

Pavel Šiman

## Možnosti úspory trakční elektrické energie a motorové nafty závislé na železniční infrastruktuře

*Klíčová slova: trakční energie, spotřeba nafty, železniční infrastruktura, pomalé jízdy, rekuperace, automatické vedení vlaku*

### 1. Úvod

Každý provozovatel drážní dopravy je v tržním prostředí nucen minimalizovat své provozní náklady. Jednou z podstatných složek těchto nákladů je cena paliv a energií spotřebovaných pro jízdu vlaků, tj. především motorové nafty a elektrické energie odebírané z troleje. Jistá část těchto provozních nákladů přitom může být výrazně ovlivněna stavem železniční infrastruktury a jejího provozování. Následující příspěvek se zabývá vyčíslením takových nákladů a z toho vyplývajících požadavků na správu železniční infrastruktury.

### 2. Metodika

Aby bylo možno posoudit mj. i návratnost investic do zkvalitnění železniční infrastruktury, které mají za důsledek snížení spotřeby nafty a trakční el. energie, je nutno pro každý posuzovaný případ vyčíslit dosažené úspory za stanovené časové období (zpravidla 1 rok). Přesné vyčíslení úspor by bylo možné pouze měřením, což je velmi pracné, nákladné a časově náročné. Pro účely tohoto příspěvku bylo proto využito simulačního programu pro výpočet jízdních dob v informačním systému SENA, který provádí rovněž i teoretický výpočet spotřeby nafty a el. energie pro jízdu vlaku. Protože není časově možné simulovat jízdu každého jednotlivého vlaku během roku (u vlaku jednoho a téhož čísla se během platnosti jízdního řádu může den ode dne mírně lišit hmotnost, adhezní podmínky, řada použitého hnacího vozidla; vlak může být mimořádně zastaven či veden odklonem atd.) byly výpočty provedeny pro typický den platnosti grafikonu vlakové dopravy (dále jen GVD), s těmito zjednodušujícími předpoklady:

- provoz probíhá podle GVD, bez dopravních mimořádností,
- hmotnost vlaku je během celého GVD stálá a odpovídá normativu hmotnosti podle údajů sešitového jízdního řádu, rovněž i typ jízdního odporu je neměnný,
- pro dopravu vlaků jsou použita hnací vozidla plánované řady,
- nejsou zaváděny vlaky mimořádné a podle potřeby, ani odříkány vlaky pravidelné,
- nejsou uvažovány krátkodobé výluky,
- adhezní podmínky jsou dobré nebo jen mírně zhoršené,
- trolejové napětí je rovno jmenovité hodnotě pro příslušný trakční systém.

---

**Ing. Pavel Šiman, CSc.**, nar. 1965, Absolvent VŠDS Žilina, obor Kybernetika v dopravě. V r. 1993 – 2000 zaměstnanec ČD, depa Praha Masarykovo n. (později DKV Praha), 2000 – 2006 GŘ ČD O11, vlakový dynamik. Nyní GŘ ČD, Odbor strategie a informatiky.

Je zřejmé, že takto zjednodušený model se bude blížit realitě tím více, čím kvalitněji byla provedena konstrukce GVD a čím méně nepravidelností (ať už jakéhokoli druhu) nastane během období platnosti GVD.

Při přijetí výše popsaného modelu lze roční úspory energie vyjádřit vzorcem:

$$E_{365} = 365 \cdot \sum_{i=1}^n p_i \cdot E_i$$

kde  $E_{365}$ ... roční úspora elektrické energie [kWh]  
 $n$  ... počet vlaků projíždějících daným úsekem za 24 hodin [1]  
 $E_i$  ... úspora energie při jedné jízdě  $i$ -tého vlaku úsekem [kWh]  
 $p_i$  ... poměrný koeficient počtu jízd  $i$ -tého vlaku za den [1]

Koeficient  $p_i$  slouží pro ohodnocení jízd vlaků, které sice jezdí pravidelně během GVD, ale jen určité dny v týdnu, a je definován jako počet jízd vlaku za týden lomeno sedmi. Tj. např. pro vlak jezdící 2x týdně bude  $p_i = 2/7$ , pro vlak jezdící denně je  $p_i = 1$  (hodnoty větší než 1 nemají smysl). Formálně naprosto shodný vzorec platí i pro roční úspory motorové nafty, vyjádřené v litrech.

Vyčíslení ročních úspor v následujících kapitolách tohoto příspěvku vychází z rozsahu plánované dopravy (počtu vlaků) v GVD 2005/06, nebyly přitom brány v úvahu vlaky jedoucí jen podle potřeby a zvláštní vlaky. Ceny nafty a trakční el. energie byly použity průměrné za 1. pololetí r. 2006 podle údajů ze statistik Odboru kolejových vozidel GR ČD, a.s.

### 3. Lokální omezení (propady) traťové rychlosti

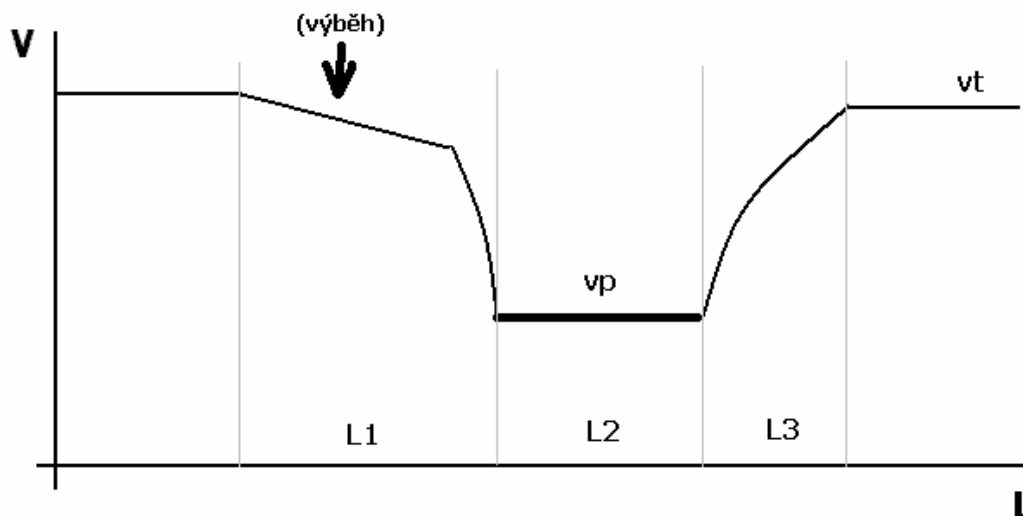
Jednou z nejrozšířenějších příčin zvýšení spotřeby trakční el. energie a motorové nafty je lokální omezení traťové rychlosti, zpravidla relativně krátké délky, kdy za koncem tohoto omezení následuje opětovný rozjezd vlaku na traťovou (resp. stanovenou) rychlost. Jedná se typicky o případy:

- špatný stav žel. spodku nebo svršku (mosty, výhybky ...),
- nedostatečné rozhledové poměry nebo nedostatečné zabezpečení žel. přejezdu,
- jiné ohrožení (padání skal na trať apod.),
- nedostatečné zabezpečení vlakové cesty (výměn),
- omezení rychlosti přes výhybky pravidelně pojížděné projíždějícími vlaky (spojky, přechody na jinou trať).

Průjezd vlaku místem s lokálním omezením rychlosti (dále jen „pomalá jízda“) lze z pohledu vlakové dynamiky rozdělit do 3 úseků:

- snížení rychlosti (brzdění, příp. i výběh před brzděním),
- vlastní pomalá jízda,
- rozjezd na původní rychlost.

Schematicky je obvyklý průběh takové jízdy uveden na obr. 1. Tachogram platí pro vlaky, které mají vzhledem ke sklonovým poměrům dostatečný přebytek tažné síly a výkonu, který jim umožňuje při opětovném rozjezdu dosažení původní rychlosti. Pro takové vlaky lze energetické ztráty vzniklé při pomalé jízdě vyjádřit vztahem:



Obr. 1 Teoretický tachogram průjezdu vlaku pomalou jízdou

$$W = 0,5 \cdot (1 + \rho) \cdot m \cdot (v_t^2 - v_p^2) - m \cdot (g \cdot s + w_t) \cdot L_1 - m \cdot (w_t - w_p) \cdot L_2 - m \cdot (w_t - w_s) \cdot L_3$$

- kde
- W ... mechanická energie na obvodu kol hnacího vozidla [kJ]
  - m ... hmotnost vlaku [t]
  - $\rho$  ... součinitel rotujících částí [1]
  - $v_t$  ... původní (traťová) rychlost jízdy vlaku [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]
  - $v_p$  ... rychlost pomalé jízdy vlaku [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]
  - g ... tíhové zrychlení [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ]
  - s ... stoupání traťového úseku [‰]
  - $w_s$  ... střední vozidlový odpor vlaku při rozjezdu z rychlosti  $v_p$  na  $v_t$  [N/t]
  - $w_t$  ... vozidlový odpor vlaku při jízdě původní rychlostí  $v_t$  [N/t]
  - $w_p$  ... vozidlový odpor vlaku při pomalé jízdě [N/t]
  - $L_1$  ... délka úseku pro snížení rychlosti [km]
  - $L_2$  ... délka pomalé jízdy [km]
  - $L_3$  ... délka úseku pro rozjezd na původní rychlost [km]

Vzorec je uveden pouze pro ilustraci vztahu mezi veličinami, neplatí všeobecně, nýbrž jen za určitých podmínek (již zmiňovaný dostatečný přebytek výkonu vlaku, konstantní sklon, rozjezd vlaku působením tažné síly, nikoliv urychlujícího spádu, brzdění bez rekuperace atd.). Pro reálné úseky je nutno průběh jízdy a spotřebu vypočítat pomocí integrálního počtu, zpravidla numerickou integrací pomocí některého ze simulačních programů modelujících jízdu vlaku.

Ze vzorce nicméně vyplývá, že velikost energetických ztrát při pomalé jízdě ve všeobecnosti roste s hmotností vlaku a rozdílem druhých mocnin traťové rychlosti a rychlosti pomalé jízdy. Energetické ztráty vznikající opětovným rozjezdem vlaku jsou však zmírněny skutečností, že při jízdě vlaku omezenou rychlostí jsou nižší vozidlové odpory a tím i spotřeba energie, než při jízdě plnou traťovou rychlostí (to reprezentuje třetí člen součtu). Od jisté délky pomalé jízdy tento vliv dokonce převažuje, takže výsledná energetická bilance relativně dlouhého lokálního omezení může být i kladná. Samozřejmě, že negativní vliv omezení se projeví o to výrazněji v jiné oblasti, kterou je jízdni resp. cestovní doba (tj. v nepřímých ztrátách vzniklých menší konkurenceschopností železnice vůči jiným druhům dopravy). Podobně se energetické ztráty zmírní při prodloužení rozjezdu (to v praxi představuje vlaky s nižším přebytkem tažné síly a výkonu, čtvrtý člen součtu) a při rostoucím stoupáním trati (druhý člen součtu).

Pokud se naopak vyskytuje pomalá jízda na urychlujícím spádu, energetické ztráty jsou zanedbatelné nebo žádné (není-li pro opětovný rozjezd nutno vůbec použít tažnou sílu hnacího vozidla). Výše uvedený vzorec v tomto případě neplatí.

Po shrnutí všech vlivů je tedy možno konstatovat, že energetická náročnost pomalé jízdy:

- roste s hmotností vlaku,
- roste s traťovou rychlostí,
- roste rozdílem mezi traťovou rychlostí a rychlostí v místě omezení,
- klesá s rostoucím sklonem trati,
- klesá s délkou pomalé jízdy,
- klesá s klesajícím přebytkem výkonu a tažné síly vlaku.

Následující praktické příklady byly vypočítány simulacemi v programu SENA. Na obr. 2 je pro ilustraci ukázka jednoho z vypočítaných tachogramů.

***Příklad 1:** lokální omezení rychlosti na trati Hranice n.M. – Val.Meziříčí na 50 km/h (1. kolej) resp. 30 km/h (2. kolej), padání skal poblíž hradla Černotín, roční energetická ztráta přibližně 700 MWh, tj. přes 1 mil. Kč.*

***Příklad 2:** omezení rychlosti na 40 km/h přes výhybky žst. Blažovice při jízdách vlaků v trase Holubice – Šlapanice a opačně (vlaky jedoucí po spojnici Holubice - Blažovice), roční energetická ztráta přibližně 250 MWh, tj. cca 400 tis. Kč.*

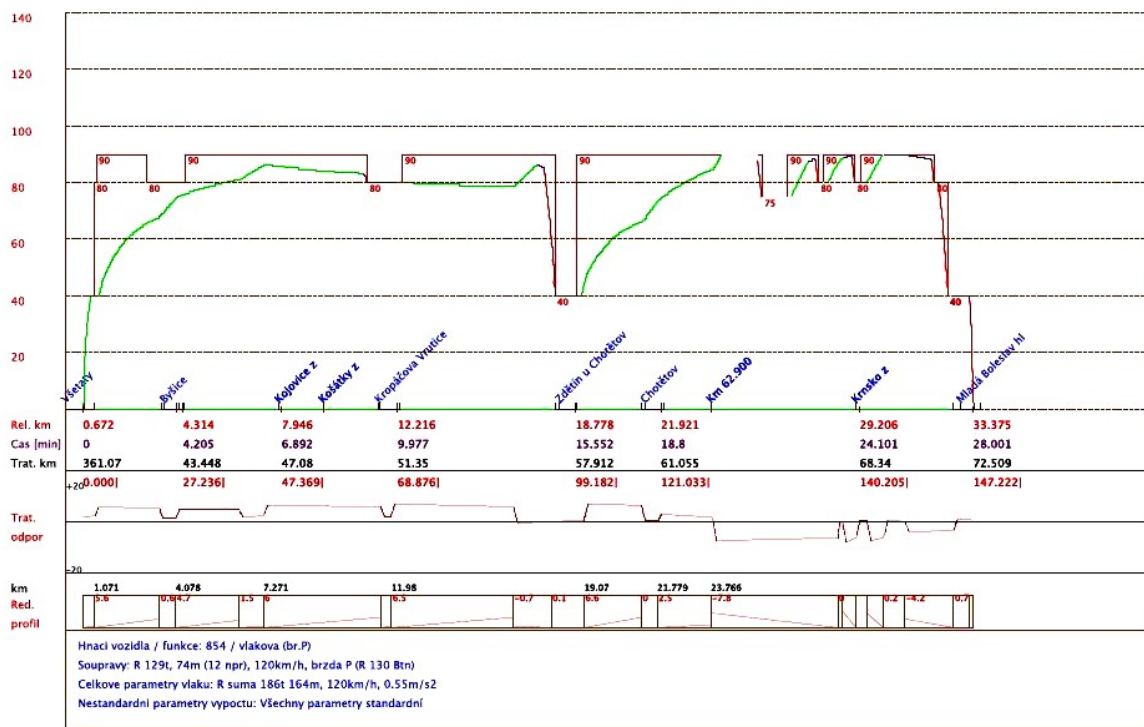
***Příklad 3:** omezení rychlosti na 40 km/h přes žst. Zdětín u Chotětova (trvalá výluka služby dopravních zaměstnanců, nedostatečné zabezpečení výměn), roční ztráta přibližně 35 000 litrů nafty, tj. téměř 1 mil. Kč. Zde je hodno pozornosti, že vznik tohoto rychlostního omezení je důsledkem racionalizačního opatření – snížení počtu dopravních zaměstnanců.*

***Příklad 4:** lokální omezení rychlosti na trati Náchod – Meziměstí na 20 km/h, padání skal poblíž zast. Dědov, roční ztráta přes 20 000 litrů nafty, tj. téměř 500 tis. Kč.*

Podobný vliv jako uvedené příklady dané technickým stavem infrastruktury mají i dopravní mimořádnosti při provozování dráhy, neboť se jedná o stejný mechanismus vzniku energetických ztrát při lokálním omezení jízdy vlaku, např. typicky:

- pozdní stavění vlakové cesty,
- průjezd sníženou rychlostí („odbočkou“) přes stanici.

Roční ztráty takto způsobené závisí na četnosti výskytu dopravních mimořádností, na rozdíl od technického stavu infrastruktury se však netýkají každodenně všech vlaků. Nicméně je zde prostor pro další úspory již samotnou kvalitnější konstrukcí GVD.



Obr. 2 Tachogram vypočítaný simulací v programu SENA

Pro úplnost je také nutno dodat, že lokální omezení rychlosti jízdy vlaku (lhostejno, zda z důvodu technického stavu tratě nebo z důvodu dopravní mimořádnosti) má vždy za následek prodloužení jízdní doby a tím může dojít k dalšímu, „sekundárnímu“ zvýšení spotřeby při krácení zpoždění (jždě za minimální jízdní dobu) během další jízdy vlaku, ilustrace problému viz kap. 5 (obr. 5).

#### 4. Rekuperace elektrické energie

Možnosti výrazné úspory trakční elektrické energie představuje využití rekuperace při brzdění. Z hlediska technologie jízdy je možno rekuperaci rozdělit do 2 kategorií:

- rekuperační brzdění spádové
- rekuperační brzdění zastavovací

Při spádovém brzdění je udržována konstantní rychlost (traťová, stanovená apod.) při jždě vlaku na urychlujícím spádu. Je-li urychlující síla působením spádu větší, než vozidlový odpor vlaku, je možno v daném traťovém úseku využít pro rekuperaci část mechanické potenciální energie vlaku, kterou lze vyjádřit vzorcem:

$$W = m \cdot g \cdot h - W_0$$

kde  $W$  ... využitelná mechanická energie na obvodu kol hnacího vozidla [kJ]

$m$  ... hmotnost vlaku [t]

$g$  ... tíhové zrychlení [ $m \cdot s^{-2}$ ]

$h$  ... rozdíl (nadmořských) výšek počátku a konce úseku [m]

$W_0$ ... energie spotřebovaná na překonání vozidlového odporu vlaku a traťového odporu při průjezdu oblouky a tunely [kJ]

Při zastavovacím brzdění na vodorovné trati je možno pro rekuperaci využít část mechanické kinetické energie vlaku:

$$W = 0,5 \cdot (1 + \rho) \cdot m \cdot v^2 - W_0$$

kde  $W$  ... využitelná mechanická energie na obvodu kol hnacího vozidla [kJ]

$m$  ... hmotnost vlaku [t]

$\rho$  ... součinitel rotujících částí [1]

$v$  ... počáteční rychlost jízdy vlaku [ $m \cdot s^{-1}$ ]

$W_0$ ... energie spotřebovaná na překonání vozidlového odporu vlaku a traťového odporu při průjezdu oblouky a tunely [kJ]

Elektrická energie odevzdaná na sběrači vozidla zpět do troleje pak je:

$$E = W \cdot \eta / 3600 - E_{po}$$

kde  $E$  ... energie na sběrači vozidla [kWh]

$E_{po}$ ... spotřeba pomocných obvodů hnacího vozidla (vlaku) [kWh]

$\eta$  ... celková účinnost přeměny energie v hnacím vozidle při rekuperaci [1]

$W$  ... mechanická energie na obvodu hnacích kol [kJ]

Jak vyplývá ze vzorců, velikost možných úspor energie je při zastavovacím brzdění v obecnosti úměrná hmotnosti vlaku a druhé mocnině počáteční rychlosti (zpravidla traťové, resp. stanovené). Při spádovém brzdění jsou rozhodující pouze sklonové poměry a hmotnost vlaku. Při praktickém provozu samozřejmě dochází i ke kombinaci obou způsobů (zastavení vlaku na urychlujícím spádu).

Využití rekuperace je možné pouze u hnacích vozidel vybavených příslušnou částí trakčního obvodu, u moderních vozidel se vstupním čtyřkvadrantovým měničem je přitom již standardem. Neméně důležitou podmínkou je zajištění odběru rekuperované energie. Praktický provoz rekuperace na jednotkách ř. 471 však ukazuje, že odběr této energie nečiní až na výjimky problém, jedná se samozřejmě o trať elektrifikované stejnosměrným systémem 3000V. Při měřeních prováděných ČD VÚŽ na trati Praha – Kolín bylo prokázáno, že v průměru 30% elektrické energie odebrané vlakem z troleje během rozjezdu, příp. udržování konstantní rychlosti bylo při brzdění navraceno do trolejového vedení. Odběr rekuperované energie jinými vozidly byl přitom zjištěn ve více než 90% případech.

Odlišná situace je na tratích elektrifikovaných střídavým systémem 25kV/50Hz, a to jak technicky (ochrany proti zpětnému proudu v trakčních transformovnách) tak i legislativně, neboť v současnosti není možná zpětná dodávka el. energie do veřejné distribuční sítě. V současnosti má ČD, a.s. pro trakční systém 25kV/50Hz pouze 7 vozidel schopných rekuperace (jednotky ř. 680), avšak v dohledné době budou dodány lokomotivy ř. 380 a výhledově i dvousystémové jednotky ř. 675(671). Rekuperovat jsou schopny rovněž lokomotivy zahraničních dopravců, např. ř. 1116 OeBB nebo ř. 189 DB, u kterých lze

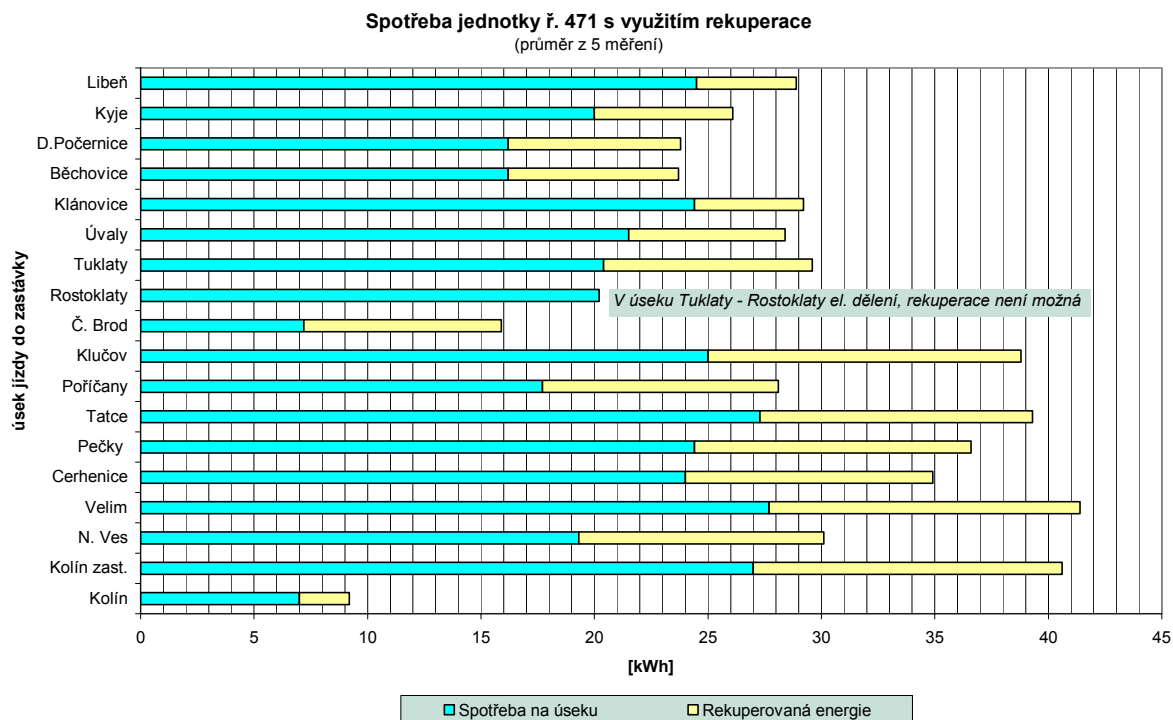
v budoucnu předpokládat provoz i na tratích SŽDC. Je rovněž předpoklad, že Technické specifikace pro interoperabilitu pro konvenční tratě budou umožnění rekuperace požadovat.

Velikost možných úspor vyplývajících z využití rekuperace je možno ilustrovat na následujících příkladech:

*Příklad 1:* již využívaná rekuperace pro zastavení na trati Praha – Pardubice u osobních a spěšných vlaků vedených jednotkami ř. 471 představuje roční úsporu více než **5000 MWh, tj. cca 8 mil. Kč** (údaje vychází z měření skutečné spotřeby ČD VÚŽ, viz obr. 3).

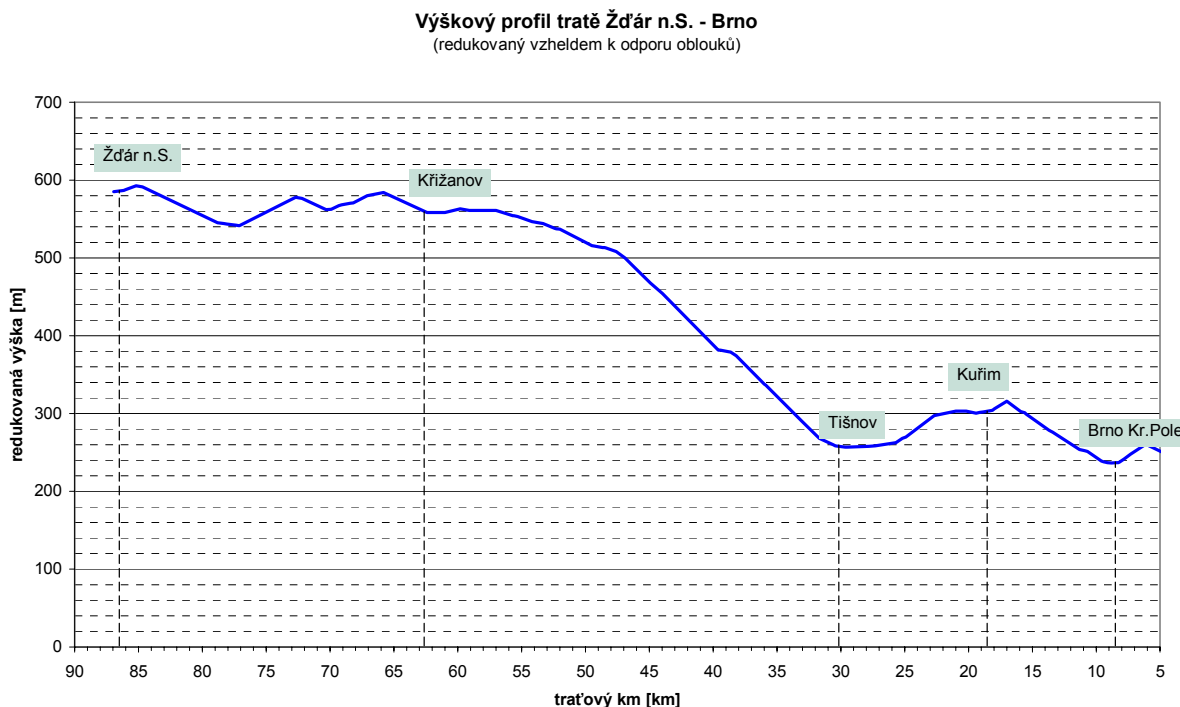
*Příklad 2:* v případě využívání rekuperace na trati (Summerau -) Horní Dvořiště – České Budějovice pouze u rychlíků, spěšných a nákladních vlaků, lze při nasazení loko ř. 1116 OeBB (resp. loko obdobných parametrů) předpokládat roční úsporu cca **1500 – 2000 MWh, tj. okolo 3 mil. Kč** (údaje jsou vypočítané simulací).

*Příklad 3* (výhledový, údaje jsou zjištěny simulací): v případě využívání i jen spádové rekuperace na trati Žďár nad Sázavou – Brno hl.n./Brno Maloměřice, u rychlíků, spěšných a nákladních vlaků vedených lokomotivou obdobných parametrů jako BR 189 (včetně např. loko ř. 380), u osobních vlaků vedených budoucími jednotkami ř. 671 (v pětivozovém provedení) lze odhadnout roční úsporu na **8000 MWh, tj. více než 12 mil. Kč** – viz obr.4.



Obr. 3 Spotřeby energie při jízdě jednotky 471

Součet obou obdélníků je roven celkové energii odebrané v daném úseku z troleje, pokud by se neuplatnila rekuperace



Obr. 4 Výškový profil tratě Žďár n.S. – Brno.

*Nadmořská výška je redukována o odpor z oblouků a tunelů. Rozdíl výšek ilustruje možnou rekuperovanou energii připadající na jednotku hmotnosti dopravovaných vlaků.*

## 5. Automatické vedení vlaku

Spotřeba trakční energie pro jízdu vlaku úzce souvisí i s velikostí jízdních dob. Teoretickými simulacemi i praktickými pokusy je prokázáno, že trakční spotřeba (trakční práce) pro jízdu vlaku o dané hmotnosti na určitém traťovém úseku nelineárně závisí na jízdní době. Maximální spotřeba je samozřejmě při minimální jízdní době. Při prodlužování jízdní doby v řádu jednotek procent klesá spotřeba zpočátku velmi strmě, a to zpravidla v řádu desítek procent (závisí samozřejmě na konkrétním traťovém úseku, především jeho sklonových a rychlostních poměrech). Ilustrace konkrétního příkladu je na obr. 5.

Možné úspory energie závisí tedy především na velikosti rezervy v jízdních dobách použité při konstrukci GVD. Primárním účelem těchto rezerv je eliminace zpoždění vzniklého během předešlé jízdy vlaku, u vlaků jedoucích včas je však je možno využít pro energetické úspory. Nutno podmínkou pro vznik úspor je rovněž i dodržování GVD. U zpožděného vlaku je zpravidla nutno krátit zpoždění, tj. minimalizovat jízdní doby, což má za následek maximální spotřebu energie.

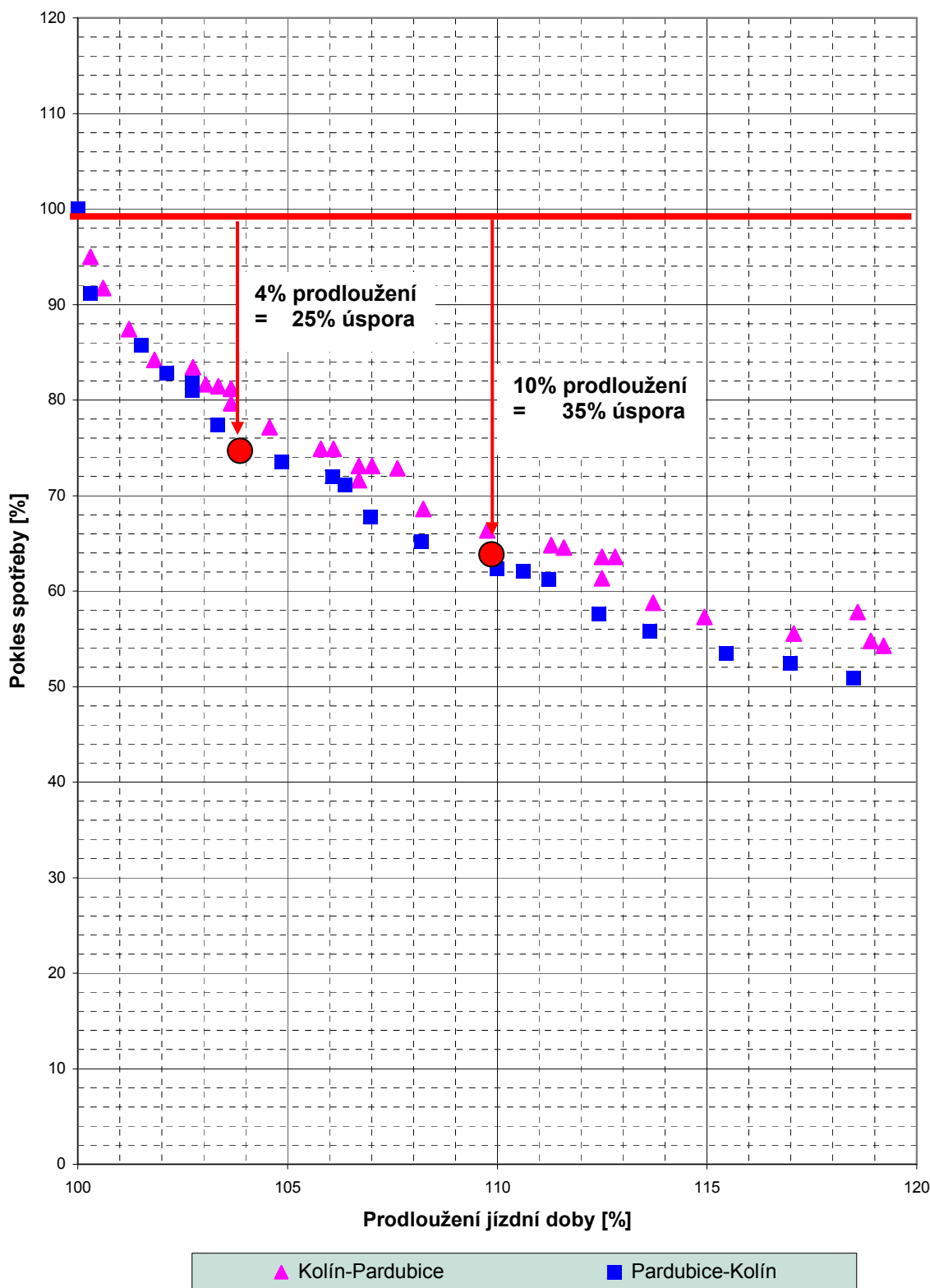
Jízdy zpožděných vlaků se snaží každý dopravce minimalizovat, na druhou stranu je nutno upozornit na skutečnost, že z hlediska spotřeby energie je velmi nežádoucí i jízda vlaku s náskokem (tj. příjezd vlaku před časem příjezdu uvedeným v jízdním řádu). Přesné dodržování GVD záleží při ručním řízení především na zkušenostech strojvedoucího, a protože postihy za zpoždění mohou být citelné, zpravidla se každý strojvedoucí snaží spíše o





jízdu vlaku s mírným náskokem, neboť ta není považována z pohledu dodržování GVD za problematickou.

**Závislost spotřeby energie el. jednotky 471 na jízdní době**  
(simulační výpočty)



Obr. 5 Závislost spotřeby na jízdni době pro úsek Kolín – Pardubice  
Hodnoty byly vypočítány opakovanými simulacemi v programu SENA

V nedávné minulosti byly prováděny opakované pokusy s různými tabelárními či grafickými pomůckami pro strojvedoucího, jejichž cílem bylo omezit jízdu s náskokem a z toho plynoucí zvýšení spotřeby trakční el. energie nebo motorové nafty. Z důvodů uvedených v předešlém odstavci se však nedočkaly širšího uplatnění. Proto byla zvolena od 80. let. 20. stol. u tehdejších ČSD cesta vývoje automatického systému řízení jízdy vlaku, které zajistí (mimo jiné) i přesné dodržování jízdních dob. Vývojem vznikl systém „Automatické vedení vlaku“ (AVV), který je standardní součástí řídicího systému sériově vyráběných jednotek ř. 471 a skládá se z těchto částí

- regulátor rychlosti (ARR)
- regulátor cílového brzdění (RCB)
- optimalizátor jízdy vlaku (OJV - regulátor jízdní doby)

Zařízením AVV budou rovněž osazeny i nově vyvíjené lokomotivy ř. 380. Nutnou podmínkou pro správnou funkci AVV je přesná informace o poloze vlaku na trati, což je zajištěno pomocí tzv. „Magnetických informačních bodů“ (MIB). MIB jsou osazeny na řadě koridorových úseků, avšak v některých případech chybí osazení v celé délce vozebního ramene, což znemožňuje plné využití AVV pro úsporu trakční energie (úsek Přelouč – Pardubice, žst. Kralupy n. Vlt., žst. Praha-Libeň na kolejích u nového nástupiště č. 1 apod.).

Maximální úspora zjištěná v minulosti měřeními VÚŽ během vývoje systému AVV při jízdě osobního vlaku vedeného lokomotivou ř. 163 v trase Praha – Kolín byla cca 30%, za ideálních technických i dopravních podmínek. V roce 2002 byla simulací v programu SENA vypočítána závislost mezi jízdní dobou a spotřebou elektrické energie pro jednotku ř. 471 na úseku Kolín – Pardubice, pro tehdejší stav infrastruktury. Z grafu je patrné, že **rezervě 4% jízdní doby**, používané při konstrukci GVD pro vlaky osobní dopravy, **odpovídá teoretická úspora el. energie cca 25%** při srovnání s jízdou za minimální jízdní dobu. Pro vlaky nákladní dopravy je při standardní rezervě 10% možná úspora energie až 35%.

Průměrné úspory dosažené zařízením AVV během delšího časového období jsou nižší, neboť jsou výrazně závislé na:

- kvalitě konstrukce GVD,
- kvalitě řízení dopravy (dodržování GVD),
- v menší míře i na jiných vlivech (adhezní podmínky, trolejové napětí atd.).

*Příklad: teoreticky vypočítaná roční spotřeba elektrické energie pro jízdu jednotek ř. 471 při dodržování GVD činí na trati Praha – Pardubice přibližně 17 000 MWh, tj. více než 25 mil. Kč. Pokud by nasazení AVV přineslo úspory energie i jen v řádu jednotek procent (což lze předpokládat i při značném vlivu dopravních nepravidlostí), pak se roční úspora jen na této trati může pohybovat až okolo částky 1 mil. Kč.*

Kromě osazování ucelených traťových úseků body MIB je možno další značné možnosti pro zvýšení úspor trakční energie zařízením AVV hledat i v oblasti řízení drážní dopravy a konstrukce GVD, přitom se jedná zpravidla o organizační opatření ev. podporovaná vhodným SW produktem, která nebývají investičně příliš náročná.

## 6. Závěr

Snižování energetické náročnosti provozu vlaků je celoevropským požadavkem, souvisejícím jednak se samotným hospodařením s palivy a energiemi, jednak i s naléhavou potřebou snižování emisí. Na realizaci projektů tohoto typu přispívá Česká republika i EU.

Hlavním cílem příspěvku bylo upozornit na možnosti, které mají České dráhy, a.s. při reálném vyčíslení energetických i finančních úspor plynoucích z konkrétních opatření pro zlepšení technického stavu infrastruktury. Díky programu SENA je k dispozici prakticky použitelný nástroj pro toto zhodnocení.

Z hlediska obecných doporučení by měla být ve vztahu ke správci infrastruktury požadována následující opatření:

- odstraňování krátkých lokálních omezení rychlosti, především na velmi frekventovaných tratích s vyšší traťovou rychlostí,
- v souladu s evropskými doporučeními a podle technických možností postupné povolení rekuperace i na tratích elektrifikovaných systémem 25kV/50Hz,
- osazování tratí informačními body pro cílové brzdění,
- při projektování novostaveb a modernizací tratí zohlednit i spotřebu energie při předpokládaném provozu v budoucnosti.

Je vhodné požadovat i další opatření, která se týkají základního i operativního řízení:

- při sestavě GVD vytvořit dostatečné rezervy v jízdních dobách,
- při sestavě GVD minimalizovat pravděpodobnost pozdního stavění vlakových cest (respektovat propustnost úseků, traťové a staniční intervaly),
- doplnit informační systémy pro řízení provozu o moduly pro ohodnocení energetické náročnosti tohoto řízení (mimořádná zastavení vlaku apod.),
- vytvořit mechanismy pro účinnou kontrolu těchto opatření v provozní praxi.

## Literatura:

[1] Předpis ČD V7, NADAS Praha 1982

[2] Myslivec, Špaček, Šula: Automatické vedení vlaku AVV. Vědeckotechnický sborník ČD č. 5/1998

[3] Technická zpráva VÚŽ-03-17/2004: Energetické charakteristiky jednotky ČD řady 471 při jízdách na trati Praha – Kolín, VÚŽ Praha 2004

[4] Technické specifikace pro interoperabilitu pro transevropský vysokorychlostní železniční systém, subsystém Energie, Úřední věstník 2002/733/ES, Brusel 2002

[5] Sešitové a nákrešné jízdní řady pro GVD 2005/06, ObS SENA Olomouc, Plzeň, Praha, 2005

Olomouc, říjen 2006

Lektoroval: Ing. Ivan Kemr,  
vedoucí Sekce ZL ENE  
Výzkumný Ústav Železniční a.s.