SCIENTIFIC PAPERS
OF THE UNIVERSITY OF PARDUBICE
Series B
The Jan Perner Transport Faculty
2 (1996)

EXPERTNÍ SYSTÉM PEVNÉHO PŘECHODU VOZŮ NA SÍTI ČD

Karel GREINER

Katedra informatiky v dopravě

Úvod

Většina nákladních vlaků na síti Českých drah jezdí na normu vytížení, tj. vlak z výchozí vlakotvorné stanice odjede až po naplnění stanovené normy v tunách nebo metrech. Zákazník tudíž nemá představu, ve kterou hodinu, někdy i den, zboží příjemce dostane. Dodací lhůty pro přepravu zboží jsou příliš dlouhé na to, aby mohly konkurovat zejm. silniční přepravě. A tak se stává, že železniční přepravu využívají zejména zákazníci, kteří nepožadují krátké dodací lhůty a ani přesnou dobu dodání zboží.

Jedním z prostředků zkvalitnění železniční nákladní přepravy je garantovat a zkrátit dobu dodání zboží. Toho lze částečně dosáhnout už ve fázi plánování vlakotvorby a tvorby jízdních řádů nákladních vlaků, kdy je možné v prvním kroku navrhnout vybranou síť takových nákladních vlaků, které budou na sebe časově co nejlépe navazovat a stanovit pro tyto vlaky jízdu na čas, tj. nařídit jejich jízdu podle navrženého jízdního řádu. Hlavním problémem je tedy časová návaznost vybraných nákladních vlaků. K tomuto účelu byl vyvinut program Expertní systém pevného přechodu vozů na síti Českých drah, zkráceně PEPŘ (= pevný přechod).

Základní charakteristika systému

Systém PEPŘ je určen pro pracovníky Českých drah odpovědných za sestavu plánu vlakotvorby a jízdních řádů nákladních vlaků. Hlavním úkolem systému v současné verzi je vybrat ze stanoveného plánu vlakotvorby a grafikonu vlakové dopravy množinu nákladních vlaků, které na sebe časově nejlépe navazují, přičemž trasy vlaků včetně jejich časových poloh a plán vlakotvorby se v systému nemění.

K zabezpečení této úlohy je potřebná odpovídající datová základna a nástroj pro její editaci. Součástí systému je grafický editor železniční sítě sloužící pro vkládání, mazání a editaci údajů o objektech sítě a k vizualizaci vstupních a výstupních dat grafickou formou.

Systém PEPŘ dále umožňuje import vstupních údajů z řady úloh a export výsledků do úloh pracujících s údaji o nákladních vlacích. V neposlední řadě systém nabízí celou řadu výstupů ať již v tabelární či grafické formě.

V následujících částech příspěvku jsou jednotlivé funkce a možnosti systému podrobněji rozvedeny.

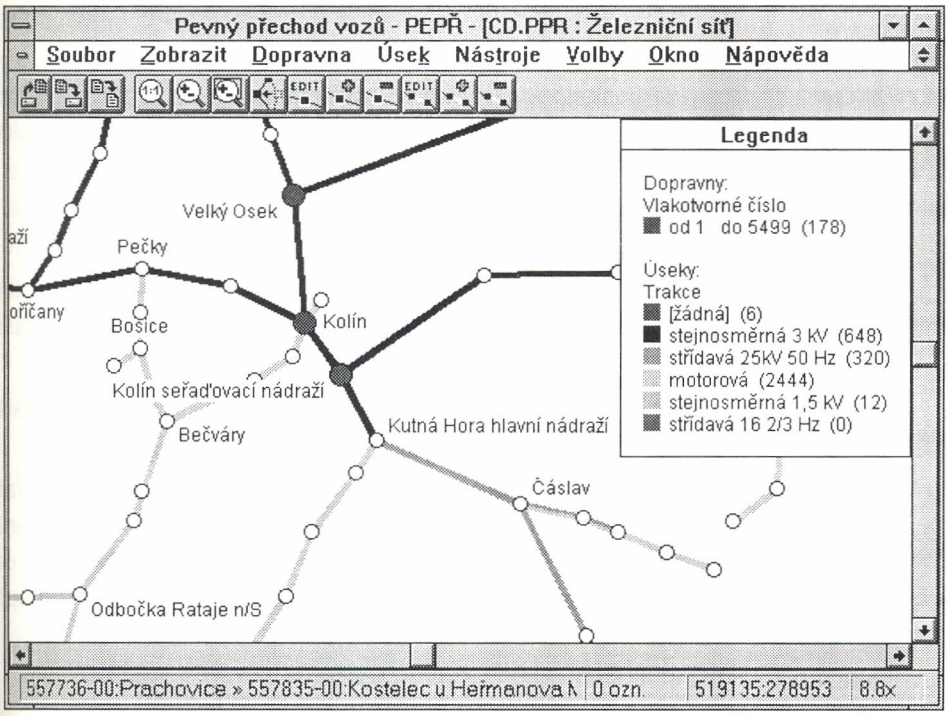
Editor železniční sítě

Významnou součást systému tvoří editor železniční sítě, znázorňující grafickou formou dopravny (vrcholy) a úseky (hrany), které dopravny spojují. Editor železniční sítě umožňuje:

- vkládání nové dopravny nebo úseku,
- mazání označených dopraven nebo úseků,
- editaci údajů jedné označené dopravny nebo úseku,
- skupinovou editaci údajů více označených dopraven nebo úseků současně, přičemž jen vyplněné údaje budou uloženy do všech označených dopraven nebo úseků,
- přesouvání označených dopraven myši nebo přesun jedné dopravny přesně zadáním její polohy,
- zvětšení nebo zmenšení pohledu na síť – přesná definice zvětšení, definice výřezu pomocí myši nebo dvojnásobné zvětšení či zmenšení klepnutím myši na určitém místě v síti,
- barevné zvýraznění dopraven a úseků podle hodnoty resp. intervalu hodnot zvolené položky databáze – např. je možné zvýraznit dopravny s vlakotvorných číslem v intervalu 5400 až 5499 (státní hranice) nebo úseky podle trakce apod.,
- zobrazení legendy k aktuálnímu barevnému zvýraznění dopraven a úseků,
- zobrazení seznamu všech nebo aktuálně zvýrazněných dopraven a úseků a po výběru konkrétní dopravny nebo úseku ukázat daný objekt v síti,
- vyhledání dopravny podle čísla nebo názvu dopravny,

- úpravu vzhledu sítě - barvy a druhy písma, druh popisu dopraven a úseků, barvy pro zvýraznění objektů, velikosti a barvy dopraven a úseků aj.

Editor sítě se nejlépe ovládá myší, ale všechny funkce myši lze provést i pomocí klávesnice.



Příklad zvětšeného pohledu na železniční síť

Import údajů z jiných úloh

Většina údajů potřebných v systému PEPŘ je získávána z jiných úloh. Jedná se o následující skupiny údajů:

- síť bodů a hran Českých drah – databáze úlohy Vazební číselníky,
- trasy nákladních vlaků – úloha POVYK (editor vlaků Českých drah),
- šikmá tabulka neboli „Přehled odesílání zátěže podle plánu vlakotvorby" – úloha POPOV (systém počítačové podpory vlakotvorby),
- tabulky směrování podle směrovacích předpisů.

Protože importované body neobsahují údaj polohy v síti, nabízí systém PEPŘ při vlastním importu možnost interpolace mezilehlých a odhad polohy uzlových dopraven s možností posunutí dopravny v interaktivní grafické formě.

Pomocí kombinace tabulek směrování a šikmé tabulky lze zjistit posloupnost vlakotvorných stanic, ve kterých se zásilka při jízdě z dané stanice odesílací do dané stanice určení bude přepracovávat neboli bude přecházet z jednoho vlaku na druhý. Tabulky směrování slouží k zjištění první a poslední vlakotvorné stanice daného spojení, v nichž zásilka bude přecházet z vlaku na vlak. Šikmá tabulka je potom určena k vyhledání posloupnosti vlakotvorných stanic, ve kterých se zásilka přepracovává při jízdě z první vlakotvorné stanice do poslední vlakotvorné stanice daného spojení.

Hledání spojení pevného přechodu na síti a další vstupní údaje

Hlavním úkolem systému, jak již bylo v úvodu řečeno, je nalézt síť vlaků jedoucích na čas, a tím také nalézt spojení, která se pomocí těchto vlaků uskutečňují neboli spojení zařazených do systému PEPŘ.

Kromě údajů získaných importem z jiných úloh, potřebuje systém ještě další údaje, které se v systému přímo zadávají.

Při hledání spojení zařaditelných do systému PEPŘ se musí mj. rozhodovat, jaký podíl z celkového množství odlivů relací neboli počtu vlaků v relaci spojení, bude jezdit na čas. K tomu slouží tabulka závislostí počtu odlivů zařazených do systému PEPŘ na celkovém počtu odlivů relace. Tabulka může vypadat např. takto:

Celkový počet odlivů relace	Počet odlivů PEPŘ
1 – 3	1
4 – 99	2

Tabulku je možné editovat, přidávat a mazat její řádky. Jako celkový počet odlivů relace se při hledání spojení PEPŘ uvažuje údaj počtu odlivů relace v konkrétní den v týdnu a ne největší možný počet odlivů relace za týden. Např. v neděli může mít daná relace 2 odlivy, ale v pondělí až sobotu 3 odlivy, což může mít vliv na počet odlivů zařaditelných do systému PEPŘ.

Aby dané spojení mohlo být zařazeno do systému PEPŘ, musí doba přemístění vozu (přepravy zásilky) v tomto spojení být menší nebo rovna lhůtě přemístění vozu. Lhůta přemístění je odstupňována podle intervalu kilometrické vzdálenosti spojení (obdoba tabulky odlivů relace - viz výše). Nejedná se o dodací lhůtu, lze pomocí ní mj. ovlivňovat množství spojení zařazených do systému PEPŘ.

V železniční síti Českých drah existují případy, kdy neexistuje přímé spojení jedním vlakem ze stanice odesílací do první vlakotvorné stanice nebo z poslední vlakotvorné stanice do stanice určení zásilky. Jinými slovy existují případy, kdy dochází k přechodu vozů z vlaku na vlak v některé stanici mezi zmíněnými stanicemi, která není v současné době vlakotvornou stanicí. Tento nedostatek v datové základně Českých drah řeší systém návrhem dodatečného směrování mezi zmíněnými stanicemi s možností jeho editace.

Posledním údajem, který je nutné zadat, je doba přechodu vozu ve vlakotvorných a nevlakotvorných stanicích, ve kterých dochází k přechodu vozů z vlaku na vlak. Dobu přechodu je možné zadat pro každou stanici jinou, a to navíc rozdělenou na standardní a krátkou dobu přechodu. Před spuštěním výpočtu hledání spojení PEPŘ je nutné rozhodnout zda se použije standardní nebo krátká doba přechodu.

Hledání spojení a vlaků, které lze zařadit do systému PEPŘ je možné provádět na celé nebo vybrané síti dopraven. Hledání se provádí pro každý den v týdnu zvlášť. Výsledkem hledání je seznam vlaků a spojení zařazených do systému PEPŘ podle dnů v týdnu.

Výpočet na počítači s procesorem Pentium 120 MHz, 32 MB RAM pro celou síť trvá asi 3 hodiny.

Výstupy systému

Sytém nabízí možnost zobrazení nebo vytištění na tiskárně následujících výstupních sestav:

- spojení zařazené do systému PEPŘ mezi dvěma zvolenými dopravnami,
- seznam všech vlaků nebo vlaků zařazených do systému PEPŘ odjíždějících z vybrané dopravny,
- seznam všech vlaků nebo vlaků zařazených do systému PEPŘ přijíždějících do vybrané dopravny,
- trasa vybraného vlaku ze seznamu všech vlaků nebo vlaků zařazených do systému PEPŘ s možnosti zobrazení úplné trasy nebo jen stanic, ve kterých vlak odstavuje nebo dobírá zátěž,
- vyhodnocení vypočtené varianty spojení PEPŘ.

V železniční síti je možné v současné verzi programu zvýraznit (a zobrazit jejich seznam):

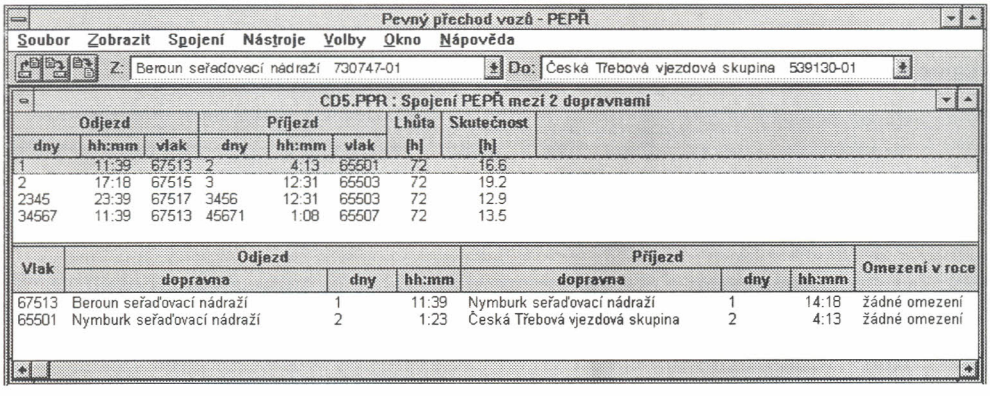
- dopravny, z nichž existuje spojení PEPŘ do vybrané dopravny,
- dopravny, do nichž existuje spojení PEPŘ z vybrané dopravny,
- dopravny, z nichž existuje zvolený interval počtu spojení PEPŘ do ostatních dopraven,
- dopravny, do nichž existuje zvolený interval počtu spojení PEPŘ z ostatních dopraven.

Po ukončení výpočtu hledání spojení pevného přechodu systém umožňuje export výstupních dat do jiných úloh. Jedná se o export:

- seznamu vlaků zařazených do systému PEPŘ – určeno primárně pro úlohu CEVIS (Centrální vozový informační systém), modul místenkování,
- seznamu spojení zařazených do systému PEPŘ.

Export spojení uskutečňovaných v systému PEPŘ představuje vytvoření textových souborů pro každou stanici odesílací zvlášť, které lze jednoduše importovat do textového procesoru MS Word, ve kterém pomocí systémem dodávaných šablon, lze soubory rychle zformátovat. Soubory představují jakousi elektronickou podobu jízdního řádu systému PEPŘ. V textovém procesoru MS Word je možné vyhledávat konkrétní spojení a zjišťovat o něm základní nebo podrobné informace, je možné je dále formátovat a vytisknout. Systém nabízí možnost generování podrobného nebo stručného seznamu spojení PEPŘ.

Při vývoji systému byla zvažována tisková podoba jízdního řádu PEPŘ, ale zjistilo se, že by se jednalo o několik knih, které není ekonomické tisknout pro každé období platnosti grafikonu. Nelze totiž použít formu jízdního řádu osobní dopravy, protože v nákladní dopravě je trasa každého spojení přesně dána a tabulky směrování, které daná spojení popisují jsou příliš objemné a pro zákazníka by byly nepřehledné. Možnost vytisknout seznam všech spojení zařazených do systému PEPŘ není též efektivní.



Příklad výstupního modulu prohlížení navržených spojení systému PEPŘ

Údaje o programu a další možnosti systému

Program PEPŘ byl vyvinut v prostředí Borland C++ 4.5 a je spustitelný pod grafickým prostředím MS Windows. Využívá 32-bitové aplikační rozhraní Win32s, tj. jedná se o 32-bitovou aplikaci spustitelnou i pod MS Windows 3.1 resp. 3.11.

Program umožňuje otevřít i více souborů s odlišnou datovou základnou a s různými vypočtenými variantami spojení PEPŘ současně a vzájemně je porovnávat. Datové soubory lze umístit na server a konfigurační soubory na pracovní stanice.

Program pracuje ve dvou režimech:

- režim „pouze čtení" – prohlížení vstupních příp. výstupních údajů,
- režim „čtení a zápis" – plný přístup k datům.

Režimy práce jsou chráněny samostatnými hesly, které může měnit uživatel, jenž otevře soubor v režimu „čtení a zápis".

Pro výpočet hledání spojení pevného přechodu se doporučuje výkonný počítač s procesorem Pentium s minimálně 8 MB RAM. Pro otevření více souborů PEPŘ současně se doporučuje 16 MB RAM. Vzhledem k zobrazování železniční sítě, je vhodné používat 17" barevný monitor.

Závěr

Vývoj systému PEPŘ nekončí. V současné verzi jsou časové polohy nákladních vlaků a plán vlakotvorby neměnné. V budoucnosti se zvažuje optimalizace posunu časových poloh nákladních vlaků tak, aby se prostoje při přechodech vozů z cílových na výchozí vlaky ve vlakotvorných stanicích minimalizovaly.

Vylepšit lze i funkce programu, jedná se zejména o možnost:

- provázání tabelárních výstupů s grafickým zobrazením železniční sítě jako je např. grafické znázornění trasy vybraného spojení nebo vlaku,
- prohlížení šikmé tabulky a tabulek směrování v tabelární či grafické formě aj.

V neposlední řadě se jedná o vazbu systému PEPŘ na úlohu HELIOS, což je místenkovací systém nákladní dopravy umožňující i místenkování mezinárodních spojení, jakož i vývoj samostatného programu sloužícího pro vyhledávání spojení v nákladní dopravě - obdoba programu IDOS v osobní dopravě.

Lektoroval: Ing. Tomáš Dvořák
Předloženo v září 1996.

Resumé

EXPERTNÍ SYSTÉM PEVNÉHO PŘECHODU VOZŮ NA SÍTI ČD

Karel GREINER

Jedním z prostředků zkvalitnění železniční nákladní přepravy je zkrátit a garantovat dobu dodání zboží. V oblasti návrhu plánu vlakotvorby je možné např. určit skupinu

nákladních vlaků, které budou dodržovat jízdní řád a minimalizovat přechody vozů mezi těmito vlaky. K tomuto účelu byl vyvinut program PEPŘ - Expertní systém pevného přechodu vozů na síti Českých drah, který ve své první verzi umožňuje automaticky vybrat zadaný počet odlivů z vybraných relací, které budou dodržovat jízdní řád tak, aby se minimalizovala doba přechodu vozů mezi vybranými odlivy v celosíťovém pojetí. Časové polohy tras vlaků a plán vlakotvorby zůstává v této verzi neměnný. Program PEPŘ byl vyvinut v prostředí Borland C++ a je spustitelný v MS Windows verze 3.1 a vyšší. Jeho vývoj nadále pokračuje.

Summary

EXPERT SYSTEM OF FIXED PASSING THE WAGONS ON THE CZECH RAILWAY NETWORK

Karel GREINER

One of the means of increasing the quality of service provided by railway goods transport there is shortening of delivery time and guarantee of delivery terms. In the area of forming plan of goods trains there is for example possible to appoint a group of goods trains keeping their timetable and minimizing the passing wagons between them. For this reason a programme PEPŘ was developed. It is an expert system of fixed passing the wagons in the Czech Railway Network. This system allows in the first phase automatically choose the determined number of outflows from a set of chosen relations, keeping the time table so that the time of passage between the chosen outflows in the whole network context is minimized. The time positions of trains and forming plan of goods trains remain in this version unchangeable. The programme PEPŘ was developed in the frame of Borland C++ and can be run under MS Windows version 3.1 or upper ones. The programme is continuously developing.

Zusammenfassung

EXPERTSYSTEM DES STABILWAGENÜBERGANGS AUF DEM EISESBAHNNETZE DER ČD (TSCHECHISCHEN BAHNEN)

Karel GREINER

Eine Qualitätsverbesserungsweise des Eisebahngütertransport ist die Verkürzung und die Garantie der Warenlieferungsfrist. Im Vorschlag des Zugbildungsplans z. B. Güterzügegruppen mit festplanmässiger Fahrzeit und Zugübergangsminimalisierung können bestimmt werden. Zu diesem Zwecke war das Programm PEPŘ = Expertsystem des Stabilwagenübergangs auf dem Eisenbahnnetze der ČD entwickelt. Dieses Programm in seiner ersten Version ermöglicht automatisch bestimmte ausgewählte Ablastrelationen mit festplanmässiger Fahrzeit und minimal Zugübergangszeit. Diese Applikation auf das ganze Eisenbahnnetz ist möglich. Der Zugbilddungsplan und die Zeitzugpositionen bleiben ohne Änderungen. Das Programm PEPŘ wurde in Borland C++ Milieu entwickelt und ist in MS Windows Version 3.1 und höher brauchbar. Seine Entwicklung wird fortgesetzt.