

## SYSTÉM OBJEDNÁVÁNÍ VLAKŮ DO ROČNÍHO JÍZDNÍHO ŘÁDU

Karel GREINER, Josef VOLEK

Katedra informatiky v dopravě

### 1. Úvod

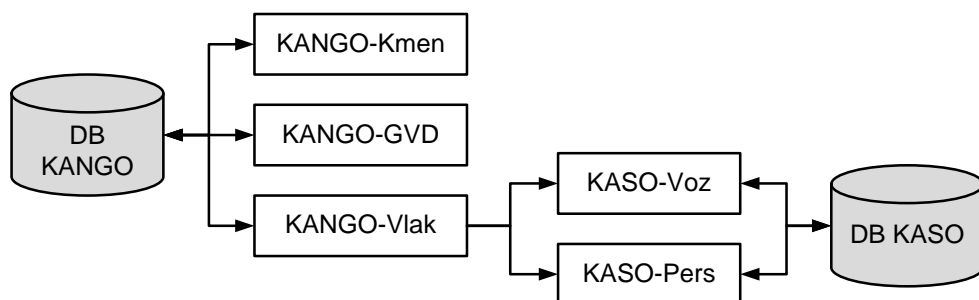
Sestava jízdního řádu vlaků se v rámci České republiky více než deset let úspěšně provozovala pomocí čtyř informačních systémů. Tvorba jízdního řádu vlaku začínala v systému CEV [1], v němž dopravce zadal své požadavky na trasu vlaku. Dopravce následně v systému ASO specifikoval hnací vozidla vlaku. Nakonec provozovatel dráhy v systému SENA [2] vypočetl časovou polohu vlaku a doplnil další údaje. Kmenová data (železniční síť, hnací vozidla a vozy) udržoval systém EXPERT.

Aplikace CEV pracovala s lokální databází tvořenou binárními soubory. Lokální databáze se synchronizovaly zpravidla v noci s centrální databází prostřednictvím exportů a importů. Uživatel sice mohl pracovat se svou lokální databází vlaků offline nezávisle na ostatních uživateli, ale na druhou stranu jím provedené změny se promítly v ostatních databázích po výměně dat zpravidla další den. Během výměny mohlo dojít ke ztrátě dat zadaných více uživateli ve stejný den.

Počítačové technologie se od doby zahájení vývoje systému CEV (rok 1996) výrazně posunuly dopředu, a proto se v roce 2006 započal vývoj nového editoru vlaků a dalších aplikací podílejících se tvorbě jízdního řádu.

### 2. Nový informační systém

Nová koncepce sestavy jízdního řádu vlaků je založena na dvou informačních systémech: KANGO a KASO [3]. Struktura těchto systémů a vazby mezi nimi jsou znázorněny na obr. 1.



**Obr. 1** Informační systémy pro tvorbu jízdního řádu vlaků

Systém KANGO je primárně určen pro provozovatele dráhy. Skládá se z následujících dílčích systémů:

- KANGO-Kmen – editor kmenových dat – nahrazuje aplikaci EXPERT,
- KANGO-Vlak – editor vlaků – nahrazuje aplikaci CEV,
- KANGO-GVD – slouží pro konstrukci jízdního řádu a tvorbu většiny tiskových výstupů – nahrazuje systém SENA.

Systém KASO je určen výhradně pro dopravce a obsahuje následující dílčí systémy:

- KASO-Voz – slouží pro tvorbu oběhů hnacích vozidel a souprav – nahrazuje část systému ASO,
- KASO-Pers – slouží pro tvorbu turnusů vlakových a lokomotivních čet – nahrazuje část systému ASO.

Všechny moduly byly nově vyvinuty s výjimkou systému KANGO-GVD, v němž byly ponechány původní knihovny uživatelského rozhraní.

Dílčí systémy KANGO pracují nad společnou centrální databází, která obsahuje databázi kmenových dat, vlaků a uživatelů.

Aplikace KASO-Voz a KASO-Pers čtou kmenová data a údaje vlaků z databáze KANGO prostřednictvím KANGO-Vlak. Pro údaje oběhů a turnusů využívají vlastní centrální databázi.

Kmenová data a data o vlcích jsou pro ostatní informační systémy provozované v České republice dostupné v původním a novém formátu. Původní formát reprezentují textové soubory, jejichž export zajišťuje aplikace KANGO-Vlak. Nový formát je poskytován prostřednictvím webových služeb. Vzájemnou výměnu dat o vlcích s mezinárodním systémem PCS [4] zajišťuje KANGO-Vlak prostřednictvím exportu a importu XML souborů.

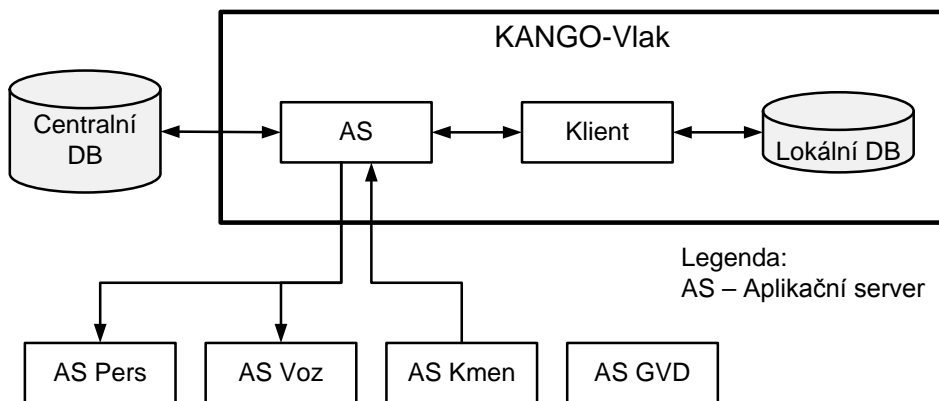
V dalším textu je podrobněji popsán systém KANGO-Vlak a jeho komunikace s ostatními aplikacemi KANGO a KASO.

### 3. Distribuovaná aplikace

Každý dílčí systém KANGO a KASO používá svůj aplikační server, který poskytuje rozhraní pro přístup k databázi a zajišťuje kontrolu zapisovaných údajů. Ve většině

případů příslušný aplikační server zapisuje a čte z/do databáze jen údaje, které mu náleží. Údaje, které používá jen pro čtení, si čte a aktualizuje z jiného aplikačního serveru. Například aplikační server KANGO-Vlak čte z databázového serveru data o vlacích, zatímco kmenová data čte z aplikačního serveru KANGO-Kmen.

Systém KANGO-Vlak je vyvinut v programovacím jazyku C#. Je spustitelný pod operačními systémy, které podporují platformu Microsoft .NET Framework. Skládá se z klientského programu a aplikačního serveru. Jeho struktura je znázorněna na obr. 2.



**Obr. 2** Struktura KANGO-Vlak s vazbami na ostatní části KANGO a KASO

Klientský program si udržuje kopii centrální databáze. Tato kopie je uložena v lokální databázi. Pokud se klient připojí k určité databázi poprvé, vytvoří se nová lokální databáze, jinak se provede automatická synchronizace lokální a vzdálené databáze.

Synchronizaci lze provést dvěma způsoby:

- Synchronizace základních tabulek se provede na popředí při otevření databáze a synchronizace ostatních tabulek, zejména tras vlaků se provede na pozadí po otevření databáze. Při synchronizaci na popředí musí uživatel čekat na dokončení operace, zatímco při synchronizaci na pozadí může provádět téměř všechny operace.
- Veškerá synchronizace se provede na popředí při otevření databáze. Tento způsob je vhodné používat, pokud se klient pravidelně přihlašuje k serveru. Pokud se delší dobu nepřihlásil, může se najednou přenášet velké množství změn dat ze serveru na klienta bez odezvy aplikace a uživatel tak nemá informaci o průběhu synchronizace.

Klientská aplikace umožňuje i práci off-line bez připojení k aplikačnímu serveru. V takovém případě si načte údaje z lokální databáze a neumožní uživateli provádět změny.

Lokální databáze je uložena v databázovém serveru Microsoft SQL Server Compact Edition, který je volně dostupný. Databáze je zašifrována a chráněna heslem.

KANGO-Vlak představuje distribuovanou aplikaci založenou na technologii Microsoft .NET Remoting. Pokud klient změní příslušný objekt, synchronně zašle aplikačnímu serveru údaje, které se mají zapsat do databáze. Po úspěšném zápisu dat,

může klient pokračovat v práci. Aplikační server potom v asynchronním režimu zařadí pro každého přihlášeného klienta do jeho fronty, umístěné na serveru, událost o změně. Z fronty jsou události o změnách odebírány dvěma způsoby podle typu klienta:

- Pokud je klient ve stejném intranetu s aplikačním serverem, modul aplikačního serveru mu posílá automaticky události o změnách, protože IP adresa klienta je ze serveru dosažitelná.
- Pokud je klient v jiném prostoru IP adres než aplikační server, klient se v zadaných časových intervalech dotazuje na událost o změně a pokud změna existuje, načte si ji.

Po přijmutí události o změně jedním z uvedených způsobů si klient zapracuje změnu ve své operační paměti a zapíše ji do své lokální databáze.

Mezi klienty aplikačního serveru K-Vlak patří i aplikační servery KASO-Voz a KASO-Pers.

Tabulky databáze vlaků jsou sdílené dvěma systémy: KANGO-GVD a KANGO-Vlak. Oba tyto systémy přímo zapisují údaje o vlacích do databáze a tyto údaje z ní čtou. Do některých tabulek smí zapisovat jen jeden ze systémů a druhý může údaje pouze číst. Do dalších tabulek mohou sice zapisovat oba systémy, ale každý jen do svých záznamů a zbývající záznamy smí pouze číst. Existují i výjimky, které jsou ošetřeny testováním aktuálnosti zapisovaných dat. Aplikační servery KANGO-GVD a KANGO-Vlak nejsou propojeny. Informace o změnách v databázi vlaků si získává každý vlastním způsobem.

Aplikační server KANGO-Vlak má registrován handler pro notifikační událost databázového serveru Oracle, která se vyskytne při změně fáze vlaku. Handler načte údaje notifikovaného vlaku z databáze, aktualizuje jeho údaje v operační paměti aplikačního serveru a zašle událost o změně jednotlivým klientům.

Potřebná kmenová data si aplikační server KANGO-Vlak načte při svém spuštění z aplikačního serveru KANGO-Kmen a registruje si u něj handler při příjem událostí o změnách kmenových dat. Tyto události zpracovává obdobným způsobem jako notifikace ze serveru Oracle o změnách vlaků.

#### **4.Struktura databáze**

Aplikace KANGO-Vlak obsahuje většinu dat dostupných při plánování jízdního řádu. Databázi lze rozdělit na následující skupiny dat:

- Základní údaje o databázi – např. datum platnosti jízdního řádu, seznam státních svátků, seznam změn jízdního řádu.
- Uživatelé – uživatelé aplikace a jejich práva.
- Uživatelské oblasti dopravních bodů a úseků – libovolné množiny dopravních bodů a úseků, které se používají jako oblasti působnosti uživatelů a k definování tratí a oblastí využívaných různých nástroji, např. při výpočtu ukazatelů.
- Hlavičky vlaků – údaje vlaku nezávislé na trase, např. číslo a název vlaku, seznam substrátů a náplní vlaku nákladní dopravy.
- Trasy vlaků – seznam dopravních bodů jízdy vlaku a následujících údajů k nim náležejících:

- obecné údaje – např. rušící vlak, zvláštní vlak, procenta ruční brzdy,
- kalendář jízdy vlaku,
- časové údaje příjezdu a odjezdu, staniční koleje pobytu a pojižděné traťové koleje,
- dispozice dopravce na časové údaje příjezdu, odjezdu a minimální pobyt vlaku,
- úkony – např. technická prohlídka, výměna hnacího vozidla.
- Údaje v trase vlaku, které se vztahují k úseku trasy vlaku a které mohou mít definován kalendář své platnosti v rámci kalendáře jízdy vlaku:
  - dopravní druhy vlaku – označení vlaku z hlediska dopravních předpisů,
  - komerční druhy vlaku – označení vlaku pro cestující,
  - dopravci,
  - objednatelé vlaku,
  - hnací vozidla,
  - lokomotivní a vlakové čety,
  - soupravy – seznam vozů včetně pořadí,
  - parametry vlaku – např. hmotnost, délka, jízdní odpor, režim brzdění, maximální rychlost,
  - řazení vlaku – pořadí a čísla vozů a hnacích vozidel na vlaku, poznámky k jednotlivým vozům,
  - poznámky jízdního řádu pro cestující – např. přeprava jízdních kol,
  - konstrukční příkazy – textové požadavky dopravce na provozovatele dráhy,
  - integrované dopravní systémy,
  - pracoviště provádějící soupis vlaku.
- Přímé vozy – jsou definovány jako posloupnost souprav nebo hnacích vozidel v trasách jednotlivých vlaků.

### **5. Možnosti editoru vlaků**

Aplikace KANGO-Vlak je primárně určena k editaci vlaků. Pro tento účel obsahuje následující funkce:

- výběr vlaků a filtrování seznamu vlaků podle zadané kombinace různých parametrů,
- zavádění a rušení vlaků,
- definování a změna trasy vlaku v grafickém zobrazení železniční sítě,
- editace jednoho nebo skupiny vlaků,
- kopírování vlaku s možností otočení jeho trasy,
- spojování vlaků, jejichž trasy na sebe navazují,
- hromadné přečíslování vlaků.

Pro analýzu navrženého jízdního řádu aplikace obsahuje následující nástroje:

- porovnání dvou databází vlaků,
- výpočet základních ukazatelů dopravy,
- hledání existujících a neexistujících přípojů mezi vlaky.

Program umožňuje tisk následujících pomůcek určených pro železniční zaměstnance nebo cestující:

- plán řadění nákladních vlaků,
- oddíl 3 Plánu vlakotvorby – Seznam stanic tvořících ucelené vlaky,
- oddíl 4 Plánu vlakotvorby – Seznam stanic tvořících vyrovnávkové vlaky,
- přehled omezení jízdy vlaků,
- vlakový průvodce – informační leták dostupný pro cestující ve vlacích vyšší kvality,
- přehled vlaků vyšší kvality – je součástí knižního jízdního řádu pro cestující.

Mezi další výstupy aplikace patří následující sestavy určené pro interní potřebu:

- zjednodušený jízdni řád,
- seznam vlaků projíždějících, končících nebo začínajících ve vybraném dopravním bodu,
- seznam stanic vlaků, ve kterých se provádí výchozí technická prohlídka,
- seznam základních údajů vlaků osobní dopravy,
- seznam obsazených a volných čísel vlaků,
- seznam vyplnění základní údajů vlaků potřebných pro konstrukci jízdního řádu.

## 6. Uživatelská práva

Systém KANGO-Vlak je primárně určen pro dopravce pro zadávání požadavků na trasy vlaku. Uživateli jsou také pracovníci provozovatele dráhy, kteří mohou zadávat další údaje vlaků, prohlížet vlaky a zadávat vlaky dopravců, kteří nemají program KANGO-Vlak k dispozici.

Každý uživatel má přidělena následující práva:

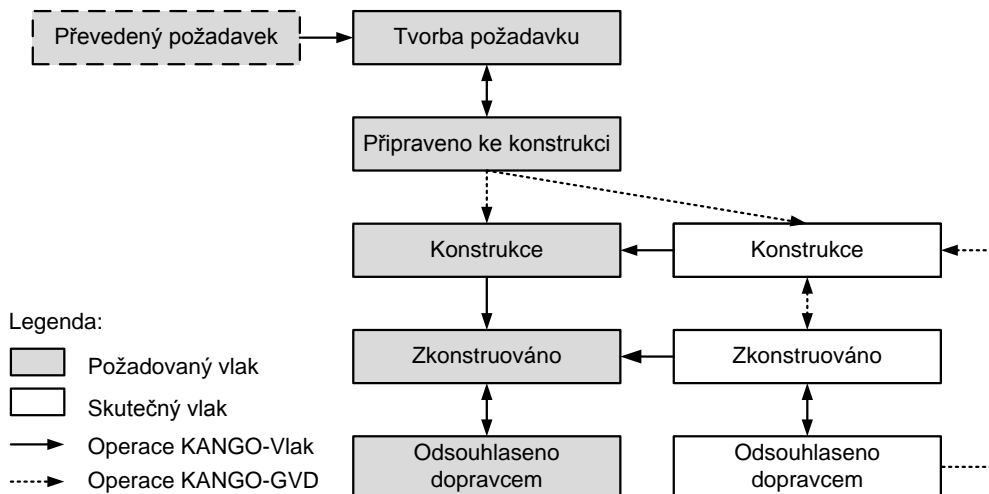
- Typ uživatele – systém poskytuje čtyři typy uživatelů: vlakotvůrce, dopravce, provozovatel dráhy a správce. Uživatel typu „vlakotvůrce“ má základní práva. Uživatel typu „doprovce“ má stejná práva jako uživatel typu „vlakotvůrce“ a navíc může upravovat uživatele, které mají podmnožinu jeho práv. Uživatel typu „provozovatel dráhy“ má stejná práva jako uživatel typu „doprovce“ a navíc může upravovat údaje provozovatele dráhy. Uživatel typu „správce“ má všechna práva.
- Oblast působnosti – libovolná množina dopravních bodů a úseků. Vztahuje-li se údaj trasy vlaku k dopravnímu bodu, smí jej uživatel upravovat, pokud tento dopravní bod patří do jeho oblasti působnosti. Obdobné pravidlo platí pro údaje vztahující se k úseku trasy vlaku.
- Seznam dopravců, jejichž vlaky může uživatel prohlížet a upravovat.
- Seznam intervalů čísel vlaků, které může uživatel zavádět a rušit a upravovat údaje v hlavičce vlaku.
- Seznam intervalů čísel vlaků, u nichž může uživatel upravovat údaje v trase vlaku s výjimkou hnací vozidel, souprav, lokomotivních a vlakových čtí (dále jen objekty vlaku).
- Seznam intervalů čísel vlaků, u nichž může uživatel upravovat zadané objekty vlaku.

## 7. Postup tvorby vlaku

Údaje vlaku požadované dopravcem a skutečné údaje udržované provozovatelem dráhy jsou zaznamenány ve dvojici vlaků: požadovaném a skutečném. Požadovaný vlak zadává dopravce v systému KANGO-Vlak jako požadavek na vlak provozovateli dráhy. Skutečný vlak vzniká zkopírováním požadovaného vlaku a upravuje jej provozovatel dráhy v systému KANGO-GVD (dále jen konstruktér). Konstruktér může v trase skutečného vlaku zadávat časové údaje, údaje o staničních a traťových kolejích, a to v rámci konstrukční oblasti KANGO-GVD (přibližně území České republiky). V dopravních bodech, které mu dopravce povolí, může dále měnit posloupnost dopravních bodů trasy skutečného vlaku.

Údaje vztahující se k části trasy, která nepatří do konstrukční oblasti KANGO-GVD, jsou naplňovány do požadovaného vlaku uživatelem KANGO-Vlak přímo nebo jsou importovány z informačního systému Pathfinder.

Vlak prochází během jeho tvorby dále uvedenými fázemi znázorněnými na obr. 3 a 4. Fáze požadovaného vlaku může měnit uživatel, který má právo vlak zavádět.



**Obr. 3** Základní postup tvorby vlaku

Postup tvorby vlaku je následující:

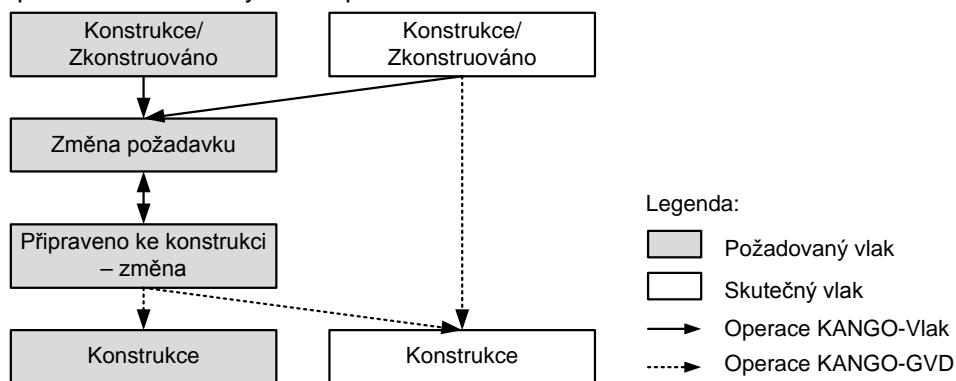
1. Na počátku tvorby nového jízdního řádu se vychází z údajů předchozího jízdního řádu. Databáze obsahuje pouze požadované vlaky předchozího jízdního řádu, které jsou ve fázi *převedený požadavek*. Skutečné vlaky v databázi neexistují.
2. Uživatel KANGO-Vlak má možnost zavést nový požadovaný vlak nebo použít vlak z předchozího jízdního řádu. V obou případech se takový vlak dostává do fáze *tvorba požadavku*. V této fázi je vlak od počátku jeho vytvoření nebo převedení viditelný pro všechny uživatele, kteří mají právo prohlížet vlaky daného dopravce.
3. Uživatelé KANGO-Vlak, kteří mají právo vlak upravovat, doplní údaje v té části trasy vlaku, která leží v jejich oblasti působnosti. V této fázi mají tyto uživatelé právo zadat také objekty vlaku.

4. Uživatel, který má právo vlak zavádět, může zaškrtnout políčko "Přístup pro úpravu hnacích vozidel". Po jeho zaškrtnutí hnací vozidla může upravovat pouze uživatel, který má k tomu právo. Zrušení zaškrtnutí tohoto políčka může provést uživatel, který má právo upravovat hnací vozidla. Uživatel, který má právo upravovat hnací vozidla, po jejich zadání zaškrtně políčko "Souhlas s hnacími vozidly".
5. Obdobný postup se použije pro úpravu ostatních objektů vlaku. Na rozdíl od hnacích vozidel u těchto objektů neexistuje zaškrťovací políčko "Souhlas s <objekt vlaku>".
6. V případě, že požadovaný vlak lze předat provozovateli dráhy na konstrukci, oprávněný uživatel změní fázi vlaku na *připraveno ke konstrukci*. Systém KANGO-Vlak povolí přechod vlaku do této fáze, pokud jsou naplněny příslušné údaje a je zaškrtnuto políčko "Souhlas s hnacími vozidly". Oprávněný uživatel může ještě vrátit vlak z fáze *připraveno ke konstrukci* do fáze *tvorba požadavku* a pokračovat v zadání požadavku.
7. Aplikační server KANGO-GVD v zadaných časových intervalech hledá v databázi požadované vlaky, které jsou ve fázi *připraveno ke konstrukci*. Nalezený vlak automaticky zkopíruje do nového skutečného vlaku, který se dostane do fáze *konstrukce* a jemu odpovídající požadovaný vlak nastaví také do fáze *konstrukce*.
8. Dopravní body skutečného vlaku obsahují také informaci o fázi vlaku. Po vytvoření nového skutečného vlaku jsou jeho dopravní body ve fázi *konstrukce*. V dopravních bodech trasy vlaku, v nichž byla dokončena konstrukce, jednotliví konstruktéři nastaví fázi *zkonstruováno*. Jakmile ve všech dopravních bodech trasy vlaku, které patří do konstrukční oblasti KANGO-GVD, je nastavena fáze *zkonstruováno*, systém KANGO-GVD nastaví automaticky fázi celého vlaku na *zkonstruováno*. Konstruktér může později převést skutečný vlak zpět do fáze *konstrukce* a pokračovat v konstrukci.
9. Jakmile se skutečný vlak dostane do fáze *zkonstruováno*, aplikační server KANGO-Vlak přijme notifikaci z databázového serveru Oracle o změně fáze vlaku a provede import údajů zadaných konstruktéry ve skutečném vlaku do odpovídajícího požadovaného vlaku, který převede do fáze *zkonstruováno*.
10. Je-li skutečný vlak ve fázi *konstrukce*, uživatel KANGO-Vlak může provést u zvoleného požadovaného vlaku import aktuálních údajů z odpovídajícího skutečného vlaku.
11. Pokud je požadovaný vlak ve fázi *zkonstruováno*, oprávněný uživatel KANGO-Vlak může změnit jeho fázi na *odsouhlaseno dopravcem*. Systém KANGO-Vlak zároveň automaticky převede odpovídající skutečný vlak také do fáze *odsouhlaseno dopravcem*. V této fázi nelze již údaje vlaku upravovat. Kdykoliv později ale může uvedený uživatel vrátit dvojici vlaků do fáze *zkonstruováno*.
12. Jestliže je skutečný vlak ve fázi *odsouhlaseno dopravcem* konstruktéři mají právo změnit jeho fázi na *konstrukce* a provést změnu v jeho údajích.
13. Je-li požadovaný vlak ve fázi *konstrukce* nebo *zkonstruováno*, uživatel KANGO-Vlak nemůže vlak upravovat. Chce-li změnit jeho údaje, musí nejprve oprávněný uživatel KANGO-Vlak převést tento vlak do fáze *změna požadavku*. Po dokončení požadavku oprávněný uživatel může změnit fázi požadovaného vlaku na *připraveno ke konstrukci – změna* nebo jej z této fáze vrátit zpět do fáze *změna požadavku*.
14. Jakmile aplikační server KANGO-GVD zjistí požadovaný vlak ve fázi *připraveno ke konstrukci – změna*, automaticky zkopíruje z požadovaného vlaku všechny údaje, které má právo zadávat dopravce, do odpovídajícího skutečného vlaku. Po



zkopírování skutečný i požadovaný vlak nastaví do fáze *konstrukce*. Následuje postup podle bodu 8.

15. Vlak může vymazat pouze uživatel KANGO-Vlak, který má právo vlak zavádět, přičemž vlak může být v jakékoli fázi. Z databáze se v takovém případě vymaže jak požadovaný vlak, tak i jemu odpovídající skutečný vlak.
16. Zpravidla na závěr tvorby jízdního řádu uživatel provozovatele dráhy v aplikaci KANGO-Vlak může vlak zamknout. Zamknutý vlak nemůže upravovat žádný uživatel. Zamknutí lze provést v jakékoli fázi vlaku. Odemknutí může provést uživatel provozovatele dráhy nebo správce.



**Obr. 4** Postup při změně požadavku dopravce na vlak

## 8.Závěr

Systémy KANGO a KASO jsou od konce roku 2010 v rutinním provozu. Jejich zavedením došlo k výraznému zkvalitnění a zrychlení práce na sestavě jízdního řádu.

Vývoj aplikace KANGO-Vlak bude nadále pokračovat. Plánuje se nahrazení offline výměny dat se systémem PCS online komunikací prostřednictvím webových služeb nebo zavedení funkcionalit žádosti o trasu vlaku.

*Předloženo: 09.07.2013*

## Literatura

1. GREINER, K. Centrální editor vlaků Českých drah. In *INFOTRANS 2002*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2002. ISBN 80-7194-419-X.
2. ŠOTEK, K. et al. *Tvorba jízdního řádu na železnici s využitím výpočetní techniky*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. ISBN 978-80-7395-137-5.
3. BACHRATÝ, H., ŠOTEK, K. Koncepce směřující k inovaci tvorby jízdního řádu v železniční dopravě. In *INFOTRANS 2009*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2009. s. 117–126. ISBN 978-80-7395-171-9.
4. *RNE Path Coordination System (PCS)* [online]. 2013 [cit. 2013-05-08]. Dostupné z: <<http://pcs.rne.eu/>>.

## **Resumé**

### **SYSTÉM OBJEDNÁVÁNÍ VLAKŮ DO ROČNÍHO JÍZDNÍHO ŘÁDU**

Karel GREINER, Josef VOLEK

Příspěvek popisuje aplikaci editoru vlaků sloužící k zadávání požadavků dopravců na trasy vlaků v České republice. Aplikace je součástí informačního systému sestavy ročního jízdního řádu vlaků. Editor vlaků představuje distribuovanou aplikaci složenou z databázového serveru, aplikačního serveru a klientského programu. Obsahuje většinu údajů vlaků dostupných v rámci plánování jízdního řádu. Kromě funkcí pro práci s vlaky poskytuje různé analytické nástroje a tisk pomůcek pro železniční pracovníky a cestující. Za účelem koordinace sestavy jízdního řádu s provozovatelem dráhy byl navržen postup tvorby vlaku založený na fázích vlaku.

## **Summary**

### **SYSTEM OF TRAINS ORDERING FOR THE ANNUAL TIMETABLE**

Karel GREINER, Josef VOLEK

The paper describes an application of train editor, which is used to make requests of carriers (users) for train track in the conditions of the Czech Republic. The application is part of the information system for the assembly of the annual train timetable. The editor of trains is a distributed application composed of a database server, application server and client program. It contains most of the data of trains available in the planning timetable. In addition to functions for working with trains editor provides various analytical tools and printing equipment for railway workers and passengers. In order to coordinate the assembly of timetable with railway undertakings a process of train design based on phases of the train was designed.