

## **Systémové jízdní doby a přizpůsobení infrastruktury jízdnímu řádu na VRT**

Jízdní řád vlaků se ještě donedávna tvořil podle poměrně jednoduché přepravní poptávky: dojíždění ráno do práce, popř. do školy a večer, popř. odpoledne zpět. V dálkové dopravě stačilo jedno či dvě spojení denně. Toto nazýváme *komerčním grafikonem*.

V dnešní době globalizace a provázaných ekonomik se podstatně zvýšily nároky obyvatelstva na přepravu, zvláště v hospodářsky vyspělých zemích. I v rámci jednoho státu vzrostly vzdálenosti, na které lidé každý den či týden dojíždějí (např. z regionu s vysokou nezaměstnaností do velkoměsta, z internátů či vysokoškolských kolejí domů apod.). Vzhledem k tomu, že tzv. základní dopravní obslužnost, která odpovídala poptávce popsané v prvním odstavci, již dnešním nárokům nevyhovuje, je mnoho cestujících odkázáno na individuální automobilovou dopravu, která není příliš šetrná k životnímu prostředí a ve velkých městech způsobuje dopravní zácpy.

Ve Švýcarsku začali v 80. letech 20. století budovat koncepci "Bahn 2000" založenou na principu integrálního taktového grafikonu. Dnes je její infrastrukturní část prakticky dokončena (s výjimkou "Basistunnelů" pod Alpami) a pomalu se přistupuje k obnově vozového parku. Podobné koncepty se zavádí rovněž v Německu a Nizozemsku.

*Integrální taktový grafikon* (dále jen *ITG*) je jízdní řád, který je tvořen sítově a který se zaměřuje na pravidelně se opakující nabídku a na minimalizaci prostojů v důležitých relacích (přímou jízdou nebo zajištěním přípojů). Jedním z nutných předpokladů jeho realizace je přizpůsobení infrastruktury jízdnímu řádu (tj. prostorového rozložení přestupních uzlů dálkové dopravy), aby bylo mezi těmito uzly možno dosahovat *právě* systémových jízdních dob (bude vysvětleno dále).

Při jeho tvorbě je třeba dodržet následující **zásady**.

### ***Jednotná doba taktu (interval, perioda)***

Všechny vlaky v ideálním ITG jezdí v *linkách*. Všechny linky mají po celý den stejný interval, který je rovný  $2^k$ -násobku základní doby taktu (zpravidla 60 min), kde  $k$  je celé číslo.

### ***Jednotná osa symetrie***

Vlaky všech linek se míjejí či křižují ve stejný čas (*čas symetrie*). Ten se opakuje vždy po uplynutí poloviny doby taktu. Mají-li spoje na sebe navazovat v obou směrech se stejnou přestupní dobou, musí mít stejnou osu symetrie. V evropské dálkové železniční dopravě se nejčastěji používá čas symetrie krátce před celou hodinou (tzv. *nulová osa symetrie*).

### ***Taktové uzly***

Taktový uzel je takový uzel, v němž se setkávají protijedoucí vlaky téže linky (vždy v čase symetrie). Jeho výhodou je možnost vázat přípoje z vedlejších tratí na oba směry na hlavní trati současně. Je snaha vytvářet taktové uzly ve velkých městech nebo jinak významných uzlech.

### ***Hranová rovnice***

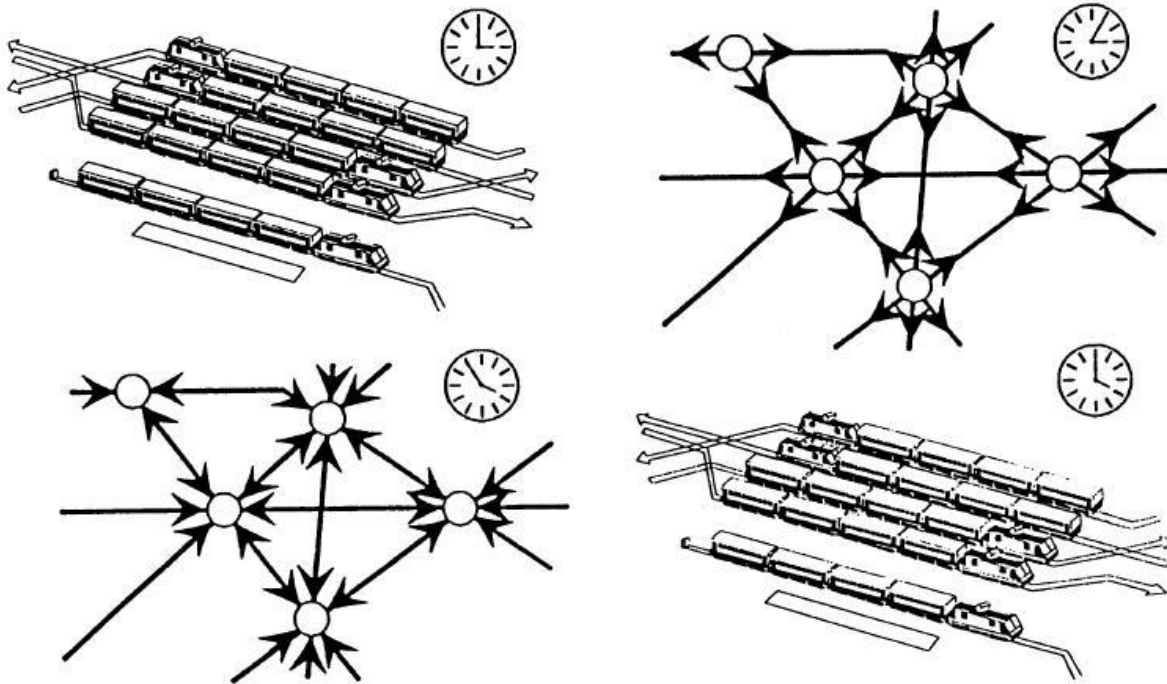
Z principu integrálního taktového grafikonu vyplývá, že vlaky vyjedou z taktového uzlu krátce po čase symetrie a do dalšího taktového uzlu musí přijet opět krátce před časem symetrie, aby se zamezilo zbytečným prostojům. Ze skutečnosti, že čas symetrie se opakuje vždy po uplynutí poloviny doby taktu, vyplývá hranová rovnice:

$$t_{J,A \leftrightarrow B} = \frac{n}{2} \cdot t_T,$$

kde:

$t_{J,A\leftrightarrow B}$  je jízdní doba mezi taktovými uzly  $A$  a  $B$   
 $n$  je přirozené číslo  
 $t_T$  je doba taktu

Na obrázku vidíme princip integrálního taktového grafikonu znázorněný fázemi symetrie v uzlu, rozjezdu vlaků, sjezdu vlaků a další (téže minuty) symetrie v uzlu (po uplynutí doby taktu).



### Kružnicová rovnice

Jak jsme uvedli výše, čas symetrie se opakuje vždy po uplynutí poloviny doby taktu. To znamená, že zvolíme-li v hodinovém taktu za osu symetrie minutu 00, bude symetrie nastávat rovněž v minutě 30. V každém taktovém uzlu se sjezd a rozjezd vlaků (okolo osy symetrie) opakuje vždy po uplynutí doby taktu (např. 60 min). Každý uzel bude mít jeden ze dvou časů symetrie (např. při  $t_T = 60$  min a osách symetrie 00, 30 budeme mít uzly se symetrií 00 a uzly se symetrií 30). Chceme-li zajistit přestupy v rámci celé sítě (což je jeden z hlavních přínosů ITG), musíme při opsání jakékoliv kružnice v síti (ve smyslu teorie grafů) jet právě celočíselný násobek doby taktu (zkrácený o přestupní dobu v počátečním a zároveň koncovém uzlu), abychom přijeli k témuž času symetrie (např. buď opět v 00 nebo opět ve 30), z něž jsme na začátku pomyslné kružnice vyjeli. Matematicky vyjádříme kružnicovou rovnici takto:

$$\forall(A, m) : t_{J,A\leftrightarrow A,m} = n \cdot t_T,$$

kde:

$A$  je taktový uzel  
 $t_{J,A\leftrightarrow A,m}$  je jízdní doba po  $m$ -té kružnici z uzlu  $A$  do uzlu  $A$ , obsahující nejméně 2 taktové uzly  
 $m, n$  jsou přirozená čísla

Integrální taktový grafikon má vedle výhod (minimalizace prostojů, pravidelná nabídka po celý den a z toho plynoucí mobilita v rámci celé sítě) i nevýhody (různé vytížení spojů téže linky během dne, problém s dojížděním do práce a do školy vždy přesně např. na 8. hodinu

ranní apod.). Nicméně zkušenosti z německy mluvících zemí ukazují, že po jeho zavedení se špičky rozmělnily a vzhledem k ustálení jízdního řádu (během několika let proběhly pouze kosmetické změny) bylo možné např. u škol přizpůsobit začátek vyučování příjezdu spojů.

Na stávající infrastruktuře je často nutné zavést tzv. *modifikovaný integrální taktový grafikon*, který v principu splňuje zásady ITG, ovšem ne dokonale, neboť je omezen stávající infrastrukturou.

### Výhody ITG

- pravidelně se opakuje, je tedy snáze zapamatovatelný pro cestující i zaměstnance
- během dne poskytuje rovnoměrnou nabídku
- rovnoměrnost nabídky "rozmělnuje" přepravní špičky, neboť cestující má pro plánování své cesty více možností v rámci dne
- je možné tento grafikon rozšířit i na další druhy dopravy, např. na autobusy
- díky pravidelně se opakujícím přípojmům poskytuje mobilitu v rámci celé sítě a i složitější spojení je možno použít několikrát za den
- proklad dvou linek o stejné době taktu snižuje dobu taktu na úseku souběhu linek na polovinu (většinou ovšem nevyjde zcela přesný proklad)
- po optimalizaci infrastruktury a doladění problémů může jízdní řád vydržet několik let pouze s kosmetickými změnami

### Nevýhody ITG

- nízké využití nabídky v přepravním sedle
- nesoulad se začátkem pracovních směn nebo vyučování (lze řešit domluvou nebo mimotaktovými spoji)
- vysoké zatížení uzlů (mnoho současných jízd) a napájecí soustavy okolo osy (času) symetrie
- nutnost přizpůsobit infrastrukturu
- spoj v taktu zpravidla nemůže dlouho čekat na zpožděný přípoj, problém zejména u dvou- a vícehodinových taktů

### Význam ITG pro vysokorychlostní železniční dopravu

- pravidelná nabídka zvyšuje mobilitu dálkovou veřejnou dopravou a představuje konkurenci letecké dopravě
- prakticky každé zastavení na VRT je ve významném sídle, tedy v taktovém uzlu
- pobyt musí trvat jen nezbytně krátkou dobu a musí tedy být přesně v ose symetrie, aby nevznikly prostoje plynoucí ze synchronizačních dob (pravidelné čekání na přípoje)
- VRT můžeme projektovat "na míru" požadované systémové jízdní době – minuty, které jízdní dobu dále snižují, není třeba brát v potaz, čímž nám odpadne část stavebních nákladů
- přiřádku k jízdní době využijeme k jízdě nižší než nejvyšší dovolenou rychlostí – tu pak můžeme využít při krácení zpoždění, při jízdě včas pak ušetříme mnoho energie a navíc tak máme zajištěnu stabilitu jízdního řádu
- v případě souběhu dvou či více linek, které se sjíždějí po témže úseku do téhož taktového uzlu na tutéž osu symetrie, musíme rozhodnout, která pojedje jako první (a tedy bude mít pobyt zvýšený o následné(-á) mezidobí) a která jako poslední (linka s nejvyšší prioritou) – tomuto pořadí pak přizpůsobíme požadované pravidelné jízdní doby (technické jízdní doby + přiřádku) jednotlivých linek a tedy i požadavky na tratě, po nichž budou jezdit

**Příklad praktických jízdních dob na VRT – ICE 588 (Německo)**

<b>Zastavení</b>	<b>Příjezd</b>	<b>Odjezd</b>	<b>Jízdní doba (h:min)</b>
Garmisch-Partenkirchen		10:35	
München Hbf	12:14	12:21	0:39
Ingolstadt Hbf	12:58	13:00	0:37
Nürnberg Hbf	13:32	13:35	0:32
Würzburg Hbf	14:28	14:31	0:53
Fulda	15:02	15:04	0:32
Kassel-Wilhelmshöhe	15:32	15:34	0:28
Göttingen	15:55	15:57	0:21
Hannover Hbf	16:32	16:36	0:35
Hamburg-Harburg	17:43		
Hamburg Hbf	17:55		1:19
Hamburg Dammtor	18:00		
Hamburg-Altona	18:09		