

UNIVERZITA PARDUBICE
Dopravní fakulta Jana Pernera

**Aplikace pro prohlížení nákresného
jízdního řádu vlaků**

Bc. Radek Tomiška

Diplomová práce

2008

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Katedra informatiky v dopravě
Akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Radek TOMIŠKA**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Aplikovaná informatika v dopravě**
Název tématu: **Aplikace pro prohlížení nákrešného jízdního řádu vlaků**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Provedení analýzy způsobu grafického znázornění jízdního řádu vlaků.
Návrh a vývoj komponenty zobrazující grafikon vlakové dopravy.
Návrh a vývoj aplikace implementující uvedenou komponentu, umožňující načtení potřebných údajů z databáze resp. textových souborů, prohlížení a tisk grafikonu pro vybraný traťový úsek a vybrané vlaky podle různých kritérií.
Aplikace bude vyvinuta v programovacím jazyku C#.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

50 normostran

Forma zpracování diplomové práce:

tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. NAGEL, CH. et al. *C# 2005. Programujeme profesionálně*. Brno : Computer Press, 2007. 1400 s. ISBN 80-251-1181-4.
2. TROELSEN, A. *C# a .NET 2.0 profesionálně*. Brno : Zoner Press, 2007. 1376 s. ISBN 80-86815-38-2.
3. VONKA, J., MOLKOVÁ, T., ŠIROKÝ, J. *Technologie a řízení dopravy II : GVD*. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2000. 112 s. ISBN 80-7194-286-3.
4. DANĚK, J., VONKA, J. *Dopravní provoz železnic*. Alfa : Bratislava, 1988. 397 s.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Karel Greiner, Ph.D.

Katedra informatiky v dopravě

Datum zadání diplomové práce:

4. prosince 2007

Termín odevzdání diplomové práce:

4. června 2008

prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.

doc. Ing. Josef Volek, CSc.

vedoucí katedry

V Pardubicích dne 30. listopadu 2007

Souhrn:

Tato práce shrnuje podstatu a význam grafikonu vlakové dopravy. Implementační část práce je soustředěna na vytvoření komponenty pro prohlížení nákrešného jízdního řádu vlaků, která bude znovupoužitelná v různých aplikacích. Komponenta umožňuje vytisknout list grafikonu na zadaný traťový úsek. Součástí praktické práce je testovací aplikace, která ověřuje funkčnost komponenty. Testovací aplikace poskytuje komponentě vstupní údaje. Komponenta i testovací aplikace jsou vyvinuty v programovacím jazyce C#.

Klíčová slova:

Grafikon vlakové dopravy; komponenta; GVD; jízdní řád.

Title:

Application for viewing graphics timetable of the train traffic diagram.

Abstract:

This work summarises essence and meaning of the train traffic diagram. The implementation part of the work is concentrated on a component creation for browsing through graphics timetable of the train traffic diagram. The component will be reusable in different applications. The component enables to print the train traffic diagram on concrete or specific track section. As a part of practical work there is a testing application that checks the component functionality. The testing application provides input data for the component. The component and testing application are designed and developed in programming language C#.

Keywords:

Train traffic diagram; Component GVD; testing application for Component GVD.

Poděkování

Rád bych touto formou poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Ing. Karlu Greinerovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky, které mi pomáhaly při tvorbě této práce.

Obsah

1 Úvod.....	17
2 Význam grafikonu vlakové dopravy.....	19
3 Jízdní řád.....	21
4 Analýza grafického znázornění jízdy vlaku.....	23
4.1 Definice vlaku.....	23
4.2 Znázornění pohybu vlaku.....	23
4.3 Druhy vlaků.....	25
4.3.1 Dělení vlaků podle důležitosti.....	25
4.3.2 Dělení vlaků podle druhu železniční dopravy.....	26
4.4 Číslování vlaků.....	27
4.4.1 Číslování osobních vlaků.....	28
4.4.2 Číslování nákladních vlaků.....	29
5 Třídění grafikonů.....	33
5.1 Rozdělení GVD podle vzájemného poměru rychlosti jízdy vlaků.....	33
5.1.1 Rovnoběžný.....	33
5.1.2 Nerovnoběžný.....	34
5.2 Rozdělení GVD podle počtu traťových kolejí.....	35
5.2.1 Jednokolejný.....	35
5.2.2 Dvoukolejný.....	35
5.2.3 Vícekolejný.....	36
5.3 Rozdělení GVD podle počtu vlaků jedním a opačným směrem.....	37
5.3.1 Párový.....	37
5.3.2 Nepárový.....	37
5.4 Rozdělení GVD podle uspořádání jízd následných vlaků.....	38
5.4.1 Jednoduché uspořádání.....	38
5.4.2 Skupinové uspořádání.....	38
5.4.3 Svazkové uspořádání.....	39
5.4.4 Částečně svazkové uspořádání.....	40
5.5 Rozdělení GVD podle trvání obsazení mezistaničních úseků.....	41
5.5.1 Identické trvání.....	41
5.5.2 Neidentické trvání.....	41
5.6 Rozdělení GVD podle období platnosti.....	41
5.6.1 Základní období platnosti.....	41
5.6.2 Dočasné období platnosti.....	42
5.7 Rozdělení GVD podle stupně obsazení a propustnosti trati.....	42
6 Časové prvky GVD.....	43
6.1 Jízdní doby v prostorových oddílech.....	43
6.2 Pobyty vlaků v dopravnách a na trati.....	44
6.3 Provozní intervaly.....	44
6.4 Následné mezidobí.....	45
6.5 Normativy pobytu lokomotiv ve stanicích s lokomotivními depy.....	46
7 Komerční aplikace zabývající se GVD.....	47
7.1 Sestava nákrešného jízdního řádu výpočetní technikou.....	47
7.2 Grafikon – sestava jízdních řádů.....	49
7.3 GVD – software pro tvorbu jízdních řádů.....	52
8 Komponenta GVD a testovací aplikace.....	55
9 Komponenta GVD.....	57

9.1 Analýza komponenty.....	57
9.1.1 Základní třídy.....	58
9.1.2 Seznamy.....	59
9.1.3 Pomocné struktury a interface.....	60
9.2 Realizace komponenty.....	61
9.2.1 Vnitřní atributy.....	61
9.2.2 Vnitřní implementace.....	62
9.2.3 Vstupní údaje.....	64
9.2.4 Uživatelské nastavení.....	64
9.2.5 Funkce.....	65
10 Testovací aplikace.....	69
10.1 Analýza vstupních souborů.....	69
10.2 Analýza testovací aplikace.....	70
10.3 Realizace testovací aplikace.....	71
10.4 Funkce.....	72
11 Závěr.....	75
Přílohy.....	81

Seznam ilustrací

obr. 1 – grafické znázornění jízdy vlaků (zdroj [1]).....	24
obr. 2 – rovnoběžný GVD (zdroj [1]).....	34
obr. 3 – nerovnoběžný GVD.....	35
obr. 4 – dvoukolejný rovnoběžný GVD (zdroj [1]).....	36
obr. 5 – vícekolejný nerovnoběžný GVD.....	37
obr. 6 – jednoduchý jednokolejný GVD.....	38
obr. 7 – skupinový jednokolejný GVD (zdroj [1]).....	39
obr. 8 – svazkový jednokolejný GVD (zdroj [1]).....	40
obr. 9 – částečně svazkový jednokolejný GVD.....	40
obr. 10 – náhled aplikace Centrální editor vlaků (zdroj [12]).....	49
obr. 11 – náhled aplikace Grafikon – list GVD (zdroj [13]).....	52
obr. 12 – konceptuální model komponenty GVD.....	58
obr. 13 – náhled na funkční komponentu GVD.....	68
obr. 14 – konceptuální model testovací aplikace.....	71
obr. 15 – informace o trase vlaku.....	73
obr. 16 – záložka vybrání vlaků.....	73
obr. 17 – GVD s ovládáním.....	74
obr. 18 – nastavení tisku GVD.....	74

Seznam tabulek

tab. 1 – základní číslování vlaků (zdroj [1]).....	28
tab. 2 – číslování osobních vlaků.....	28

Seznam zkratek

GVD	Train Traffic Diagram	Grafikon vlakové dopravy
IS	Information System	Informační systém
MS	Microsoft Corporation	Společnost Microsoft
ODBC	Open Database Connectivity	Univerzální rozhraní pro připojení a práci s databází.
RTF	Rich Text Format	Na platformě nezávislý formát souboru pro uložení textu.
SQL	Structured Query Language	Strukturovaný dotazovací jazyk

1 Úvod

Tato práce je zaměřena na podstatu a význam grafikonu vlakové dopravy (GVD). Snaží se popsat a shrnout jednotlivé základní vlastnosti a parametry grafikonu vlakové dopravy. Je soustředěna především na samotné vykreslení a prohlížení nákresného jízdního řádu vlaků. Z toho důvodu jsou zde uvedeny především parametry a vlastnosti GVD, které jsou k tomu zapotřebí nebo jsou pro danou problematiku stěžejní. Ostatní vlastnosti a parametry jsou pouze nastíněny, nebo je zde o nich okrajová zmínka, aby byl popis GVD celistvý.

Důvodem vzniku této práce je vytvoření nezávislé komponenty, která bude sloužit pro prohlížení nákresného jízdního řádu vlaků a bude schopna začlenit se do již existujících aplikací pro jejich zdokonalení nebo obohacení. Zároveň by měla být vyvinuta tak, aby usnadnila vývoj nových aplikací, které by mohly komponentu využít a rozvíjet další funkcionality.

V současné době existuje několik komerčních řešení, které se týkají grafikonu vlakové dopravy. Především se zaměřují na konstrukci GVD jako celku, navrhování jízdních řádů, editaci vlaků a další funkcionality. Přehled vybraných aplikací s popisem jejich funkce je také obsahem této práce.

Cílem implementační části práce je vytvoření komponenty pro prohlížení nákresného jízdního řádu vlaků. Komponenta bude zobrazovat list grafikonu pro zadaný traťový úsek a vybrané vlaky podle přání uživatele. Je vhodné, aby se vybraný list grafikonu mohl vytisknout. Součástí praktické práce je i vývoj testovací aplikace, která ověří funkčnost komponenty. Testovací aplikace bude komponentě poskytovat vstupní údaje a bude obsahovat rozhraní pro uživatelské ovládání.

2 Význam grafikonu vlakové dopravy

Grafikon vlakové dopravy je vnímán jako hlavní prvek základního řízení železniční dopravy. Napomáhá ke zvládnutí všestranných a rozhodujících úkolů, zajišťuje především soulad činností organizačních složek v předem stanoveném řádu. Organizace vlakové dopravy je pak určována grafikonem vlakové dopravy. GVD je také plánem provozní činnosti všech služebních odvětví, které se účastní na vlakové dopravě. GVD určuje:

- jízdu vlaků,
- práci lokomotiv a vozů,
- práci stanic, dep a stanic technických prohlídek,
- práci traťových, sdělovacích a zabezpečovacích distancí a elektroúseků.

GVD můžeme chápat jako pružný a tvárný model organizace vlakové dopravy, který je nejdůležitějším podkladem pro základní řízení a zároveň vzorem pro operativní řízení.

GVD je sestaven tak, aby zabezpečil:

- rychlou, ekonomickou a bezpečnou přepravu cestujících a zboží,
- optimální využití lokomotiv a vozů,
- sladění činností stanic a přilehlých traťových úseků,
- rovnoměrnost provozních procesů stanic i traťových úseků a nejlepší využití jejich propustné výkonnosti,
- maximální využití pracovní doby vlakového personálu,
- vysokou produktivitu práce,
- nízké přepravní náklady.

Podle [1] je míra a kvalita plnění GVD ukazatelem kvality železniční dopravy. Kromě toho GVD sladuje poptávku cestujících a přepravců na rychlou a ekonomicky výhodnou přepravu s nabídkou ze strany železničních složek účastnících se na vlakové dopravě.

GVD je také chápán i v užším smyslu jako nákrešný jízdní řád nebo list grafikonu. Tímto pojetím se bude dále zabývat tato práce a zabývá se jím i praktická část diplomové práce.

3 Jízdní řád

Jízdní řád určuje časovou polohu vlaku na konkrétním traťovém úseku. Je vypracován pro všechny vlaky a pro pravidelné (jedou v určeném období pravidelně vždy alespoň jednou týdně) a mimořádné vlaky (s výjimkou *následů*¹ a nepředpokládaných *zvláštních vlaků*) je jízdní řád zapracován v pomůckách GVD. Kromě vlaků uvedených v jízdních řádech mohou být zavedeny i další mimořádné vlaky, s nimiž se při sestavení jízdního řádu nepočítalo a nejsou uvedeny v GVD – vlaky v obecném zájmu (například *vládní vlaky*), *zvláštní vlaky* nebo *následy*. K mimořádným vlakům patří také *rušící vlaky* – jsou zapracovány do jízdních řádů, ale jejich jízdou je vyloučena nebo narušena (zdržena) jízda jiného vlaku. Jízdní řád nepředpokládaných zvláštních vlaků je vypracováván jednotlivě.

Jízdní řád se sestavuje každý rok, a to nejprve na základě mezinárodních jednání o provozu dálkových vlaků, potom pak na základě připomínek jednotlivých krajských úřadů. Jízdní řád se vydává v několika podobách - jednak jako knížky pro veřejnost, dále jako pracovní pomůcka hlavně pro strojvedoucí (tzv. sešitový jízdní řád) a v názorné grafické podobě (tzv. nákrešný jízdní řád - grafikon vlakové dopravy) pro výpravčí a dispečery. Jízdní řád je závazným dokumentem a jeho změny se mohou provádět jen k předem oznámeným termínům.

V jízdním řádu pro veřejnost jsou uvedeny pouze pravidelné vlaky pro přepravu osob. Ve služebních jízdních řádech jsou zahrnuty i všechny ostatní vlaky (soupravové, nákladní, lokomotivní a služební) včetně vlaků, které nejezdí pravidelně, ale jen „podle potřeby“.

Jízda vlaků a posun s vozidly se řídí z dopraven² - strojvedoucím jsou předávány potřebné informace pomocí návěstidel (nepřenosných nebo přenosných), ručních návěstí, radiostanicí, staničním rozhlasem, písemným nebo ústním rozkazem a podobně [4].

1 Následy jsou mimořádné vlaky, pro které se nevypracovává zvláštní jízdní řád. Jejich časová poloha není pevně určena, řídí se jízdním řádem určeného pravidelného (kmenového) vlaku.

2 V [4] naleznete popis a jednotlivé druhy dopraven.

4 Analýza grafického znázornění jízdy vlaku

4.1 Definice vlaku

Vlak je podle drážních předpisů skupina (souprava) spojených drážních vozidel (zpravidla kolejových), z nichž alespoň jedno je hnací nebo trakční³, opatřená předepsanými návěstmi (například čelo a konec vlaku) a vlakovým doprovodem (tzv. vlakové náležitosti) a jedoucí podle jízdního řádu nebo podle pokynů osoby odborně způsobilé k řízení drážní dopravy (například výpravčího nebo dispečera). Vlakem je i samostatné drážní vozidlo s vlastním pohonem (hnací nebo speciální). Tento pojem je v dopravním řádu drah [19] definován zejména pro kolejovou drážní dopravu (železnice včetně metra, tramvajová doprava), na trolejbusovou dopravu a lanové dráhy (podzemní, visuté kabinové) se však tato definice vztahuje teoreticky také. Termín se používá i například pro důlní a průmyslové dráhy, na které se Zákon o dráhách nevztahuje. V železniční dopravě se vlakem rozumí též spoj uvedený v jízdním řádu, tedy jízda vlaku v určené trase a časech pod stanoveným označením (druh, číslo, případně název). Chybí-li vlaková četa, tažné vozidlo nebo koncové návěsti vlaku, nejedná se o vlak, ale pouze o skupinu vozidel (také se uvádí pojem vlaková souprava) [2].

4.2 Znázornění pohybu vlaku

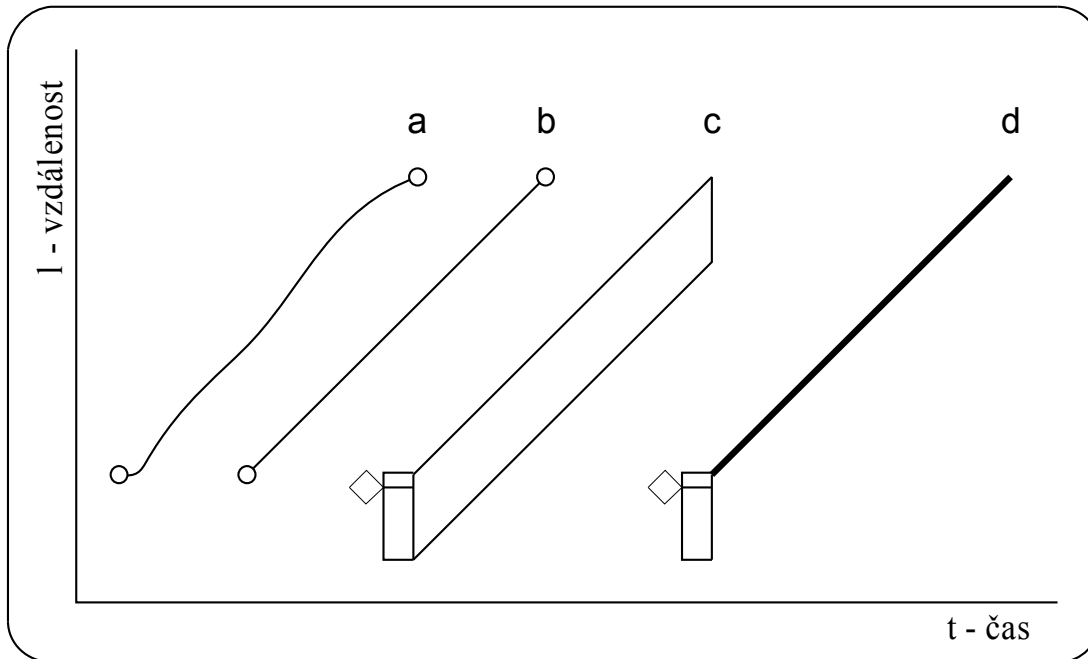
Pohyb vlaku mezi dvěma stanicemi je znázorněn zjednodušeně jako rovnoměrný pohyb, i když jízda vlaku je v reálném světě nerovnoměrná. Pokud je vyžadováno přesné zachycení průběhu jízdy, nastávají komplikace při znázornění jízdy vlaku (viz obr. 1). Tímto přímkovým znázorněním jízdy vlaku dochází k ještě jednomu zjednodušení. Samotný vlak může tvořit několik vozidel (jako skupina vozidel) a proto může být i několik set metrů dlouhý. Od délky vlaku se abstrahuje a bere se v úvahu pouze zjednodušený pojem pohybu hmotného bodu. V některých přesných výpočtech se musí k délce vlaku přihlížet (musí se sledovat čelo i konec vlaku). Nicméně pro účely zobrazení jízdy vlaku je vyhovující, aby veškeré výpočty a grafická znázornění pohybu vlaků byla vztažena k čelu vlaku (viz obr. 1).

Na *obr. 1.* je zobrazen:

- a) přesný průběh jízdy vlaku,
- b) rovnoměrný průběh jízdy vlaku,

3 Podle typu pohonu vozidla – dieselová (hnací), elektrická (trakční).

- c) rovnoměrný průběh jízdy vlaku se zřetelí na délku vlaku,
 d) rovnoměrný průběh jízdy vlaku vztažený k čelu vlaku.



obr. 1 – grafické znázornění jízdy vlaků (zdroj [1])

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

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

Rychlost vlaku je určena strmostí úsečky (tangenta trasy):

$$v = \frac{(l_2 - l_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (2)$$

V listu GVD jsou zakresleny trasy vlaků:

- Pravidelných – jezdí pravidelně, alespoň jednou týdně ve stejný den.
- Následných – druhé a u dvoukolejných tratí i třetí díly vlaků. Vždy se řídí jízdním řádem kmenového vlaku.
- Rušících – ruší jízdu některého pravidelného vlaku. Kreslí se červeně a musí se zavadět
- Podle potřeby – jezdí jen podle provozní potřeby, jejich jízdy zavadí provozní dispečer.

V listu GVD nejsou zakresleny zvláštní vlaky, pro které je potřeba jednotlivě vypracovat jízdní řád, například pro zvládnutí osobní frekvence při mimořádné dopravě o svátcích [1].

4.3 Druhy vlaků

Vlaky se třídí podle různých kritérií. Pro potřeby GVD jsou nejdůležitější hlediska členění podle důležitosti a druhu železniční dopravy.

4.3.1 Dělení vlaků podle důležitosti

Dělení vlaků podle důležitosti určuje, jak se bude postupovat při řešení mimořádných dopravních situací). Kategorie jsou seřazeny od nejdůležitějšího vlaku k nejméně důležitému:

1. nutné pomocné vlaky (pro odstraňování následků nehod),
2. mimořádné vlaky v obecném zájmu (vládní vlaky a podobně),
3. mezinárodní vlaky EuroCity (EC) a InterCity (IC), vnitrostátní vlaky InterCity s označením SuperCity (SC), mezinárodní expresní vlaky (Ex) a rychlíky (R) (včetně jízd lokomotiv pro tyto vlaky),
4. mezinárodní osobní vlaky (Os), vnitrostátní expresní vlaky (Ex), rychlíky (R) a mezinárodní expresní nákladní vlaky (Nex),
5. vnitrostátní spěšné a osobní vlaky,
6. vnitrostátní expresní nákladní vlaky (NEx),
7. ostatní mezinárodní nákladní vlaky,
8. rychlé nákladní vlaky (Rn),
9. průběžné nákladní vlaky (Pn),
10. vyrovnávkové nákladní vlaky (Vn),
11. manipulační vlaky (Mn),
12. vlečkové nákladní vlaky (Vleč),
13. služební vlaky (Služ),
14. lokomotivní vlaky (Lv), které nejedou na žádný vlak. V ostatních případech mají důležitost vlaku, na který jedou.

Ve stejné kategorii se považuje za důležitější ten vlak, který má stanovenou vyšší rychlost, při stejné kategorii a rychlosti ten, který má větší zpoždění. V případech zpoždění je třeba dopravu organizovat tak, aby se zpoždění pokud možno snižovalo a nepřenášelo na jiné vlaky (aby

dopravní systém byl stabilní). Vojenské vlaky (pokud jsou označeny jako nákladní vlak) mají přednost před všemi nákladními vlaky kromě nákladních expresních vlaků. Nákladní vlaky s přepravou cestujících mají přednost před ostatními nákladními vlaky.

4.3.2 Dělení vlaků podle druhu železniční dopravy

Podle druhu železniční dopravy se vlaky rozdělují na [2]:

- Osobní – zajišťují přepravu cestujících, zavazadel a spěšnin, dále se dělí na vlaky:
 - expresní – EuroCity (EC), InterCity (IC), SuperCity (SC), EuroNight (EN), Expresy (Ex) – mezinárodní a vnitrostátní vlaky vyšší kvality,
 - rychlíky (R) – vlaky pro rychlou přepravu na velké vzdálenosti, zastavují zpravidla pouze ve větších městech,
 - spěšné (Sp) – vlaky pro rychlou přepravu na střední vzdálenosti, zastavují zpravidla pouze v městech,
 - osobní (Os) – vlaky, které zajišťují přepravu do většiny stanic a zastávek na určité trati,
 - soupravové (Sv) – vlaky zajišťující přemístění soupravy osobních vozů do výchozí nebo koncové stanice, nepřeppravují cestující.
- Nákladní – zajišťují dopravu ložených nebo prázdných vozů, dále se dělí na vlaky⁴:
 - expresní nákladní (Nex, TEEM) – vlaky jsou určeny pro přepravu přednostních zásilek zpravidla mezistátní přepravy,
 - rychlé nákladní (Rn) – vlaky pro přednostní zásilky,
 - průběžné nákladní (Pn) – vlaky určené pro přepravu zátěže mezi vlakotvornými stanicemi,
 - manipulační nákladní (Mn) – vlaky určené k rozvozu a svozu zátěže do mezilehlých stanic,
 - vyrovnávkové nákladní (Vn) – vlaky určené pro přepravu prázdných vozů,
 - vlečkové (Vleč) – vlaky jsou určené pro jízdu na vlečku odbočující ze širé

4 V minulosti patřily mezi vlaky nákladní dopravy také kategorie Sn (spěšný nákladní vlak) a Pv (přestavovací vlak), ty však byly zrušeny (v roce 2001) a vlaky Sn byly začleněny do kategorie Rn a vlaky Pv do kategorie Mn.

trati⁵ s návratem do stanice, ze které byly vypraveny.

- Lokomotivní (Lv) – hnací vozidlo nebo skupina hnacích vozidel jedoucí jako vlak, nejde-li o soupravový vlak.
- Služební (Služ) – vlaky zaváděné pro potřeby dráhy, mezi něž patří i nutné pomocné vlaky (Pom).
- Vojenské (Voj) – slouží pro účel národní obrany.

Uvedené typy vlaků jsou používány na tratích, kde jsou provozovatelem dráhy České dráhy, a. s.. U jiných provozovatelů dráhy tomu může být jinak (například na vlečkách některých hutních podniků).

4.4 Číslování vlaků

Každému vlaku je přiděleno jedinečné číslo. Číslo vlaků jsou nejvýše pětimístná a nesmějí obsahovat žádná písmena ani jiné indexy. Číslo vlaků musí být shodná ve všech služebních pomůckách a pomůckách pro cestující. Systém číslování vlaků Českých drah je v souladu s přijatým systémem číslování na mezinárodní úrovni. Souhrn čísel vlaků tvoří soustavu číslování. Soustavy se různí podle jednotlivých zemí. Číslo vlaku se určuje tak, aby vyjadřovalo i jeho povahu (rychlík, osobní, nákladní vlak atd.), směr jeho jízdy a někdy i trať, na níž jezdí. U všech vlaků se uplatňuje zásada, že vlaky se sudým číslem na jednotkové pozici jedou od začátku ke konci trati a jsou kresleny v listu GVD shora dolů. Vlaky s lichým číslem na jednotkové pozici se kreslí zdola nahoru. Uvedené rozdělení číslování vlaků vychází z [1].

5 Šírá trať je trať mezi dopravnami s kolejovým rozvětvením. Hranicí mezi stanicí (výhybnou, odbočkou) a širou tratí je vjezdové návěstidlo.

Dělení čísel vlaků do základních skupin:

tab. 1 – základní číslování vlaků (zdroj [1])

Číslo vlaku	Druh vlaku
1 – 29999	Vyhrazené pro osobní vlaky zapracované do jízdního řádu.
30000 – 39999	Zvláštní osobní i nákladní vlaky.
40000 – 49999	Mezistátní nákladní vlaky.
50000 – 59999	Vnitrostátní nákladní vlaky dálkového charakteru.
60000 – 69999	Vnitrostátní nákladní vlaky.
70000 – 79999	Lokomotivní vlaky.
80000 – 89999	Manipulační vlaky.
90000 – 99999	Přestavovací, vlečkové a pracovní vlaky.

4.4.1 Číslování osobních vlaků

tab. 2 – číslování osobních vlaků

Číslo vlaku	Druh vlaku
1 – 199	Expresní mezistátní vlaky.
200 – 499	Rychlé mezistátní vlaky.
500 - 599	Expresní vnitrostátní vlaky.
600 – 999	Rychlé vnitrostátní vlaky.
1000 – 1299	Mezistátní sezónní vlaky.
1300 – 1399	Speciální vlaky.
1400 – 1599	Rychlé vnitrostátní sezónní vlaky.
1600 – 1999	Spěšné vnitrostátní vlaky.
2000 – 29999	Osobní, soupravové vlaky.

Z tabulky (tab. 2.) vyplývá, že číslování mezistátních vlaků osobní dopravy, které jezdí pravidelně, je maximálně trojmístné. Čtyřmístným číslem jsou označeny sezónní mezistátní vlaky.

Význam číslic na jednotlivých pozicích:

- Směr jízdy vlaku – číslice na jednotkové pozici.

- Relace vlaku – číslice na jednotkové pozici.
- Druh vlaku – číslice na stovkové pozici.

V [1] je uvedeno podrobnější číslování osobních vlaků (mezistátních, vnitrostátních) s uvedením informací o rozdělení relací, druhů vlaku a podobně. Pro naši potřebu plně vyhovuje toto zjednodušené číslování.

4.4.2 Číslování nákladních vlaků

Číslování nákladních vlaků je různé, rozlišují se dvě varianty. Podle druhu rozlišujeme číslování mezinárodních nebo vnitrostátních nákladních vlaků.

Číslování mezistátních nákladních vlaků

Mezistátní nákladní vlaky se zásadně označují pětimístným číslem, vždy začínají číslicí 4 (vyplývá z tab. 1.). Za mezistátní nákladní vlak se podle mezinárodně dohodnuté definice považují vlaky:

- tvořící součást sítě TEEM (mezinárodní síť expresních nákladních vlaků),
- pro kombinovanou přepravu (železniční – silniční cesta, železniční – vodní cesta),
- jedoucí v obvodu tří a více železničních správ,
- v sousedské přepravě, které nezačínají ve výstupní pohraniční stanici odesílací železnice nebo nekončí ve vstupní pohraniční stanici přebírající železnice,
- v sousedské přepravě je možné na základě dohody obou železničních správ zapracovat i další vlaky do tohoto systému číslování.

Význam číslic na jednotlivých pozicích:

- Pořadové číslo a směr vlaku – číslice na jednotkové pozici.
- Speciální rozdělení v rámci základní relace – číslice na desítkové pozici.
- Relace vlaku podle zvlášť vypracovaného přehledu (zeměpisná poloha vlaku v Evropě) – číslice na stovkové pozici.
- Číslice na tisícové pozici:

- 0 – vlaky o rychlosti do 120 km.h^{-1} ,
- 1 – vlaky spojů TEEM,
- 2 – vlaky s kombinovanou přepravou
- 3 – vlaky o rychlosti do 100 km.h^{-1} , které nejsou součástí sítě TEEM,
- 4 – vlaky o rychlosti do 80 km.h^{-1} ,
- 5 – vlaky nákladní průběžné (Pn),
- 6 – vlaky nákladní průběžné (Pn),
- 7 – vlaky Pn s jedním substrátem
- 8 – vlaky Pn s jedním substrátem ve velkoprostorových vozech,
- 9 – vlaky s prázdnými vozy (Vn).

Číslování vnitrostátních nákladních vlaků

Vnitrostátní nákladní vlaky se zásadně označují pětimístným číslem bez indexů. Jsou rozděleny do skupin dle kapitoly 4.4.

Ve skupinách se význam jednotlivých číslic mění:

- 50000 – 59999
 - Druh vlaku - číslice na jednotkové a desítkové pozici.
 - Obvod dráhy, kde vlak končí – číslice na stovkové pozici.
 - Obvod dráhy, kde vlak vychází – číslice na tisícové pozici.
- 60000 – 69999
 - Pořadové číslo a směr vlaku – číslice na jednotkové a desítkové pozici.
 - Obvod dráhy, kde vlak končí – číslice na stovkové pozici.
 - Obvod dráhy, kde vlak vychází – číslice na tisícové pozici.
- 70000 – 79999
 - Pořadové číslo a směr vlaku – číslice na jednotkové, desítkové a stovkové pozici.
 - Obvod dráhy, kde vlak vychází – číslice na tisícové pozici.

- 80000 – 89999

- Druh vlaku - číslice na jednotkové a desítkové pozici.
- Obvod dráhy, kde vlak končí – číslice na stovkové pozici.
- Obvod dráhy, kde vlak vychází – číslice na tisícové pozici.

Výchozí a končící dráha je i v ostatních skupinách označována tak, jak je popsáno u skupiny 50000 – 59999.

5 Třídění grafikonů

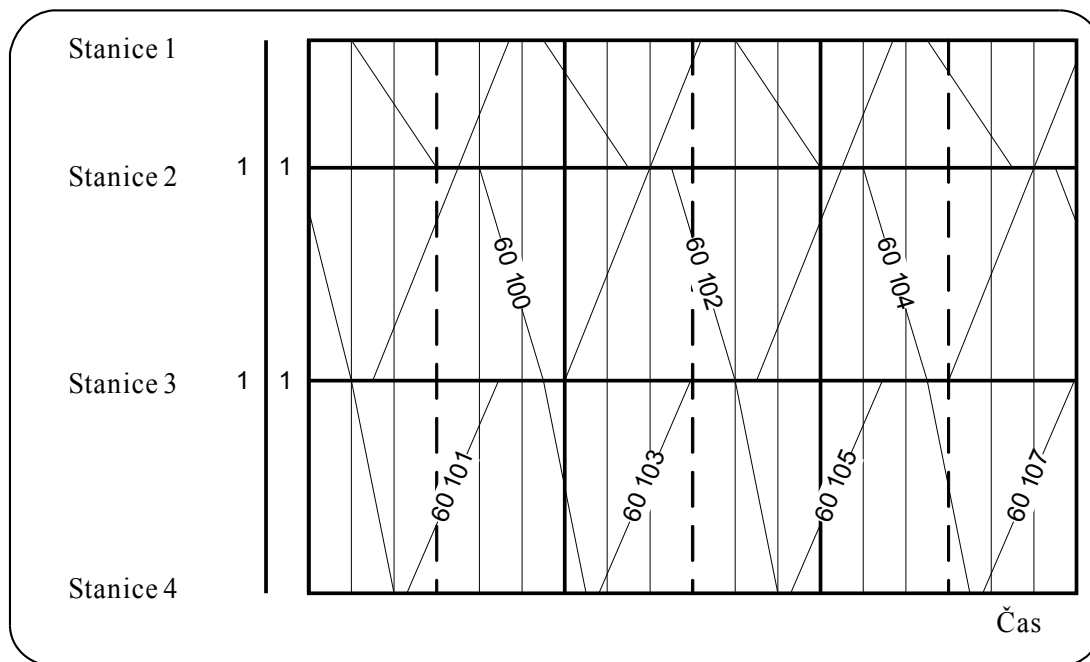
Druhy GVD rozdělujeme podle [1]:

- vzájemného poměru rychlosti jízdy vlaků,
- počtu traťových kolejí,
- poměru počtu vlaků jednoho a opačného směru,
- uspořádání jízd následných vlaků,
- trvání obsazení mezistaničních úseků,
- období platnosti GVD,
- stupně obsazení a využití propustnosti trati.

5.1 Rozdělení GVD podle vzájemného poměru rychlosti jízdy vlaků

5.1.1 Rovnoběžný

V rovnoběžném (paralelním) GVD mají všechny vlaky v určitém úseku stejnou jízdní dobu. Toho je zajištěno tím, že všechny vlaky mají stejné parametry – hmotnost, délku, druh, rychlost a výkon. Tento druh GVD patří mezi nejjednodušší (viz obr. 2).

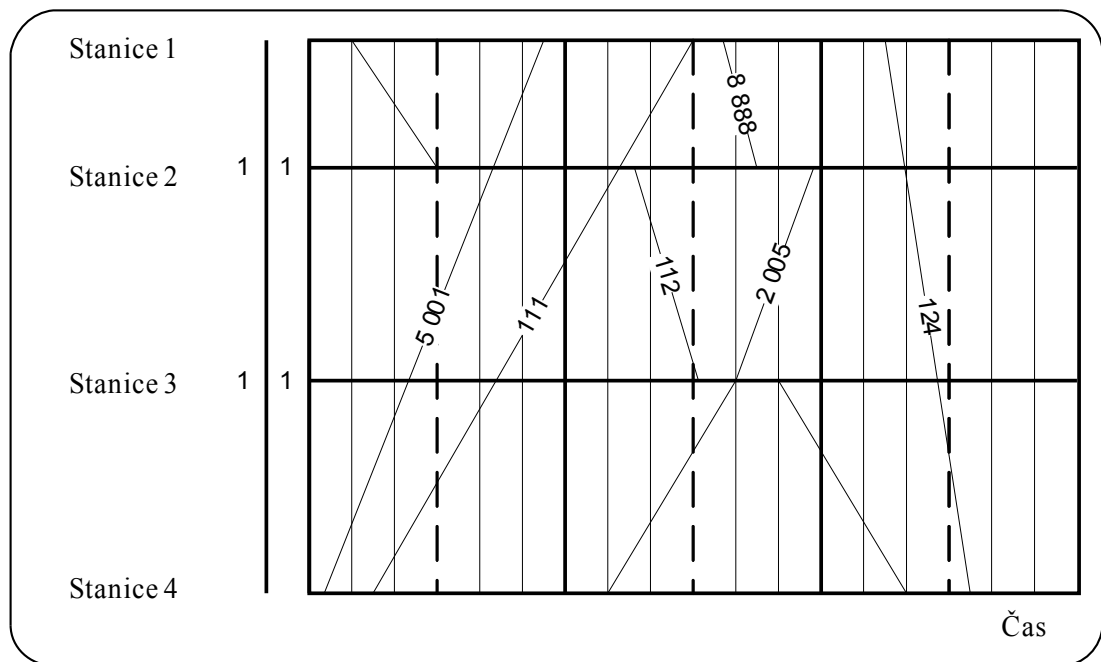


obr. 2 – rovnoběžný GVD (zdroj [1])

Trasy vlaků jsou v určitém mezistaničním úseku stejně strmé, rovnoběžné a nedochází k předjíždění. V praxi se rovnoběžný druh grafikonu používá například v Pražském metru nebo jinde, kde jsou v provozu vlaky stejného druhu.

5.1.2 Nerovnoběžný

V nerovnoběžném (komerčním, normálním) GVD nejsou trasy vlaků stejného směru rovnoběžné, protože jízdni doby vlaků jsou rozdílné. To je způsobeno tím, že všechny vlaky nemají stejné parametry, jak bylo zmíněno u rovnoběžného GVD. Kvůli tomu může docházet k předjíždění vlaků ve stanicích nebo výhybnách (viz obr. 3).



obr. 3 – nerovnoběžný GVD

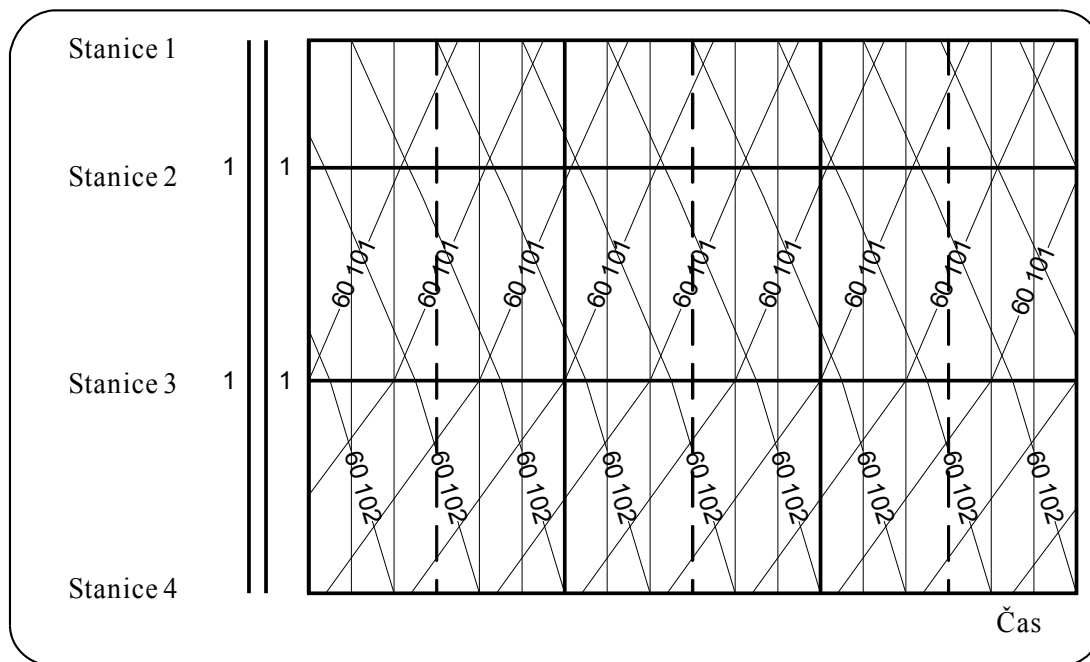
5.2 Rozdělení GVD podle počtu traťových kolejí

5.2.1 Jednokolejný

Vlaky obou směrů jezdí střídavě po jedné traťové koleji. Protijedoucí vlaky se smí setkat pouze ve stanicích nebo výhybnách. Mezi stanicemi se trasy vlaků nesmí křížit. Vhodné rozmístění míst křížování i vhodné navržení poloh vlaků ovlivňuje kvalitu jízdního řádu. Jednokolejný GVD je vykreslen na obr. 2.

5.2.2 Dvoukolejný

Pro vlaky stejného směru je vyhrazena jedna traťová kolej. Nejvíce se používá pravostranný nebo pravokolejný provoz. Levokolejný provoz se používá pouze ve výjimečných případech. Trasy vlaků obou směrů se mohou protínat nejen ve stanicích a výhybnách, ale i mezi stanicemi na tratích (viz obr. 4). Vlaky opačných směrů jsou na sobě tudíž nezávislé, vlaky stejných směrů se mohou předjíždět jako u jednokolejného GVD pouze ve stanicích a výhybnách.

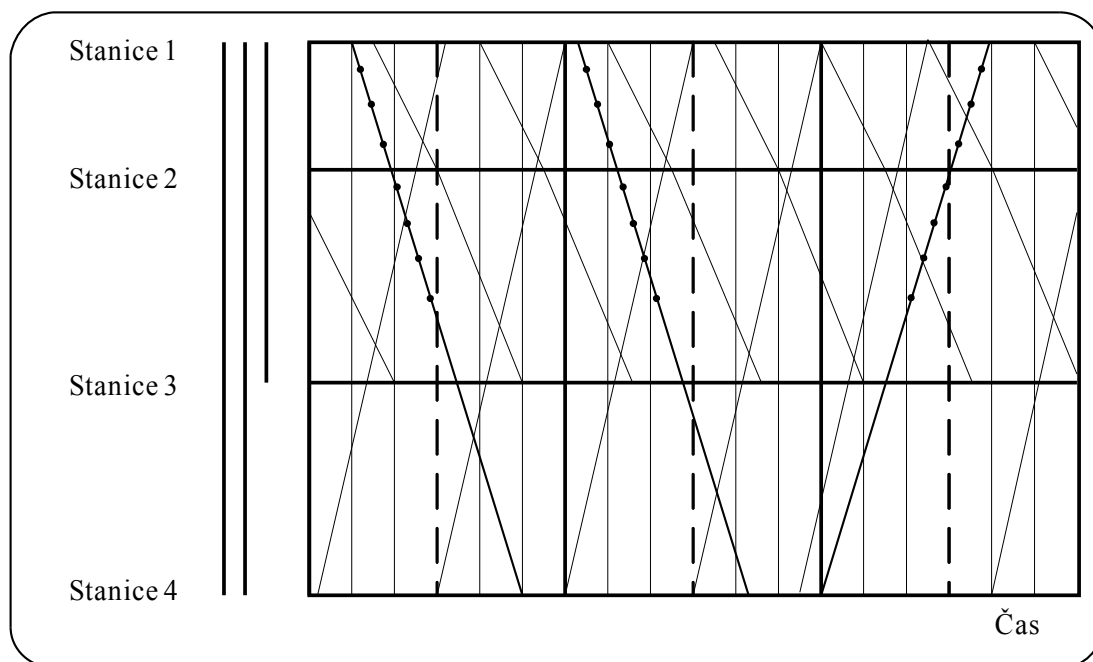


obr. 4 – dvoukolejný rovnoběžný GVD (zdroj [1])

Zvláštním typem dvoukolejné trati je tzv. *banalizovaná dvoukolejná trať*, která umožňuje zabezpečenou jízdu vlaků po každé traťové koleji v obou směrech.

5.2.3 Vícekolejný

Patří sem trojkolejné úseky. Většinou po postranních kolejích jezdí vlaky jednoho a druhého směru. Po prostřední koleji (označuje se jako *nultá kolej*) jezdí vlaky v obou směrech. Tato často banalizovaná kolej je vyhrazena buď pro přetížený směr nebo pro určitý druh vlaku. Při větším počtu dochází k ještě větší specializaci jednotlivých kolejí (např. dvě koleje pro vlaky nákladní a s nízkou rychlostí, další koleje pro rychlejší vlaky, rychlíky). Vícekolejný GVD je vykreslen na obr. 5.



obr. 5 – vícekolejný nerovnoběžný GVD

5.3 Rozdělení GVD podle počtu vlaků jedním a opačným směrem

5.3.1 Párový

Počet vlaků je v obou směrech shodný.

5.3.2 Nepárový

Počet vlaků je v každém směru jiný. Nepárovost je důležitá hlavně v jednokolejných GVD. Je způsobena především různými nároky cestujících na přepravu v jednom nebo druhém směru. Silnější směr se označuje jako směr *ložený*, naopak slabší směr se označuje jako *prázdný* nebo také *opačný*.

Nepárovost GVD vyjadřujeme koeficientem nepárovosti γ_n jako poměr počtu vlaků ve směru loženém k počtu vlaků ve směru prázdném.

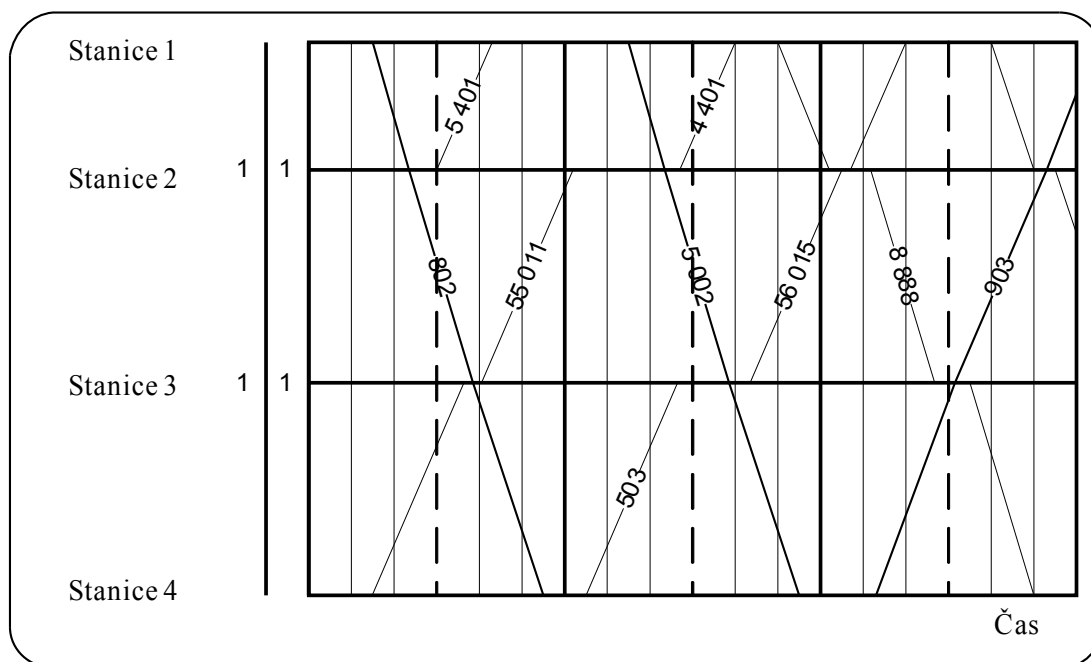
$$\gamma_n = \frac{N_{lož}}{N_{op}} \quad (3)$$

5.4 Rozdělení GVD podle uspořádání jízdy následných vlaků

Podle uspořádání jízdy následných vlaků rozlišujeme několik typů GVD.

5.4.1 Jednoduché uspořádání

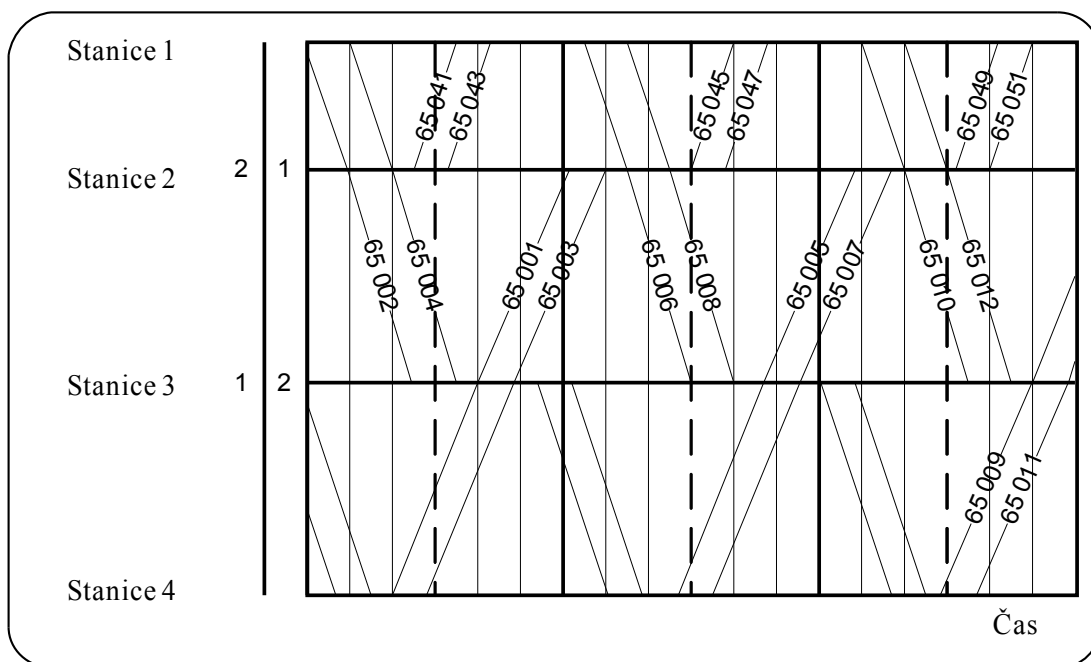
Nedochází k jízdě dvou nebo více vlaků jedním směrem za sebou. Vlaky se pravidelně střídají mezi jedním a druhým směrem (viz obr. 6).



obr. 6 – jednoduchý jednokolejný GVD

5.4.2 Skupinové uspořádání

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



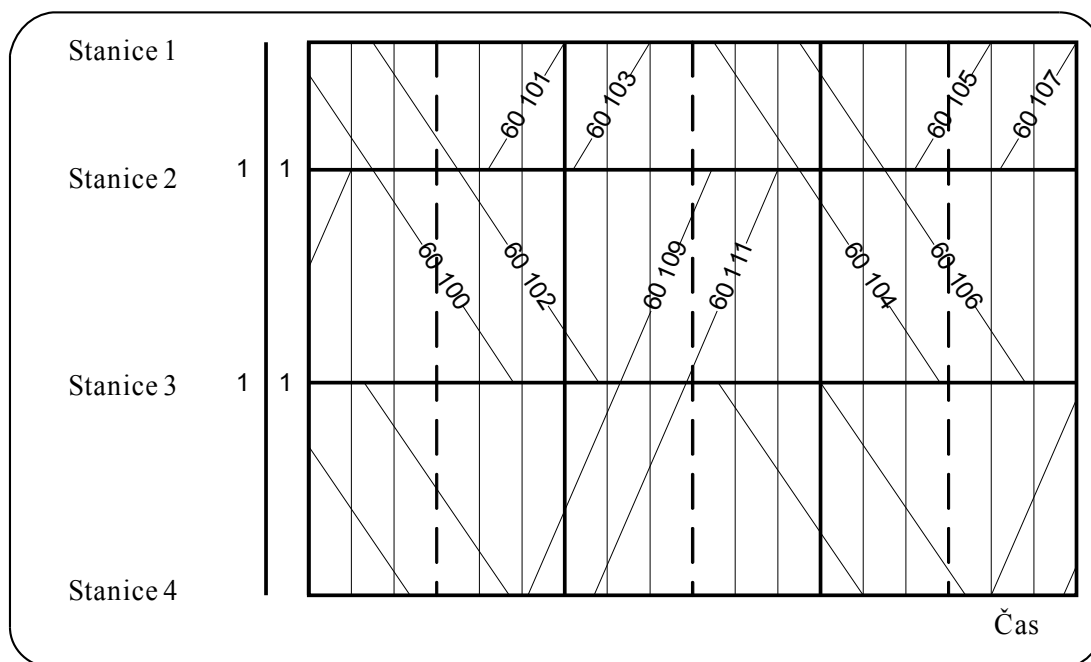
obr. 7 – skupinový jednokolejný GVD (zdroj [1])

5.4.3 Svazkové uspořádání

V mezistaniční vzdálenosti se může nacházet na jedné traťové koleji více vlaků, protože trať je rozdělena oddílovými návěstidly na *prostorové oddíly*⁶. Při svazkovém GVD je tedy podmínkou pro vytváření svazků vlaků existence hlásek, hradel nebo oddílových návěstidel automatického bloku.

V případě, že by všechny vlaky jednoho i opačného směru byly dopravovány ve svazcích, vznikl by úplně svazkový GVD, ve kterém je možno provážet větší počet vlaků. Výhodou tohoto GVD je, že propustná výkonnost roste. Na druhou stranu zde ovšem dochází k velkému zdržení vlaků ve stanicích, které je způsobeno čekáním na protijedoucí vlaky. Z toho vyplývá, že nevýhodou tohoto GVD je snižující se úseková rychlost vlaků. Vykreslený svazkový grafikon naleznete na obr. 8..

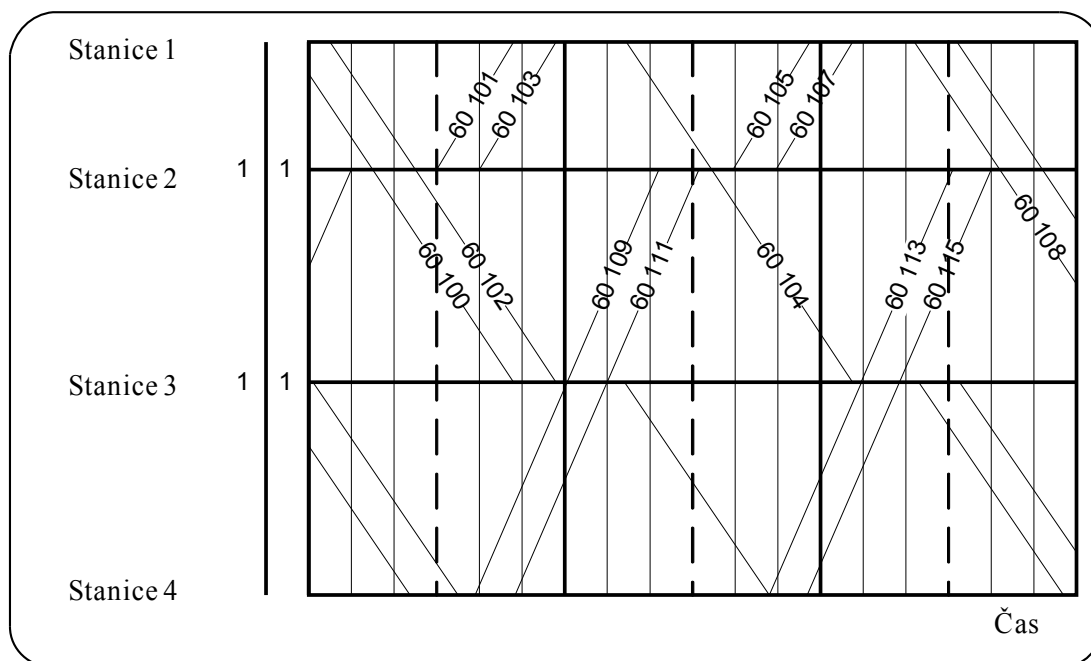
⁶ Prostorový oddíl je definován jako část trati mezi dopravními. V prostorovém oddílu smí být za normálních okolností vždy nejvýše jeden vlak.



obr. 8 – svazkový jednokolejný GVD (zdroj [1])

5.4.4 Částečně svazkové uspořádání

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



obr. 9 – částečně svazkový jednokolejný GVD

Stupeň svazkovosti GVD vyjadřuje *koeficient svazkovosti* γ_{sv} jako poměr počtu vlaků jedoucích ve svazcích N_{sv} k celkovému počtu vlaků N :

$$\gamma_{sv} = \frac{N_{sv}}{N} \quad (4)$$

5.5 Rozdělení GVD podle trvání obsazení mezistaničních úseků

5.5.1 Identické trvání

Doba obsazení všech mezistaničních úseků je shodná. Doba obsazení dvojicí vlaků se označuje jako *perioda grafikonu*. Na dvoukolejných tratích je dobou obsazení jedním vlakem hodnota *následného mezidobí*⁷. U identických GVD jsou časové hodnoty následných mezidobí ve všech prostorových oddílech stejné.

5.5.2 Neidentické trvání

Na jednokolejných tratích jsou hodnoty period v různých mezistaničních úsecích rozdílné. Na dvoukolejných tratích se hodnoty následných mezidobí v různých prostorových oddílech mění také. Neidentické GVD se běžně používají. Pro vyjádření stupně neidentičnosti se zavádí *koeficient neidentičnosti* i_{gr} . Je to poměr mezi průměrnou dobou obsazení t_{obs} mezistaničních úseků a nejdelší doby obsazení $t_{obs\ max}$. Koeficient neidentičnosti se dá vyjádřit také jako poměr mezi součtem dob obsazení všech mezistaničních úseků T_{obs} a nejdelší dobou obsazení $t_{obs\ max}$ vynásobenou počtem mezistaničních úseků k .

$$i_{gr} = \frac{t_{obs}}{t_{obs\ max}} = \frac{T_{obs}}{k \cdot t_{obs\ max}} \quad (5)$$

5.6 Rozdělení GVD podle období platnosti

5.6.1 Základní období platnosti

Grafikon platí po dobu platnosti, u Českých drah je to období jednoho roku.

⁷ Následné mezidobí se udává v minutách a stanoví se vždy pro konkrétní kombinaci dvou druhů vlaků. Je definováno jako nejkratší čas mezi odjezdem nebo průjezdem prvního vlaku ze stanice nebo dopravní a odjezdem nebo průjezdem následujícího vlaku z téže stanice nebo dopravní po téže traťové koleji do téhož prostorového oddílu za podmínky dodržení pravidelných jízdních dob a pobytů [6].

5.6.2 Dočasné období platnosti

Tento typ GVD má omezenou platnost. Nejčastěji se lze setkat s výlukovým grafikonem, který je zpracován pro výluky⁸ traťových kolejí nebo skupin staničních kolejí. Takovýto GVD platí jen po dobu trvání výluky.

5.7 Rozdělení GVD podle stupně obsazení a propustnosti trati

Podle stupně obsazení a využití propustnosti trati dělíme GVD na:

- Slabě obsazené – s nevyužitou propustností.
- Středně obsazené – s využitou normativní propustností.
- Přetížené – s nadměrným využitím propustnosti

Míru obsazení vyjadřuje *stupeň obsazení* S_o , které vypočteme jako poměr celkového času obsazení T_{obs} k celkovému výpočetnímu času T (většinou 24 hodin), zmenšené o prodlevy T_{vyl} (jsou zapříčiněny například opravami, údržbou) a obsazení stálými manipulacemi $T_{stál}$.

$$S_o = \frac{T_{obs}}{T - (T_{vyl} + T_{stál})} \quad (6)$$

Za efektivně obsazený GVD se pokládá takový, který vykazuje stupeň obsazení $S_o = 0,5 - 0,67$.

Využití propustnosti vyjadřuje procentuální parametr využití *praktické propustnosti* K_{prakt} , který vypočteme jako poměr mezi počtem pravidelných vlaků N_{prav} k praktické propustnosti n .

$$K_{prakt} = \frac{N_{prav}}{n} \cdot 100 \quad (7)$$

Normativní propustnost vyjadřuje využití propustnosti pravidelnou dopravou na 90%.

8 Pojem výluka označuje plánované či neplánované zastavení nebo omezení provozování některého prvku železniční infrastruktury, případně i jiného prvku železniční dopravy. Rozdělení výluk je uvedeno v [3].

6 Časové prvky GVD

Základní časovou jednotkou používanou v GVD Českými drahami je *půlminuta*. Všechny časové údaje a časové prvky se zaokrouhlují na půlminuty nahoru. V časovém údaji se půlminuty oddělují čárkou. V některých železnicích je možno se setkat i se zaokrouhlováním na desetiny minuty nebo i celé minuty.

Dělení časových prvků grafikonu [1]:

- jízdní doby v prostorových oddílech,
- pobyty vlaků v dopravnách a na trati,
- provozní intervaly,
- následná mezidobí,
- normativy pobytu hnacích vozidel ve stanicích s lokomotivními depy.

6.1 Jízdní doby v prostorových oddílech

Jízdní doba je časový úsek potřebný k tomu, aby vlak projel vzdálenost mezi dvěma dopravnami, stanicemi nebo mezi dopravnou a místem na širé trati, kde zastavuje nebo se rozjíždí. Součet jízdních dob mezi výchozí a cílovou stanicí vlaku se definuje jako *celková jízdní doba*.

Jízdní doba začíná od okamžiku, kdy je vlak uveden do pohybu a končí zastavením vlaku. U projíždějících vlaků jízdní doba začíná okamžikem, kdy čelo vlaku míjí odjezdové návěstidlo příslušného oddílu. Pokud stanice nemá odjezdové návěstidlo, určuje se počátek jízdní doby pomocí námezníku odjezdové koleje na odjezdové straně. U projíždějících vlaků jízdní doba končí, když čelo vlaku míjí návěstidlo následujícího prostorového oddílu (nebo námezník odjezdové koleje na odjezdové straně).

Jízdní doby dělíme na:

- *Teoretické* – vypočítané s přesností nejméně na 0,1 min. Zjišťují se pro:
 - určitou řadu hnacího vozidla,
 - určitý druh a velikost zátěže,

- určitý traťový úsek,
- určitý průběh největší dovolené rychlosti vlaku.
- *Pravidelné* – jsou závazné pro sestavu jízdního řádu. Jsou vypočítané s ohledem na stanovenou normu zatížení a řadu hnacího vozidla a musí v nich být zahrnut vliv dočasných omezení rychlostí, která jsou zavedena v době platnosti daného jízdního řádu.
- *Krátké* – nesmějí se použít při konstrukci trasy vlaku. Krátké jízdní doby jsou teoretické pro padesátiprocentní technické normy zatížení hnacího vozidla nezvětšené o žádnou přírážku. Neberou ohled na vliv dočasných omezení rychlostí.

6.2 *Pobyty vlaků v dopravnách a na trati*

Pobyty v dopravnách jsou nejkratší časy potřebné ke splnění všech technologických činností v dopravně u všech vlaků. Množství a doba pobytů musí být optimální, aby se:

- Krátký pobyt způsobuje nepravidelnosti v plynulosti vlakového proudu.
- Dlouhý pobyt je nevhodný, snižuje úsekovou a cestovní rychlost a způsobuje poruchy pro velké požadavky na využití propustnosti stanic.

Proto se pro stanovení času stráveného v dopravnách používá střední hodnota, aby bylo docíleno příznivé cestovní rychlosti a dobrého využití propustnosti stanic a tratí. Je výhodné slučovat pobyty do co nejmenšího počtu stanic a omezovat tak počet pobytů.

Důvody pobytů vlaků ve stanicích, dopravnách, stanovištích a na trati:

- *Technické* – časy potřebné ke splnění všech technologických činností (například výměna hnacího vozidla, technická prohlídka vozidel, provozní ošetření lokomotiv, střídání vlakového personálu, úplá zkouška průběžné brzdy).
- *Přepravní* – časy potřebné na vykonání cestovních a přepravních činností (nástup, výstup a přestup cestujících, příkládka a vykládka, celní a pasové formality).
- *Dopravní* – časy potřebné na dopravní úkony (křižování a předjíždění vlaků, informování vlakového personálu, jiné úkony)

6.3 *Provozní intervaly*

Jedná se o nejkratší možný čas mezi jízdami dvou po sobě následujících vlaků přes místo

možného vzájemného ohrožení.

Dle [5] se provozním intervalem v železniční dopravě rozumí nejkratší čas, který je potřebný pro splnění všech úkonů předepsaných pro zajištění plynulé jízdy vlaků a bezpečnosti v místech jejich možného vzájemného ohrožení. Provozní intervaly zkoumáme v dopravnách a některých dalších stanovištích na širé trati, například v odbočkách, kolejových splítkách⁹ a kolejových křižovatkách (nejsou-li zároveň dopravnami), ve stanicích s jednostranným nástupištěm na dvoukolejných tratích, v nákladištích a na vlečkách, kde se obsluhující vlaky uzavírají, aby mohla probíhat vlaková doprava.

Rozdělení provozních intervalů:

- Staniční provozní intervaly se dále dělí na:
 - interval křižování,
 - interval postupných vjezdů,
 - interval postupného vjezdu a odjezdu,
 - interval postupného odjezdu a vjezdu,
 - interval postupných odjezdů,
- Traťové provozní intervaly se dále dělí na:
 - interval následné jízdy,
 - interval protisměrné jízdy.

Existují dále intervaly na nástupištích, které se zkoumají tam, kde může dojít k ohrožení cestujících při výstupu či nástupu. Například se s nimi lze setkat ve stanicích (nepersonizované stanice) nebo na trati (zastávky na dvoukolejných tratích, kde je pro přístup k jednomu z nástupišť nutný vstup do jedné z traťových kolejí).

6.4 Následné mezidobí

Následné mezidobí se udává v minutách a stanoví se vždy pro konkrétní kombinaci dvou druhů vlaků. V případě, že mají dva druhy vlaků stejné parametry rychlosti, stejné předepsané pobyty, stejné délky soupravy apod. (např. vlak kategorie rychlík a InterCity), lze je považovat

⁹ Kolejová splítka je úsek železniční nebo tramvajové trati, kde dochází k průniku průjezdného průřezu vozidel dvou (výjimečně i více) souběžných kolejí [19].

za vlak stejného druhu. Je definováno jako nejkratší čas mezi odjezdem nebo průjezdem prvního vlaku ze stanice nebo dopravní a odjezdem nebo průjezdem následujícího vlaku z téže stanice nebo dopravní po téže traťové koleji do téhož prostorového oddílu za podmínky dodržení pravidelných jízdních dob a pobytů [6].

6.5 Normativy pobytu lokomotiv ve stanicích s lokomotivními depy

Hnací vozidlo je neoddělitelnou součástí vlaku, proto je potřeba zabezpečit provozní ošetření a doplňování provozních hmot. Tyto činnosti se v grafikonu vlakové dopravy zohledňují také. Z potřeby provozního ošetření a doplnění provozních hmot se odvozuje délka nutného času na pobyt hnacího vozidla ve stanici, kde se tyto činnosti vykonávají (zpravidla domovské lokomotivní depo¹⁰ nebo vratné lokomotivní depo). Více informací o této kapitole naleznete v [1] a [7]. Problematika je rozsáhlá a přesahuje hranice tohoto textu.

¹⁰ Lokomotivní depa zajišťují provoz hnacích vozidel po stránce technické i organizační. Jejich úkolem je zajistit, aby hnací vozidla byla v dobrém technickém stavu, byla doplněna provozními látkami a včas byla přistavena podle potřeby dopravy k vykonání provozního výkonu. Podle druhu hnacích vozidel, obhospodařovaných daným lokomotivním depem, se rozeznávají lokomotivní depa motorová, elektrická a smíšená.

7 Komerční aplikace zabývající se GVD

Důležitým projektem, který se zabývá konstrukcí grafikonu vlakové dopravy je informační systém *SENA – Sestava nákresného jízdního řádu výpočetní technikou*. Program *SENA* byl vyvinut pracovníky Univerzity Pardubice a Žilinské univerzity pod vedením prof. Ing. Karla Šotka, CSc.

Na trhu existuje několik firem, které se soustředí na vývoj aplikací, které pracují, navrhují nebo sestavují grafikon vlakové dopravy. K předním zástupcům patří česká Obchodní skupina Oltis Group. Skupinu tvoří volné uskupení softwarových firem, které spolu úzce spolupracují s cílem poskytovat komplexní služby v oblasti informačních technologií pro dopravu a logistiku. Zaměřují se na nejrozsáhlejší projekty v České republice (úzce spolupracující s institucemi a společnostmi jako například České dráhy, a.s., Ministerstvo dopravy České republiky, ČD - Telematika a.s., atd.) i v zahraničí, především ve Slovenské republice a v Polsku. Produkty, které se zabývají problematikou grafikonu vlakové dopravy od firmy Oltis, jsou například *GRAFIKON – Sestava jízdních řádů* nebo *GVD – Software pro tvorbu jízdních řádů*.

7.1 Sestava nákresného jízdního řádu výpočetní technikou

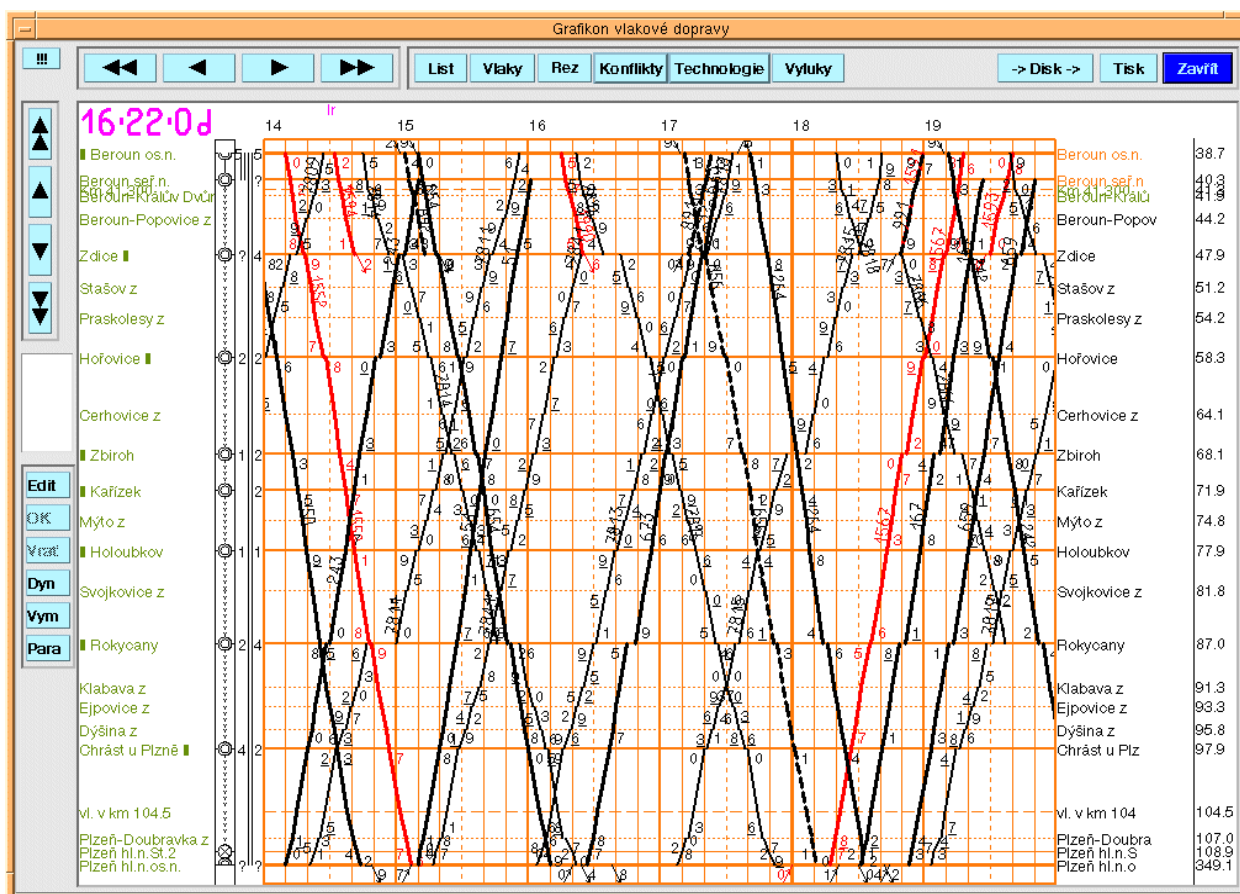
Informační systém *SENA* (Sestava nákresného jízdního řádu výpočetní technikou) je na Českých drahách, a.s. v celosíťové realizaci od roku 1996, kdy byl tento systém nasazen pro konstrukci grafikonu vlakové dopravy 1997/98 ve všech oblastních střediscích konstrukce Grafikonu vlakové dopravy (Praha, Plzeň, Olomouc). Projekt zásadně přerostl svým obsahem i rozsahem původní zadání: konstrukci listu grafikonu vlakové dopravy a na něj navazujících základních pomůcek GVD. Je základem pro tvorbu všech částí *Plánu základního řízení dopravního provozu železnice* (Grafikonu vlakové dopravy a většiny jeho pomůcek, včetně *Plánu vlakovorby osobních i nákladních vlaků* a *Plánu oběhů vlakových náležitostí*). Je významným integrátorem při zabezpečení přímých vazeb mezi jednotlivými informačními systémy divize dopravní cesty a divize obchodu a provozu [11] [12] [21].

Informační systém *SENA* se člení na tři hlavní části:

- Grafický editor standardních dat expert – editace a údržba datové základny standardních dat o železniční síti ČD, potřebných pro tvorbu grafikonu vlakové dopravy.

- Tvorba grafikonu vlakové dopravy (jádro *IS SENA*) – základní činnosti a moduly spojené s tvorbou Grafikonu vlakové dopravy, například:
 - Umožňuje tvorbu jízdnicích řádů včetně dokumentace přenosů vlaků pomocí protokolů.
 - Umožňuje výpočet jízdnicích dob.
 - Zajišťuje výpočet propustností tratí.
 - Je v něm obsažen simulační modul.
 - Obstarává tvorbu seznamu vlaků pro staniční a traťové zaměstnance.
 - Umožňuje tvorbu vývěsných listů příjezdů a odjezdů vlaků ve stanicích.
 - Zabezpečuje komunikaci s Centrálním editorem vlaků (*CEV*).
 - Poskytuje možnost tvorby tras vlaků v listu grafikonu vlakové dopravy s ohledem na obsazení jednotlivých dopravních kolejí ve stanicích.
 - Grafická indikace druhu vlaku z *CEV* přímo v listě GVD (včetně označení nekorektně zadaných vlaků).
 - Možnost interaktivního vyhledávání konfliktů přímo při grafické editaci vlaků.
 - Generování sešitového jízdnicího řádu.
 - Generování knižnicího jízdnicího řádu.
- Centrální editor vlaků (*CEV*) [20] – softwarový systém Českých drah, jehož základní funkcí je pořizování a údržba údajové základny vlaků ve fázi návrhu jízdnicího řádu. Je úzce spjat nejen se systémem *SENA*, ale i se systémem *ASO* (Automatizovaný systém oběhů). Systém vyžaduje práci v síti intranetu ČD, je průběžně modifikován a vylepšován. Jsou do něj přidávány nové nebo vylepšovány jednotlivé moduly. Rozsáhlejší popis systému naleznete v příloze G diplomové práce. Mezi stěžejní moduly *CEV* patří:
 - editor vlaků,
 - výměna dat se systémy *ASO* a *SENA*,
 - výměna dat s mezinárodním systémem *Pathfinder*,
 - export dat do výměnných souborů

- tvorba Plánu řazení nákladních vlaků,
- tvorba Oddílu 3 a 4 Plánu vlakotvorby,
- tvorba Přehledu omezení jízdy vlaků,
- tvorba vlakových průvodů,
- tvorba Přehledu vlaků SC, EC, IC, Ex a R (součást knižního jízdního řádu).



obr. 10 – konstrukce nákrešného jízdního řádu IS SENA (zdroj [21] [22])

7.2 Grafikon – sestava jízdních řádů

Tento produkt firmy Oltis je podpůrná aplikace pro řízení provozu železnic. Aplikace *Grafikon* je tvořena několika částmi zaměřenými na přípravu dat grafikonu vlakové dopravy. Tvoří výstupní produkty jakými jsou pro cestující veřejnost jízdní řády tratí a pro provozovatele dopravy pomůcky organizování vlakové dopravy v podobě sešitových jízdních řádů, seznamů vlaků pro zaměstnance a listů GVD [13].

Součástí aplikace nejsou výpočty základních údajů jako např. jízdní doba vycházející

z charakteristik hnacího vozidla, soupravy a tratě. Výsledná data sestavy grafikonu vlakové dopravy lze přímo vytisknout, exportovat do souborů stanovené struktury nebo do prostředí editoru MS Word k závěrečným doplněním a tisku.

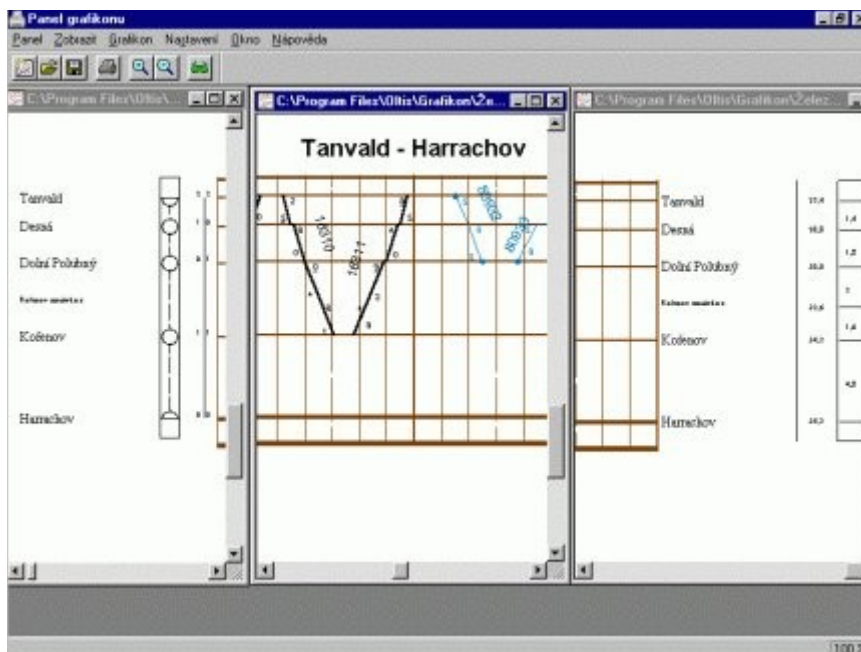
Aplikace je určena především pro provozovatele jedné nebo skupiny několika železničních tratí s nižším počtem vlaků. Je vyvinuta v programovacím prostředí MS Visual C++ a určena pro operační systém MS Windows. Využívá aplikace MS Word a MS Access z balíčku MS Office. S databází spolupracuje pomocí rozhraní ODBC.

Jednotlivé funkcionality produktu *Grafikon*:

- Editace parametrů vlaku, konstrukce vlaků – umožňuje základní operace nad vlakem a to zadání nového vlaku s možností použití jiného záznamu k vytvoření kopie, smazání záznamu nebo editaci jeho údajů.
- Vytyčení trasy vlaků – grafickým editorem železniční sítě umožňuje určit trasu s označením konkrétních pojižděných dopravních bodů a tím získání vzdáleností a kilometrických poloh.
- Určení časové polohy vlaku – určení časového údaje příjezdu, odjezdu, průjezdu, pobytu vlaku.
- Možnost efektivně pracovat s kalendářem vlaků – umožňuje založit nový kalendář, pojmenovat, zrušit nepoužívaný nebo již založené kalendáře opakovaně editovat.
- Generování sešitového jízdního řádu – umožňuje sestavení seznamu tratí označením úseků v grafickém editoru železniční sítě, jejich očíslování a pojmenování s definováním odchýlného vzhledu konkrétních sloupců nebo řádků dopravních bodů. Pro sestavený seznam tratí tvořících jeden sešitový jízdní řád zajišťuje generování do formátu *RTF* s možností dalších úprav v tomto prostředí a provedení vlastního tisku.
- Generování knižního jízdního řádu – umožňuje sestavení seznamu tratí označením úseků v grafickém editoru železniční sítě, jejich očíslování, pojmenování, definování vzhledu konkrétních řádků, generování řádku příjezdu. Pro sestavený seznam tratí zajišťuje generování do formátu *RTF*. A to listu standardního, obousměrného nebo půleného vzhledu s možností dalších úprav editorem tohoto prostředí, provedení vlastního tisku.
- Sestavení seznamu vlaků pro staniční zaměstnance – umožňuje vybrat konkrétní stanici, stanoviště a doplnit popis, zadat platnost seznamu, provést výběr trasovaných vlaků

s možností doplnění krátké jízdní doby ze sousední stanice a přidat poznámky. Opět sestavený seznam dovede exportovat do formátu *RTF* a vytisknout.

- Sestavení seznamu vlaků pro traťové zaměstnance – umožňuje vybrat konkrétní dopravní bod na traťové koleji, doplnit popisný text ke stanovišti, zadat platnost seznamu, provést výběr trasovaných vlaků s možností doplnění krátké jízdní doby ze sousedního dopravního bodu a přidat poznámky. Opět sestavený seznam dovede exportovat do formátu *RTF* a vytisknout.
- Export a import sestaveného jízdního řádu – exportování dat sestaveného jízdního řádu pro stanovené druhy, skupiny nebo konkrétně označené vlaky do souborů se stanoveným obsahem a formátem. Importování dat z těchto souborů, vytvořených exportem nebo převzatých z jiného systému. Zajišťuje uložení do databáze (MS Access) při současném vytvoření kontrolního záznamu nekorektnosti a neúplnosti popisu vlaků.
- Vygenerování listu GVD – grafickým editorem železniční sítě umožňuje určení trasy s označením konkrétních pojížděných dopravních bodů. V jednom otevřeném listu GVD umožňuje přidání více tratí, změny a doplnění popisných údajů o listu, provozovateli, určení rozsahu časového zobrazení, vzdálenost os od sebe, skrytí dopravního bodu, individuální nastavení vzdáleností, období dopravního klidu a standardní operace zvětšování/zmenšování pohledu, přesouvání v čase, práce s více otevřenými listy. Pro sestavený list GVD zajišťuje nastavení parametrů a předání dat k tisku.



obr. 11 – náhled aplikace *Grafikon* – list GVD (zdroj [13])

7.3 GVD – software pro tvorbu jízdních řádů

Tato aplikace firmy Oltis je určena pro osobní přepravu na železnicích. *GVD* je software pro automatizovanou tvorbu jízdních řádů pro veřejnou přepravu osob, především pro systémy městské a příměstské dopravy. Slouží k sestavení plánu dopravy pro jeden nebo více druhů dopravy. Umožňuje efektivním způsobem vytvářet grafikony vlakové dopravy a variabilním způsobem zajišťuje vytváření výstupů aplikace (tiskové výstupy jízdního řádu do prostředí MS Excel) [14].

Jednotlivé funkcionality aplikace:

- zpracování jízdních řádů v grafickém nebo alfanumerickém prostředí,
- vyhodnocení sestavených jízdních řádů,
- vyhotovení výstupů jízdních řádů do prostředí MS Excel umožňujících přizpůsobení specifickým požadavkům a elektronickou distribuci,
- vyhotovení provozně-ekonomických sestav dle konkrétních požadavků,
- automatizovaný export dat do informačních systémů ve vozidlech dopravce, pro cestující a dalších.

Aplikace *GVD* umožňuje sledovat kvalitu navrženého časového plánu ve vztahu ke koordinaci linek jednoho či více druhů doprav v uzlech a na úsecích dopravní sítě. Správnost navrženého jízdního řádu je možno testovat širokým aparátem kontrol. Nastavení časové platnosti prvků systému (zastávky, linky, trasy, vedení linek a grafikonů) umožňuje sledovat aktuální stav provozu pro každý den.

8 Komponenta GVD a testovací aplikace

Praktická část diplomové práce spočívá v návrhu a implementaci komponenty GVD, která umožňuje prohlížení nákrešného jízdního řádu vlaků. Komponenta zobrazuje list grafikonu pro zadaný traťový úsek a vybrané vlaky podle volby uživatele. Vybraný list grafikonu je možno poslat na tiskárnu a vytisknout. Aby byla vyzkoušena funkce této komponenty, je zapotřebí ji otestovat. K tomuto účelu je vyvinuta i testovací aplikace, která prověřuje funkčnost a je schopna odhalit slabá místa komponenty.

Komponenta je vytvořena jako nezávislý modul, který je využitelný v mnoha jiných aplikacích, není tudíž závislá na metodě načítání vstupních údajů. Touto komponentou by mělo být možné doplnit již existující aplikace pro zobrazení nákrešných jízdních řádů učitých vlaků a určitých úseků.

Praktická část je rozdělena do dvou částí:

- Vývoj komponenty GVD.
- Vývoj testovací aplikace s implementací komponenty.

Obě části jsou vyvinuty v programovacím prostředí Visual Studio 2005 v programovacím jazyce C#. Studenti katedry informatiky v dopravě mohou toto vývojové prostředí zdarma používat v rámci podmínek licenčního programu Microsoft Developer Network Academic Alliance. Pro analýzu a návrh tříd je použit volně šiřitelný (open source) produkt StarUML¹¹. Přílohou této práce je uživatelská dokumentace (příloha A diplomové práce) a programátorská nápověda (příloha B).

¹¹ StarUML - The Open Source UML/MDA Platform je vývojové prostředí pro návrh UML a dalších diagramů. Je volně šiřitelný a k dispozici například na domovské stránce <http://staruml.sourceforge.net/en>.

9 Komponenta GVD

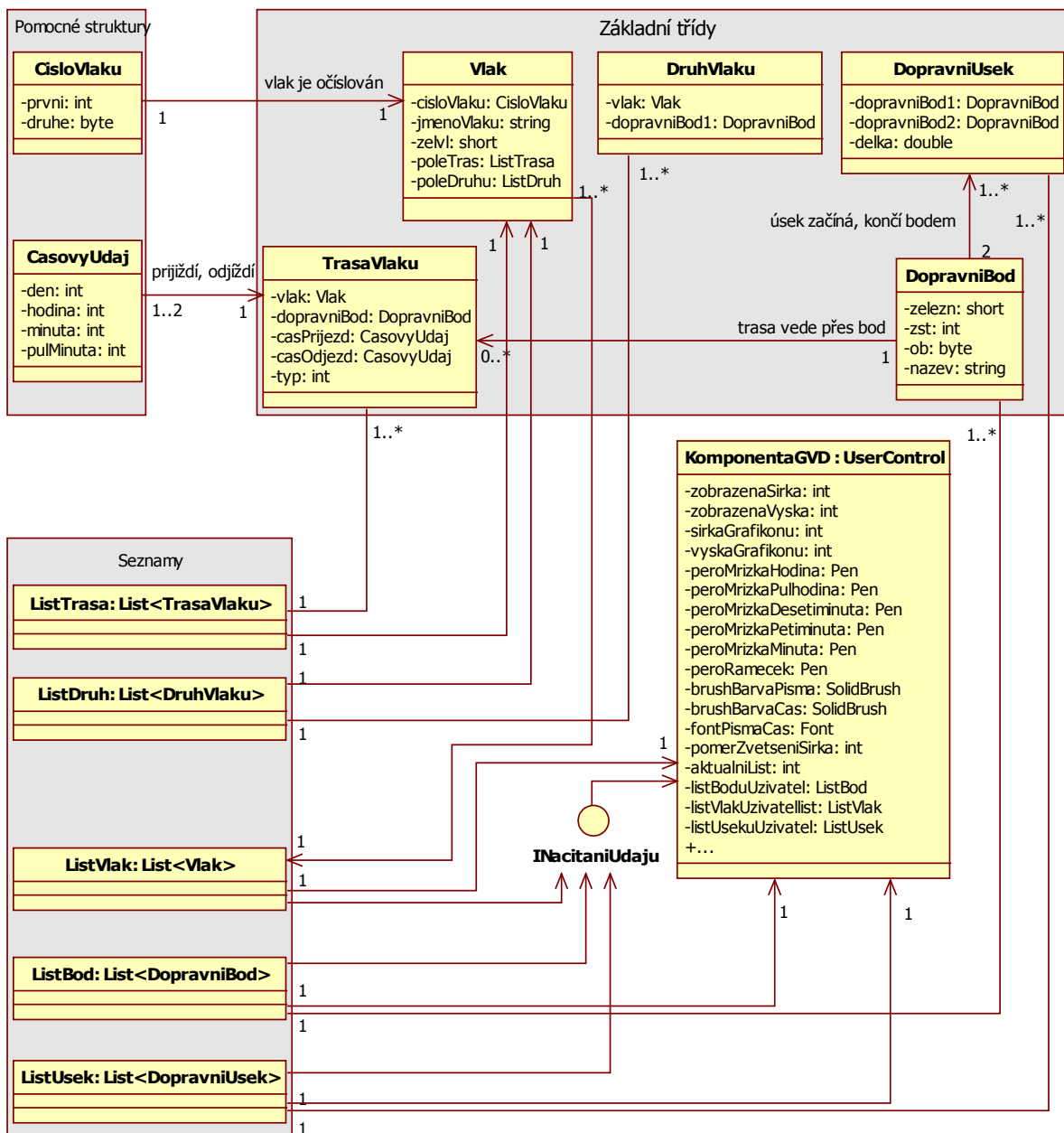
Hlavní činností a významem komponenty je vykreslování grafikonu vlakové dopravy, umožnění ho prohlížet a tisknout. Není přímo určena koncovým uživatelům, ale spíše programátorům, kteří s ní budou moci pracovat a využívat ji ve svých aplikacích. Pro příklad a pro otestování je použita v testovací aplikaci, která bude popsána v následujících kapitolách.

9.1 Analýza komponenty

Pro komponentu byly navrženy jednotlivé datové struktury (třídy), které jsou dále využívány. Jsou základními stavebními kameny pro obě části praktické práce. Od základních tříd jsou odvozeny seznamy, se kterými pracuje hlavní třída *KomponentaGVD*. Konceptuální model je uveden na obr. 12.

V příloze C naleznete kompletní diagram tříd, které byly pro komponentu navrženy. V diagramu jsou zobrazeny relace a kardinalita¹² jednotlivých tříd mezi sebou.

¹² Kardinalita představuje omezení v počtu instancí druhé entity, které mají vztah s jakoukoliv instancí první entity. Definiuje se vždy maximální a minimální kardinalita. Minimální kardinalita může nabývat hodnot 0 nebo 1 a maximální kardinalita 1 nebo N (může se použít i *).



obr. 12 – konceptuální model komponenty GVD

9.1.1 Základní třídy

Základní třídy:

- *Vlak* – obsahuje informace o vlaku a metody, které s těmito informacemi manipulují. Každý vlak musí obsahovat číslo vlaku (viz dále struktura *CisloVlaku*) a kód vlastnické železnice (pro České dráhy je to 0054). Dále obsahuje seznam trasy vlaku a seznam druhů vlaku, které se mohou v průběhu trasy měnit. Volitelně je u některých vlaků

uvedeno jméno.

- *DruhVlaku* – určuje počátek a konec platnosti druhu (od-do dopravního bodu) daného vlaku. Každý vlak může během své trasy vystřídat několik druhů vlaku (například rychlík – InterCity – rychlík – soupravový vlak).
- *Trasavlaku* – obsahuje časový údaj příjezdu a odjezdu daného vlaku v daném dopravním bodě. Pokud vlak daným bodem projíždí, je vyplněn pouze časový údaj odjezdu.
- *DopravniBod* – udává informace o dopravním bodu (stanici). Každý dopravní bod musí obsahovat kód vlastnické železnice, evidenční číslo stanice, kód obvodu a název.
- *DopravniUsek* – zprostředkovává informace o dopravním úseku. Každý dopravní úsek musí obsahovat počáteční a koncový dopravní bod a vzdálenost mezi nimi v kilometrech.

9.1.2 Seznamy

Seznamy jsou odvozeny od základních tříd:

- *ListVlak* – obsahuje seznam vlaků, se kterými se může nadále pracovat. Je v něm definována veřejná třída pro porovnání dvou vlaků mezi sebou. Kritériem pro porovnání je číslo vlaku.
- *ListBod* – zahrnuje seznam bodů, se kterými je potřeba dále pracovat. Je v něm definována veřejná třída pro porovnání dvou dopravních bodů. Kritériem pro porovnání je číslo dopravního bodu složené z kódu vlastnické železnice, evidenčního čísla stanice a kódu obvodu.
- *ListDruh* – obsahuje seznam druhů vlaků. Tento seznam je připojen ke každému vlaku a určuje jak se druh vlaku průběhem trasy mění. Zahrnuje definici veřejné třídy pro porovnání dvou druhů vlaku. Kritériem pro porovnání je číslo vlaku.
- *ListTrasa* – obsahuje seznam tras vlaků. Tento seznam je připojen ke každému vlaku a určuje přes které dopravní body a v kterém čase vlak projíždí. Je v něm uvedena definice tří veřejných tříd pro porovnání dvou tras vlaků. Jejich počet je odvozen od potřeby porovnání trasy vlaku podle různých kritérií. Kritéria porovnání:
 - podle čísla vlaku a časového údaje,
 - podle samotného čísla vlaku,

- podle dopravního bodu.
- *ListUsek* – obsahuje seznam dopravních úseků, které se váží k dopravním bodům. Je v něm definována veřejná třída pro porovnání dvou dopravních úseků. Kritériem pro porovnání je počáteční a koncový dopravní bod úseku. Toto porovnání se používá pro rychlé nalezení a vrácení délky úseku požadovaného úseku.

9.1.3 Pomocné struktury a interface

Pomocné struktury:

- *CasovyUdaj* – obsahuje časový údaj ve formátu používaném v železniční dopravě Českými drahami.
- *CisloVlaku* – používá se k označování vlaků (viz kapitola 4.3). Je složeno z kódu vlastnické železnice (pro České dráhy je to 0054). Dále obsahuje maximálně pětimístné číslo vlaku a za lomítkem je jedna číslice, která se v listu grafikonu nevykresluje.

Důležitou třídou je interface¹³ *INacitaniUdaju*. Tento interface tvoří abstraktní předpis, v jakém formátu potřebuje komponenta dostávat vstupní údaje o vlacích, druzích, dopravních bodech, dopravních úsecích a trasách vlaků. Samotné komponentě nezáleží na tom, jakým způsobem uvedené informace získáme. Proto se stává nezávislou na metodě načítání vstupních údajů a na jejich formátu. Vstupní údaje mohou být uloženy například:

- v souboru na lokálním počítači (implementováno v testovací aplikaci),
- v databázi na lokálním počítači,
- v databázi umístěné na internetu nebo intranetu,
- ve vlastních datových strukturách.

Popis metod, které definuje interface *INacitaniUdaju*:

- *NacteniVlaku* – tato abstraktní metoda očekává načítání vlaků do seznamu vlaků. Ke každému vlaku musí být načten seznam druhů a seznam trasy. Výstupem metody musí být utříděný seznam vlaků podle čísla vlaku.
- *NacteniBodu* – definuje načítání dopravních bodů do seznamu, který je výstupem této

¹³ Interface neboli rozhraní definuje komunikaci mezi dvěma entitami (třídami) prostřednictvím abstraktního předpisu, který pouze popisuje metody, jejich vlastní implementaci však neobsahuje.

abstraktní metody. Výstupní seznam dopravních bodů musí být utříděn podle čísla dopravního bodu.

- *NacteniUseku* – abstraktní metoda pro načítání dopravních úseků. Očekávaným výstupem je seznam dopravních úseků seřazený podle počátečního a koncového dopravního bodu úseku.

Důvodem utřídění všech výstupních seznamů je zrychlení další práce a operací, které nad nimi budou prováděny. Po utřídění můžeme použít binární vyhledávání¹⁴, které má výhodnou logaritmickou výpočetní složitost. Binární vyhledávání probíhá podle kritéria, kterým je seznam utříděn.

Všechny tyto abstraktní metody musí být implementovány v potomkovi třídy *INacitaniUdaju*. Tomu se věnuje třída *ModulNacitani*, která je součástí testovací aplikace a bude popsána v následujících kapitolách.

9.2 Realizace komponenty

Nejdůležitější hlavní třídou je *KomponentaGVD*. Všechny předešlé třídy jsou v ní buď přímo nebo zprostředkovaně použity. Vývoj komponenty byl požadovaným výstupem této práce. Obsahuje vnitřní parametry, nastavení a metody, které slouží pro její ovládání. *KomponentaGVD* je potomkem třídy *UserControl*. Její design je tvořen pouze instancí třídy *Panel*, jehož atribut *Graphics* slouží jako kreslicí plátno GVD¹⁵.

9.2.1 Vnitřní atributy

Vnitřní atributy (stavové) obsahují současný stav a nastavení komponenty v čase, odvíjející se od operací a funkcí, které jsou nad komponentou vykonány. Tyto atributy se nedají měnit přímo, ale prostřednictvím metod, které jsou přístupné pro uživatele nebo programátora (zapouzdření). Tyto metody jsou vyjmenovány v následujících kapitolách.

Stavové atributy:

- *zobrazenaSirka* – ukládá šířku *Panelu* (šířka kreslicího plátna) v pixelech. Šířka se mění v závislosti na uživateli (měnění velikosti komponenty v aplikaci).

¹⁴ Binární vyhledávání (metoda půlení intervalu) je vyhledávací algoritmus pro nalezení zadané hodnoty v uspořádaném seznamu pomocí zkracování seznamu o polovinu v každém kroku. Má logaritmickou časovou složitost $O(\log n)$ [16].

¹⁵ Popis tříd *UserControl*, *Panel* a *Graphics* naleznete v literatuře [9] a [10].

- *zobrazenaVyska* – ukládá výšku *Panelu* (výška kreslicího plátna) v pixelech. Výška se mění v závislosti na uživateli (měnění velikosti komponenty v aplikaci).
- *sirkaGrafikonu* – ukládá efektivní šířku GVD v pixelech. Je to šířka „zajímavé“ oblasti, kde se dynamicky vykreslují jednotlivé jízdy vlaků. Vypočítá se tak, že od atributu *zobrazenaSirka* odečteme režijní vzdálenosti (*sirkaRamecku*, *sirkaRameckuStanice* – jejich definice je uvedena později).
- *vyskaGrafikonu* – ukládá efektivní výšku GVD v pixelech. Je to výška „zajímavé“ oblasti, kde se dynamicky vykreslují jednotlivé jízdy vlaků. Vypočítá se tak, že od atributu *zobrazenaVyska* odečteme režijní vzdálenosti (*sirkaRameckuCas*, *sirkaRamecku* – jejich definice je uvedena později).
- *pomerZvetseniSirka* – ukládá aktuální poměr zvětšení grafikonu na šířku. Tento atribut je použit pro rozeznávání situace, při jakém zvětšení (zmenšení) se mají zobrazovat pomocné popisky časové osy a mřížky.
- *aktualniList* – obsahuje informaci, jaký list si uživatel právě prohlíží. Pokud je v GVD pouze jeden list, jeho hodnota je stále jedna.

9.2.2 Vnitřní implementace

Vnitřní implementace komponenty je založena na přepočítávání reálných souřadnic zadaných objektů (vlaků, stanic, úseků) do souřadnic grafických a vykreslování požadovaných objektů na kreslicí plátno. Kreslicí plátno je implementováno třídou *Panel* a jejím atributem *Graphics*.

Přepočítávané souřadnice:

- Reálné:
 - na ose x je časová osa, která má elementární jednotku *půlminutu*.
 - na ose y jsou vypsány stanice, mezi nimiž je vzdálenost vyjádřená v kilometrech.
- Grafické souřadnice jsou na obou osách v pixelech.

Pro ukázkou přepočtu souřadnicových os z reálných na grafické je zde uvedena část zdrojového kódu:

```
private Point NaplnSouradnice(CasovyUdaj casovyUdaj, int poradiStanice, int[]
odDo) {
    // odDo[0] obsahuje hodinu, od které chceme grafikon zobrazit
    // odDo[1] obsahuje hodinu, do které chceme grafikon zobrazit
```

```

// casovyUdaj obsahuje čas odjezdu nebo příjezdu vlaku
// poradiStanice obsahuje pořadí stanice v seznamu listBoduUzivatel

// počet vykreslovaných hodin v GVD
int pocetHodin = odDo[1] - odDo[0];

// jedna půlminuta v pixelech
double pulminutaPixelu = sirkaGrafikonu / (120.0 * pocetHodin);

// jeden den v půlminutách
int denVpulminutach = 120 * 24;

//pro urceni souradnice y, kdyz neuvazujeme realnou vzdalenost stanic
int skok = vyskaGrafikonu / (listBoduUzivatel.Count - 1);

// výpočet souřadnice času na ose x v pixelech
souradniceCasu =
    (casovyUdaj.VratVPulminutach() - (odDo[0] * 120.0)) * pulminutaPixelu +
    sirkaRameckuStanice - ((aktualniList - 1) * denVpulminutach *
    pulminutaPixelu);

// vypočítání souřadnice stanice na ose y v pixelech
// poleVzdalenostiStanic obsahuje vzdálenosti v pixelech od první stanice
if (dodrzoVatVzdalenostStanic && listBoduUzivatel != null)
    souradniceStanice = poleVzdalenostiStanic[poradiStanice] + sirkaRamecku;
else
    souradniceStanice = skok * (poradiStanice) + sirkaRamecku;

//vraceni souradnice v podobě grafického bodu
return new Point((int)souradniceCasu, (int)souradniceStanice);
}

```

O vykreslení grafikonu na kreslicí plátno se starají vnitřní funkce. Uživatel ani programátor s nimi nepracují, provádějí se automaticky podle potřeby zobrazení:

- *Vykresleni* – nejnadhřazenejší metoda. Vykresluje rámečky kolem GVD a názvy stanic. Volá metody *VykresleniPozadi* a *VykresleniVlaku*.
- *VykresleniPozadi* – má za úkol vykreslování mřížek GVD a časové osy.
- *VykresleniVlaku* – tato metoda slouží pro vykreslení jízdy všech vlaků do GVD. Pro každý vlak a pro každý úsek jeho jízdy je volána metoda *VykresliUsek* (dva vnořené cykly).
- *VykresliUsek* – vykreslí jízdu jednoho vlaku zadaným úsekem. Tato funkce volá metodu *PopisekVlaku*.
- *PopisekVlaku* – vykreslí číslo vlaku do GVD. Bere se v úvahu pouze první číslo ze struktury *CisloVlaku*.
- *VykresliPrijezdOdjezd* – vykreslí poslední minutu a půlminutu odjezdu nebo příjezdu do

GVD. Minuta je vypsána číslem. Pokud je příjezd nebo odjezd v půlminutě, je číslo minuty podtrženo. Číslo je vykresleno vždy v menším z úhlů, které svírá úsečka znázorňující jízdu vlaku se stanicí.

Aby se grafikon překresloval, kdy je potřeba (například při zakrytí okna aplikace jiným oknem, při funkcích uživatelského ovládání), je definována metoda *panelGrafikon_Paint*. Tato metoda při zjištění, že je kreslicí plátno nutné překreslit (kreslicí plátno – *Panel* přestal být validní), zavolá metodu *Vykresleni*. Tato metoda překreslí jen tu oblast kreslicího plátna, která je zneplatněna (invalidní).

9.2.3 Vstupní údaje

Komponenta od uživatele očekává naplnění vstupními údaji, aby měla s čím pracovat. Jsou to informace o vybraných vlacích a traťovém úseku, který chce uživatel zobrazit a prohlížet v GVD. K tomu účelu slouží metoda *Init*, která komponentě předává tyto vstupní údaje:

- *listBoduUzivatel* – obsahuje seznam bodů (stanic), které chce uživatel v GVD zohlednit. Je to instance seznamu *ListBod*. Tento seznam je seřazen uživatelem a takto seřazený zůstane i pro zobrazení a prohlížení v GVD.
- *listVlakUzivatel* – obsahuje seznam vlaků, které chce uživatel v GVD zobrazit a prohlížet. Tento seznam není třeba mít utříděný podle žádných kritérií. Seznam je instancí třídy *ListVlak*.
- *listUsekuUzivatel* – obsahuje všechny úseky, které jsou nutné pro zjištění vzdálenosti a trasy mezi vybranými body v seznamu *listBoduUzivatel*¹⁶. Je to instance seznamu *ListUsek*.

9.2.4 Uživatelské nastavení

Uživatelské nastavení slouží pro upravení vzhledu komponenty. Lze si komponentu přizpůsobit pro příjemnější práci, přehlednost, lepší čitelnost, podle firemních zvyklostí, nebo podle přání uživatele. Komponenta umožňuje měnit parametry:

- *sirkaRamecku* – určuje šířku rámečku kolem celého grafikonu v pixelech. Jejím zmenšením získáme větší prostor pro vykreslení GVD na úkor přehlednosti.

¹⁶ V testovací aplikaci je předáván seznam všech načtených úseků bez předem provedené selekce. Selekce probíhá až v jádru komponenty.

- *sirkaRameckuStanice* – určuje šířku rámečku pro název stanic na levé straně grafikonu v pixelech. Čím větší je šířka, tím získáváme více místa pro popisky stanic (například pokud bude potřeba si psát některé poznámky po vytištění ručně atd.). Při zvětšování fontu písma stanic (parametr *fontPismaStanice*) je třeba počítat i se zvětšením tohoto parametru a naopak.
- *sirkaRameckuCas* – obsahuje šířku rámečku v pixelech vyhrazenou pro popisky časové osy, která je umístěna ve spodní části GVD.
- *defaultVzdalenotStanic* – pokud se mezi dvěma dopravními body nedá vypočítat reálná vzdálenost, je použita tato defaultní vzdálenost v pixelech. Tato situace může nastat, pokud chce uživatel zobrazit v jednom listě GVD dvě natolik vzdálené stanice, mezi kterými nejede žádný vlak¹⁷.
- *fontPismaStanice* – obsahuje font písma, kterým se vypisují názvy stanic v GVD. Záleží pouze na uživateli, jaký font nastaví pro lepší čitelnost a přehlednost. Při zvolení příliš velké velikosti písma je nutné zvětšit i parametr *sirkaRameckuStanice*.
- *barvaPismaStanice* – určuje barvu vykreslování názvů stanic.
- *barvaRamecku* – obsahuje barvu rámečku kolem celého grafikonu.
- *barvaMrizky* – obsahuje základní barvu mřížky GVD. Tato barva je použita pouze na vykreslování mřížky pro celé hodiny. Pro menší časové úseky (půlhodiny, desetiminuty, pětiminuty a minuty) je postupně sytost barvy automaticky zmenšována.
- *poleBarevDruhy* – obsahuje slovník (SortedDictionary) kombinací barev a druhů vlaku. Pro každý druh vlaku je uvedena jedna barva. Například pro rušící vlak je to červená. Tyto barvy si uživatel může změnit, pokud chce zvýraznit určitý druh vlaku, nebo pro větší přehlednost.

Kromě nastavitelných parametrů komponenty je zde navíc i metoda *NastaveniGrafikonu*, která uživateli umožňuje změnit si šířku a výšku GVD. Tyto rozměry se použijí po zapnutí aplikace.

9.2.5 Funkce

Aby se s komponentou dalo snadno pracovat, jsou definovány jednotlivé funkce. Funkce se

¹⁷ Zmíněná situace by se dala ošetřit načtením celé železniční sítě (dopravních bodů a dopravních úseků) do pomocné struktury. Vzdálenost by se potom dala vypočítat metodou nejmenších vzdáleností. Vzhledem k rozsahu práce tato metoda nebyla řešena.

volají z aplikace, která koncovému uživateli zprostředkovává ovládání. Takovou aplikací je například testovací aplikace. Popis jednotlivých funkcí znázorňuje zároveň chování komponenty a ukazuje, jak s komponentou lze manipulovat.

Funkce komponenty:

- *PlusProporcionalne()* – zvětšení GVD proporcionálně na výšku i na šířku o jeden stupeň.
- *MinusProporcionalne()* – zmenšení GVD proporcionálně o jeden stupeň.
- *PlusSirka()* – zvětšení šířky GVD o jeden stupeň.
- *MinusSirka()* – zmenšení šířky GVD o jeden stupeň.
- *PlusVyska()* – zvětšení výšky GVD o jeden stupeň.
- *MinusVyska()* – zmenšení výšky GVD o jeden stupeň.
- *Vycentrovat()* – vycentrování GVD na výšku i na šířku podle velikosti plátna komponenty (velikost plátna komponenty může být závislá na velikosti okna aplikace).
- *PlusList()* – zobrazení dalšího listu GVD. Zobrazení neproběhne, pokud jsme již na posledním listě, nebo pokud GVD není na více listech (všechny vlaky jedou v rozmezí 0-24 hodin – nepřesahují do dalších dnů).
- *MinusList()* – zobrazení předešleho listu GVD, pokud nejsme na prvním listě.
- *TiskAktualni(PrintPageEventArgs e)* – vykreslí aktuálně zobrazený grafikon do argumentu metody *e.Graphics*. Argument *e* může představovat kreslicí plátno tisknuté stránky.
- *TiskOdDoRoztahnout(PrintPageEventArgs e, int[] odDo)* – vykreslí aktuální list grafikonu v zadaném rozmezí hodin (*odDo[0]* obsahuje počáteční hodinu, *odDo[1]* koncovou hodinu) do argumentu metody *e.Graphics*. Argument *e* může představovat kreslicí plátno tisknuté stránky.

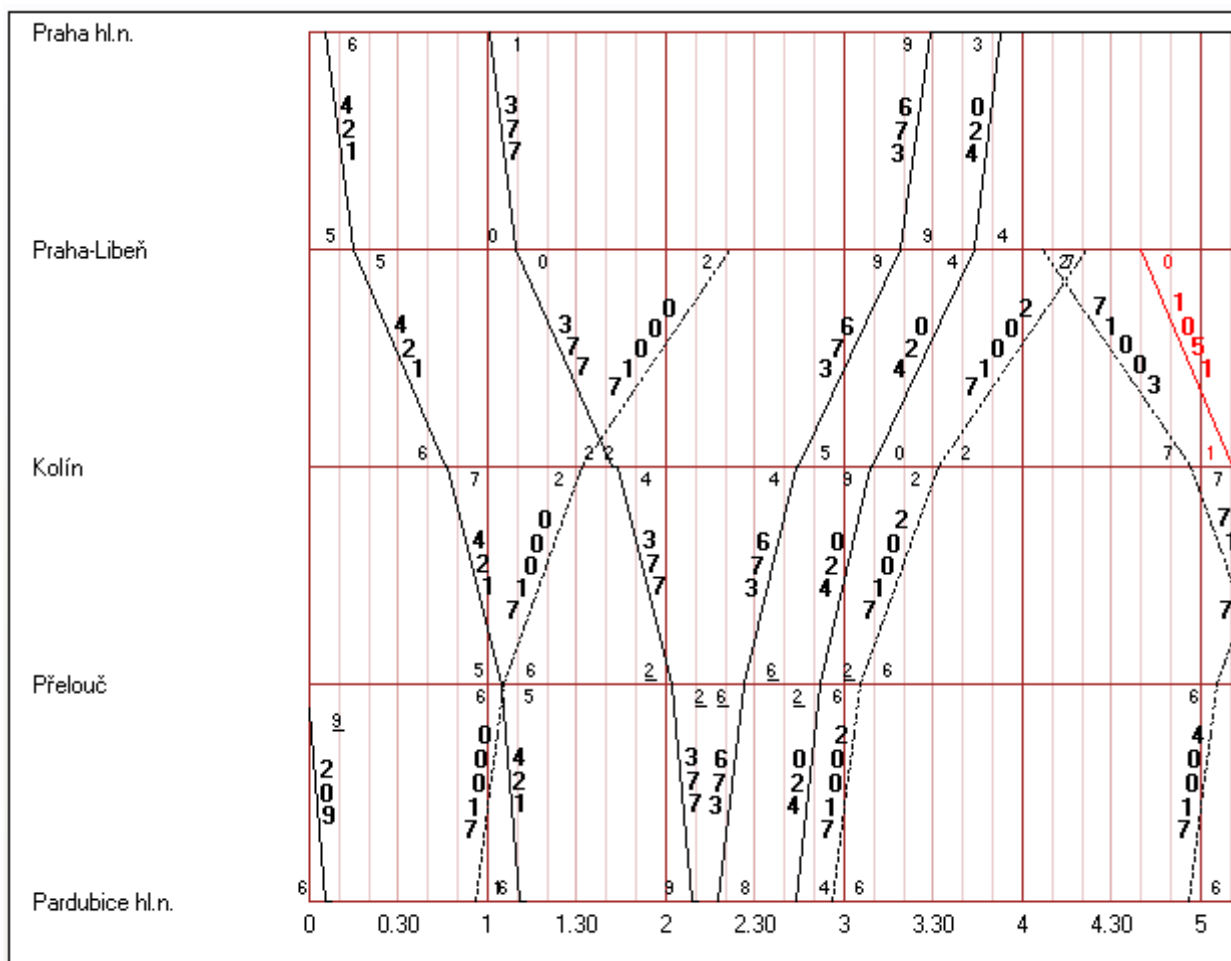
Další důležité funkcionality, které komponenta zajišťuje:

- Posouvání a prohlížení listu grafikonu – uživatel může pomocí posuvníků prohlížet celý list grafikonu. Je mu umožněno posouvat se na další hodiny a stanice, pokud je plátno vykresleného grafikonu větší než okno aplikace.
- Překrývání listů – Slouží k zobrazení všech vlaků do jednoho listu grafikonu. Takto

zobrazený list GVD je standardně používán na Českých drahách. Pokud tato funkce není zapnuta, jsou vlaky rozděleny do jednotlivých listů podle dnů odjezdů nebo příjezdů do stanic. Například pokud vlak vyjíždí první den jízdy z počáteční stanice a do cílové stanice přijíždí až druhý den, je rozdělen mezi dva listy GVD. Tato funkce je určena především pro možnost zpřehlednění GVD s velkým počtem vlaků, které mají cestovní dobu delší než jeden den. Pro zapnutí a vypnutí funkce slouží atribut třídy *KomponentaGVD* nazvaný *prekryvaniListu*.

- Zobrazení všech listů – standardně je zobrazen pouze jeden list GVD. Mezi listy se dá přecházet pomocí funkcí *PlusList()* a *MinusList()*, jak je posáno o pár řádků výše. Pokud chce uživatel zobrazit všechny listy grafikonu najednou za sebou, může zapnout tuto funkci. Pro zapnutí a vypnutí funkce slouží atribut třídy *KomponentaGVD* nazvaný *zobrazeniListu*.
- Dodržování reálných vzdáleností mezi stanicemi – implicitně je tato funkce vypnuta. Mezi stanicemi je konstantní rozestup, který se vypočítá jako poměr mezi výškou GVD a zadaným počtem stanic. Pokud uživatel funkci zapne, vypočítají se reálné vzdálenosti mezi stanicemi pomocí seznamu *listUsekuUzivatel*. Pokud se vzdálenost stanic vypočítat nepodaří, použije se atribut *defaultVzdalenostStanic*. Pro zapnutí a vypnutí funkce slouží atribut třídy *KomponentaGVD* nazvaný *dodrzovatVzdalenostStanic*.
- Zobrazení čísel vlaků – standardně je funkce zapnuta. Slouží pro zobrazování čísel vlaků v GVD. Funkce nemá praktické využití v případě, kdy uživatel požaduje zobrazit velké množství vlaků v jednom listu GVD. V této situaci se vypnutím funkce stává GVD přehlednějším a lépe čitelným. Pro zapnutí a vypnutí funkce slouží atribut třídy *KomponentaGVD* nazvaný *zobrazeniCislaVlaku*.
- Zobrazení poslední minuty a půlminuty odjezdu a příjezdu vlaku do stanice – implicitně je funkce vypnuta. Je použitelná v případech, kdy uživatel požaduje zobrazit malý počet vlaků v GVD. Při velkém počtu zobrazených vlaků se GVD stává nepřehledným. Pro zapnutí a vypnutí funkce slouží atribut třídy *KomponentaGVD* nazvaný *zobzazeniCasuPrOd*.

Na následujícím obr. 13 je náhled komponenty GVD s naplněnými vstupními údaji. Jsou zapnuté funkce zobrazení čísel vlaků, zobrazení poslední minuty a půlminuty odjezdu a příjezdu vlaku do stanice a překrývání listů. Dodržování reálných vzdáleností mezi stanicemi je vypnuto.



obr. 13 – náhled na funkční komponentu GVD

10 Testovací aplikace

Testovací aplikace je nadstavbou komponenty. Ověřuje její funkce a zkoumá její chování. Pořizuje pro komponentu vstupní údaje o vlacích, druzích, dopravních bodech, dopravních úsecích a trasách vlaku. Údaje načítá pomocí třídy *ModulNacitani* z výměnných souborů aplikace *CEV 5.0*. Tyto soubory byly poskytnuty jako základní zdroj informací. *ModulNacitani* implementuje interface třídy *KomponentaGVD INacitaniUdaju*. Aplikace zprostředkovává uživatelské ovládání komponenty. Bylo navrženo tak, aby bylo pro uživatele intuitivní.

10.1 Analýza vstupních souborů

Jednou z důležitých vlastností *IS SENA* je možnost naplněného a realizovaného přenosu dat o vlacích z hotového celosíťového GVD do *Výměnného souboru* vlaky ČD, který je k dispozici ostatním informačním systémům. Soubor je naplňován z centrálního pracoviště, kde je po importu dat z jednotlivých oblastních středisek vytvořen celosíťový soubor dat a prostřednictvím sítě intranetu přenesen na centrální server ČD.

Popis nejdůležitějších použitých výměnných souborů:

- *Hlavička vlaku .hlv* – obsahuje číslo vlaku, kód vlastnické železnice, název vlaku a další informace, které nejsou pro tuto aplikaci důležité.
- *Trasa vlaku .trv* – obsahuje čas příjezdu a odjezdu jednotlivých vlaků dopravními body a údaj o typu vlaku (normální, rušící, zvláštní). Další údaje z tohoto souboru aplikace nenačítá.
- *Druh vlaku .dlv* – obsahuje počáteční a koncový dopravní bod, mezi kterými jede vlak pod daným druhem. Vlak během své trasy může jet pod několika druhy (například rychlík – InterCity – soupravový vlak). Další údaje z tohoto souboru aplikace nenačítá.
- *Dopravní body .db* – obsahuje kód vlastnické železnice, evidenční číslo stanice, kód obvodu železniční stanice a název dopravního bodu.
- *Dopravní úseky .du* – obsahuje počáteční a koncový dopravní bod úseku a vzdálenost mezi nimi v kilometrech.

Kompletní popis výměnných souborů naleznete v příloze D diplomové práce.

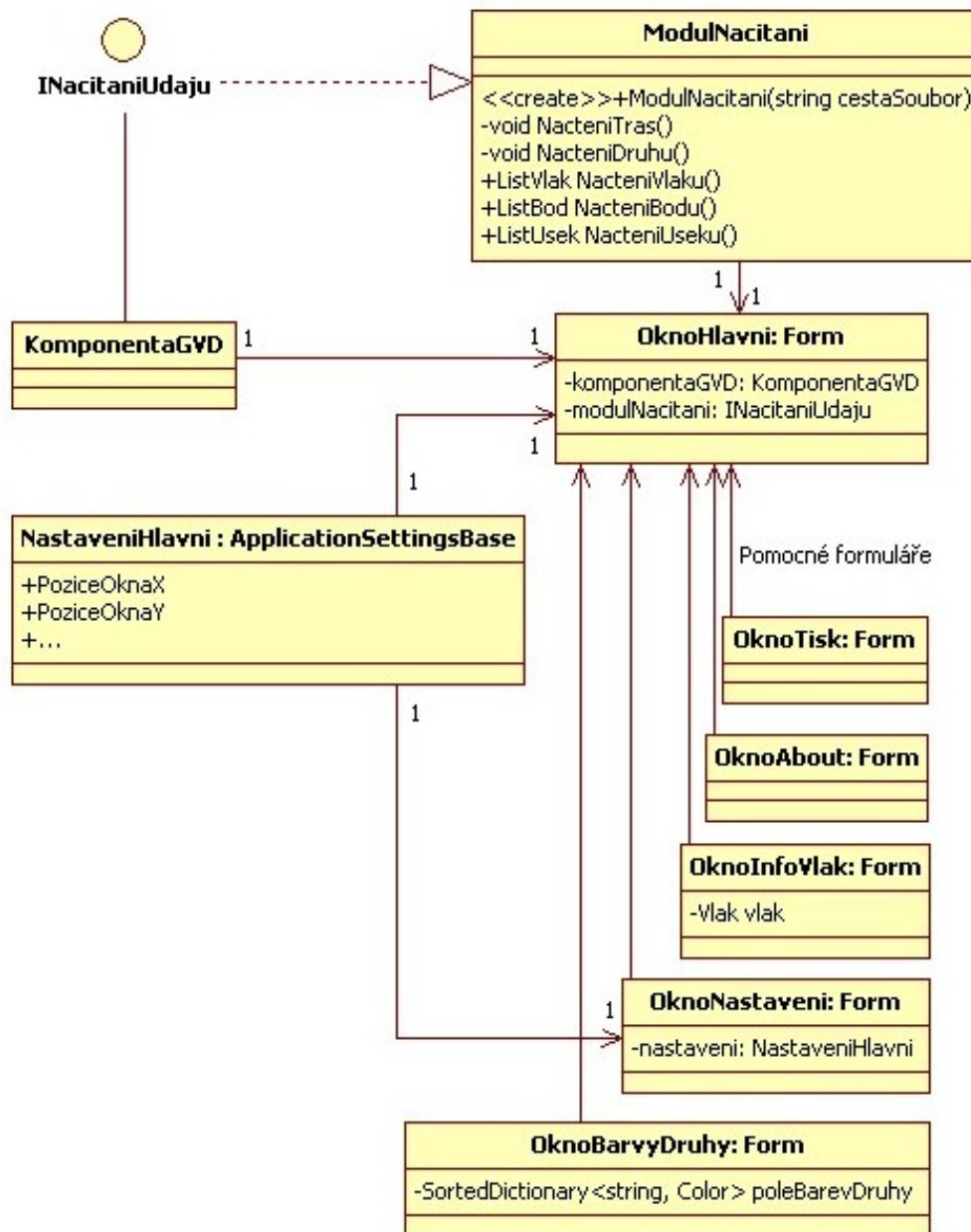
10.2 Analýza testovací aplikace

Hlavní třídou je *OknoHlavni*, které stmeluje ostatní třídy (obr. 14). Obsahuje funkční jádro aplikace.

Popis a význam tříd:

- *ModulNacitani* – načítá vstupní údaje z výměnných souborů.
- *OknoHlavni* – jádro aplikace, obsahuje instanci třídy *KomponentaGVD* a uživatelské ovládání. Spolupracuje s ostatními třídami.
- *NastaveniHlavni* – ukládá uživatelské nastavení aplikace do souboru¹⁸. Zajišťuje, aby si aplikace pamatovala uživatelské nastavení po vypnutí a následném zapnutí.
- *OknoTisk* – stará se o ukládání nastavení tisku GVD.
- *OknoAbout* – zobrazuje informace o aplikaci.
- *OknoInfoVlak* – zobrazuje rozšiřující informace o vlaku.
- *OknoNastaveni* – ukládá uživatelské nastavení mřížek, rámečků, barev a fontů použitých v komponentě GVD .
- *OknoBarvyDruhy* – ukládá uživatelské nastavení barev druhů vlaků, které se vykreslují v komponentě GVD.

¹⁸ Rozšířený popis ukládání uživatelského nastavení do souboru na lokálním disku počítače naleznete v definici třídy *ApplicationSettingBase* [17].



obr. 14 – konceptuální model testovací aplikace

10.3 Realizace testovací aplikace

Aplikace je naprogramována jako standardní formulářová aplikace pro operační systém MS Windows. Skládá se z jednotlivých formulářů a ovládacích prvků, se kterými může uživatel jednoduše manipulovat. Design aplikace je zvolen tak, že rozděluje hlavní okno do záložek mezi kterými lze přecházet:

- Záložka se seznamem stanic – umožňuje výběr stanic pro zobrazení v GVD.

- Záložka se seznamem vlaků – umožňuje výběr vlaků pro zobrazení v GVD.
- Záložka s instancí třídy *KomponentaGVD* a ovládáním.

Jednotlivé ovládací prvky volají funkce třídy *KomponentaGVD*.

10.4 Funkce

- Načtení souborů – probíhá vybráním výměnných souborů z horního menu aplikace. Po načtení výměnných souborů se zobrazí seznam stanic v první záložce.
- Vybrání stanic – uživatel si z načtených stanic může vybrat ty, které chce zobrazit v GVD. Po vybrání se stanice přesune do seznamu vybraných stanic. Tento seznam si uživatel může utřídit a tím si zvolit pořadí vykreslování stanic v GVD. Potvrzením výběru se vyberou všechny vlaky, jejichž trasa vede alespoň mezi dvojicí vedle sebe ležících stanic. Aplikace ze seznamu vyloučí ty stanice, přes které v daném výběru nevede trasa žádného vlaku, přesune se na druhou záložku a zobrazí seznam nalezených vlaků.
- Zobrazení trasy vlaku – dvojitým poklepáním na vlak ze seznamu se zobrazí nové okno s informacemi o trase vlaku (viz obr. 15). Stanice s časy příjezdů a odjezdů vlaku jsou uvedeny v tabulce. Stanice, které jsou uživatelem vybrány do GVD jsou zvýrazněny.

0054-00582/2 Vypis trasy vlaku

Číslo vlaku: 0054-00582/2

Název vlaku: Jan Perner

Trasa vlaku:

Název stanice	D	Příjezd	D	Odjezd	Druh v.
Pardubice-Č.za B. z	1	...	1	18:37,0	IC
Pardubice-Pardub. z	1	...	1	18:38,5	IC
Pardubice hl.n.	1	18:41,0	1	18:43,0	IC
Pardubice-Svitkov z	1	...	1	18:46,0	IC
Pardubice-Opočinek z	1	...	1	18:48,0	IC
vl. v km 313.099	1	...	1	18:48,5	IC
Valy u Přelouče z	1	...	1	18:50,0	IC
Přelouč	1	...	1	18:51,5	IC
Lhota pod Přeloučí z	1	...	1	18:53,0	IC
Rečany nad Labem	1	...	1	18:54,5	IC
Chvalečice z	1	...	1	18:56,5	IC
Kojice z	1	...	1	18:57,0	IC
hr. OPR Pe/Ph 06	1	...	1	18:58,0	IC
Týnec nad Labem z	1	...	1	18:58,5	IC
Záboří nad Labem	1	...	1	18:59,0	IC
Starý Kolín z	1	...	1	19:00,5	IC
Kolín vjezd.náv.L	1	...	1	19:03,0	IC
Kolín dílny z	1	...	1	19:04,0	IC
Kolín seř.n.	1	...	1	19:05,5	IC
Kolín	1	19:07,0	1	19:08,0	IC
Kolín zastávka z	1	...	1	19:10,5	IC

obr. 15 – informace o trase vlaku

- Vybrání vlaků – z nalezených vlaků si uživatel může vybrat ty, jejichž jízdu chce vykreslit v GVD (viz obr. 16).

GVD - Grafikon vlakové dopravy

Soubor Nastavení Nápověda

Seznamy stanic Seznamy vlaků Grafikon

Seznam vlaků:

Č.vlaku	Název vlaku	Druh	Vychozí stanice	Cílová stanice	Odjezd	Příjezd
0054-00521/1		Sv, Ex	Praha odstavné n.	Zlín střed	1:16:36,0	1:21:01,0
0054-00540/0	Hutník	IC, Sv	Týnec	Praha odstavné n.	1:05:56,0	1:11:14,0
0054-00541/1	Hutník	Sv, IC	Praha odstavné n.	Ceský Těšín	1:15:14,0	1:20:02,0
0054-00580/0	Ostravan	IC, Sv	Karviná hl.n.	Praha odstavné n.	1:05:35,0	1:10:31,0
0054-00581/1	Ostravan	Sv, IC	Praha odstavné n.	Karviná hl.n.	1:17:43,0	1:22:25,0
0054-00582/2	Jan Perner	IC, Sv	Bohumín os.n.	Praha odstavné n.	1:15:50,0	1:20:20,0
0054-00583/3	Jan Perner	Sv, IC	Praha odstavné n.	Bohumín os.n.	1:05:39,0	1:10:09,0
0054-00612/2		R, Sv	Jihlava	Praha odstavné n.	1:05:33,0	1:08:47,0
0054-00623/3	Bečva	R	Cheb	Praha odstavné n.	1:08:15,0	1:17:37,0
0054-00624/4	Vsacan	R	Vsetín	Praha-Smíchov	1:12:23,0	1:17:18,0
0054-00625/5	Vsacan	R, R	Praha-Smíchov	Budapest-Keleti pu.	1:04:33,0	...
0055-00626/6	Rétköz	R, Sv, R	Vsetín	Záhony	1:16:23,0	...
0054-00627/7	Emil Zátopek	Sv, R	Praha odstavné n.	Vsetín	1:08:19,0	1:13:36,0
0054-00671/1		R	Praha-Smíchov	Bmo hl.n.	1:05:43,0	1:09:34,0
0054-00672/2		R	Bmo hl.n.	Praha-Smíchov	1:06:24,0	1:10:13,0
0054-00674/4		R	Bmo hl.n.	Praha-Smíchov	1:08:24,0	1:12:13,0
0054-00677/7		R	Praha-Smíchov	Bmo hl.n.	1:11:43,0	1:15:34,0
0054-00679/9		R	Praha-Smíchov	Bmo hl.n.	1:13:43,0	1:17:34,0
0054-00681/1		R	Praha-Smíchov	Bmo hl.n.	1:15:43,0	1:19:34,0
0054-00684/4		R	Bmo hl.n.	Praha-Smíchov	1:18:24,0	1:22:13,0
0054-00700/0		R	Staré Město u U.H.	Praha-Smíchov	1:04:57,0	1:09:18,0

Vyber vlak

Možnosti nastavení grafikonu

Dodržovat vzdálenosti stanic

Seznam vybraných vlaků:

- 0054-00580/0
- 0054-00581/1
- 0054-00582/2
- 0054-00583/3
- 0054-00612/2
- 0054-00623/3
- 0054-00624/4
- 0054-00625/5
- 0055-00626/6
- 0054-00627/7

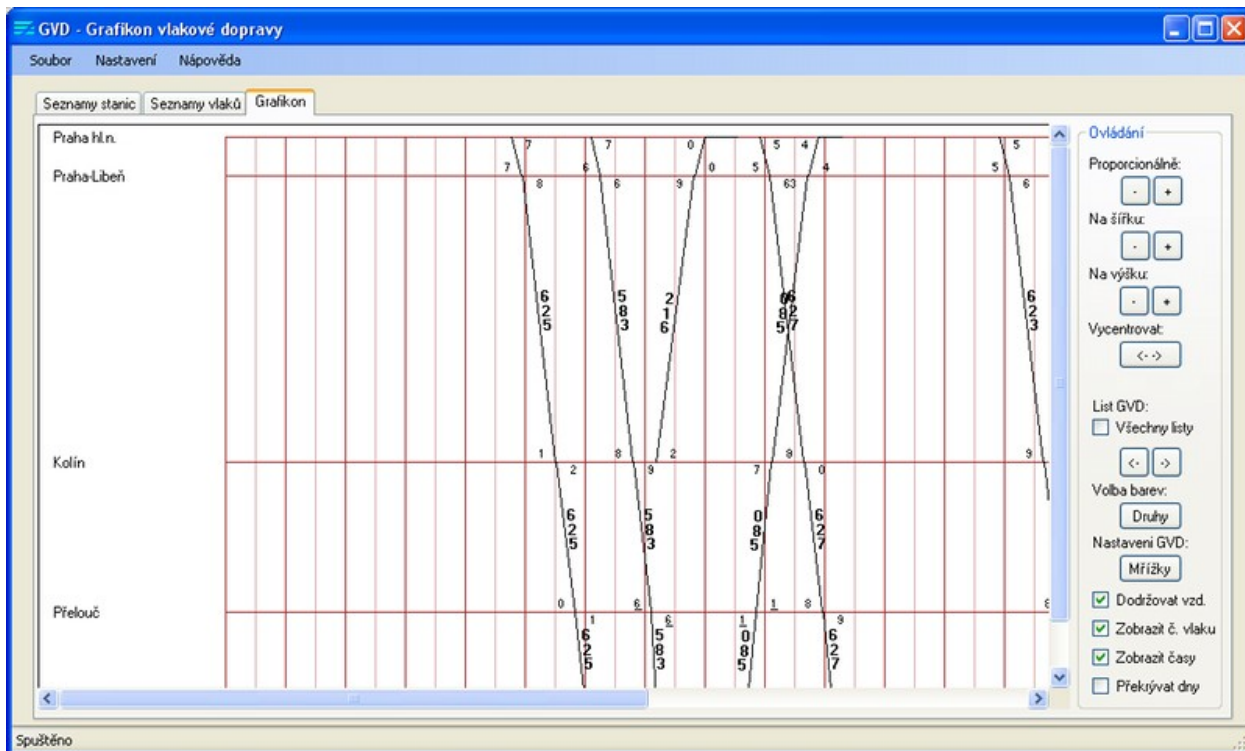
Reset Odeber vlak

Zobrazit grafikon

Spuštěno

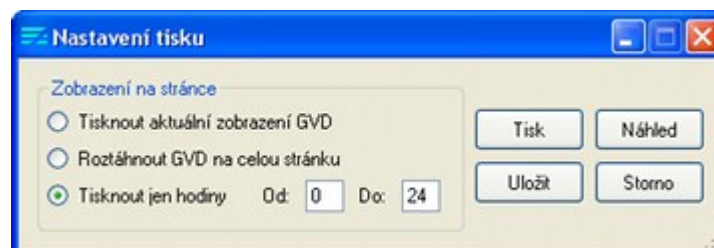
obr. 16 – záložka vybrání vlaků

- Vykreslení vybraných stanic a vlaků v GVD – po potvrzení vybrání stanic i vlaků se aplikace přesouvá na poslední záložku s GVD.
- Ovládání GVD – se zobrazeným grafikonem může uživatel manipulovat pomocí ovládacího panelu po pravé straně aplikace (viz obr. 17).



obr. 17 – GVD s ovládáním

- Nastavení tisku a tisk – v okně nastavení tisku si uživatel vybírá podobu, v které chce grafikon poslat na tiskárnu a tisknout. Jsou tři možné varianty viz obr. 18. Vytištěný list grafikonu je k nahlédnutí jako příloha E diplomové práce.



obr. 18 – nastavení tisku GVD

- Ukládání nastavení – v horním menu aplikace je možno uložit uživatelské nastavení, které se načte při opětovném spuštění.

11 Závěr

Tato práce poskytuje celistvý přehled a popis grafikonu vlakové dopravy. Shrnuje jeho jednotlivé základní vlastnosti a parametry, které jsou pro danou problematiku důležité a stěžejní. Aby byl popis v teoretické části práce kompletní, jsou zde uvedeny i méně důležité vlastnosti GVD.

Vyvinutá komponenta i testovací aplikace splňují všechny cíle a nároky, které jsou definovány v zadání diplomové práce.

Testování komponenty ukázalo její plnou funkčnost. Lze ji tedy bez problémů použít pro již existující nebo nově vznikající aplikace. Do budoucna by bylo možné komponentu obohatit například v těchto směrech:

- Přidat do grafického zobrazení GVD možnost posouvat popisky vlaků, popisky názvů stanic nebo úplně měnit jízdní řád vlaků (posouvat úsečky znázorňující jízdu vlaku). To by bylo možné zajistit pomocí snímání aktivit myši na kreslícím plátně.
- Přidat do grafického zobrazení komponenty inteligentí přibližování a oddalování (Standardní zoomování v grafických editorech). Fungovalo by například vybráním regionu, který chceme přiblížit nebo naopak kliknutím myši na místo v grafikonu, od kterého je potřeba se oddálit.
- Přímá editace zobrazených vlaků v grafikonu. Například mazání vybraných vlaků ze zobrazeného GVD a podobně.

Uvedené doplňkové funkce nemají vliv na funkčnost komponenty, spíše zvyšují komfort a rychlost práce uživatele.

Pokud by se testovací aplikace, která je vyvinuta převážně pro potřebu prověření navrhované komponenty chtěla komerčně uplatnit, bylo by ji možné rozšířit například o sofistikovanější vyhledávání stanic a vlaků.

Soupis bibliografických citací

1. DANĚK, J., VONKA, J. *Dopravní provoz železnic*. Alfa : Bratislava, 1988. 397 s.
2. *Vlak* [online], Seznam encyklopedie, 2007 [cit. 2008-04-17].
Dostupný z WWW: <<http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/181067-vlak>>.
3. *Výluka* [online], Wikipedie, otevřená encyklopedie, 2007 [cit. 2008-05-12].
Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/V%C3%BDluka>>.
4. *Organizace jízdy vlaků* [online], Zababawiki, 2007 [cit. 2008-05-12].
Dostupný z WWW:
<http://www.zababov.cz/wiki/index.php/Organizace_j%C3%ADzdy_vlak%C5%AF>.
5. *Provozní interval* [online], Wikipedie, otevřená encyklopedie, 2008 [cit. 2008-05-13]. Dostupný z WWW:
<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Provozn%C3%AD_interval_\(%C5%BEeleznice\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Provozn%C3%AD_interval_(%C5%BEeleznice))>.
6. *Následné mezidobí* [online], Wikipedie, otevřená encyklopedie, 2008 [cit. 2008-05-13]. Dostupný z WWW:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/N%C3%A1sledn%C3%A9_mezidob%C3%AD>.
7. *Provoz, údržba a opravy železničních kolejových vozidel* [online], Základy dopravní techniky – železniční doprava, 2008 [cit. 2008-05-13].
Dostupný z WWW: <http://webak.upce.cz/~lata/ZDT_e-learning/ZDT_kap_5.htm>.
8. VONKA, J., MOLKOVÁ, T., ŠIROKÝ, J. *Technologie řízení dopravy II: GVD*. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2000. 112 s. ISBN 80-7194-286-3
9. NAGEL, CH. et al. *C# 2005. Programujeme profesionálně*. Brno : Computer Press, 2007. 1400 s. ISBN 80-251-1181-4
10. TROELSEN, A. *C# a .NET 2.0 profesionálně*. Brno : Zoner Press, 2007. 1376 s. ISBN 80-86815-38-2
11. Šotek, K., a kol. *Tvorba jízdního řádu pomocí výpočetní techniky na Českých drahách, s.o.*. České dráhy – Vědeckotechnický sborník, 2000. č. 10.
Dostupný z WWW: <<http://www.cd rail.cz/VTS/CLANKY/1009.pdf>>.
12. *Tvorba jízdního řádu pomocí výpočetní techniky na Českých drahách* [online], Stránky Přátel Železnic, 2008 [cit. 2008-05-14].
Dostupný z WWW: <<http://spz.logout.cz/zabezpec/sena/sena.html>>.
13. *Grafikon - Sestava jízdních řádů* [online], Oltis cz, 2008 [cit. 2008-05-15].
Dostupný z WWW: <<http://www.oltis.cz/clanek.m?Id=19>>.

14. *GVD – Software pro tvorbu jízdnicích řádů* [online], Oltis cz, 2008 [cit. 2008-05-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.oltis.cz/clanek.m?Id=179>>.
15. *Grafikon dopravy* [online], Wikipedie, otevřená encyklopedie, 2008 [cit. 2008-05-16]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Grafikon_dopravy>.
16. *Binární vyhledávání* [online], Wikipedie, otevřená encyklopedie, 2008 [cit. 2008-05-18]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Bin%C3%A1rn%C3%AD_vyhled%C3%A1v%C3%A1n%C3%AD>.
17. *How to: Create Application Settings* [online], Visual Studio 2005 Developer center, 2008 [cit. 2008-05-20]. Dostupný z WWW: <[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms171565\(VS.80\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms171565(VS.80).aspx)>.
18. *Kolejová splítka* [online], Seznam encyklopedie, 2008 [cit. 2008-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/134835-kolejova-splitka>>.
19. Vyhláška č. 173/1995 Sb. *Dopravní řád drah*. 1995
20. GREINER, K. Centrální editor vlaků Českých drah. In *Sborník mezinárodní konference INFOTRANS 2002*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2002. s. 30.
21. Šotek, K., Bachratý, H., Veselý, P. Jízdní řády, současnost a nové záměry v železniční dopravě v České republice - První část. In *Nová železniční technika. 2006*. Brno : KPM CONSULT, a.s., 2006. s. 21-26. ISBN 1210-3942.
22. Šotek, K., Bachratý, H., Veselý, P. Jízdní řády, současnost a nové záměry - druhá část. In *Nová železniční technika. 2006*. Brno : KPM CONSULT, a.s., 2006. s. 7-10. ISBN 1210-3942.

Přílohy

Přílohy

- Příloha A** Uživatelská dokumentace k testovací aplikaci, která je v elektronické podobě uložena na CD.
- Příloha B** Programátorská nápověda ke komponentě a testovací aplikaci, která je v elektronické podobě uložena na CD.
- Příloha C** Diagram tříd pro komponentu GVD. Je také v elektronické podobě uložena na CD.
- Příloha D** Soubor Výměnné soubory - od verze CEV 5.0.0, který obsahuje popis výměnných souborů. Je v elektronické podobě uložen na CD.
- Příloha E** Vytištěný list GVD
- Příloha F** Zdrojové kódy komponenty i testovací aplikace jsou uloženy na CD
- Příloha G** Soubor CEV 2002. Obsahuje popis systému Centrální editor vlaků Českých drah. Je v elektronické podobě uložen na CD.