafikonu se vlastně rozpadá na dvě samostatné periody.

#### 8.4.5 Čas obsazení mezistaničního úseku v jednokolejném nepárovém, částečně skupinovém grafikonu

Jízda vlaků tímto způsobem se organizuje tehdy, když počet vlaků v jednom směru je větší než ve směru opačném a mezistaniční úsek není rozdělen hlavním návěstidlem (hlavními návěstidly) na prostorové oddíly. Ve skupinách budou jezdit převážně vlaky zatíženějšího (loženého) směru.



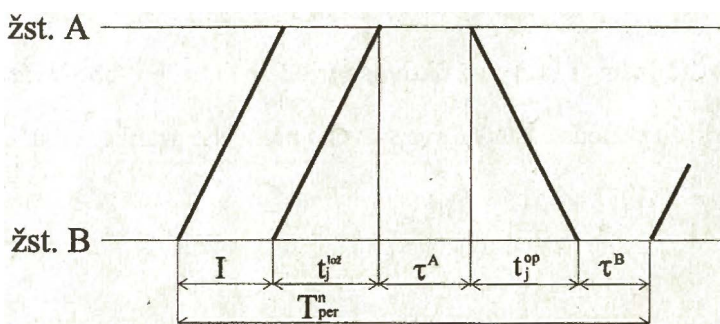
Obrázek 8-6 Perioda nepárového, částečně skupinového GVD

Z obrázku 8-6 je zřejmé, že v periodě tohoto typu grafikonu se bude nacházet jeden vlak opačného směru  $N_{op}=1$ . Vlaky loženého směru se budou vyskytovat v počtu odpovídajícímu hodnotě koeficientu nepárovosti. Vycházíme-li z úvahy, že  $N_{op}=1$ , bude počet vlaků loženého směru  $\gamma_n = N_{lož}$  a celkový počet vlaků v periodě bude  $N = \gamma_n + 1$ . Perioda nepárového, částečně skupinového grafikonu bude tedy určena vztahem

$$T_{per}^{n.č.skup.} = \gamma_n \cdot t_j^{lož} + (\gamma_n - 1) \cdot \tau_{nj}^B + \tau^A + t_j^{op} + \tau^B + \sum \tau_{rz} \quad (\text{min}) \quad (8-14)$$

#### 8.4.6 Čas obsazení mezistaničního úseku v jednokolejném nepárovém, částečně svazkovém grafikonu

Důvody pro organizaci jízdy vlaků podle tohoto typu grafikonu jsou stejné jako v předcházejícím případě, avšak jízda vlaků se děje ve vzdálenosti prostorových oddílů. Schematicky je situace znázorněna na obrázku 8-7.



Obrázek 8-7 Perioda nepárového, částečně svazkového GVD

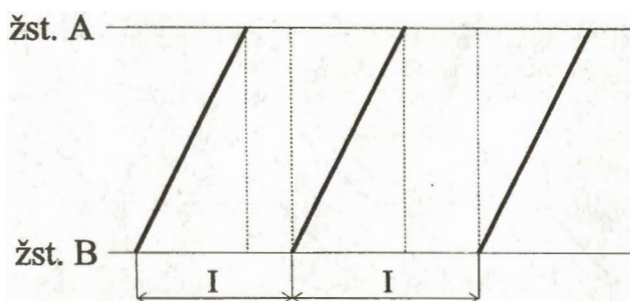
Pokud se týká vlaků v periodě, bude situace podobná jako u částečně skupinového grafikonu a tedy  $N = \gamma_n + 1$ . Rovněž tak počet vlaků loženého směru bude  $N_{lož} = \gamma_n$ , a tedy následné mezidobí pro vlaky loženého směru I se bude v periodě vyskytovat  $(\gamma_n - 1)$ -krát.

Perioda částečně svazkového nepárového grafikonu bude určena vztahem

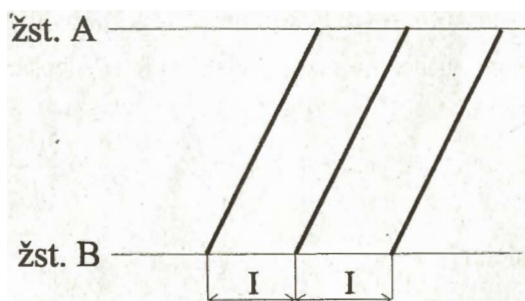
$$T_{per}^{n.č.sv} = (\gamma_n - 1) \cdot I + t_j^{lož} + \tau^A + t_j^{op} + \tau^B + \Sigma \tau_{rz} \quad (\text{min}) \quad (8-15)$$

#### 8.4.7 Čas obsazení mezistaničního úseku v dvoukolejném (jednosměrném) grafikonu

Nejjednodušší podmínky pro zjišťování času obsazení jsou při pojíždění traťové koleje pouze jedním směrem, což přichází v úvahu zejména na dvoukolejných tratích. Časem obsazení je (až na některé výjimky, které budou dále uvedeny) následné mezidobí. Pro názornost je situace na trati, kde je jízda organizována v mezistaniční vzdálenosti, znázorněna na obr. a na trati, kde vlaky mohou jezdit ve vzdálenosti prostorových oddílů, na obrázku 8-8.



Obrázek 8-8 Čas obsazení na dvoukolejně trati při jízdě v mezistaničním úseku



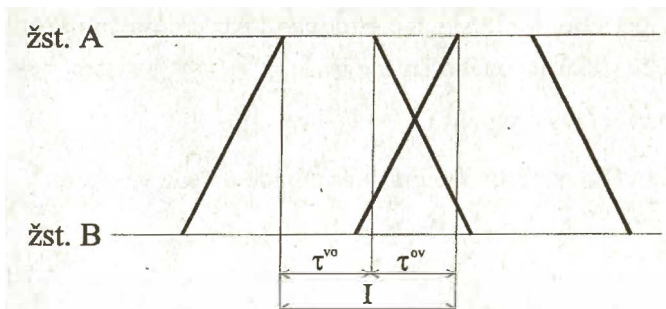
Obrázek 8-9 Čas obsazení na dvoukolejně trati při jízdě v prostorových oddílech

Potom můžeme pro čas obsazení psát:

$$t_{obs} = I \quad (\text{min}) \quad (8-16)$$

Vztah platí ovšem za předpokladu, že ve stanicích ohraničujících mezistaniční úsek je dostatečný počet dopravních kolejí a vlaky mohou do těchto stanic bez těžkostí vjíždět nebo jimi projíždět v časovém odstupu následného mezidobí. Jiná situace nastává tehdy, jestliže se vlakové cesty protisměrných vlaků kříží dle obrázku 8-10. V takovém případě je nutno přezkoušet, zda je splněna podmínka

$$I \geq \tau_{vo} + \tau_{ov} \quad (\text{min}) \quad (8-17)$$



Obrázek 8-10 Čas obsazení na dvoukolejně trati při křížení vlakových cest ve stanici

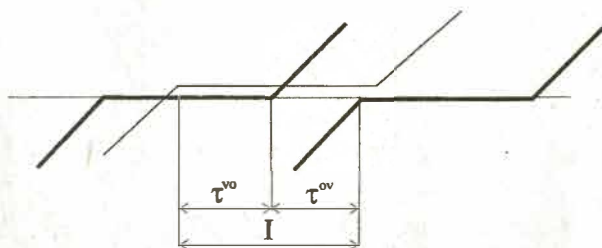
V opačném případě je nutno za čas obsazení považovat zvětšené následné mezidobí

$$I' = I + \Delta I \quad (\text{min}) \quad (8-18)$$

Hodnotu  $\Delta I$  určíme jako

$$\Delta I = (\tau_{vo} + \tau_{ov}) - I \quad (\text{min}) \quad (8-19)$$

Podobně je tomu i v případě, že uvažované vlaky mají ve stanici předepsán pobyt a nejsou dovoleny jejich současné jízdy. Situace je zobrazena na obrázku 8-11.

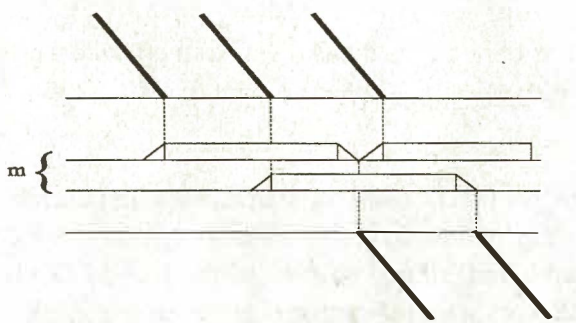


Obrázek 8-11 Čas obsazení na dvoukolejně trati při pobytu vlaku ve stanici

Ve stanici, kde jsou povoleny současné vjezdy a vlakům je předepsán pobyt, je hodnota následného mezidobí dána následujícím vztahem

$$I \geq \frac{t_{pob} + \tau_{ov}}{m} \quad (8-20)$$

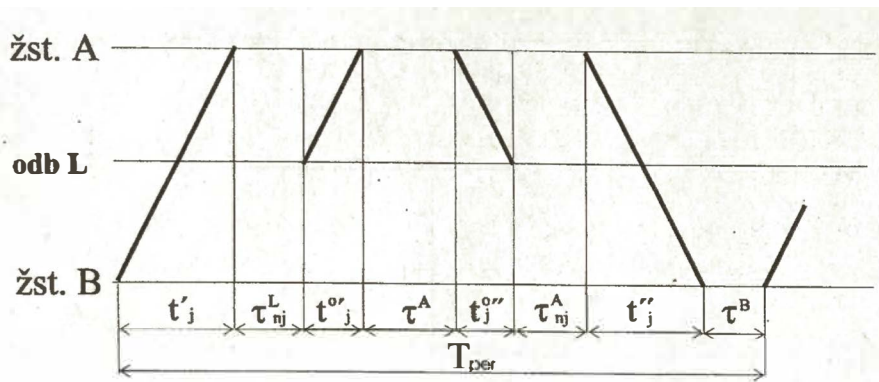
kde  $m$  je počet kolejí ve stanici.



Obrázek 8-12 Pobyt vlaku ve stanici

#### 8.4.8 Čas obsazení mezistaničního jednokolejného úseku s odbočkou

V některých traťových úsecích přichází v úvahu skutečnost, že v mezistaničním úseku odbočují vlaky na jiný traťový úsek nebo z traťového úseku přijíždějí. Tato okolnost ovšem ovlivní čas obsazení v mezistaničním úseku. Kombinací jízdy vlaků po hlavní trati a jízdou vlaku po odbočné trati může být několik a pro každý případ je nutno stanovit periodu grafikonu zvlášť. Jako příklad uvádíme situaci na obrázku 8-13.



Obrázek 8-13 Čas obsazení na jednokolejně trati s odbočkou

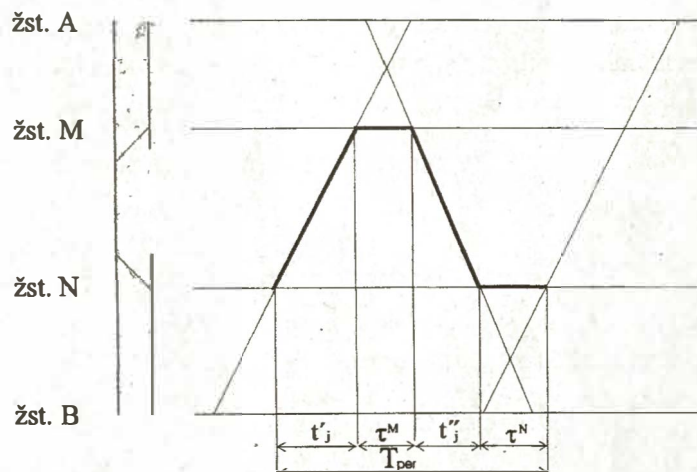
Pro takový případ, jak ukazuje obrázek 8-13, bude perioda

$$T_{per}^{odb} = t'_j + \tau_{nj}^L + t''_j + \tau^A + t'''_j + \tau_{nj}^A + t''_j + \tau^B + \sum \tau_{rz} \quad (\text{min}) \quad (8-21)$$

#### 8.4.9 Čas obsazení mezistaničního úseku při částečném dvoukolejném provozu

Při řešení může nastat situace, že na jednom traťovém úseku se nacházejí úseky jednokolejné a dvoukolejné. V takovém případě se v daném traťovém úseku podmínky pro realizaci jízdy vlaků zlepšují (jestliže se na jednokolejně trati nachází úsek dvoukolejný) nebo zhoršují (jestliže se na dvoukolejně trati nachází úsek jednokolejný). Situace, kdy se na dvoukolejně trati nachází jednokolejný úsek, může nastat tehdy, předpokládá-li se výluka jedné z obou traťových kolejí, ať už z důvodu opravy nebo výstavby trakčního vedení nebo z důvodu rekonstrukce nebo údržby železničního svršku či spodku. Tyto případy mohou nastat jak v souvislosti s konstrukcí grafikonu základního, tak i výlukového.

Řešení pro dvoukolejnou trať s jednokolejným úsekem znázorníme na obrázku 8-14.

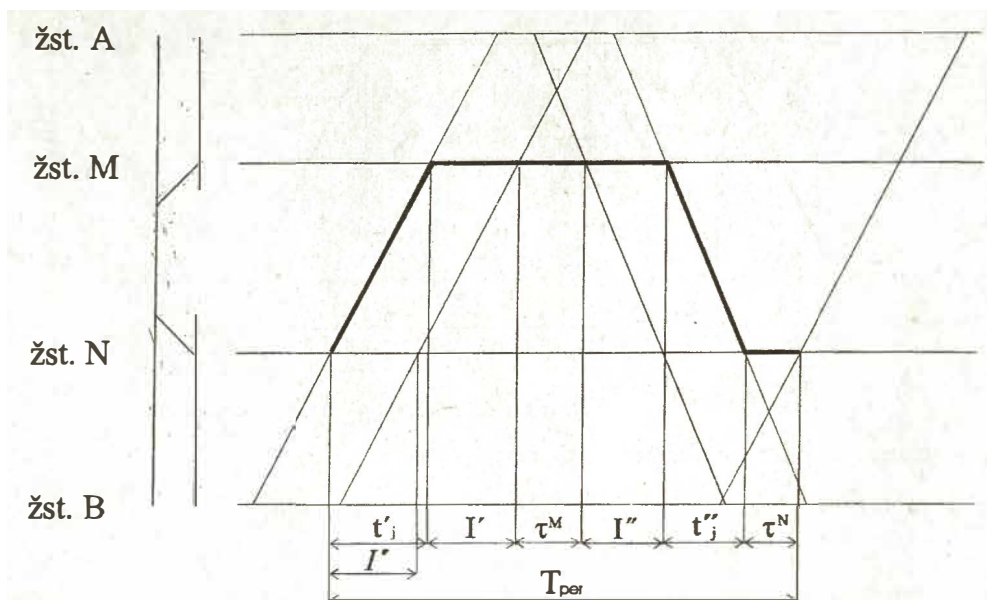


Obrázek 8-14 Čas obsazení na dvoukolejně trati s jednokolejným úsekem

Jak je zřejmé z obrázku 8-14, čas obsazení (perioda) bude podobný jako u jednokolejného grafikonu párového s tím rozdílem, že zde nebudou přicházet v úvahu přírážky na rozjezd a zastavení, neboť k nim v takových případech obvykle nedochází (pokud by však k zastavení a k rozjezdu došlo, je nutno je uvažovat). Perioda bude tedy

$$T_{per} = t'_j + \tau^M + t''_j + \tau^N \quad (\text{min}) \quad (8-22)$$

Vložení jednokolejného úseku v dvoukolejně trati bude zřejmě negativně ovlivněna propustná výkonnost. Pro snížení tohoto vlivu může být účelné, aby vlaky v jednokolejně úseku byly provázeny ve svazcích (k čemuž musí být ovšem vytvořeny podmínky). Příklad takového způsobu provázení ukazuje obrázek 8-15.



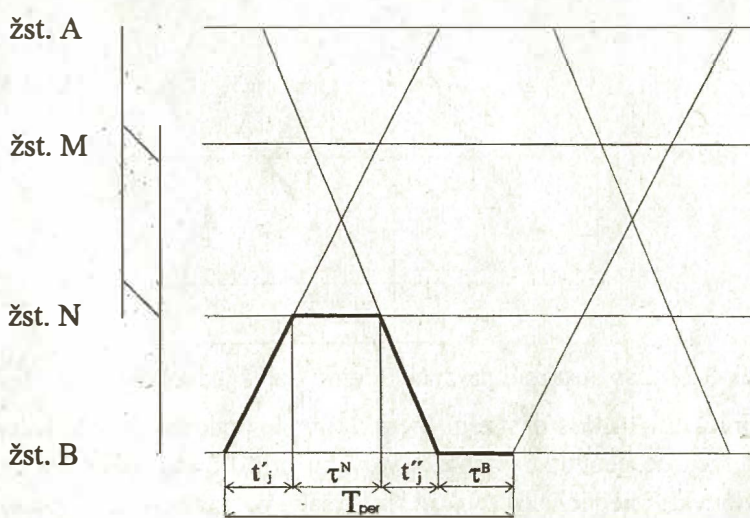
Obrázek 8-15 Příklad způsobu provázení vlaků na jednokolejném úseku dvoukolejné trati

Z obrázku 8-15 a při použití známého způsobu označování dostaneme

$$T_{per}^{sv} = t'_j + (k-1) \cdot (I' + I'') + \tau^M + t''_j + \tau^N \quad (\text{min}) \quad (8-23)$$

což je perioda svazkového jednokolejného grafikonu opět s tím rozdílem, že neuvažujeme přírážky na rozjezd a zastavení. Obdobně bychom řešili i případy, kdyby vlaky byly provázeny ve skupinách nebo kdyby ve svazcích či skupinách jezdily vlaky jen jednoho směru.

Na rozdíl od předcházejícího bude v případě dvoukolejného úseku na jednokolejné trati propustná výkonnost příznivě ovlivněna skutečností, že se vlaky v dvoukolejném úseku budou moci křížovat za jízdy (letmé křížování). Ke splnění tohoto cíle musí však být dvoukolejný úsek dostatečně dlouhý a vybaven odpovídajícím zabezpečovacím zařízením. Situaci ukazuje obrázek 8-16.



Obrázek 8-16 Čas obsazení jednokolejné trati s dvoukolejným úsekem

Podle obrázku 8-16 určíme periodu grafikonu a to:

$$T_{per} = t'_j + \tau^N + t''_j + \tau^B \quad (\text{min}) \quad (8-24)$$

## 8.5 Propustná výkonnost v nerovnoběžném grafikonu

Nerovnoběžný grafikon je charakterizován tím, že se v něm nacházejí vlaky jedoucí různou rychlostí. Tato skutečnost způsobuje, že v naprosté většině případů bude čas obsazení mezistaničního úseku pro každý druh vlaku různý.

Na rozdíl od rovnoběžného grafikonu, kde zjišťujeme maximální propustnou výkonnost, určujeme v nerovnoběžném grafikonu propustnou výkonnost praktickou. Pro její stanovení můžeme použít metodu

grafickou nebo  
analytickou.

Propustnou výkonnost stanovujeme buď

ve výpočetních vlacích základní (rovnoběžné) sítě, nebo  
v průměrných vlacích.

*Grafická metoda* zjišťování praktické propustné výkonnosti spočívá ve zkonstruování grafikonu vlakové dopravy. Trasy vlaků musí být do něj vloženy tak, aby časy obsazení vlaky nebo skupinami vlaků na sebe těsně nenavazovaly. To znamená, že mezi jednotlivými vlaky nebo skupinami vlaků by měly být zachovány mezery (záložní časy), které by měly přispět k možnosti realizace vykonstruovaného grafikonu v celém úseku, pro nějž je grafikon zkonstruován. Vzniknou-li po zakreslení požadovaného počtu tras jednotlivých druhů vlaků ve vykonstruovaném grafikonu tak velké časové mezery, do nichž lze bez těžkostí (tj. včetně záložního času) zakreslit ještě další (dodatečné) trasy vlaků, zakreslí se do grafikonu. Praktická propustná výkonnost se pak určí jako součet všech tras vlaků. Výhodou této metody je snadné určení praktické propustné výkonnosti pouhým sečtením tras. Její nevýhodou je však nutnost zkonstruovat grafikon, a tedy její pracnost. Navíc je tato metoda (resp. pomocí ní určená propustná výkonnost) závislá na subjektivním přístupu konstruktéra, na jeho zkušenostech a dovednostech. Rovněž je nutné uvažovat úseky předcházející a následující.

*Analytická metoda* stanovení praktické propustné výkonnosti na rozdíl od grafické nevyžaduje vykonstruování grafikonu. Opírá se o údaje o počtu vlaků podle jednotlivých druhů a o známé prvky grafikonu. Můžeme rozlišovat v zásadě dva přístupy k řešení této otázky:

pomocí koeficientu vylučování tras vlaků základní sítě,  
pomocí počtu pravděpodobnosti a matematické statistiky.

Při použití koeficientu vylučování jeho prostřednictvím nerovnoběžné vlaky vylučují určitý počet tras vlaků základní sítě (výpočetních vlaků) a tím ovlivňují (zpravidla v záporném smyslu) propustnou výkonnost. Takový přístup lze především označit za málo přesný, resp. orientační. Je to způsobeno řadou okolností, zejména tím, že v grafikonu existuje více druhů vlaků a navíc jejich jízdní doby nemusí být i v rámci jednoho druhu vlaku stejné, a dále potom i tím, že koeficienty dodatečného vylučování jsou určovány empiricky. Předností této metody je však skutečnost, že je poměrně velmi jednoduchá, a tím i málo náročná na čas výpočtu.

Při použití počtu pravděpodobnosti vycházíme z pravděpodobného sledu jednotlivých druhů vlaků a tím se s požadovanou přesností přibližujeme ke skutečnému sledu vlaků v grafikonu. Na základě znalostí o čase obsazení mezistaničního úseku a pravděpodobného sledu vlaků můžeme vypočítat pravděpodobnou propustnou výkonnost a spolu se znalostí zákona o rozložení velikosti záložních časů (mezer) můžeme stanovit pravděpodobnou praktickou propustnou výkonnost. Výhodou této metody je to, že se přibližuje rozložení vlaků v grafikonu a lze tedy získat přesnější výsledky. Nevýhodou je její značná pracnost. Tuto metodu lze však s výhodou použít i pro výhledový grafikon, když máme k dispozici jen základní údaje, a rovněž ve stochastických provozních podmínkách.

### 8.5.1 Metodika ČD pro zjišťování propustné výkonnosti nerovnoběžného grafikonu vlakové dopravy

V předpise ČD D 24 je nerovnoběžný grafikon nazýván normálním nebo komerčním. Propustnou výkonnost lze zjišťovat graficky nebo analyticky.

Graficky lze zjistit propustnou výkonnost tím způsobem, že se zkonstruuje grafikon vlakové dopravy, ve kterém se nebudou vyskytovat žádné mezery (záložní časy). Takový grafikon nazývá předpis D 24 grafikonem maximálně zaplněným. Propustná výkonnost se zjistí prostým sečtením všech tras do grafikonu zakreslených vlaků celkem i podle jednotlivých druhů.

Analyticky se zjišťuje propustná výkonnost v průměrných vlacích a zkoumá se čistý čas obsazení omezujícího mezistaničního úseku a hodnota průměrné mezery (zálohy) na jeden průměrný vlak. Analyticky lze zjišťovat propustnou výkonnost z rozboru vykonstruovaného grafikonu vlakové dopravy.

#### Praktická propustná výkonnost vykonstruovaného grafikonu

Při zjišťování praktické propustné výkonnosti tímto způsobem je předepsán tento postup:

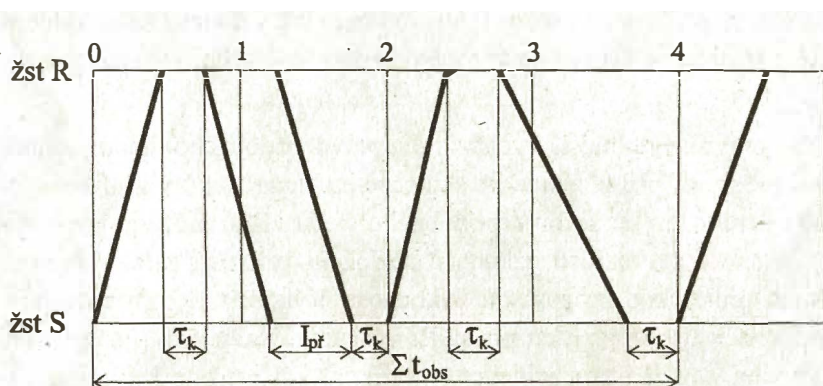
- Vyhledá se omezující mezistaniční úsek. Tento úsek vykazuje největší celkovou dobu obsazení. Do grafikonu se v tomto mezistaničním úseku dokreslí a okótují trasy dalších Pn (průběžných nákladních) vlaků, které by bylo možno vést v celém traťovém úseku. Při dokreslování tras Pn vlaků se musí uvažovat počet dopravních kolejí v mezilehlých stanicích a přirozeně všechny časové normativy, jako jízdní doby, staniční a traťové intervaly, následná mezidobí a pod.

Při dokreslování Pn vlaků se nepřihlíží k trasám vlaků rušících, vlečkových a výlukám.

Počet tras vlaků pravidelných a podle potřeby, do grafikonu původně zakreslených označujeme  $N_g$  a počet tras do grafikonu dodatečně dokreslených označujeme  $N_{dod}$ .

- Zjistí se celkový čas obsazení mezistaničního úseku a celkový čas mezer mezi vlaky. Tyto hodnoty můžeme zjistit buď graficky nebo přímým výpočtem.

Graficky určíme celkový čas obsazení tak, že do prázdné sítě grafikonu pro omezující mezistaniční úsek zakreslíme trasy všech vlaků (včetně dodatečně dokreslených) v takovém pořadí, v jakém za sebou následují v grafikonu vlakové dopravy bez jakýchkoli mezer a bez ohledu na sousední mezistaniční úseky. (Budou tedy za sebou následovat v nejkratším časovém odstupu.) Jako poslední v pořadí bude zakreslena znovu trasa prvního vlaku. Celkový čas obsazení se potom na časové ose odečte mezi nulou a kótou zakončujícího vlaku - vždy na čáře, znázorňující jednu a tutéž stanicí. Grafický způsob určení celkového času obsazení ukazuje obrázek 8-16.



Obrázek 8-16 Grafický způsob stanovení celkového času obsazení

Přímým výpočtem určíme celkový čas obsazení tak, že sestavíme přehled, v němž jsou uvedeny podle čísel a v pořadí, jak za sebou následují v grafikonu všechny, tedy i dokreslené trasy vlaků a pro ně se uvedou tyto údaje:

- časový odstup mezi vlaky,
- čas obsazení (nejkratší čas obsazení),
- mezera mezi vlaky (rozdíl mezi intervalem mezi vlaky a časem obsazení),
- čas stálých manipulací.

Příklad je uveden v následující tabulce:

Tabulka 8-1 Určení času obsazení u vykonstruovaného grafikonu

1	2	3	4	5	6	7	8	9
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
Součet 1440								
Průměr na jeden vlak:								
Průměr na jeden pravidelný vlak:								
Další ukazatele propustnosti								
Praktická propustnost:					$t_{výl}$ sestává:			
Využití propustnosti pravidelnou dopravou:					$t_{stál}$ sestává:			
Stupeň obsazení:								
Záloha na pravidelný vlak:								

Náplň jednotlivých sloupců:

1. Pořadové číslo pravidelných vlaků
2. Pořadové číslo vlaků podle potřeby a dodatečně vložených
3. Druhá zkratka vlaku
4. Číslo vlaku
5. Čas odjezdu do zjišťovaného mezistaničního úseku nebo příjezdu z něho
6. Odstup mezi vlaky
7. Čas obsazení  $t_{obs}$  mezistaničního úseku vlaky
8. Mezera mezi vlaky  $t_{mez}$
9. Čas obsazení mezistaničního úseku stálými manipulacemi  $t_{stál}$

c) Na základě údajů, zjištěných ad a) nebo ad b) se zjistí:  
počet všech vlaků

$$N = N_g + N_{dod} \quad (\text{vlaků}) \quad (8-25)$$

průměrný počet obsazení připadající na jeden vlak:

$$t_{obs} = \frac{\sum t_{obs}}{N} \quad (\text{min}) \quad (8-26)$$

celkový počet mezer mezi vlaky:

$$\sum t_{mez} = 1440 - (\sum t_{obs} + \sum t_{stál}) \quad (\text{min}) \quad (8-27)$$

- průměrný počet mezer připadající na jeden vlak:

$$t_{mez} = \frac{\sum t_{mez}}{N} \quad (\text{min}) \quad (8-28)$$

d) Vypočítá se praktická propustná výkonnost mezistaničního úseku podle vzorce

$$n = \frac{T - (\sum t_{výl} + \sum t_{stál})}{t_{obs} + t_{mez}} \quad (\text{průměrných vlaků}) \quad (8-29)$$

kde se dosadí za  $T$  - 1440 minut,

za  $\Sigma t_{vy}$  - celkový čas potřebný na pravidelné plánované prohlídky a výluky

za  $\Sigma t_{stáí}$  - čas obsazení mezistaničního úseku pravidelnými vlečkovými, pracovními a služebními vlaky, které nebyly pojaty do počtu vlaků  $N_g$

za  $t_{obs}$  - hodnota vypočítána ze vztahu 8-26

za  $t_{mez}$  - čas vypočítaný ze vztahu 8-28

### 8.5.2 Stanovení praktické propustné výkonnosti ve výhledovém grafikonu za pomoci počtu pravděpodobnosti a matematické statistiky.

Při stanovení propustné výkonnosti ve výhledové GVD nemáme k dispozici vykonstruovaný grafikon, a tedy postup při jejím stanovení musí být založen na statistickém rozboru řady grafikonů pro podobné provozní podmínky, jakož i z obecných zákonitostí a s využitím teorie pravděpodobnosti.

Při řešení úlohy musíme mít k dispozici:

rozsah vlakové dopravy podle jednotlivých druhů,

předpokládané jízdní doby,

předpokládané provozní intervaly a následná mezidobí,

minimální hodnotu záložního času -  $z$ ,

časovou hodnotu stálých manipulací,

časovou hodnotou předpokládaných výluk.

Nejprve stanovíme pravděpodobnost jízdy jednotlivých druhů vlaků. Jestliže druhy vlaků označíme  $R, O_s, \dots, P_n$  a jejich počet  $N_R, N_{O_s}, \dots, N_{P_n}$ , bude možno jejich součet označit  $N$ . Potom pravděpodobnost jízdy vlaku určitého druhu (např.  $R$ ) bude

$$p(R) = \frac{N_R}{N} \quad (8-30)$$

a pravděpodobnost sledu dvou vlaků (např.  $R, P_n$ ) dostaneme vynásobením jejich pravděpodobností

$$p(R, P_n) = \frac{N_R}{N} \cdot \frac{N_{P_n}}{N} = \frac{N_R \cdot N_{P_n}}{N^2} \quad (8-31)$$

Pravděpodobnost je veličina relativní, proto místo pravděpodobnosti sledu vlaků budeme pracovat s četnostmi jejich výskytu, kterou stanovíme podle vztahu

$$h(R, P_n) = p(R, P_n) \cdot N \quad (8-32)$$

a po dosazení

$$h(R, P_n) = \frac{N_R \cdot N_{P_n}}{N^2} \cdot N = \frac{N_R \cdot N_{P_n}}{N} \quad (8-33)$$

Výpočty můžeme provést ručně nebo s využitím výpočetní techniky. Zejména pro ruční výpočet je vhodné vypočítané hodnoty pro přehlednost sestavit do tabulek, přičemž v záhlaví tabulek místo druhu vlaku mohou být uvedeny jejich jízdní doby (viz tabulka 8-2 a 8-3)

Tabulka 8-2 Příklad uspořádání tabulky pro pravděpodobnost nebo četnost výskytu sledu dvou vlaků na dvoukolejné trati

$t_1$	$t_2$	N	$t_{21}$	$t_{22}$	$t_{23}$	$t_{24}$	$\Sigma$
			$N_{21}$	$N_{22}$	$N_{23}$	$N_{24}$	$N_2$
	$t_{11}$	$N_{11}$					
	$t_{12}$	$N_{12}$					
	$t_{13}$	$N_{13}$					
	$t_{14}$	$N_{14}$					
	$\Sigma$	$N_1$					

Tabulka 8-3 Příklad uspořádání tabulky pro pravděpodobnost nebo četnost výskytu sledu dvou vlaků na jednokolejné trati

$t_1$	$t_2$	LICHÝ				SUDÝ				$\Sigma$
		$t_{21}$	$t_{22}$	$t_{23}$	$t_{24}$	$t_{21}$	$t_{22}$	$t_{23}$	$t_{24}$	
L I C H Ý	N	$N_{21}$	$N_{22}$	$N_{23}$	$N_{24}$	$N_{21}$	$N_{22}$	$N_{23}$	$N_{24}$	$N_2$
	$t_{11}$	$N_{11}$								
	$t_{12}$	$N_{12}$								
	$t_{13}$	$N_{13}$								
	$t_{14}$	$N_{14}$								
S U D Ý	$t_{11}$	$N_{11}$								
	$t_{12}$	$N_{12}$								
	$t_{13}$	$N_{13}$								
	$t_{14}$	$N_{14}$								
	$\Sigma$	$N_1$								

Dalším krokem ke stanovení propustné výkonnosti je určení nejkratších časů obsazení mezistaničního úseku. Tyto nejkratší časy vypočítáme na základě znalosti jízdních dob, provozních intervalů, následných mezidobí, popřípadě i přírážek na rozjezd a zastavení a pro přehlednost i snadnější výpočet je sestavíme do obdobné tabulky jako v tabulce 8-2 nebo 8-3.

Vynásobením příslušných políček tabulky pro četnosti a tabulky pro nejkratší čas obsazení dostaneme konečnou tabulku, jejíž součtová hodnota dává celkový čas obsazení mezistaničního úseku všemi v úvahu přicházejícími vlaky -  $\sum t_{obs}$ .

Pro praktické použití při rucním způsobu výpočtu je vhodné výpočet zjednodušit. Místo vypočítaných četností sledu dvojic vlaků použijeme jejich zaokrouhlené hodnoty. Zaokrouhluje se podle obvyklých zásad tak, aby se celkový počet sledů nezměnil. Tím se může stát, že některé hodnoty lze zaokrouhlit na nulu, v důsledku čeho se rozsah výpočtu zmenší.

Dalšího zjednodušení ručního výpočtu lze dosáhnout tím, že pro výpočet nepoužijeme čtyři tabulky, ale jenom pouze jednu, do které budou všechny hodnoty kumulovány. V takovém případě může mít pro postup bez zaokrouhlování četnosti sledů každé políčko tabulky toto uspořádání:

pravděpodobnost	četnost
jednotkový čas obsazení	čas obsazení všemi sledy

nebo pro postup se zaokrouhlováním četnosti uspořádání:

četnost nezaokrouhlená	četnost zaokrouhlená
jednotkový čas obsazení	čas obsazení všemi sledy

Odečtením celkového času obsazení a celkového času stálých manipulací od výpočetního času dostaneme celkové trvání záložních časů -  $\Sigma z$ , a následně podle vztahu 8-26 vypočítáme průměrný čas obsazení a podle vztahu 8-28 průměrný čas zálohy:

Průměrný čas připadající na zálohu porovnáme s minimální hodnotou záložního času  $z$ . Pokud je splněn vztah, že

$$\bar{z} > z \quad (8-34)$$

můžeme uvažovat o vložení dodatečných tras průměrných vlaků podle stejných zásad jako v kapitole 8.5.1, s tím rozdílem, že záložní časy pro vložení vlaků v grafikonu nevyhledáváme, ale musíme je odvodit na základě znalosti zákonitosti o rozdělení záložních časů.

Praktickou propustnost pak určíme:

$$n = \frac{T - (\Sigma t_{st} + \Sigma t_{vijl})}{t_{obs} + z} \quad (\text{průměrných vlaků}) \quad (8-35)$$

### 8.5.3 Vkládání dodatečných tras pomocí teoretické četnosti mezer

Z rozboru řady splněných grafikonů vlakové dopravy vyplývá, že rozdělení záložních časů v grafikonu se řídí exponenciálním rozdělením pravděpodobnosti a jeho hustota má tvar:

$$p(z) = \int_{\alpha}^{\infty} e^{-\alpha} d\alpha \quad (8-36)$$

a četnost

$$h(z) = N \int_{\alpha}^{\infty} e^{-\alpha} d\alpha \quad (8-37)$$

kde  $\alpha = \frac{z_i}{z}$  je proměnný záložní čas ku průměrnému záložnímu času.

V normálně zaplněném grafikonu se budou kratší a krátké záložní časy vyskytovat častěji než delší. Od určité hodnoty, která je však závislá na charakteru dopravy, se velikost záložního času asymptoticky blíží k nule.

Jestliže známe distribuční zákon rozdělení záložních časů, můžeme řešit úlohu stanovení počtu takových jejich hodnot, do kterých lze vložit určitý počet dodatečných tras. Tak například četnost záložních časů, do kterých lze vložit jednu dodatečnou trasu, bude možno určit ze vztahu

$$h_1 = N \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} e^{-\alpha} d\alpha = N \left( e^{-\frac{z_1}{z}} - e^{-\frac{z_2}{z}} \right) \quad (8-38)$$

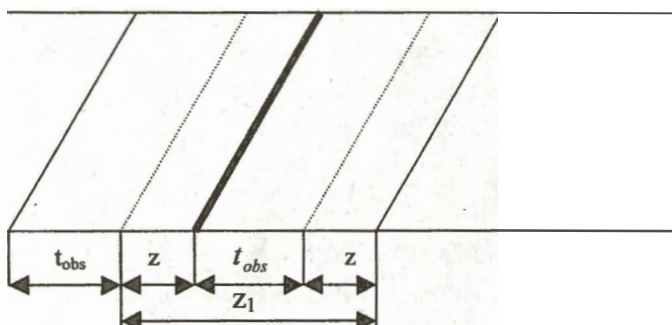
kde  $z_1, z_2$  je záložní čas pro vložení 1 a 2 vlaků

$$\alpha_1 = \frac{z_1}{z}, \quad \alpha_2 = \frac{z_2}{z} \quad (8-39)$$

obecně

$$h_x = N \left( e^{-\frac{z_x}{z}} - e^{-\frac{z_{x+1}}{z}} \right) \quad (8-40)$$

Před vloženou trasou i za ní musí být zachován nejméně minimální záložní čas  $z$  (obr. 8-17).



Obrázek 8-17 Určení mezery pro vložení jedné dodatečně vložené trasy vlaku

kde  $t_{obs}$  – čas obsazení vlaku v GVD

$t_{obs}$  - čas obsazení vlaku vloženého

$z$  - záložní čas (nebo minimální záloha, často označovaná jako požadovaná mezera  $t_{mez}^{pož}$ )

$z_1$  – minimální čas potřebný pro vložení jedné trasy

Jak vyplývá z obrázku 8-17, pro vložení jedné dodatečné trasy bude třeba minimálně

$$z_1 = t_{obs} + 2.z \quad (\text{min}) \quad (8-41)$$

a analogicky můžeme odvodit, že pro vložení  $x$  průměrných vlaků by bylo třeba záložního času

$$z_x = x.t_{obs} + (x + 1).z \quad (\text{min}) \quad (8-42)$$

Celkový počet dodatečně vložených tras průměrných vlaků určíme ze vztahu

$$N_{dod} = 1.h_1 + 2.h_2 + 3.h_3 + \dots + x.h_x \quad (8-43)$$

a praktickou propustnou výkonnost vypočítáme jako součet plánovaného počtu  $N$  a počtu dodatečně možných vložených tras  $N_{dod}$

$$n = N + N_{dod} \quad (8-44)$$

O dodatečném vkládání tras má smysl hovořit jen tehdy, kdy hodnota průměrného záložního času převyšuje stanovenou minimální hodnotu, tj.  $z > z$

## 9. Zpoždění vlaků

### 9.1 Časová záloha a její funkce

Z daného jízdního řádu je možno podobně jako časy obsazení statisticky vyhodnotit časy mezer. V praktických rozbořech se malé časové zálohy vyskytují mnohem častěji než velké. Rozdělení mezer se blíží teoretickému exponencionálnímu rozdělení.

$$T_v = T_{obs} + T_{mez} \quad (\text{min}) \quad (9-1)$$

kde  $T_v$  – celkový výpočetní čas

$T_{obs}$  – celkový čas obsazení

$T_{mez}$  – celkový čas záloh

Vydělením všech členů rovnice počtem vlaků  $N$  dostaneme průměrné hodnoty:

$$u = z + t_{obs} \quad (\text{min}) \quad (9-2)$$

kde  $u$  – průměrný časový odstup mezi vlaky

$z$  – průměrná časová záloha ( $z = t_{mez}$ )

$t_{obs}$  – průměrný čas obsazení

Průměrný časový odstup  $u$  po zevšeobecnění je možno chápat buď jako průměrný odstup mezi odjezdy vlaků do zkoumaného mezistaničního úseku, nebo jako průměrný časový odstup mezi příjezdy vlaků ze zkoumaného mezistaničního úseku.

Časové zálohy můžeme popsáním způsobem určovat:

1. z vykonstruovaného grafikonu,
2. ze splněného grafikonu,
3. pro výhledové výpočty.

Z vykonstruovaného grafikonu získáme hodnotu časové zálohy jako výsledek jedné varianty grafikonu. Zjišťování a určování časové zálohy musí být spojeno s řešením praktické propustné výkonnosti traťové koleje (vyplývá to ze způsobu výpočtu propustné výkonnosti, kde časová záloha tvoří významnou složku).

Traťová kolej v mezistaničním úseku může být chápána jako linka obsluhy, pro kterou můžeme stanovit hodnotu provozního zatížení nebo využití  $\eta$ .

$$\eta = \frac{t_{obs}}{u} \quad (-) \quad (9-3)$$

Záložní čas můžeme vyjádřit jako

$$t_{mez} = u - t_{obs} \quad (\text{min}) \quad (9-4)$$

a po úpravě

$$t_{mez} = \frac{1 - \eta}{\eta} \cdot t_{obs} \quad (\text{min}) \quad (9-5)$$

Vztah pro praktickou propustnost by po úpravě měl tvar

$$n = \frac{T_v \cdot \eta}{t_{obs}} \quad (\text{vl. Tv}^{-1}) \quad (9-6)$$

Protože průměrný čas obsazení  $t_{obs}$  je dán závislostí na vybavení trati a konstrukci grafikonu, jsou i  $t_{mez}$  závisle proměnné. Problém stanovení časové zálohy se tedy vrací k určení hodnoty  $\eta$ . Při nízkých hodnotách provozního využití je časová záloha na jeden vlak vysoká a propustná výkonnost malá. Při vysokých hodnotách provozního využití je časová záloha malá, podmínky pro organizování kvalitní vlakové dopravy zhoršené, za cenu vysokého počtu převezaných vlaků.

Zásadní rozdíl mezi rozbohem vykonstruovaného grafikonu a rozbohem splněných grafikonů není. Rozdíl spočívá pouze v tom, že hodnota  $t_{mez}$  ve vykonstruovaném grafikonu je daná a pevná, zatímco u splněných grafikonů vzhledem na možný různý počet vlaků v jednotlivých dnech se mění jak průměrná časová záloha, tak i provozní využití  $\eta$ . Přitom čas obsazení má nepatrnou variabilitu. Z rozboru grafikonů se tedy časová záloha určí dodatečně a z výsledku lze konstatovat, zda byla záloha malá či velká. Navíc je možno dodatečně hodnotit, jak se dařilo při různém provozním využití  $\eta$  plnit grafikonové normy, popřípadě jaké časové ztráty čekáním u vlaků vznikaly při nižších časových zálohách.

## 9.2 Kriteria pro určení časové zálohy

Určení optimální časové zálohy je značným problémem. Malá časová záloha neposkytuje prostor pro vyrovnání provozních poruch a nepravidelností, velká časová záloha znamená nízké využití zařízení a prodlužuje dobu přepravy. Kriteria pro stanovení časových záloh:

- konstantní hodnota** – je doporučena konstanta 5 minut. Takto stanovená hodnota nepřihlíží ani k hodnotě času obsazení, ani k charakteru trati popřípadě železničního zařízení.
- hodnota závislá na délce traťového úseku** – snaží se eliminovat nedostatky předchozího postupu, hodnota závisí od délky traťového úseku a počtu mezistaničních úseků. Např. na jednokolejné trati se hodnota časové zálohy počítá následovně:

$$t_{mez} = K_{mú} \cdot 1 + (0,5 \cdot K_2) \quad (\text{min}) \quad (9-7)$$

kde  $K_{mú}$  – počet mezistaničních úseků

$K_2$  - počet stanic nebo výhyben o dvou dopravních kolejích

- rozpětí v závislosti na času obsazení

$$0,25t_{obs} < t_{mez} < t_{obs} \quad (9-8)$$

- doporučení předpisu D24 – tabulka IV. Přihlíží do značné míry jak k charakteru traťového úseku, tak především k času obsazení. Časová záloha se doporučuje pro provozní poměry obtížné (A), normální (B) a jednoduché (C) v závislosti na času obsazení. S rostoucím  $t_{obs}$  roste i hodnota  $t_{mez}$ , ale pomalejším tempem. Tato vlastnost se dá vyjádřit regresní korelační rovnicí tvaru:

$$t_{mez} = a + b \cdot t_{obs} \quad (\text{min}) \quad (9-9)$$

- doporučení UIC stanovuje hodnotu záložního času v závislosti na času obsazení a s přihlédnutím k délce traťového úseku. Pro výpočty vztažené k období jednoho dne se doporučuje:

$$t_{mez} = 0,67 \cdot t_{obs} + 0,25 K_{mú} \quad (\text{min}) \quad (9-10)$$

## 9.3 Využití časové zálohy k likvidaci zpoždění

Každá trať je různě zatížená vlakovou dopravou. Zatížení je možno vyjádřit dopravním výkonem ve vlakových kilometrech ( $N.L$ ). Z rozboru splněného GVD lze určit, po kolika vlakových kilometrech ( $q.L$ ) se vyskytne porucha o prvotním zpoždění  $t_p$ . Počet poruch  $m_p$  za určité období (den, týden, měsíc atd.) lze vyjádřit:

$$m_p = \frac{N \cdot L}{qI} \quad (\text{poruch. } T_v^{-1}) \quad (9-11)$$

Každá ze zjištěných poruch může mít různou časovou hodnotu. Někdy se prvotní porucha na následné vlaky nepřenáší, jindy je dotčeno velké množství následných vlaků, u nichž vzniká druhotné zpoždění. Průměrná hodnota prvotního zpoždění  $p_1$  činí:

$$p_1 = \frac{t_{p1} + t_{p2} + t_{p3} + \dots + t_{pn}}{n} \quad (\text{min}) \quad (9-12)$$

kde  $t_{p1} + t_{p2} + \dots + t_{pn}$  – prvotní porucha za určité období  
 $n$  – počet vlaků za určité období

#### Příčiny vzniku prvotního zpoždění $p_1$ :

- Technické závady – přetržení vlaku, přetržení troleje, horké ložisko, závady na hnacích vozidlech i vozech, závady na zabezpečovacím zařízení apod.;
- Dopravní důvody – prodlužování pobytu vlaků při značné frekvenci cestujících, prodlužování jízdních dob při extrémních přírodních podmínkách, obsazení dopravní kolejí, které způsobují dispozice pro další vlaky;
- Nehody - způsobené nejčastěji selháním lidského činitele v profesích, které se přímo podílejí na zabezpečení jízdy a samotné jízdě dopravního prostředku;
- Přírodní katastrofy – povodně, námrazy, sněhové závěje a laviny, větrné smršťe apod.

Nepravidelnosti a poruchy v jízdách vlaků z uvedených příčin způsobují prvotní zpoždění a další následná druhotná zpoždění. Rovněž u „bezporuchového“ provozu se projevují patrné rozdíly v jízdách vlaků vzhledem k různým zkušenostem strojvedoucích a rozdílech v zatížení vlaku.

Abychom se vyhnuli tomu, že se prvotní zpoždění (jako jev nikoli náhodný) nebude přenášet na další vlaky, vkládá se do jízdního řádu mezi trasy jednotlivých vlaků časová záloha k minimálním technologicky nutným časům obsazení. V závislosti na časové záloze se vzniklé zpoždění buď přenáší na velký počet vlaků nebo rychle zaniká.

Problém přenášení zpoždění lze řešit s ohledem na ukazatel rychlosti likvidace zpoždění a velikosti tohoto zpoždění v závislosti na záloze propustné výkonnosti.

Řešení likvidace prvotního zpoždění  $p_1$  je ukázáno ve zjednodušených podmínkách rovnoběžného grafikonu, kde časový odstup mezi vlaky je konstantní (obr. 9-1).

Celkový čas zpoždění všech vlaků  $P$  lze vyjádřit:

$$P = p_1 + (p_1 - z) + (p_1 - 2z) + \dots + (p_1 - mz) \quad (9-13)$$

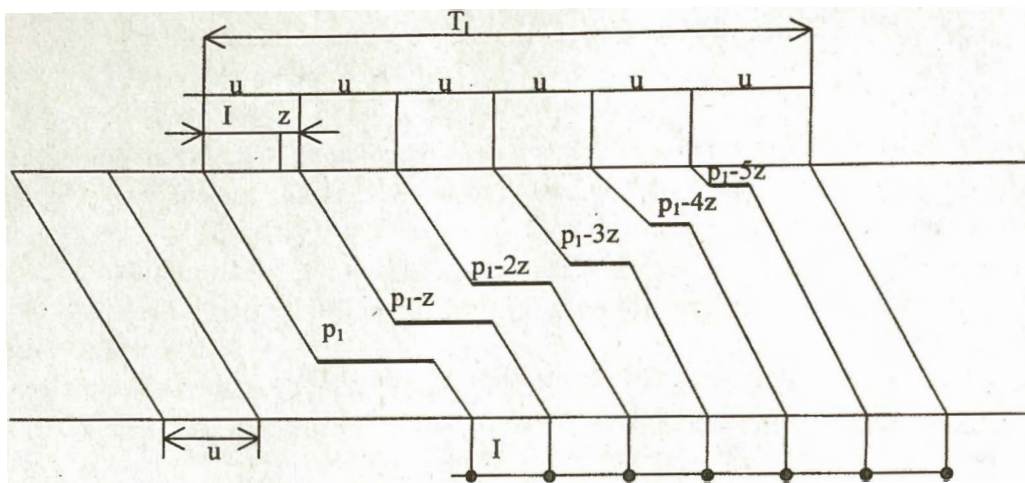
Počet zpožděných vlaků  $m_z$  se určí z podmínky:

$$\frac{p_1}{z} \leq m_z \leq \frac{p_1}{z} + 1 \quad (9-14)$$

Obečnému vyjádření vyhovuje pravá strana nerovnosti.

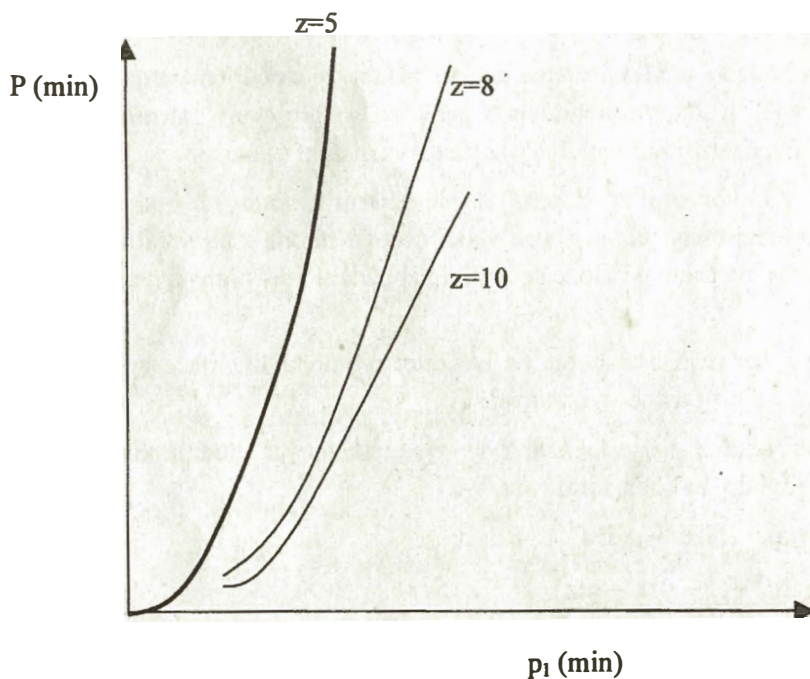
Celkové zpoždění, vyjádřené jako součet řady (9-13), je výhodnější nahradit součinem počtu zpožděných vlaků  $m_z$  a střední hodnoty zpoždění

$$P = m_z \cdot \frac{p_1 + 0}{2} = \left( \frac{p_1}{z} + 1 \right) \cdot \frac{p_1}{2} = \frac{p_1^2}{2z} + \frac{p_1}{2} \quad (9-15)$$



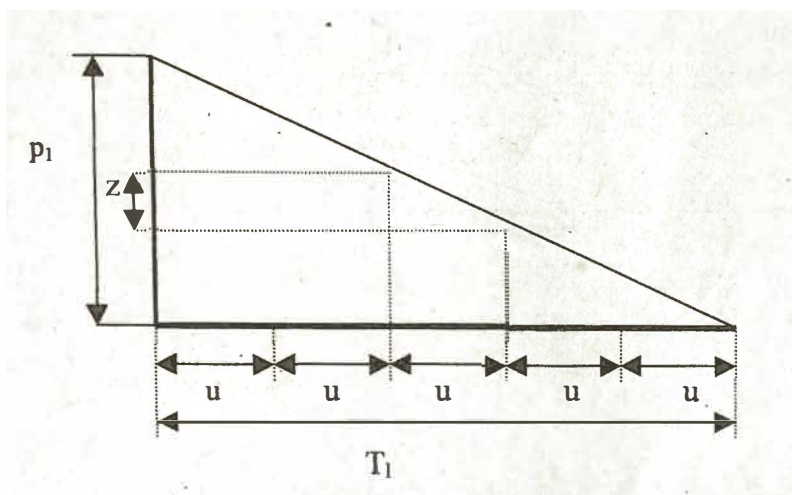
Obrázek 9-1 Znárodnění likvidace prvotního zpoždění

Tomu odpovídá rovnice paraboly. Při prvotním zpoždění  $p_1$  vynesené na ose  $x$  lze odvodit celkové zpoždění  $P$  na ose  $y$  při různých časových zálohách  $z$  ze soustavy parabol. Čím je záloha nižší, tím je parabola strmější (obr. 9-2).



Obrázek 9-2 Průběh celkového zpoždění  $P$

Čas likvidace zpoždění  $T_1$  je úměrný prvotnímu zpoždění  $p_1$  a časové záloze  $z$ . Z obrázku 9-3 je zřejmé, že platí přímé vazby mezi časem likvidace zpoždění a odstupem mezi vlaky, jakož i mezi prvotním zpožděním a časovou zálohou:



Obrázek 9-3 Čas na likvidaci zpoždění

$$T_1 : p_1 = u : z$$

$$T_1 = \frac{p_1}{z} \cdot (I + z)$$

Ukazatelem rychlosti likvidace následků prvotního zpoždění  $K_{vz}$  může být poměr hodnoty prvotního zpoždění  $p_1$  k celkovému času  $T_1$  potřebnému k likvidaci zpoždění.

$$K_{vz} = \frac{p_1}{T_1} = \frac{z}{u} = \frac{z}{I + z} = \frac{1}{1 + \frac{I}{z}} \quad (9-17)$$

Tento ukazatel rychlosti likvidace zpoždění je v teoretických mezích od nuly do jedné, praktické hodnoty jsou kolem 0,3.

Rozbor ukazatele rychlosti likvidace zpoždění ukazuje, že časová záloha  $z$  je naprosto nezbytná. Jinak by se vzniklé zpoždění přenášelo v původní hodnotě  $p_1$  na všechny následné vlaky.

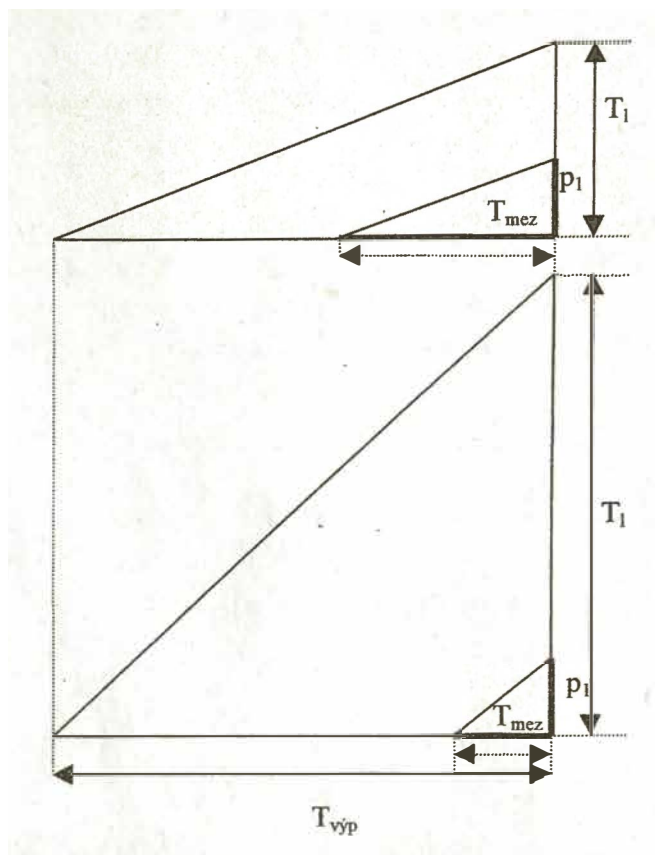
Součet časových záloh za celé výpočetní období dává celkovou hodnotu mezer  $T_{mez}$ . Čím je tato hodnota vyšší, tím lépe, a za kratší čas se podaří zlikvidovat následky prvotního zpoždění  $p_1$ . V jakém poměru je celková hodnota mezer k výpočetnímu času  $T$ , v takovém poměru je prvotní zpoždění  $p_1$  k času jeho likvidace  $T_1$ .

$$T_{mez} : T = p_1 : T_1 \quad (9-18)$$

odtud

$$T_{mez} = \frac{p_1 \cdot T}{T_1} \quad \text{nebo} \quad T_1 = \frac{p_1 \cdot T}{T_{mez}} \quad (9-19)$$

Z uvedeného plyne, že při statisticky zjištěné hodnotě prvotního zpoždění  $p_1$  můžeme volit období  $T_1$ , za které chceme zpoždění likvidovat a dostaneme celkovou hodnotu  $T_{mez}$ . V druhém případě je známá hodnota celkových mezer  $T_{mez}$  a při statisticky zjištěné hodnotě prvotního zpoždění  $p_1$  není možno volit čas k likvidaci  $T_1$ . Situaci znázorňuje obrázek 9-4.



Obrázek 9-4 Vztah mezi mezerami a časem na likvidaci zpoždění

Při známé nebo zdůvodněné hodnotě mezer  $T_{mez}$  je možno stanovit čas zálohy – mezery připadající na jeden vlak:

$$t_{mez} = z = \frac{T_{mez}}{N} \quad (9-20)$$

kde  $N$  je počet vlaků za výpočetní období  $T$ .

Klíčovým problémem zůstává určení vhodné hodnoty  $t_{mez}$ . Malá časová záloha neposkytuje prostor pro likvidaci zpoždění, velká záloha znamená nízké využití zařízení. Dosud se nepodařilo beze zbytku tuto otázku vyřešit. Některá kritéria k určení časové zálohy připadající na jeden průměrný vlak jsou uvedena v kapitole 9.2.

## 10. Využití výpočetní techniky ke konstrukci GVD a řízení vlakové dopravy

### 10.1 SENA JŘ VT

Hlavním projektem podporující sestavu plánu vlakové dopravy je program Sestava nákrešného jízdního řádu výpočetní technikou – SENA JŘ VT. Pokrývá celý proces sestavy jízdního řádu počínaje sběrem podkladů, přes vlastní konstrukci až po vydání pomůcek.

Realizace je prováděna formou decentrálních údajových základen, které jsou rozmístěny podle územního principu (v současnosti Olomouc, Praha, Plzeň). Vzájemná komunikace mezi decentrálními údajovými základnami je zabezpečena prostřednictvím jednotné sítě přenosu dat (JSPD). Tvorba jízdního řádu umožňuje nejenom jeho konstrukci, ale i optimalizaci vedení tras a připravuje se řešení konfliktů automatizovaně i ručně.

Racionalizace tvorby jízdního řádu prostřednictvím výpočetní techniky spočívá v:

- zásadních změnách technologie a tvorby JŘ, které umožňuje výpočetní technika,
- zkrácení období tvorby JŘ (tvorba sezónních nebo variantních alternativ),
- zlepšení možnosti hodnocení GVD s vazbou na optimalizaci rozsahu infrastruktury,
- úspore pracovníků podílejících se na tvorbě jízdního řádu.

Řešení podporuje možnost vzniku více dopravců na železnici včetně finančního hodnocení vlakových tras v jízdním řádu a jejich následního prodeje.

#### 10.1.1 Základní funkce systému

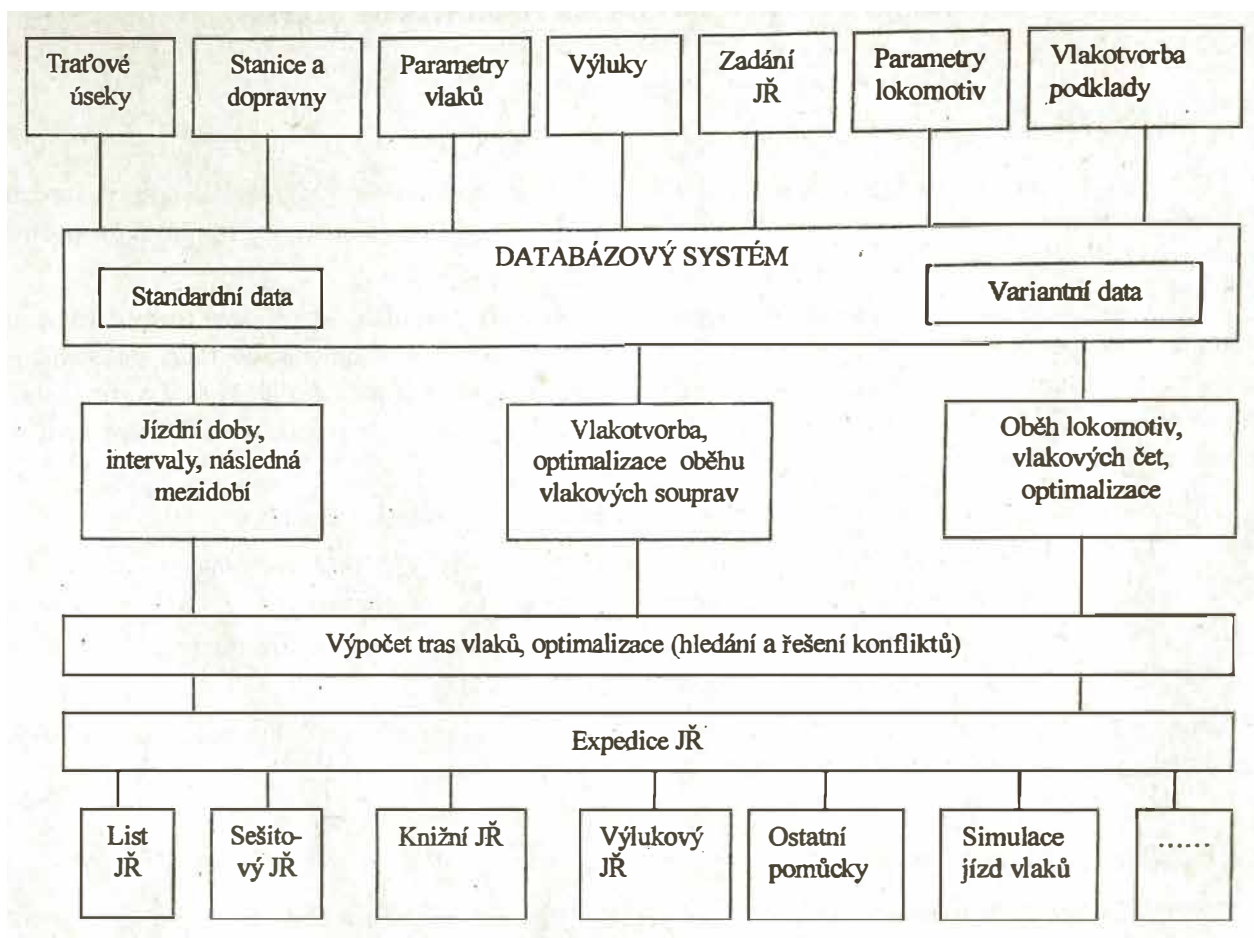
Systém tvorby JŘ je možno rozdělit na části, které jsou standardní a části, které je možné tvořit variantně. Standardní jsou vstupy a výstupy, které mají technologii dopravy přesné zadání, vyžadovaný tvar a obsah, neovlivnitelný změnou technologie tvorby jízdního řádu.

Variantně je možno řešit:

- způsob tvorby jízdního řádu,
- optimalizaci vedení tras, programové zabezpečení.

Přínosy systému v období přípravy GVD:

- na minimum omezeny porady konstruktérů JŘ,
- upřesnění vazeb a oblastí, které po odsouhlasení slouží jako data pro další zpracování,
- výstupem porad – fragment nebo celý list pracovní verze JŘ, minimalizace administrativních činností, urychlení a upřesnění všech činností.



Obrázek 10-1 Základní schéma SENA JŘ VT

### 10.1.2 Konstrukce GVD

Pro prvotní naplnění údajové základny popisů tratí a stanic slouží editor vstupních dat. Naplnění těchto dat je základní podmínkou pro plnohodnotné využívání IS.

Funkce konstrukce GVD je tvořena těmito moduly:

- modul konstrukce polohy trasy vlaku – v grafickém prostředí rastru GVD umožňuje editovat časovou a prostorovou polohu trasy vlaku,
- modul jízdních dob – zabezpečuje výpočet jízdních dob podle konkrétních parametrů vlaků a kolejí,
- modul provozních intervalů a následných mezidobí – zabezpečuje výpočet jednotlivých provozních intervalů a následných mezidobí.

Vlastní konstrukce JŘ probíhá v datově uzavřených celcích. Tyto celky (grafikony) lze vzájemně porovnávat a zálohovat. Lze do nich data importovat nebo naopak exportovat. Tisk definitivního listu GVD je zabezpečený pomocí IMAGINEER TECHNICAL 2.0 CAD.

Data jsou **archivována** na záložních pevných discích.

**Sešitový jízdní řád** se vytváří poloautomaticky z existujících údajů. Uživatel může doplnit některé údaje, které se nedají vygenerovat nebo změnit vygenerované. Konečnou verzi program vyexportuje do souborů pro tisk v MS OFFICE 2000.

Knižní jízdní řád (KJŘ) se vytváří rovněž poloautomaticky z existujících údajů, včetně různých poznámek a značek.. Konečnou podobu výstupu zabezpečuje příslušný konstruktér GVD a redaktor KJŘ. Konečná podoba je připravena pro tisk pomocí MS OFFICE 2000.

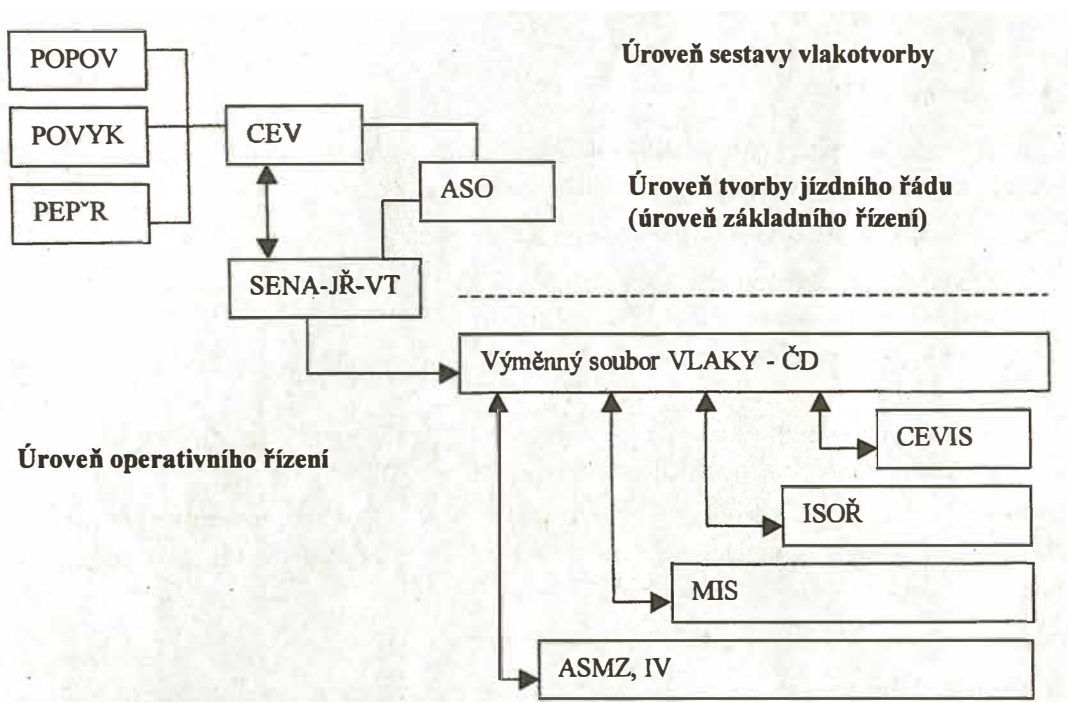
Statistické údaje se vyhodnocují automaticky podle výběru uživatele.

### 10.1.3 Externí vazby

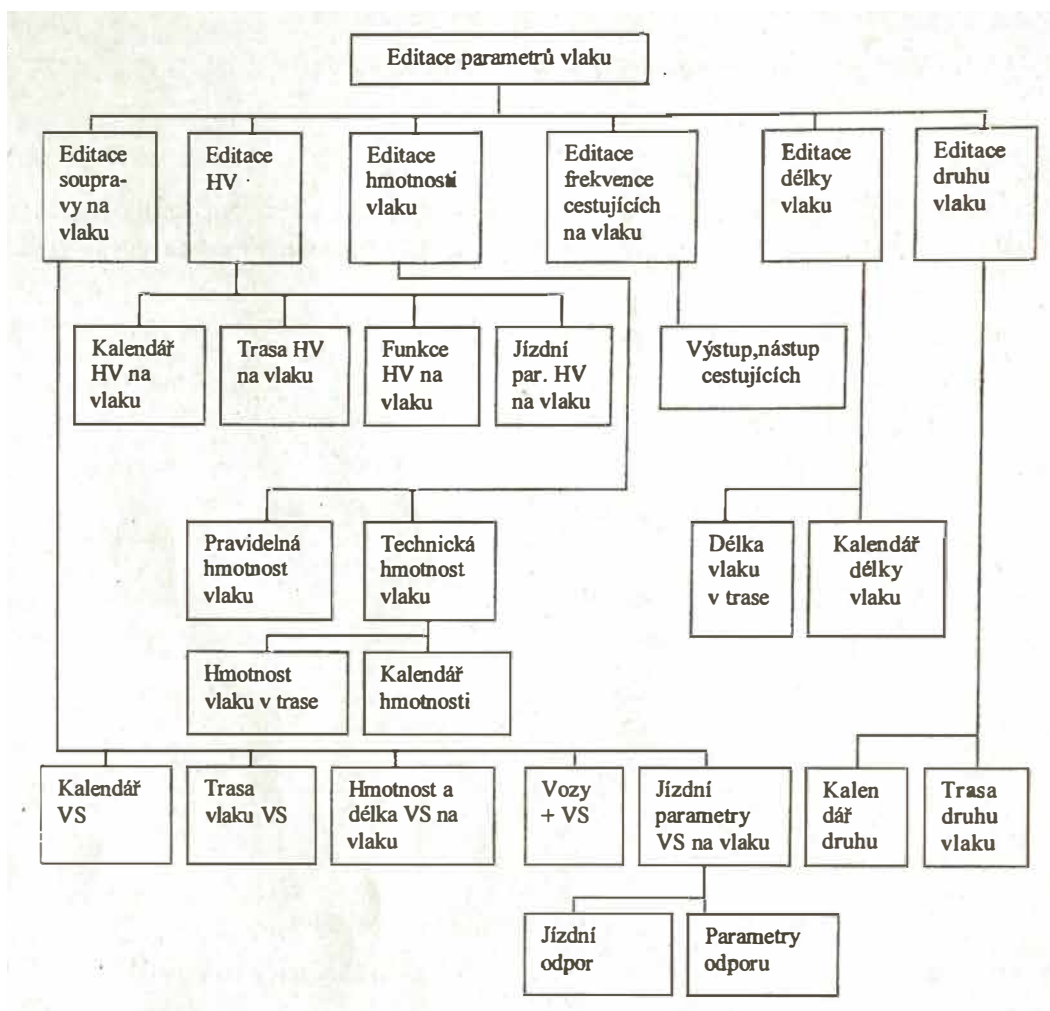
Externí vazby jsou vazby do datových základů jiných systémů, které vycházejí v současnosti ze zdrojové datové základny systému SENA (výměnný soubor vlaků ČD je uložený na datovém serveru DATIS Pardubice):

1. **Informační systémy podporující proces sestavy JŘ**
  - Automatizovaná sestava oběhů (ASO),  
Centrální editor vlaků (CEV),  
Informační systém výlukové činnosti.
2. **Informační systémy využívající naplněné údajové základny vlaků**
  - Informační systém operativního řízení (ISOŘ).  
pracovní místo provozního dispečera,  
pracovní místo vlakového dispečera.

Vazby systému SENA jsou názorně zachyceny na obr. 10.2.



Obrázek 10-2 Externí vazby systému SENA



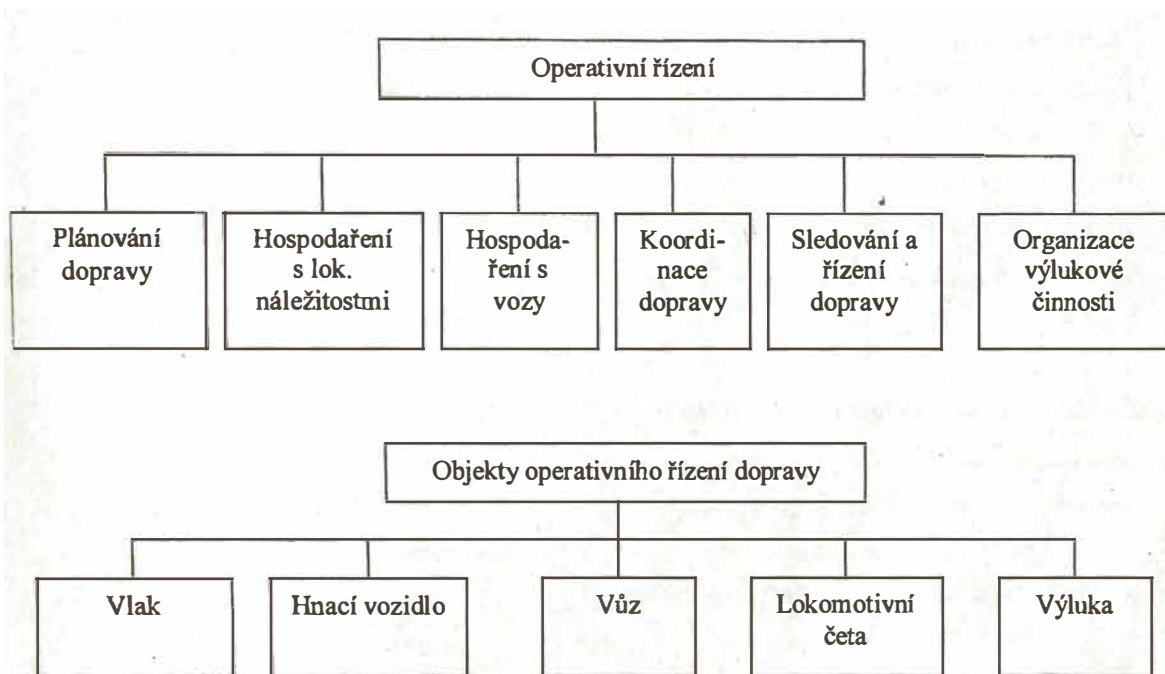
Obrázek 10-3 Schéma editace parametrů vlaku

## 10.2 Informační systém na podporu řízení

Pro podporu řízení dopravy je využíván informační systém operativního řízení (ISOR). Architektura systému byla navržena jako soustava decentralizovaných základů zastřešených centrálním dispečerským IS v Praze. Zdrojem informací jsou železniční stanice a depa kolejových vozidel. Systém má rozsáhlou výměnu dat s ostatními IS.

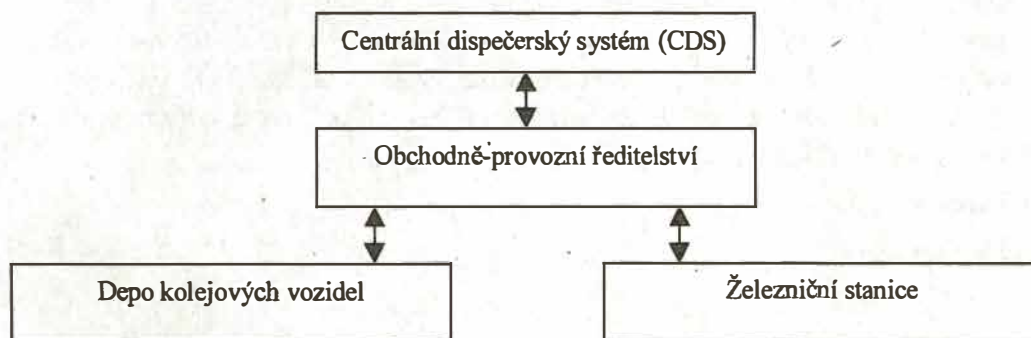
IS je tvořen modulárně a jednotlivé moduly jsou konfigurovány podle konkrétních technologických a provozních podmínek v dané oblasti řízení provozu.

Základní činnosti a objekty operativního řízení jsou uvedeny na obrázku 10-4.



Obrázek 10-4 Základní činnosti a objekty operativního řízení

Procesy jsou prostorově i časově oddělené a jejich sledování je prováděno na třech úrovních řízení (viz. obr. 10-5), kterým odpovídá i jejich údajová základna.



Obrázek 10-5 Úrovně operativního řízení železniční dopravy

### 10.2.1 *Centrální dispečerský systém*

Základní funkcí centrálního dispečerského systému (CDS) je komplexní zastřešení jednotlivých oblastních datových základů s přímou informační podporou centrálního dispečerského aparátu. Hlavní moduly jsou:

1. Modul **sledování vlakové dopravy** (od roku 1998 on-line sledování všech vlaků vyšší kategorie s možností dotazu na jejich polohu, možnost využití služeb e-mailu, WWW, SMS sítě mobilních telefonů).
2. Modul **informací a dotazů** (přístup chráněný přístupovým heslem do všech údajových základů jednotlivých ISORŮ).
3. Modul **komunikace**.
4. Modul **sledování výlukové činnosti** (cílem řešení je centrální evidence výlukové činnosti v procesu plánování, povolování a realizace výluk).
5. Modul **analýzy GVD**
6. Modul **sledování výkonů** vybraných železničních stanic
7. Modul **zvláštních přeprav** (vazba na systém MIMOZA – plánování a instradace mimořádných zásilek)

### 10.2.2 *Informační systém operativního řízení*

Informační systém operativního řízení je tvořen těmito dílčí systémy:

- podpora činnosti provozního dispečera,
- podpora činnosti vlakového dispečera,
- podpora činnosti lokomotivního dispečera,
- informační systém výluk,
- dopravní kancelář.

Podpora činnosti **vlakového dispečera** obsahuje následující moduly:

1. Modul **plánování dopravy** – podporuje průběžné plánování vlakové dopravy. Směnový plán může být vytvářen automatizovaně na základě kalendáře jízdy vlaku a může přebírat změny z modulu směnového plánování provozního dispečera.
2. Modul **splněný GVD** – podporuje kompletní vedení splněného GVD. V panelu GVD je kontinuálně zobrazovaná i výhledová poloha trasy vlaku.
3. Modul **prognóza vlakové dopravy** – podporuje přímé řízení vlakové dopravy na traťovém úseku. Na základě aktualizovaného splněného GVD je vyhodnocována výhledová poloha tras vlaků. Umožňuje simulaci vývoje dopravní situace, která může být manuální nebo automatizovaná. Automatizovaná simulace bude provádět průběžné vyhledávání konfliktů vznikajících v procesu dopravy a na základě zvolených kritérií může být provedeno také automatizované řešení vznikajících dopravních konfliktů.
4. Modul **archivace dat**
5. Modul **komunikace**

## Seznam použitých značek a zkratek

ASO	Automatizovaná sestava oběhů
CDS	Centrální dispečerský systém
CEVIS	Centrální vozový informační servis
ČD	České dráhy, státní organizace
ČR	Česká republika
DB	Německé dráhy, akciová společnost
DKV	Depo kolejových vozidel
DOP	Divize obchodně provozní
EC	EuroCity, vlak evropských železnic se zaručenou mezinárodní kvalitou
ETT	Editor traťové technologie
EUC	Europe Unit Cargo
Ex	Expres, vlak s modernizovanými vozy 1. a 2. třídy
GŘ	Generální ředitelství
GVD	Grafikon vlakové dopravy
HV	Hnací vozidlo
IC	InterCity, vlak se zaručenou kvalitou
IS	Informační systém
ISOŘ	Informační systém operativního řízení
KJŘ	Knižní jízdní řád
LVZ	Liniový vlakový zabezpečovač
Mg	Magnetická brzda
MHD	Městská hromadná doprava
ND	Nákladní doprava
Nex	Expresní nákladní vlak
OPŘ	Obchodně provozní ředitelství
ÖBB	Rakouské spolkové dráhy
PEPŘ	pevný přechod vozů
PKP	Polské státní dráhy
POPOV	Počítačová podpora vlakotvorby
POVYK	Počítačové vytváření karet vlaků
PTPŽ	Pravidla technického provozu železnic
SC	SuperCity, vlak ČD c nadstandardní kvalitou přepravy
SENA JŘ VT	Sestava nákrešného jízdního řádu výpočetní technikou
SJŘ	Sešitový jízdní řád
ŠRT	Širokorozchodná trať
TEC	Evropský kontejnerový dopravní systém

TEŽ	Tatranská elektrická železnice
UIC	Mezinárodní železniční unie
VS	Výpočetní středisko
VŠDS	Vysoká škola dopravy a spojov v Žilině
ŽSR	Železnice Slovenské republiky

## Seznam použité literatury

Daněk, J.-Vonka, J.: Dopravní provoz železnic, vysokoškolská učebnice, Bratislava, Alfa 1988.

Brandalík, F.: Dopravní provoz železnic - skripta VŠDS, Bratislava, Alfa 1980.

SENA 97 – Uživatelská příručka, Žilinská Univerzita v Žilině 1997.

Informační systémy pro podporu řízení železniční dopravy – struktura a základní popis, OLTIS, 1999

Šotek, K.: Informační a řídicí systémy v dopravě, skriptum, Pardubice, 1995

Šotek, K.: Výpočetní technika a informatika v dopravě, monografie, DFJP, Pardubice, 1999

### Předpisy ČD

D1 Předpis pro používání návěstí při organizování a provozování drážní dopravy, Praha, JERID spol. s r.o. 1997

D2 Předpis pro organizování a provozování drážní dopravy, Praha, JERID spol. s r.o. 1997

D2/81 Předpis: Doprava služebních vozidel podle typu

D23 Služební předpis pro stanovení provozních intervalů a následných mezidobí

D24 Předpis pro zjišťování propustnosti železničních tratí

D3 Předpis pro zjednodušené řízení drážní dopravy, Praha, JERID spol. s r.o. 1997

D4 Předpis pro tvorbu jízdních řádů a pomůcek GVD, Praha 1998

V15/I Předpis pro provoz a obsluhu brzdových zařízení železničních kolejových vozidel

## OBSAH

Úvod .....	3
1. Význam a úkoly grafikonu vlakové dopravy jako hlavního prvku základního řízení železniční dopravy	4
1.1 Grafické znázornění jízdy vlaku.....	5
2. Druhy a číslování vlaků na ČD .....	6
2.1 Druhy vlaků .....	6
2.2 Číslování vlaků .....	6
2.2.1 Číslování osobních vlaků.....	7
2.2.2 Číslování nákladních vlaků.....	7
2.2.3 Číslování zvláštních vlaků .....	8
3. Třídění grafikonů vlakové dopravy podle druhů.....	9
3.1 Vzájemný poměr rychlosti jízdy vlaků v GVD .....	9
3.2 Rozdělení podle počtu traťových kolejí.....	10
3.3 Poměr počtu vlaků jednoho a opačného směru v GVD .....	11
3.4 Uspořádání jízd následných vlaků v GVD.....	12
3.5 Trvání obsazení mezistaničních úseků GVD.....	14
3.6 Období platnosti GVD.....	14
3.7 Stupně obsazení a využití propustnosti trati v GVD.....	15
3.8 Systematické GVD.....	15
4. Druhy rychlostí ve vlakové dopravě.....	17
4.1 Základní rychlost .....	17
4.2 Traťová rychlost.....	18
4.3 Stanovená rychlost .....	18
4.4 Největší dovolená rychlost.....	18
4.5 Konstrukční rychlost.....	18
4.6 Jízdní rychlost .....	18
4.7 Technická rychlost .....	19
4.8 Úseková rychlost.....	19
4.9 Cestovní rychlost .....	19
4.10 Koeficient rychlosti.....	19
5. Podklady pro sestavu GVD - normy kvantitativní .....	21
5.1 Údaje technického charakteru.....	21
5.1.1 Délka vlaku a délka vlakové soupravy.....	21
5.1.2 Hmotnost vlaku, dopravní hmotnost vlaku a pravidelná hmotnost .....	21
5.1.3 Brzdící procenta.....	22
5.2 Odvození počtu vlaků a vazba na plán vlakovorby .....	23
5.2.1 Rozsah všech vlaků osobní dopravy .....	23
5.2.2 Plán vlakovorby.....	23
5.2.3 Oběh souprav a řazení vlaků osobní dopravy .....	23
5.2.4 Určení náležitostí.....	24
6. Podklady pro sestavu GVD - normy časové .....	25
6.1 Jízdní doby .....	25

6.1.1	<i>Teoretické jízdní doby</i> .....	25
6.1.2	<i>Pravidelné jízdní doby</i> .....	25
6.1.3	<i>Krátké jízdní doby</i> .....	26
6.2	<i>Pobyty vlaků</i> .....	27
6.2.1	<i>Pobyt vlaku z technických důvodů</i> .....	27
6.2.2	<i>Pobyt vlaku z přepravních důvodů</i> .....	28
6.2.3	<i>Pobyt vlaku z dopravních důvodů</i> .....	28
6.3	<i>Provozní intervaly</i> .....	28
6.3.1	<i>Staniční provozní intervaly</i> .....	31
6.3.1.1	<i>Interval křížování</i> .....	31
6.3.1.2	<i>Interval postupných vjezdů</i> .....	35
6.3.1.3	<i>Interval postupného vjezdu a odjezdu</i> .....	39
6.3.1.4	<i>Interval postupného odjezdu a vjezdu</i> .....	40
6.3.1.5	<i>Interval postupných odjezdů</i> .....	41
6.3.2	<i>Traťové provozní intervaly</i> .....	42
6.3.2.1	<i>Interval následné jízdy</i> .....	42
6.3.2.2	<i>Interval protisměrné jízdy</i> .....	48
6.3.2.3	<i>Intervaly na nástupištích</i> .....	49
6.4	<i>Následné mezidobí</i> .....	49
6.4.1	<i>Následné mezidobí pro jízdy vlaků zabezpečené telefonickým dorozumíváním nebo poloautomatickým blokem</i> .....	51
6.4.2	<i>Následná mezidobí pro vlaky, jejichž jízda je zabezpečena automatickým blokem</i> .....	53
6.4.3	<i>Elektrické mezidobí</i> .....	58
6.4.4	<i>Příjezdové mezidobí a výsledná hodnota následného mezidobí</i> .....	62
6.5	<i>Normativy pobytu hnacích vozidel ve stanicích s lokomotivními depy a obsluha vlaků hnacími vozidly</i> .....	63
7.	<i>Pomůcky grafikonu vlakové dopravy</i> .....	70
7.1	<i>Pomůcky pro služební potřebu</i> .....	70
7.2	<i>Pomůcky pro potřebu cestujících</i> .....	72
8.	<i>Propustná výkonnost železničních tratí</i> .....	75
8.1	<i>Základní pojmy a druhy propustné výkonnosti</i> .....	76
8.2	<i>Propustná výkonnost traťových kolejí</i> .....	77
8.3	<i>Základní pojmy a metody určení propustné výkonnosti traťových kolejí</i> .....	78
8.4	<i>Propustná výkonnost v rovnoběžných grafikonech vlakové dopravy</i> .....	79
8.4.1	<i>Čas obsazení mezistaničního úseku v jednokolejném jednoduchém párovém grafikonu</i> .....	79
8.4.2	<i>Čas obsazení mezistaničního úseku v jednokolejném párovém skupinovém grafikonu</i> .....	80
8.4.3	<i>Čas obsazení mezistaničního úseku v jednokolejném párovém svazkovém grafikonu</i> .....	80
8.4.4	<i>Čas obsazení mezistaničního úseku v jednokolejném párovém, částečně svazkovém grafikonu</i> .....	81
8.4.5	<i>Čas obsazení mezistaničního úseku v jednokolejném nepárovém, částečně skupinovém grafikonu</i> .....	82
8.4.6	<i>Čas obsazení mezistaničního úseku v jednokolejném nepárovém, částečně svazkovém grafikonu</i> .....	82
8.4.7	<i>Čas obsazení mezistaničního úseku v dvoukolejném (jednosměrném) grafikonu</i> .....	83
8.4.8	<i>Čas obsazení mezistaničního jednokolejného úseku s odbočkou</i> .....	84
8.4.9	<i>Čas obsazení mezistaničního úseku při částečném dvoukolejném provozu</i> .....	85

8.5 Propustná výkonnost v nerovnoběžném grafikonu.....	87
8.5.1 Metodika ČD pro zjišťování propustné výkonnosti nerovnoběžného grafikonu vlakové dopravy.....	88
8.5.2 Stanovení praktické propustné výkonnosti ve výhledovém grafikonu za pomoci počtu pravděpodobnosti a matematické statistiky.....	90
8.5.3 Vkládání dodatečných tras pomocí teoretické četnosti mezer.....	92
9. Zpoždění vlaků .....	95
9.1 Časová záloha a její funkce .....	95
9.2 Kriteria pro určení časové zálohy .....	96
9.3 Využití časové zálohy k likvidaci zpoždění.....	96
10. Využití výpočetní techniky ke konstrukci gvd a řízení vlakové dopravy.....	101
10.1 SENA JŘ VT.....	101
10.1.1 Základní funkce systému.....	101
10.1.2 Konstrukce GVD.....	102
10.1.3 Externí vazby.....	103
10.2 Informační systém na podporu řízení.....	105
10.2.1 Centrální dispečerský systém.....	106
10.2.2 Informační systém operativního řízení.....	106
Seznam použitých značek a zkratk .....	107
Seznam použité literatury .....	109

Název            Technologie a řízení dopravy II. GVD  
Autor            Prof. Ing. Tatiana Molková, Ph.D.  
                     doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.  
                     doc. Ing. Jaroslav Vonka, CSc.  
Vydavatel       Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera  
                     Studentská 95, 532 10 Pardubice  
Vydání           druhé (1. vyd. 2000, ISBN 80-7194-286-3 tisk)

ISBN 978-80-7560-321-0 (pdf)