

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2002 -314

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **26.07.2000**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **29.07.1999**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1999/19935352**

(33) Země priority: **DE**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **12.02.2003**
(Věstník č. 2/2003)

(86) PCT číslo: **PCT/EP00/07148**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO01/008956**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

B 61 L 3/00

B 61 L 3/16

B 61 L 3/24

(71) Přihlašovatel:
**BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH, Berlin,
DE;**

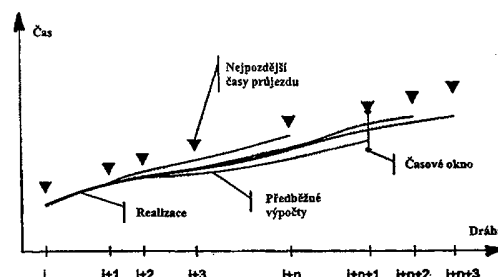
(72) Původce:
**Franke Rüdiger, Heidelberg, DE;
Terwiesch Peter, Wohlenschwiel, CH;
Meyer Markus, Ebikon, CH;
Ketteler Karl-Hermann, Kleindöltingen, CH;**

(74) Zástupce:
Matějka Jan JUDr., Národní 32, Praha, 11000;

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Způsob energetické optimalizace režimu jízdy
vozidla/vlaku při použití klouzavého
optimalizačního algoritmu**

(57) Anotace:

Způsob energetické optimalizace režimu jízdy vozidla/vlaku oří použití klouzavého optimalizačního algoritmu používá časové rezervy, které jsou plánovány v jízdním řádu, přičemž celková trať, která se má projet mezi výchozí zastávkou a cílovou zastávkou, se rozdělí na více úseků a každému úseku je přiřazena určitá časová rezerva. K dosažení energeticky úsporného režimu jízdy za pomoci optimalizačního algoritmu se při optimalizaci využívá vždy jeden z předem daného počtu n úseků, ze kterých se skládá omezená oblast trati. Když se vozidlo nachází v úseku i , používá se dříve určené optimální řízení a k určení tohoto optimálního řízení se uvažuje oblast od i do $i + n$, přičemž ještě když se vozidlo nachází v úseku i následuje nový výpočet pro aktuální podmínky, tedy pro oblast od $i + 1$ do $i + n + 1$. S výsledky nového výpočtu se jede dále, až vozidlo dosáhne úseku $i + 1$, a optimalizační výpočet se během jízdy vozidla/vlaku cyklicky opakuje, přičemž uvažovaná oblast trati se pohybuje společně s vozidlem.




Způsob energetické optimalizace režimu jízdy vozidla/vlaku při použití klouzavého optimalizačního algoritmu

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu energetické optimalizace režimu jízdy vozidla/vlaku na celkové trati rozdělené do více úseků podle úvodu jednotlivých patentových nároků.

Dosavadní stav techniky

Při sestavování jízdních řádů kolejové dopravy se plánují časové rezervy pro nepředvídané události a nepříznivé provozní podmínky. Protože během skutečných jízd jsou provozní podmínky typicky lepší než byly uvažovány při plánování, jsou přitom vznikající časové rezervy použitelné pro jiné účely. Zvláště smysluplné použití časových rezerv spočívá v úspoře energie vhodným režimem jízdy vozidla/vlaku.

Z patentu DD 208 324 A je znám způsob určení energeticky optimálního režimu jízdy kolejových vozidel. Na základě algoritmických a technických přístrojových možností mikrotechniky se v rámci simulačních a optimalizačních výpočtů určí funkční souvislosti mezi optimálními body přepnutí jednotlivých fází režimu jízdy a časem jízdy. K realizaci technicky a ekonomicky efektivní formy energeticky úsporného řízení vlaku se syntetizují optimální jízdní strategie pro každý předem zadaný čas jízdy přiřazený k aktuálnímu systému jízdního řádu. Přitom se uvažují funkční vztahy rychlosti odpojení, dráhy odpojení a bodu zahájení brzdění v závislosti na předem zadaném času jízdy a po úsecích se linearizují při předem zadaných opěrných místech. Funkční vztahy pro přepínací body

rychlosti odpojení, dráhy odpojení a bodu zahájení brzdění se určí předem na základě diskretních časů jízdy digitální simulací jízd vlaku při reálných poměrech trati a reálných poměrech vlaku případně vozidla použitím stacionárního elektronického zpracování dat. Úkolem palubní elektroniky instalované ve vozidle je především uložit opěrná místa a zpracovat potřebná výpočetní pravidla.

Z patentů DE 3026652 A, DD 255 132 A a EP 0 467377 B jsou v této souvislosti známy způsoby jak se vozidlo energeticky optimálně pohybuje mezi dvěma zastávkami. Na dlouhých tratích se navrhuje podrozdělení do více úseků, přičemž v každém úseku se určí optimální částečné řešení a celkové řešení se dostane složením částečných řešení. Navržené způsoby energetické optimalizace uvažují vždy celou trať mezi dvěma zastávkami. Nenásleduje však žádná správa časových rezerv.

Nejistota v průběhu provozu, v důsledku časových rezerv předvídaných v jízdním řádu, je ve výchozí zastávce (výchozím nádraží) největší a stále ubývá se zvětšujícím se přibližováním do cílové zastávky (cílového nádraží). Uvažování zmenšování nejistoty se tradičně děje v traťových jízdních řádech formou časů průjezdů ve vybraných bodech trati. Přitom časové rezervy se rozdělují rovnoměrně na celou trať.

Patenty DE 30 26 652 A1 a EP O 467 377 B1 se zabývají strukturou systému, ve které se mohou realizovat způsoby energetické minimalizace, přičemž se uvažuje celá trať mezi dvěma zastávkami (nádražími). Toto může u dlouhých tratí vést k tomu, že se nevýhodně nedodrží řešení způsobem v předem zadaném reálném čase.

Dosud známé způsoby energetické optimalizace uvažují jen nedostatečně požadavek na robustnost průběhu provozu, která má být časovými rezervami v jízdním řádu zvětšena. Hodí se jen nedostatečně k nasazení za podmínek reálného času.

Podstata vynálezu

Úkolem vynálezu je uvést zlepšený způsob energetické optimalizace režimu jízdy vozidla/vlaku na celkové trati rozdělené na více úseků.

Tento úkol se řeší ve spojení s význaky úvodu s význaky uvedenými ve znacích jednotlivých nároků.

Dosažitelné výhody podle vynálezu spočívají zvláště v tom, že optimalizační výpočet se děje pomocí optimalizačního algoritmu vždy jen pro jednu omezenou oblast trati.

Tím se omezí nutná spotřeba výpočtů, což dovolužete použít optimalizace za podmínek reálného času také u dlouhých tratí. Robustnost průběhu provozu se zvětší. Současně je realizovaný režim jízdy energeticky optimální. „Robustností“ se rozumí, že i u dlouhých celkových tratí a při nepředvídaných událostech je zajištěn včasný příjezd vozidla/vlaku do cílové zastávky.

Přehled obrázků na výkresech

Další výhody navrženého způsobu plynou z následujícího popisu.

Vynález bude níže vysvětlen blíže pomocí příkladu provedení znázorněného v jediném výkresu.

Příklady provedení vynálezu

Obrázek uvádí diagram dráhy a času vozidla, přičemž celková trať je rozdělena na více jednotlivých úseků a i představuje průběžný index jednotlivých úseků. n označuje účelný

počet úseků pro předběžný výpočet. Vždy nejpozdější časy průjezdu jsou označeny trojúhelníky. Dále je uvedeno časové okno jako příklad. Časovým oknem se určí za jaký nejdřívejší nebo nejpozdnější čas průjezdu má vozidlo určitý úsek projet.

Podle vynálezu se při opakovaném provedení optimalizačního výpočtu během jízdy uvažuje pro každé aktuální podmínky při každém opakování jen jeden omezený úsek trati a ne celá trať.

Pro dlouhé trati v dálkové dopravě je neúčinné vypočítat optimální režim jízdy předem k nejbližší cílové zastávce, protože krátkodobé nepředvídané změny v průběhu provozu, jejichž pravděpodobnost výskytu roste se zvětšující se délkou trati, by již požadovaly nový výpočet. Proto se podle vynálezu při výpočtu uvažuje vždy jen jedna omezená oblast trati. Zadání předem konečného času, ve kterém se musí projet tato oblast trati, se mohou odvodit při zahrnutí časových rezerv. Výpočet se během jízdy cyklicky opakuje, přičemž uvažovaná oblast trati se pohybuje společně s vozidlem.

Jediný obrázek znázorňuje principiální schéma způsobu. Když se vozidlo nachází v úseku i , použije se dříve určené optimální řízení, přičemž k určení tohoto optimálního řízení se uvažuje oblast od i do $i + n$, tzn. že n odpovídá počtu úseků pro předběžný výpočet. Když se vozidlo nachází v úseku i , následuje nový výpočet pro aktuální podmínky, přičemž nyní se uvažuje oblast od $i + 1$ do $i + n + 1$. Když vozidlo dosáhne úseku $i + 1$ pojedí dále s výsledky tohoto nového výpočtu. Tento postup se cyklicky opakuje. V každém předběžném výpočtu se uvažuje n úseků, přičemž vždy se realizují jen výsledky pro první úsek, protože dále (pro další úsek) je předložen nový předběžný výpočet. Teprve když je mezi vozidlem cílovou zastávkou méně než n úseků, následuje optimalizace pro zbývající celkovou trať.

Vhodné optimalizační algoritmy pro navržený způsob jsou známy např. z Papageorgiou: Optimierung (Optimalizace), kapitoly 10, 19 a zvláště 20, Oldenbourg Verlag, 1996.

PATENTOVÝ NÁROK

Způsob energetické optimalizace vozidla/vlaku při použití časových rezerv, které jsou plánovány v jízdním řádu, přičemž celková trať, která se má projet mezi výchozí zastávkou a cílovou zastávkou, se rozdělí na více úseků a každému úseku je přiřazena určitá časová rezerva **vyznačující se tím**, že

- k dosažení energeticky úsporného režimu jízdy za pomoci optimalizačního algoritmu se k optimalizaci uvažuje vždy jeden z předem daného počtu n úseků, ze kterých se skládá omezená oblast trati,
- když se vozidlo nachází v úseku i použije se dříve určené optimální řízení, přičemž k určení tohoto optimálního řízení se uvažuje oblast od i do $i + n$,
- když se vozidlo nachází v úseku i , následuje nový výpočet pro aktuální podmínky, přičemž nyní se uvažuje oblast od $i + 1$ do $i + n + 1$,
- s výsledky nového výpočtu se jede dále, až vozidlo dosáhne úseku $i + 1$,
- optimalizační výpočet se během jízdy vozidla/vlaku cyklicky opakuje, přičemž uvažovaná oblast trati se pohybuje společně s vozidlem.

1/1

