

Autoři: Karel Baudyš

Vít Janoš

Integrální taktový grafikon

S rychlým technickým vývojem společnosti, rostoucí globalizací a provázaností světových ekonomik, rostou i nároky na dopravu. S rostoucími nároky na dopravu sílí i tlak na to, aby doprava vyhovovala stále náročnějším požadavkům zákazníků a zároveň byla šetrná k životnímu prostředí.

Fungování přepravního trhu je ovlivňováno mnohem více než v jiných oblastech státní hospodářskou a sociální politikou. V tomto smyslu se chápe doprava (dopravní podniky) nejen jako součást ekonomiky, ale též jako součást infrastruktury. Proporce tržních principů a státních zásahů jsou jednou ze zvláštností, které charakterizují přepravní trh. To se projevuje dotacemi k cenám ve veřejné dopravě, dotacemi na provozování nerentabilních tratí, financováním výstavby dopravních cest (výstavba dálnic, železniční tratí či jejich rekonstrukce) ze státního rozpočtu.

Inovace v dopravním podnikání jsou obtížné. Na rozdíl od výroby hmotných statků (např. ve strojírenském aj. průmyslu), kde lze pokles odbytu některého výrobku nahradit inovací, popř. nabídkou jiného výrobku a tak dosáhnout opět využití kapacity podniku, není obvykle v dopravním podnikání inovační cyklus takto pružný a krátký. Určitou pružnost dovoluje např. zvláštní přeprava spěšných zásilek, v oblasti telekomunikací jsou to např. mobilní telefony, ale obecně nelze v delším časovém cyklu nabídnout mnoho nového (jedná se spíše o doplňkové služby k hlavnímu výkonu).

Podniky vyrábějící hmotné statky mají možnost prakticky průběžně inovovat svůj výrobní program a podněcovat poptávku, a tak mohou zajišťovat růst prodeje, tržeb a zisku. Subjekty, které na trhu nabízejí služby, mají poněkud jinou situaci, neboť podněcování poptávky po službách má odlišný charakter než u hmotných statků. Mnohem více záleží na životní úrovni a životním stylu obyvatelstva. Jen obtížně lze nabídnout výrazně nové formy, lze jen zvyšovat kvalitu služby, popř. snižovat či zvyšovat cenu.

Novou dimenzí v poskytování služeb na železnici je zavedení taktového grafikonu. Hlavním znakem integrálního taktového grafikonu (ITG) je optimální časová a prostorová dostupnost železničních dopravních prostředků pro cestující. Ze synergie jednotlivých vlaků vznikají spoje, ze synergie více spojů vzniká síť. Jako důsledek síťového myšlení vytváří integrální taktový grafikon základ moderní strategie osobní dopravy.

Problematika tvorby taktových grafikonů se stává aktuální v souvislosti s trvalým odlivem cestujících od železnice a hromadné dopravy obecně. Na řadu přichází úvahy o zatraktivnění systémů hromadné dopravy a taktový grafikon na železnici s možností zaintegrování ostatních druhů doprav.

Grafikon jako základ nabídky veřejných dopravních prostředků pro existující a potenciální cestující se ve světě obvykle z roku na rok s omezenými změnami jednoduše opíše bez toho, aniž by uspokojivě reagoval na měnící se požadavky cestujících. Jízdní řád, jeho nákrešná forma a další pomůcky popisují pohyb vozidel v čase a prostoru. Vytváří ale zároveň i spojení mezi trhem a technikou a popisuje požadavky trhu na techniku. Už v průběhu doby platnosti grafikonu vyžadují měnící se podmínky trhu jeho vylepšení. Změna aktuálního grafikonu přináší těžkosti, protože každý vlakový spoj podléhá množství okrajových podmínek jako např. možnosti křižování a předjíždění, grafikony oběhů hnacích vozidel, rozpisy služeb personálu atd. Proto ani ve světě není překvapující, že se při změnách grafikonu dosahují jen částečné úspěchy a každý grafikon je výsledkem určitého kompromisu. Lidský mozek a ani elektronické zpracování dat nejsou schopny všechny okrajové podmínky všech vlaků současně dovést k optimu, neboť jde o velmi složitou úlohu.

Důsledky vylepšení aktuálního grafikonu budou viditelné až v praktickém provozu nového grafikonu. Grafikon se opakuje zpravidla každých 24 hodin a musí respektovat mnoho okrajových podmínek. Vzniká myšlenka, proč jednoduše nezkrátit dobu trvání tohoto 24 hodinového cyklu například na 1 hodinu. Tím je možné problémy zmenšit a s přijatelnými náklady sestavit úplně nové grafikony pro celou železniční síť.

Taktový grafikon přináší zjednodušení celého procesu, neboť zkracuje délku dopravního cyklu z 24 hodin na 1 hodinu (respektive na interval taktu). Volba například

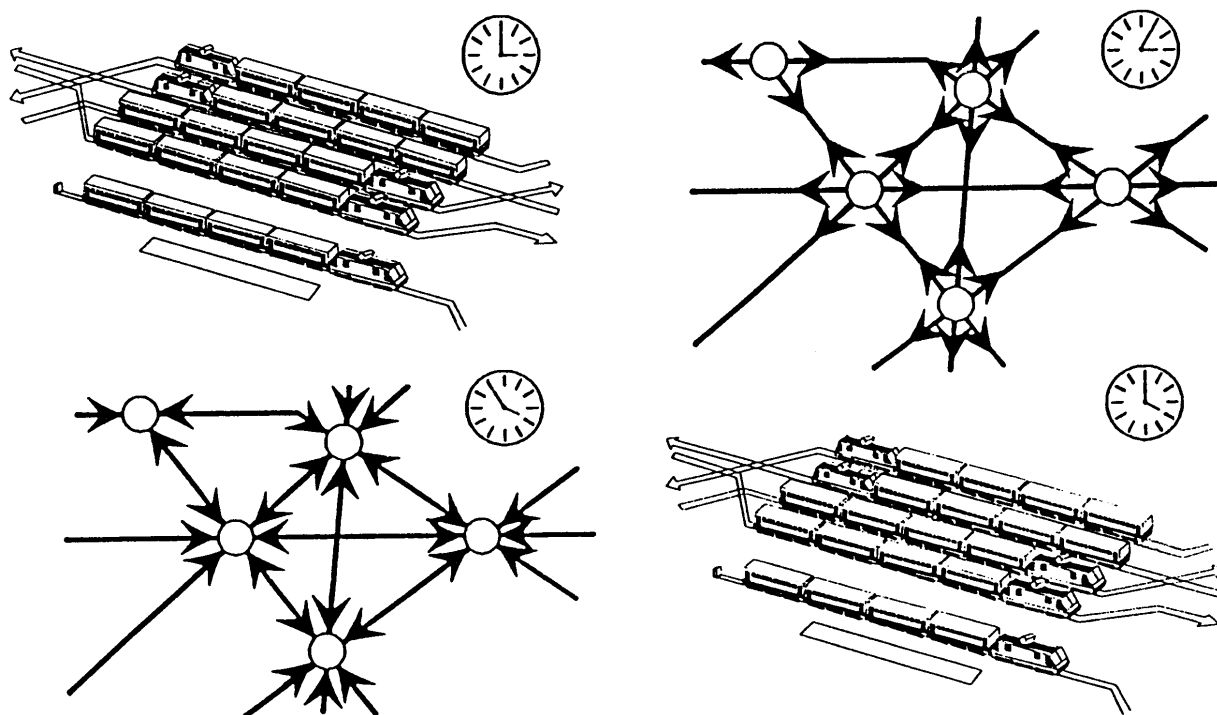
jedné hodiny jako trvání cyklu je vyvolaná především dopravními důvody. Při omezené dopravní hustotě v regionální dopravě je možné místo hodinového volit i dvouhodinový takt. V městské a příměstské dopravě jsou vhodné při větších nárocích na dopravu 30, 20 anebo i 15 minutové cykly.

Ve strategii orientované na trh se ve světě (např. SBB, DB AG) stále více prosazuje v osobní dopravě taktový grafikon. Předností taktových grafikonů jsou technologické výhody jako např. pravidelně se opakující činnosti, cílená a racionální výstavba infrastruktury, lepší využití vozového a lokomotivního parku apod. a pro cestující především snadná zapamatovatelnost, možnost optimálních přestupů (vlaky současně ve stanici) a velmi dobrá časová dostupnost všech míst na síti. V celé síti se tyto procesy opakují ve stanoveném taktu v každé uzlové stanici.

Tímto způsobem se dají do tohoto systému zaintegrovat i vedlejší tratě a autobusové spoje. Integrovaný taktový grafikon spojuje taktové grafikony jednotlivých linek systematickou koordinací v uzlových stanicích do jednoho ztaktovaného systému nabídky v rámci celé sítě, čímž bude cestujícím učiněna kompletní nabídka veřejné osobní dopravy. Propojením všech veřejných dopravních prostředků budou obslouženy všechny oblasti každý den a během celého týdne v pevných, snadno zapamatovatelných taktových intervalech s optimálními přestupními vazbami v uzlech. Tím budou splněny požadavky trhu, které nabízí konkurenční individuální automobilová doprava, a to zejména časová a prostorová dostupnost. Tento systém splňuje požadavky trhu, neboť je možné cestovat každou hodinu z jednoho místa na druhé bez časových ztrát způsobených nevhodným modelováním přípojových vazeb.

Taktový grafikon se vyznačuje následujícími znaky: vlaky stejné kategorie následují za sebou v pevném pravidelném časovém intervalu (= doba taktu) např. každých 20 minut, každou hodinu nebo každé dvě hodiny. Pro vlaky jedoucí jedním i druhým směrem platí stejná pravidla. Jsou-li jízdní doby shodné v obou směrech, potom se křížují vlaky stejného druhu vždy na tom samém místě a v té samé minutě. Tento časový údaj je definován jako "čas symetrie", resp. "osa symetrie". Při hodinovém taktu jsou od sebe osy symetrie vzdáleny 30 minut, při dvouhodinovém taktu 60 minut. Tato vzdálenost je tedy rovna polovině doby taktu. Evropské železniční správy provozující taktový grafikon (SBB, DB, ÖBB, NS) stanovily jednotně po vzoru SBB osy symetrie

na čas $XX.00$ a $XX.30$ a to z důvodu nepropojitelnosti sítí se shodnou dobou taktu a odlišnou osou symetrie.



Obr. 1 Skupina přípojů v taktovém grafikonu jako dopravní trh

V souvislosti se zavedením taktového grafikonu jsou nezbytné určité změny v délce jízdních dob a v propustnosti jednotlivých traťových úseků. Aby taktový grafikon fungoval, musí být splněné přesně definované okrajové podmínky. Mezi uzly je zapotřebí docílit jízdní doby 30 nebo 60 minut (včetně pobytů v uzlech, mezilehlých stanicích a zastávkách) podle navrhovaného taktu, aby jízdní doba mezi uzly odpovídala libovolnému celočíselnému násobku vzdálenosti os symetrie (polovině délky taktu). Z definice osy symetrie vyplývá, že taktový grafikon musí být nastaven tak, aby ke křížování vlaků stejné kategorie docházelo v uzlech. Protože z uzlů vychází více tratí, křížováním vlaků stejné kategorie jsou vytvořeny ideální podmínky pro modelování přípojových vazeb. Z obr. 1 je zřejmé, že v čase $XX.00$ stojí vlaky ze všech směrů současně ve stanici a tím je umožněn přestup cestujících mezi těmito vlaky. Po uplynutí několikaminutové přestupní doby odjíždějí všechny vlaky ze stanice. Tato situace se v uzlu opakuje každou následující hodinu. Krátce před celou hodinou opět přijíždějí vlaky ze všech směrů, aby v čase $(XX + 1).00$ mohlo opět dojít k přestupu cestujících. Tato situace se opakuje v celé síti v každém uzlu každou hodinu. Každý provozovatel

taktového grafikonu se dostává do problému, jak dosáhnout toho, aby vlaky jezdily tak rychle, jak je nutné a nikoli tak rychle, jak je možné. Tomu je zapotřebí přizpůsobit jak výběr hnacích vozidel pro danou trať, tak i úvahy o nákupu nových vozidel. Často jsou nezbytné změny v provozní technologii i ve stavu infrastruktury. Investiční akce do infrastruktury jsou tedy prováděny s konkrétním cílem, čeho chce provozovatel dosáhnout a proč.

Zkušenosti železničních správ provozujících taktový grafikon vyvracejí rozšířené obavy, že provozováním taktového grafikonu se zhorší možnosti plánování a provázení vlaků nákladní dopravy. Taktový grafikon může naopak při logickém ztakování a zesíťování systému osobní železniční dopravy dokonce přispět k urychlení dopravy nákladní. K tomu je bezpodmínečně nutné v rámci prvotních návrhů grafikonu na každé trati, kde je během dne provozována nákladní doprava, plánovat tyto trasy kumulovaně a plánovat je tak, aby nastal minimální počet předjíždění mezi rozdílně rychlými vlaky.

Toto je cesta, kterou se vydaly právě jmenované SBB a DB AG. Nárůst cestujících u DB AG od roku 1993 do roku 1997 činil 19,6% a rozsáhlé plány stálého zkvalitňování dopravní obsluhy území pomocí integrálního taktového grafikonu by mohly přispět k udržení tohoto trendu. Efekty vznikající realizací integrálního taktového grafikonu pocítí zákazník téměř okamžitě. V první fázi zavádění provozovatele nic nestojí a bez pochyb by tento počín zaznamenal okamžitou pozitivní odezvu.

První fáze zavádění integrálního taktového grafikonu zahrnuje pouze zanedbatelný nárůst počtu vlakových spojů. Provozovatel proto nezaznamená téměř žádné zvýšení svých provozních nákladů, neboť v železniční dopravě existuje značný podíl fixních nákladů nezávislých na intenzitě provozu. Výsledkem této první fáze zavedení taktového grafikonu je tzv. modifikovaný integrální taktový grafikon. Modifikovaný ITG se vyznačuje některými odlišnými znaky od ideálního ITG, jehož hlavní znaky byly popsány výše. Mnohdy totiž není možné z koncepčních, dopravních, geografických a hospodářských důvodů realizovat úplné spojení všech železničních a autobusových linek ve všech uzlech, v jednotném taktu a v každé době, což je základním požadavkem ideálního ITG. Z těchto důvodů je nutno zavést některé modifikace, např. nabídka odlišného taktu pro některé linky (hustější nebo řidší takt na rozdíl od jednotného taktu), zeslabení nebo zesílení nabídky linek vzhledem k určité

provozní době, vynechání spojení některých tratí ve zvolených uzlech s jinými tratěmi na základě slabé četnosti výskytu přestupujících cestujících mezi těmito tratěmi. Zavedením modifikovaného ITG na stávající dopravní infrastrukturu nelze striktně dodržet podmínku pro délku jízdních dob mezi všemi uzly. Tím není v některých uzlech splněna základní podmínka ideálního ITG, tj. že v uzlu dochází ke křížování vlaků stejné kategorie v čase symetrie.

V mnoha případech již současné jízdní doby odpovídají potřebám ideálního integrálního taktového grafikonu, často však vzniká nutnost jejich zkrácení. Teoreticky je možné dosáhnout jízdní doby potřebné pro daný systém i jejím prodloužením, nicméně tato možnost se používá pouze v ojedinělých případech.

Nejjednodušším způsobem, jak zkrátit jízdní dobu mezi dvěma body, je zkrácení pobytů ve stanicích (jsou-li neopodstatněně dlouhé), případně nasazení výkonnějšího hnacího vozidla. Důležitou roli v taktovém grafikonu hraje i fakt, že neustále se opakující „hodinový grafikon“ způsobuje rozložení přepravního proudu cestujících, což má za následek zkrácení potřebných souprav a díky lehčím vlakům zde vzniká další prostor pro zkrácení jízdních dob. Z hlediska vozidel existuje možnost nákupu lehkých jednotek s výkyvnou skříní, čím lze opět dosáhnout zkrácení jízdní doby na potřebnou délku. Tato opatření jsou v některých případech sama o sobě nedostačující, a proto je třeba je spojit s úpravami infrastruktury (zvýšení traťové rychlosti, budování přeložek a novostaveb).

V souvislosti se zavedením ideálního ITG je třeba též řešit otázku propustné výkonnosti jednotlivých prvků dopravní infrastruktury, zejména železniční. Ideální ITG požaduje zvýšení propustné výkonnosti těchto prvků, obzvláště železničních tratí. Zvýšení propustné výkonnosti trati lze obecně docílit následujícími opatřeními:

- provozně organizačními - zkrácení provozních intervalů, zrychlené provázení vlaků omezujícím úsekem, zkrácení pobytů vlaků
- stavebně rekonstrukčními - úprava staničních zhlaví, vkládání dvoukolejných vložek pro letmé křížování, zvyšování traťové rychlosti (platí jen do jisté míry), používání samovratných výměn ve stanicích důležitých pro křížování

- modernizací sdělovacího a zabezpečovacího zařízení, budování automatického bloku, banalizace tratí

Rozsah prováděných úprav záleží na tom, čeho chce provozovatel systému dosáhnout, pro jaký model se rozhodne, co od něj očekává a jaké jsou jeho finanční možnosti. Zvláště u nákladných úprav infrastruktury je důležité ekonomické hodnocení přínosu celé akce.

Závěr

Mnoho publikací o železniční dopravě se zabývá výrobními prostředky, zejména vozidly. Velká pozornost se tak věnuje účinnosti práce trakčního vozidla, zatímco výzkumu jeho "provozní účinnosti", čili jeho provozní produktivity je věnováno mnohem méně prostoru, přičemž tento druhý stupeň účinnosti má mnohem větší hospodářské dopady než ten první. Provozní účinnost hnacího vozidla nasazovaného v rámci integrálního taktového grafikonu je nesrovnatelně vyšší v porovnání s ostatními systémy.

Hlavním znakem integrálního taktového grafikonu je optimální časová a prostorová dostupnost veřejných dopravních prostředků pro cestující. Systematickou návazností jednotlivých vlaků dálkové dopravy, regionální dopravy a autobusů v uzlech lze dosáhnout libovolného místa v síti v pravidelných intervalech po celý den a v průběhu celého týdne. Touto systematickou návazností vzniká souvislá síť spojů veřejné dopravy. Integrální taktový grafikon vytváří základ moderní strategie osobní dopravy – ITG je důsledkem síťového myšlení. Zavedení integrálního taktového grafikonu je realizováno v několika etapách, přičemž v první etapě je zaveden modifikovaný ITG, který s vynaložením zanedbatelných dodatečných nákladů výrazně zlepšil dopravní obslužnost území.

Literatura

[1] Bär, M.: Integraler Taktfahrplan – Definitionen, Randbedingungen, Einsatzmöglichkeiten und Einsatzgrenzen im Fern-, Regional- und Nahverkehr. Arbeitsausschuss „Öffentlicher Verkehr“ Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen. TU Dresden, 1999

[2] Skýva, L.: Integrálny taktový grafikon – základ modernej stratégie osobnej dopravy. VŠDS, 1995

[3] Stähli, S.: Zur Entwicklung des Taktfahrplans in der Schweiz. Schweizer Ingenieur und Architekt Nr. 50/1990

[4] Stohler, W.: Zeitdistanzen statt Raumdistanzen – Flächendeckende Angebotskonzepte für Bahn und Bus. SRL Schriftenreihe, Bericht über die Tagung „um die Wette leben – Geschwindigkeit, Raum, Zeit“ vom 26. Bis 28. Januar 1994 in Weingarten

[5] Janoš, V.: Potřeba hnacích vozidel v modelu integrálního taktového grafikonu na ČD a možnosti oddělení nákladní a osobní dopravy

Ing. Karel Baudyš

Telefon: 02/24890705

e-mail: xbaudys@fd.cvut.cz

Ing. Vít Janoš

Telefon: 02/24890727

e-mail: xjanos@fd.cvut.cz

Katedra aplikované matematiky

Fakulta dopravní ČVUT

Na Florenci 25

110 00 Praha 1