

Jiří Pohl<sup>1</sup>

## **Elektrická vozba na železnici a obnovitelné zdroje energie**

**Klíčová slova:** *energetika, obnovitelné zdroje, železnice, poplatky*

### **Úvod**

Doprava a energetika jsou dva strategické obory, které spolu úzce souvisejí. To platí pro minulost, současnost i budoucnost. Až do sedmnáctého století žili lidé v rovnováze s přírodou. Spotřebovali jen tu energii, kterou aktuálně vytvářelo slunce. A to zejména fotosyntézou, která v rostlinách mění energii slunečního záření na energii paliv, respektive na energii potravy pro živé tvory. Lidé se též naučili využívat energii proudící vody (vodních toků) a proudícího vzduchu (větru), zejména k pohonu mlýnů. Šlo o reprodukovatelné principy, které mohly dlouhodobě fungovat (a skutečně dlouhodobě fungovaly), neboť primárně využívaly energii slunečního záření, kterou vnímáme jako nekonečnou. Dnes tyto zdroje nazýváme obnovitelnými, v té době však byly poměrně málo vydatné.

Pro historickou úplnost je potřebné uvést, že lidé nezřídka spotřebovali (například pro hutnictví, sklárství, či stavbu lodí) dřevo rychleji, než stačilo dorůst a tím těžce poškozovali přírodu. To ostatně v podobě likvidace deštných pralesů pokračuje dodnes.

Až objev fosilních uhlovodíkových paliv (zpočátku uhlí, následně i ropy a zemního plynu) a jejich stále intenzivnější využívání, které nastalo v průběhu devatenáctého a dvacátého století, energetickou situaci lidstva zásadním způsobem změnil [1].

### **1. Fosilní uhlovodíková paliva**

Ve fosilních uhlovodíkových palivech získalo (a dosud získává) lidstvo obrovský zdroj energie. Aktuálně připadá na každého občana ČR denní spotřeba energie 134 kWh, z toho 102 kWh činí fosilní paliva (13 kWh černé uhlí, 37 kWh hnědé uhlí, 28 kWh ropné produkty, 24 kWh zemní plyn) – viz [8]. Naše denní spotřeba fosilních

---

<sup>1</sup> Ing. Jiří Pohl, Siemens, s.r.o., Mobility Division, Engineering Mainline Transport, Senior Engineer. Člen Výboru pro udržitelnou dopravu při Úřadu vlády ČR. Člen Výboru pro udržitelnou energetiku při Úřadu vlády ČR.

uhlovodíkových paliv je více než stonásobkem energie, kterou je člověk za den schopen respektive ochoten svými svaly k práci vynaložit (0,5 až 1 kWh). Energetická dotace v podobě fosilních paliv umožnila lidstvu do té doby netušený rozvoj průmyslu, dopravy a bydlení, který návazně přinesl i výrazné zvýšení kultury práce, vzdělanosti, sociální péče, zdravotnictví a dalších hodnot.

Na rozdíl od obnovitelných zdrojů energie jsou však geologická ložiska fosilních uhlovodíkových paliv vyčerpitelná. Fosilní paliva jsou ve svém principu energetické konzervy, ve kterých je přes složité transformační procesy uložena energie slunečního záření z dávné minulosti, která kdysi vytvořila fotosyntézou živé organizmy, jež následně zetlely. Tyto konzervy ležely celé věky v podzemí, než je lidé objevili a naučili se je využívat. Naše současné tempo jejich spotřeby je mnohonásobně vyšší než někdejší tempo jejich vzniku. Je odhadováno, že ropa, která vznikala přibližně dvě stě milionů let, bude spotřebována v průběhu zhruba dvou set let, tedy je spalována milionkrát rychleji, než vznikala.

Podobně jako jiná nerostná bohatství (kovové rudy a podobně) jsou proto ložiska fosilních paliv vyčerpitelná. Vyčerpání dílčích ložisek dosud řeší lidstvo přesunem těžby do jiných nalezišť (pokud jsou k dispozici), a proto v globálním nazírání necítí jejich nedostatek.

### 1.1. *Zákon zachování hmoty*

V předchozím textu popsáný princip vyčerpitelnosti geologických zásob fosilních uhlovodíkových paliv je v zásadě aplikací zákona zachování energie: lze využít jen tu energii fosilních uhlovodíkových paliv, která do nich byla kdysi sluncem vložena.

Avšak nelze zapomínat ani na zákon zachování hmoty. Uhlík, který tvoří podstatnou část struktury fosilních uhlovodíkových paliv, se jejich spalováním neztrácí, jen se v podobě oxidu uhličitého stěhuje z podzemí na oblohu. Vedle přirozeného koloběhu oxidu uhličitého v přírodě (při fotosyntéze jej rostliny z ovzduší odebírají, při tlení či spalování se do ovzduší vrací zpět) existuje v důsledku spalování fosilních paliv i další forma produkce oxidu uhličitého. Ta je způsobena lidskou (antropogenní) činností – těžbou a spalováním uhlí, ropy a zemního plynu.

Objem této produkce a následného transferu oxidu uhličitého do zemského obalu je velmi značný. Jde o velká množství, neboť jeden atom uhlíku (atomová hmotnost 12) na sebe v oxidu uhličitém váže dva atomy kyslíku (atomová hmotnost 16). Spalováním vzniklý oxid uhličitý má proto 3,67krát vyšší hmotnost než spálený uhlík. Například spálením jednoho litru nafty o specifické hmotnosti 0,83 kg/litr a s obsahem uhlíku 87 % vzniká 2,65 kg oxidu uhličitého, který při normálním tlaku (při měrné hmotnosti 1,9 kg/m<sup>3</sup>) zaujímá prostor 1 400 litrů.

K původnímu množství oxidu uhličitého v zemském obalu, které v době předindustriální činilo kolem 3 500 miliard t oxidu uhličitého, bylo spalováním fosilních paliv přidáno dalších 1 500 miliard t oxidu uhličitého, tedy aktuálně je

v zemském obalu již 5 000 miliard t oxidu uhličitého. Jeho koncentrace vzrostla z původních 280 ppm (miliontin) na současných 400 ppm.

### 1.2. *Změny klimatu*

Růst koncentrace oxidu uhličitého v zemském obalu způsobuje zvýšení jeho tepelně izolačních schopností. Důsledkem je zvýšení střední teploty Země. Ta se již proti době předindustriální zvýšila přibližně o 1 °C a její další zvyšování představuje pro lidstvo velkou hrozbu klimatických změn, které již reálně probíhají a mají nepříznivý dopad na obyvatelstvo (sucho, extrémní výkyvy počasí,...) a způsobují značné hospodářské škody, velké sociální rozdíly a potenciálně i politické a válečné konflikty.

Závislost mezi spotřebou fosilních paliv a klimatickými změnami má integrační charakter, lze jej přirovnat k napouštění vany vodou. Jednou do ovzduší předaný oxid uhličitý v něm zůstává. V časovém měřítku lidského vnímání věku není spalováním fosilních paliv vzniklý oxid uhličitý ze zemského obalu nijak odbouráván. Jeho koncentraci v zemském obalu proto nelze snížit zpět na hodnoty let minulých, klimatické změny jsou tudíž (z pohledu lidského vnímání času) nevratné. Lze je však ustálit na určité dosažené hodnotě a dále je již nezvyšovat, a to postupným (programově řízeným) zastavením používání fosilních paliv.

To znamená přestat spalovat uhlí, ropné produkty i zemní plyn. A to relativně rychle, neboť současná intenzita produkce oxidu uhličitého spalováním fosilních paliv činí cca 32 miliard tun ročně, což odpovídá ohřevu Země o více než 0,02 °C ročně. K zastavení ohřevu Země na cílové hodnotě 1,5 až 2 °C – tak, jak bylo dohodnuto na konferenci v Paříži v prosinci 2015, již mnoho času nezbyvá. To platí pro všechny státy světa a zejména pro ČR, která se svojí intenzitou produkce oxidu uhličitého 11 t na obyvatele a rok řadí v této stále více sledované disciplíně mezi nejhorší státy na světě. To s velkou pravděpodobností nebude tolerováno.

### 1.3. *Úspory energie zdrojem*

K odklonu od používání fosilních paliv vedou dvě cesty. Snížení energetické spotřeby a náhrada fosilních paliv obnovitelnými zdroji energie. Při vnímání velkého významu hodnot, které lidskému životu dostatek energie dává (respektive umožňuje), není trendem omezovat životní úroveň lidí energetickou chudobou. Programem je zvyšování energetické účinnosti, tedy umožnění zachování a rozvoje aktivit, které jsou užitím energie podmíněny. Avšak efektivněji, při nižších nárocích na energetické zdroje. Z bilance zdrojů a spotřeby je zřejmé, že úspory energie lze zcela logicky řadit mezi zdroje energie, neboť skutečně lze část zdrojů energie nahradit úsporami, respektive zvýšením energetické účinnosti. Přitom je velmi podstatné, že se zpravidla nejedná o jednorázový počin, ale o aplikaci i v dalších letech trvale působící technologie.

V říjnu roku 2014 byl na summitu EU k otázkám energetiky a klimatu přijat cíl snížit do roku 2030 antropogenní emise oxidu uhličitého o 40 %, a to jednak zvýšením

podílu obnovitelných zdrojů na 27 % a zvýšením energetické účinnosti o 27 % (viz dokument EU SN/79/14). V listopadu loňského roku byl druhý z dílčích cílů přehodnocen a v Zimním energetickém balíčku bylo navrženo zvýšit energetickou účinnost do roku 2030 o 30 %.

V řadě odvětví národního hospodářství se daří energetickou účinnost zvyšovat. Jak v průmyslu, tak i v domácnostech jsou programově aplikovány moderní technologie s cílem snížit energetickou náročnost výroby, vytápění a dalších činností. Účinným nástrojem k tomu je pochopitelně i podpora z veřejných zdrojů (EU či státních).

Avšak nelze opomenout i dva stále sílící trendy:

- významná část podnikatelské sféry, zejména nadnárodní korporace, se hlásí k hodnotám a principům udržitelného rozvoje. Sama si o své vůli dobrovolně stanovuje vyšší cíle, než jaké stanoví dohody přijaté na úrovni OSN a EU, respektive než jak určují svými zákony jednotlivé státy. Patří to k jejich firemní kultuře. Velmi dobře si uvědomují nejen odpovědnost za desítky i více let vytvářený kapitál, který spravují, ale i odpovědnost za své produkty, kterými ovlivňují chování lidstva. Zpravidla jsou tyto podnikatelské subjekty mnohem tradičnější a podstatně stabilnější než politické režimy. Mají pečlivě zpracované strategické vize, které jsou mnohem dlouhodobější než volební období v parlamentních demokraciích. Obchodní zájem podnikatelského prostředí na pokojném fungování světa a trhu je zcela logický. K tomu navíc přistupuje i dějinná zkušenost, že včasná orientace na inovativní trendy a moderní technologie je mnohem jistější cesta k úspěchu než setrvačné lpění na hodnotách a zvycích minulosti,
- pokročilým vývojem techniky a zvyšováním počtu aplikací (četnosti výroby) se jak úsporná opatření (nástroje ke zvýšení energetické účinnosti), tak i mnohé obnovitelné zdroje postupně stávají ekonomicky samofinancovatelnými. Nevyplatí se energiemi plýtvat a nevyplatí se užívat fosilní paliva. Dotace proto nejsou určeny pro dlouhodobou sanaci ztrátových provozů, ale pro uvedení nových technologií v život, který pak bude tržními mechanismy pokračovat dál.

## **2. Trendy v energetice**

Současné dění v energetice charakterizuje programový odklon od používání fosilních paliv a intenzivní nástup obnovitelných zdrojů elektřiny.

### *2.1. Obnovitelné zdroje energie*

Stále více jsou aplikovány tři základní způsoby přeměny energie slunečního záření na elektrickou energii:

- přímá přeměna energie slunečního záření na elektřinu ve fotovoltaických článcích solárních elektráren. Moderní komerčně používané plošné systémy (křemíkové panely) dosahují účinnost kolem 18 %. Pochopitelně je rozumné používat k instalaci solárních elektráren především jinak nevyužitelné plochy, například střechy budov, nikoliv zemědělskou půdu. Avšak na druhé straně je potřebné vnímat, že fotovoltaické elektrárny dosahují zhruba stokrát vyšší účinnost přeměny energie slunečního záření, než pěstování energetických plodin, které je navíc náročné i na spotřebu vody a agresivních umělých hnojiv, zejména fosfátů.

Pěstování řepky je energeticky hluboce neefektivní, přeměna energie slunečního záření v energii metylesteru řepkového oleje (bionafta) dosahuje po odečtení vlastní (výrobní) spotřeby pouhých 0,08 %. Tedy 225 krát méně než dnes běžně používané fotovoltaické panely. Přitom aplikace biopaliv ve spalovacích motorech snižuje díky nízké účinnosti Carnotova cyklu efekt celého řetězce na třetinu. Potíže alergiků, velká spotřeba lidské práce, fosforečných hnojiv i jedovatých pesticidů dokreslují marnost tohoto počínání. Fotovoltaická elektrárna na ploše 1 ha nezemědělské půdy má stejný výsledný energetický efekt jako 400 ha polí s řepkou.

V kontrastu s tím jsou ve stádiu vývoje fotovoltaické články s prostorovou (3D) strukturou, které mění v elektřinu širší část spektra slunečního záření, čímž dosahují účinnost kolem 40 %, což je 500 krát více než řepkové pole,

- nepřímá přeměna energie slunečního záření na elektřinu prostřednictvím potenciální (polohové, gravitační) energie vody, uskutečňovaná v hydroelektrárnách na vodních tocích. Jde o velmi efektivní způsob využití přirozeného koloběhu vody v přírodě, při kterém vypařování zvyšuje potenciální energii vody. Možnosti aplikace vodních elektráren jsou však limitovány reliéfem krajiny, množstvím a vydatností vodních toků, jejich hydraulickým potenciálem,
- nepřímá přeměna energie slunečního záření na elektřinu prostřednictvím kinetické energie proudícího vzduchu ve větrných elektrárnách. V současnosti zažívá tento obor velký rozvoj.

Farmy sestavené z jednotlivých větrných turbín o výkonu kolem 5 MW jsou v současnosti budovány především na moři, kde překáží méně než v krajině a kde jsou větry intenzivnější a stálější než nad pevninou. Po zvládnutí technologie budování pevných elektráren na pobřežních mělčinách vznikají i vysoce výkonné plovoucí (avšak ukotvené) elektrárny. Ty jsou vhodné pro mořská pobřeží s prudce klesajícím dnem, typické pro některé přímořské státy. Výhodou větrných elektráren je ve srovnání se solárními elektrárnami výrazně vyšší časové využití instalovaného výkonu a s tím související stálost dodávaného výkonu, lépe odpovídajícího časovému průběhu spotřeby. Vítr působí na rozdíl od slunce v zimě i večer, kdy je vysoká poptávka po elektrické energii.

Vedle toho existují i další způsoby využívání obnovitelných zdrojů energie, jako například bioplynové či geotermální systémy.

Tématem je pochopitelně transfer elektrické energie obnovitelných zdrojů z míst její výroby k místům její spotřeby (dálkové elektrické přenosy, a to stále více s uplatněním vysokonapěťových stejnosměrných systémů) a vyrovnávání bilance okamžitého výkonu.

## 2.2. *Bilance výroby a spotřeby elektřiny*

Společnou nevýhodou všech tří výše popsaných způsobů (solární, vodní a větrné elektrárny) jsou jejich nerovnoměrné rozmístění v krajině, což je dáno vazbou na určité specifické podmínky, respektive předpoklady, časově nestálý průběh výkonu a omezené možnosti jeho řízení. Zejména solární a větrné elektrárny se chovají nepredikovatelně a neovlivnitelně.

Tradiční tepelné elektrárny spalující fosilní paliva taková omezení neměly. Jejich okamžitý výkon lze uvědoměle řídit tak, jak vyžaduje poptávka po spotřebě elektřiny. Nezbytnou součástí přechodu na bezemisní elektroenergetiku jsou proto opatření k vyrovnání okamžité výroby a spotřeby elektrické energie:

- diverzifikace zdrojů, tedy kombinování více druhů elektráren s různou závislostí na přírodních podmínkách s cílem vzájemné zastupitelnosti,
- budování obnovitelných zdrojů v místě spotřeby (typicky: domácí střešní solární elektrárny respektive kogenerační jednotky), případně i akumulace energie – distribuovaná energetika s minimálními nároky na přenosová vedení,
- dálková přenosová vedení propojující geografické oblasti s příznivými podmínkami pro budování elektráren (typicky: větrná pobřeží) s místy spotřeby elektřiny (typicky: města, průmyslové zóny),
- chytré elektrické sítě (smart grids) a chytré elektrické spotřebiče, které si na principu internetu věcí (Průmysl 4.0) nakupují a využívají elektrickou energii v době její hojnosti a na místech její hojnosti, kdy je též nejlevnější. Ty mají široké pole racionálního uplatnění i v dopravě, například v oblasti optimálního řízení nabíjení akumulátorů aktuálně dopravně nevyužitých parkujících elektrických automobilů,
- úložiště elektrické energie, umožňující akumulaci přebytečné elektřiny v době převisu její nabídky nad spotřebou a její uvolňování v době převisu poptávky po elektřině nad její okamžitou výrobou. Ta využívají různé fyzikální principy (změna polohové energie vody, elektrochemické akumulátory, tepelné akumulátory, ...). Patří k nim i elektrolyzéry, přeměňující elektřinu na vodík ( $H_2$ ), který je z důvodu snazší zpracovatelnosti transformován na metan ( $CH_4$ ). Tím je vytvořen obnovitelný zdroj zemního plynu.

Syntetická výroba metanu z obnovitelných zdrojů energie má dalekosáhlé důsledky nejen z pohledu budoucí nezávislosti plynárenství na fosilním

zemním plynu se všemi s tím souvisejícími klimatickými i geopolitickými aspekty, ale i z pohledu strategického propojení elektrárností s plynárenstvím. Tedy s oborem, který má vybudovanou síťovou infrastrukturu přenosových i distribučních vedení a také velkokapacitních úložišť energie (zejména podzemní zásobníky v kavernách vytěžených dolů). Objektivní nevýhodou výroby vodíku z elektřiny je však nepříliš vysoká účinnost elektrolýzy (i při záměrně vysokém tlaku a teplotě dosahuje cca 60 %). Má proto opodstatnění v kombinaci s řešením nadbytku okamžitého výkonu obnovitelných zdrojů (zejména větrných elektráren na moři), kde je oblast její racionální aplikace.

Moderní energetika je proto charakteristická velmi těsným propojením řízení výroby i spotřeby energií, a to na strategických i operativních úrovních.

### 2.3. *Cenové mechanismy a nástroje*

Je pochopitelné, že v první fázi zavádění nových technologií je jejich finanční podpora z veřejných zdrojů nutností, jinak by se neprosadily vedle již zavedených a široce využívaných a rozprostřených tradičních principů, které již mají období vysokých vývojových a zřizovacích nákladů dávno za sebou, a nyní již těží z výhod z rozsahu a z výhod ze struktury.

Na druhé straně nelze dotacemi příliš deformovat cenu elektřiny a trh s elektřinou, neboť právě v čase a v geografické poloze proměnná cena elektřiny jsou velmi účinným nástrojem ke zdravému rozvoji energetiky:

- v čase proměnná cena elektřiny je motivací k vývoji inovativních technologií v oblasti akumulace (ukládání, skladování) elektrické energie a k investicím do jejich výstavby,
- v závislosti na geografické poloze proměnná cena elektřiny je motivací k vývoji inovativních technologií v oblasti dálkových přenosů elektrické energie a k investicím do jejich výstavby.

Se správnou funkcí trhu souvisí i internalizace externalit, důsledné neanonymní uplatnění zásad „uživatel platí“ a „znečišťovatel platí“. K rovnováze veřejných financí nestačí nabídat subjekty radami, aby pilně vytvářely hodnoty a aby rozumně utrácely. Tyto úkoly musí být jasně definovány a důsledně vyžadovány. Hospodaření s veřejnými penězi je proto tradičně řízeno finančním rozpočtem.

Potřeba zavedení analogických řídicích a kontrolních mechanismů je vysoce aktuální i v oblasti změn v energetice a v oblasti ochrany klimatu. K tomu, aby ČR dokázala snižovat produkci oxidu uhličitého tak, jak ji zavazují mezinárodní dohody, musí mít k tomuto procesu řídicí nástroj v podobě závazného uhlíkového rozpočtu strukturovaného podle jednotlivých oblastí hospodářského života (rezortů). Dalším účinným nástrojem je uhlíková daň, která svým efektivním dopadem na konečného spotřebitele motivuje občany k energeticky i environmentálně šetrnému chování.

Zásadním tématem je internalizace externalit, tedy přenesení dosud anonymních vnějších nákladů spojených se znečišťováním ovzduší, poškozováním přírody, změnou klimatu, hlukem a podobně na ty, kteří je způsobují. Až na výjimky není dosud tento princip zaveden, jednotlivci adresně nenesou následky svého konání. Avšak na úrovni státu již princip internalizace externalit tvrdě funguje, byť to často nebývá povšimnuto a vnímáno. Stát, který se chová nevstřícně k životnímu prostředí, nese za trest vysoké náklady spojené s léčením nemocných, sociální péčí a obnovou poškozené přírody. Tomu je potřeba se naučit. Místo zbytečného a škodlivého prolamování těžebních limitů fosilních paliv, jejichž energie se ze 2/3 promění v oblaka vodní páry nad chladicími věžemi tepelných elektráren, je potřebné řešit budoucnost.

### **3. Cena elektřiny**

Při určitém zjednodušení lze spotřebitelskou cenu elektřiny odebírané z distribuční sítě rozdělit na tři složky:

- a) platba za spotřebovanou energii (kWh), která kryje náklady spojené s výrobou elektřiny,
- b) platba za služby distribuční soustavy, která kryje náklady spojené s fungováním přenosové soustavy a distribuční sítě, tedy s tím, že spotřebitel dostane sjednaný výkon (kW) v čase a v místě, kde jej potřebuje,
- c) příspěvek na obnovitelné zdroje, kterým spotřebitel přispívá subjektům, které se již dobrovolně rozhodli nahrazovat neperspektivní fosilní zdroje výrobou elektřiny z obnovitelných zdrojů, ačkoliv to ještě není finančně výhodné (náklady a přiměřený zisk převyšují tržní cenu elektřiny).

#### *3.1. Elektrická energie a železnice*

Výše uvedená tříložková cena elektřiny se v ČR vztahuje na všechny spotřebitele, včetně železnice. V některých zemích EU však tomu tak není, železnice je osvobozena od platby příspěvku na obnovitelné zdroje. Logicky proto i v ČR vznikají iniciativy respektive diskuse, směřující k oproštění železnice od této platby [2].

Cílem následujícího textu není posouzení oprávněnosti požadavku na osvobození železnice z právního hlediska, tedy z úhlu pohledu zákonů (k tomu existují povolanejší osoby), ale z úhlu pohledu fyziky a ekonomiky. Přitom jsou posuzovány tři kategorie:

- a) uplatnění obnovitelných zdrojů na železnici,
- b) vnímání extramodálních úspor jako obnovitelného zdroje,
- c) motivace k energeticky a klimaticky úsporným technologiím.



### 3.2. Uplatnění obnovitelných zdrojů na železnici

Tak jako v jiných odvětvích lidské činnosti vznikají i nápady na uplatnění obnovitelných zdrojů na železnici. Za pozornost nepochybně stojí myšlenka přímého solárního napájení autonomního nákladního vlaku. Každý jeho vůz je opatřen střešními fotovoltaickými panely a trakčním motorem tomu odpovídajícího nevelkého výkonu. Ráno po východu slunce se vlak rozjede, pohybuje se po rovné přímé trati rychlostí kolem 30 km/h a večer po západu slunce se zastaví o cca 300 km dále [3].

Avšak na železnici existuje i obvyčejnější a mnohem rozšířenější řešení, a tím je rekuperační elektrodynamické brzdění. Tradiční na železnici zavedenou formou brzdění vlaků a posunujících dílů je ztrátové brzdění. A to jak třecí, se špalíkovou či kotoučovou brzdou, tak i dynamické, kdysi parním strojem (Riegenbachova protitlaková brzda), později hydrodynamické a elektrodynamické odporové. Jejich společným znakem je přeměna kinetické energie vlaku (zastavovací, respektive zpomalovací brzdění) či potenciální energie vlaku (spádové brzdění) v teplo.

Rozvoj elektrotechniky, zejména polovodičových měničů a elektronického řízení, umožňuje vybavovat elektrická trakční vozidla rekuperační brzdou. Trakční motory vozidel pracují při její činnosti jako generátory, vyrábějí elektrickou energii a navracejí ji do trakčního vedení, ze kterého ji odebírají a využívají jiná vozidla. Na střídavém systému 25 kV ji též navracejí přes trakční transformovny do distribuční soustavy, a to dosud bezplatně. Za pozornost stojí následující srovnání obnovitelných zdrojů na železnici a mimo železnici.

### 3.3. Obnovitelné zdroje na bázi využití potenciální energie

#### I. Mimo železnici

Léta protékala voda z vrchu do údolí bez užitku, její potenciální energie se měnila v peřejích v teplo. Podnikatel investuje do nákupu technického zařízení (vodní turbíny s generátorem), které mění potenciální energii vody na elektrickou energii a tuto dodává do distribuční sítě a je za to odměňován nadstandardní výkupní cenou.

Fyzikální princip přeměn potenciální energie vody na elektřinu popisuje vztah:

$$E = \eta \cdot m \cdot g \cdot h$$

E ... získaná elektrická energie

$\eta$  ... účinnost,

m ... hmotnost,

g ... tíhové zrychlení,

h ... rozdíl výšek.

## II. Na železnici

Léta sjížděly vlaky z vrchu do údolí bez užitku, jejich potenciální energie se měnila v brzdách v teplo. Podnikatel investuje do nákupu technického zařízení (systém elektrodynamické brzdy, který využívá trakční motoru jako generátor), které mění potenciální energii vlaku na elektrickou energii a její přebytek dodává zdarma do distribuční sítě. Při odběru energie z distribuční sítě pro stoupání vlaku vzhůru platí též poplatek za obnovitelné zdroje.

Fyzikální princip přeměny potenciální energie vlaku na elektřinu popisuje vztah:

$$E = \eta \cdot m \cdot g \cdot h$$

E ... získaná elektrická energie

$\eta$  ... účinnost,

m ... hmotnost,

g ... tíhové zrychlení,

h ... rozdíl výšek.

### 3.4. *Obnovitelné zdroje na bázi využití kinetické energie*

#### I. Mimo železnici

Léta proudil vítr bez užitku, kinetická energie vzduchu se měnila v listech stromů v teplo. Podnikatel investuje do nákupu technického zařízení (větrné turbíny s generátorem), které mění kinetickou energii vzduchu na elektrickou energii a tuto dodává do distribuční sítě a je za to odměňován nadstandardní výkupní cenou.

Fyzikální princip přeměny kinetické energie vzduchu na elektřinu popisuje vztah:

$$E = \eta \cdot 0,5 \cdot m \cdot v^2$$

E ... získaná elektrická energie

$\eta$  ... účinnost,

m ... hmotnost,

v ... rychlost.

#### II. Na železnici

Léta zastavoval vlak bez užitku, kinetická energie zpomalujícího se vlaku se měnila v brzdách v teplo. Podnikatel investuje do nákupu technického zařízení (systém elektrodynamické brzdy, který využívá trakční motor jako generátor), které mění kinetickou energii vlaku na elektrickou energii a její přebytek dodává zdarma do distribuční sítě. Při odběru energie z distribuční sítě pro rozjezd vlaku platí též poplatek za obnovitelné zdroje.

Fyzikální princip přeměny kinetické energie vlaku na elektřinu popisuje vztah:

$$E = \eta \cdot 0,5 \cdot m \cdot v^2$$

E ... získaná elektrická energie

$\eta$  ... účinnost,

m ... hmotnost,

v ... rychlost.

Jak vyplývá z obou srovnání, naplňuje rekuperační brzdění princip využívání obnovitelných zdrojů:

- spádové brzdění pracuje na stejných principech využití dříve nevyužívané potenciální energie, jako vodní elektrárny,
- zastavovací brzdění pracuje na stejných principech využití dříve nevyužívané kinetické energie, jako větrné elektrárny.

Principem poplatku za obnovitelné zdroje je spoluúčast těch, kteří nevložili vlastní kapitál do budování technických zařízení pro využití obnovitelných zdrojů elektrické energie, financování těchto zařízení jinými subjekty. Železnice však není na straně těch, kteří nevložili vlastní kapitál do budování technických zařízení pro využití obnovitelných zdrojů elektrické energie, nýbrž na straně těch, kteří vložili vlastní kapitál do budování technických zařízení pro využití obnovitelných zdrojů elektrické energie. To platí jak pro dopravce, tak pro provozovatele dráhy (SŽDC), neboť zákon o dráhách č. 266/1994 nařizuje provozovateli dráhy řídit se směrnicemi propojitelnosti. Technická specifikace pro interoperabilitu subsystému energie TS ENE ukládá provozovateli dráhy povinnost zajistit pro vozidla podmínky pro rekuperaci brzdové energie. Z hlediska těchto skutečností je zřejmé, že požadavek na osvobození železnice od poplatku na podporu obnovitelných zdrojů v ceně elektřiny je oprávněný, neboť díky využívání rekuperačního spádového i zastavovacího brzdění je sama ve své lokální distribuční síti, kterou pevná trakční zařízení představují, provozovatelem obnovitelných zdrojů energie.

### 3.5. *Energetická, klimatická a environmentální politika EU a ČR*

Cílem politiky ochrany klimatu Evropského společenství je zastavit další oteplování Země, a to programovým odklonem od používání fosilních paliv. K tomu jsou využívány dva nástroje:

- zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie,
- zvýšení energetické účinnosti.

Aktuální dokumenty (Závěry o rámci politiky v oblasti klimatu a energetiky do roku 2030 - SN 79/14 z 23. 10. 2014 a Zimní energetický balíček EU ze 30. 11. 2016) kvantifikují cíl i oba nástroje v úrovni roku 2030 následovně:

- snížit produkci oxidu uhličitého (tedy snížit spotřebu energie fosilních paliv) o 40 %,
- zvýšit podíl obnovitelných zdrojů na 27 %,

- zvýšit energetickou účinnost (tedy snížit spotřebu energie) o 30 %.

Tento princip převzaly ve svých přístupech a politice ochrany klimatu i Ministerstvo životního prostředí ČR a Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. Podobně jako jsou odpady pokládány za druhotnou surovinu, jsou i úspory energie vnímány jako zdroje energie.

Česká republika patří v přepočtu na jednoho obyvatele mezi státy s nejvyšší spotřebou energie a zejména mezi státy s nejvyšší spotřebou energie fosilních paliv a tedy i s nejvyšší produkcí oxidu uhličitého. Již v úvodu zmíněnou produkcí přibližně 11 t CO<sub>2</sub> na obyvatele a rok předstihuje nejen průměr světa, ale i průměr EU a dokonce i Čínu. Tato varovná skutečnost je omlouvána tvrzením, že Česká republika je průmyslovou zemí.

Tato argumentace je však lichá. Podle analýzy Ministerstva průmyslu a obchodu ČR, uvedené v Aktualizaci Národního akčního plánu energetické účinnosti ČR [4], je podíl dopravy na konečné spotřebě energie v ČR (29 %) téměř na úrovni podílu průmyslu v ČR (32 %). Mimořádně závažný je fakt, že v kontrastu s klesající spotřebou energie v průmyslu (v rozmezí let 2010 až 2015 poklesla o 4 %) a v domácnostech (v rozmezí let 2010 až 2015 poklesla o 2 %) má spotřeba energie v dopravě rostoucí tendenci (v rozmezí let 2010 až 2015 vzrostla o 4 %). To je do budoucích let naprosto nepřijatelné, zásadní změny jsou nutností.

Přitom 91 % spotřeby energie pro dopravu činí v ČR fosilní uhlovodíková paliva (ropné produkty a zemní plyn). Jejich spalováním vzniká nejen oxid uhličitý, ale i zdraví škodlivé látky. Téma snižování energetické náročnosti dopravy je v ČR naléhavě aktuální.

### 3.6. *Obnovitelné zdroje na bázi extramodálních úspor energie*

Z analýzy matematického energetického a uhlíkového modelu dopravy, jakožto z rozboru statistických dat je zřejmé, že v měrné spotřebě energie (kWh/oskm, kWh/netto tkm) a v měrné uhlíkové stopě (g CO<sub>2</sub>/oskm, g CO<sub>2</sub>/netto tkm) jsou mezi jednotlivými dopravními módy zásadní rozdíly. Přitom je realitou, že dominantním dopravním módem je v ČR jak v oblasti přepravy osob, tak v oblasti přepravy věcí automobilová doprava, která ve srovnání s železnicí s elektrickou vozbou má jak v osobní, tak i v nákladní dopravě zhruba 7,5krát vyšší měrnou energetickou náročnost. Podobně vyznívá i porovnávání v oblasti produkce oxidu uhličitého, kde je na straně železnice strategickou výhodou převažující vazba na elektrickou vozbu a tím na programově se snižující uhlíkovou stopu elektřiny (viz strukturální změny elektrárenství od emisních k bezemisním zdrojům).

Ke snížení energetické náročnosti dopravy jsou dvě možné cesty:

- zvýšení energetické účinnosti v rámci jednotlivých dopravních módů (intramodální úspory),

- převedení příslušné přepravy z energeticky náročného dopravního módu na energeticky úspornější dopravní mód (extramodální úspory).

Všeobecně je pozornost zpravidla upřena k intramodálním úsporám. Tvůrci vozidel se snaží své produkty kontinuálně zdokonalovat. Taková je i vůle uživatelů vozidel, mají zájem ušetřit na nižších nákladech na energii. Není na místě podceňovat potenciál intramodálních úspor, avšak technika jednotlivých dopravních prostředků je již za léta jejich vývoje natolik propracovaná, že energeticky motivované inovace zpravidla již přinášejí úspory jen v řádu jednotek procent - i to je přínosem. Jen zcela zásadními inovacemi jsou dosahovány úspory čítající několik desítek procent. Zcela výjimečné postavení má v kategorii intramodálních úspor náhrada pohonu spalovacím motorem elektrickou vzbou. Ta v závislosti na stupni využití elektrodynamického rekuperačního brzdění skýtá potenciál úspor energie 60 až 75 %. Proto jsou jak liniová elektrizace, umožňující aplikaci vozidel elektrické trakce závislé, tak i přechod na polozávislou (akumulátorovou) trakci tak zásadním počinem v oblasti snižování spotřeby energie i globálních a lokálních exhalací.

V kontrastu s omezenými možnostmi intramodálních úspor jsou přínosy extramodálních úspor řádově větší. Například při převodu osobní či nákladní automobilové dopravy na železnici dochází k úspoře cca 87 % spotřeby energie, neboť energetická spotřeba železnice s elektrickou vzbou je zhruba 7,5krát menší než energetická spotřeba automobilů. Fyzikálně jde o součin 3krát nižšího trakčního odporu (ocelová kola s nízkým součinitelem valivého odporu versus pneumatiky a nižší aerodynamický odpor skupin vozů tvořících vlak oproti samostatně jedoucím vozidlům) a 2,5krát vyšší účinnosti trakčního pohonu (elektromotor versus spalovací motor):  $3 \cdot 2,5 = 7,5$ . Přitom dochází k náhradě do budoucna neakceptovatelných fosilních paliv elektrickou energií s předpokladem budoucí výroby výhradně v bezemisních (obnovitelných) zdrojích, tedy s perspektivně nulovou uhlíkovou stopou.

Přesun přepravy z původního energeticky více náročného dopravního módu na cílový energeticky méně náročný dopravní mód, který je nutnou podmínkou aktivace extramodálních úspor je podmíněn splněním dvou podmínek:

- cílový dopravní mód musí být kapacitně schopen zajistit převedené přepravy,
- cestující (v případě přepravy osob), respektive přepravce (v případě přepravy věcí), musí být motivován cenou a kvalitou cílového dopravního módu, aby změnil své dosavadní dopravní chování, tedy aby opustil původní energeticky více náročný dopravní mód a přešel na cílový energeticky méně náročný dopravní mód.

Je nepochybné, že součástí motivace ke změně orientace z původního energeticky více náročného dopravního módu na cílový energeticky méně náročný dopravní mód je cena cestovního (v osobní dopravě), respektive dovozného (v nákladní dopravě). Má-li společnost zájem na úsporách energie v dopravě, je racionální a vysoce účinné, aby k tomu prioritně využila mohutný potenciál extramodálních úspor. Pak

ovšem musí pečovat i o to, aby byli cestující a přepravci motivováni atraktivní cenou cestovného, respektive dovozného.

### 3.7. *Plnění usnesení vlády ČR č. 978/2015*

Úspory fosilních paliv pro pohon dopravních prostředků jsou spojeny nejen s poklesem globálních exhalací, ovlivňujících zemské klima, ale i s poklesem lokálních exhalací (emisí procesů spalování), které poškozují zdraví obyvatelstva i přírodu. V zájmu ochrany zdraví obyvatelstva a přírody přijala vláda ČR svým usnesením č. 978/2015 Národní plán snižování emisí [5], navržený Ministerstvem životního prostředí a motivovaný péčí o zdraví národa. Ten ukládá Ministerstvu dopravy ČR úkol převést do roku 2030 ze silnic na železnice 30 % nákladní dopravy.

V roce 2015 činily podle Ročenky dopravy 2015 [6] přepravní výkony silniční nákladní dopravy v ČR 57,2 miliard netto tkm/rok a přepravní výkony železniční nákladní dopravy v ČR 15,3 miliard netto tkm/rok. Při extrapolaci trendu růstu přepravních výkonů silniční nákladní dopravy podle skutečnosti let 2010 až 2015 (střední nárůst 1,1 miliard tkm/rok) by byly v roce 2030 přepravní výkony silniční nákladní dopravy v ČR 73,3 miliard netto tkm/rok. Z toho je Ministerstvu dopravy uložen vládou ČR úkol převést na železnici 30 %, tedy 22 miliard netto tkm/rok.

Při extrapolaci trendu růstu přepravních výkonů železniční nákladní dopravy podle skutečnosti let 2010 až 2015 (střední nárůst 0,3 miliard tkm/rok) by byly v roce 2030 přepravní výkony železniční nákladní dopravy v ČR 19,7 miliard netto tkm/rok. S přičtením 22 miliard netto tkm/rok převedených podle výše citovaného vládního úkolu ze silnice na železnici, vychází pro rok 2030 přepravní výkony železniční nákladní dopravy v ČR 41,7 miliard netto tkm/rok. To je 2,73 násobek skutečnosti roku 2015.

Při předpokládání lineárního nárůstu přepravních výkonů nákladní železniční dopravy pro naplnění cílů roku 2030 tak, jak je stanoví Usnesení vlády ČR č. 978/2015 vychází potřebný každoroční meziroční nárůst přepravních výkonů železniční nákladní dopravy v ČR o 1,8 miliardy netto tkm/rok.

Jak vyplývá z Ročenky dopravy 2016 [7] došlo sice v ČR v roce 2016 k nárůstu přepravních výkonů nákladní železniční dopravy vůči roku 2015, avšak jen o 0,4 miliardy netto tkm/rok, nikoliv o požadovaných 1,8 miliardy netto tkm/rok, které jsou nutné pro splnění úkolu, který vláda ČR stanovila ve svém usnesení č. 978/2015. Tato skutečnost dokládá, že motivace přepravců k preferenci železniční dopravy před dopravou silniční, a tím k aktivaci přínosu extramodálních úspor (ty budou při splnění požadavku usnesení č. 978/2015 na převod 30 % nákladní dopravy ze silnic na železnici v cílovém stavu k roku 2030 činit 4,8 miliardy kWh/rok), je nedostačující. Při pokračování současného tempa růstu přepravních výkonů nákladní železniční dopravy by cíle ČR v ochraně zdraví podle Ministerstvem životního prostředí zpracovaného Národního plánu snižování emisí nebyly splněny.

Proto je plně na místě zvýšit atraktivitu železniční dopravy. Jako jedno z přijatých opatření může pozitivně působit snížení cen dovozného v důsledku snížení nákladů na železniční dopravu tím, že v ceně elektrické energie pro železnici nebude účtován příspěvek na obnovitelné zdroje. To se pochopitelně týká nejen nákladní, ale i osobní dopravy, neboť i osobní automobily se významně podílejí na produkci zdraví škodlivých polutantů. Též i v osobní železniční dopravě je značný potenciál extramodálních úspor energie při převedení části silniční dopravy na energeticky a environmentálně úspornější dopravu železniční.

Osvobození železnice od platby příspěvku na obnovitelné zdroje v ceně elektrické energie je důležitým stimulačním faktorem k přesunu části silniční dopravy na železnici. Vede k aktivaci významných extramodálních úspor energie, a tím i ke splnění usnesení vlády ČR č. 978/2015 – Národní plán snižování emisí.

### 3.8. *Motivace k energeticky a klimaticky úsporným technologiím*

V současnosti jsou obnovitelné zdroje elektrické energie dotovány, neboť s jejich budováním spojené náklady převyšují výnosy z prodeje elektrické energie za běžné tržní ceny. Ale úhrada rozdílu mezi náklady na elektrickou energii z obnovitelných zdrojů a tržní cenou elektřiny není programem do budoucna. Cílem OSN i EU a ČR je úplný odklon od používání fosilních paliv (uhlí, ropy a zemního plynu), neboť jedině úplným ukončením jejich spalování lze zastavit růst koncentrace oxidu uhličitého v zemské atmosféře a s ním i růst oteplování Země. Vývoj energetiky proto programově směřuje k výhradnímu používání pouze obnovitelných zdrojů energie. Obnovitelné zdroje nebudou žádnou výjimečnou kategorií, jiné než obnovitelné zdroje zaniknou. V delším horizontu proto nemohou být obnovitelné zdroje dotovány, energetiku nelze subvencovat jako celek.

Účel nynějšího subvencování obnovitelných zdrojů je jiný. Jde o typický případ podpory začínajících (start-up) technologií. Ve všech oborech platí, že na počátku aplikací nových technologií je jejich cena vysoká, neboť je nutno uhradit vývojové náklady a náklady spojené s málo produktivní kusovou výrobou. Až po přechodu do početné sériové výroby cena nových technologií klesá, neboť jednorázové náklady již byly uhrazeny a opakovaná výroba se racionalizuje. Právě překonání bariéry vysokých cen v počátečním období aplikace nových technologií je smyslem finančních příspěvků poskytovaných průkopníkům vývoje, výroby a užití nových technologií.

V oblasti obnovitelných zdrojů tyto principy fungují velmi účinně. Názorně to dokládají energetické aukce v Německu a v dalších zemích. Rok od roku jsou výkupy energie z obnovitelných zdrojů (zejména z větrných i slunečních elektráren) vydražovány za nižší cenu. Vývoj nových technologií obnovitelných zdrojů a jejich cen při hromadné výrobě vede jak v zemích EU, tak i v USA, v Číně a v dalších aktivních zemích k tomu, že již krátce po roce 2020 budou nové bezemisní technologie plně konkurenceschopné vůči fosilním zdrojům i bez dotací.

### 3.9. *Stíny minulosti*

Situace v ČR je však odlišná. Chybou Poslanecké sněmovny Parlamentu ČR byl při projednávání zákona o podpoře solárních elektráren přijat nevhodný poslanecký pozměňovací návrh. Původní text zákona uváděl, že při poklesu investičních nákladů v důsledku poklesu cen fotovoltaických zařízení bude úměrně tomu snížena i výkupní cena elektřiny. Pozměňovací návrh doplnil limit snížení výkupních cen „nejvýše však o 5 % ročně“. Krátce po vstoupení zákona v účinnost však došlo vlivem zvýšení početnosti výroby fotovoltaických panelů k prudkému poklesu jejich ceny na 50 %. Ve všech zemích úměrně tomu poklesly výkupní ceny elektřiny, jen v ČR zůstaly v úrovni 95 %, neboť zákon neumožňoval snížit ji pod tuto mez.

Tak extrémně štědré podmínky pochopitelně vyvolaly velký zájem investorů, neboť produkce elektrické energie ve fotovoltaických elektrárnách zřízených na území ČR slibovala jejich provozovatelům vysoké zisky. Rychle vznikaly nikoliv jako v zahraničí úsporné malé aplikace na střechách domů, ale zejména velké elektrárny na vysoce bonitní zemědělské půdě, kterou s ohledem na slibný výnos z výroby elektřiny nebyl problém vykoupit.

Po rozpoznání svého omylu stát zastavil vydávání dalších licencí pro nové instalace, ale už bylo pozdě. ČR hrozily na dotacích výdaje v úrovni přibližně 1 bilionu Kč. To se sice podařilo zčásti zmírnit dodatečným zdaněním výnosu z provozu solárních elektráren, ale i tak za svoji neuváženost platí ČR každoročně provozovatelům starších solárních elektráren velké částky. ČR nerozumně vybuodovala solární elektrárny v době, kdy byly tyto technologie mnohem dražší než nyní. Obrazně řečeno se ČR předzásobila na zimu již začátkem léta nejdražšími ranými bramborami.

### 3.10. *Dopad na železnici*

Smyslem solidárního příspěvku spotřebitelů elektrické energie na obnovitelné zdroje je zajištění budoucnosti. Je na čase oddělit od sebe minulost a budoucnost. Náklady ČR spojené s podporou obnovitelných zdrojů jsou však v ČR v zásadě mandatorním výdajem, jehož kořeny leží v minulých chybách. Jen minimálně plní roli podpory budoucího zdravého rozvoje energetické základny. V analogii jde spíše o splácení dluhů z uplynulých let, než o stipendia pro nadané studenty.

Dopady příspěvku na obnovitelné zdroje a díky tomu vysoké ceny elektrické energie na železniční dopravu v ČR jsou tristní. Vozba vlaků má dvě alternativy: naftovou a elektrickou. Na tratích bez elektrizace nebyla jiná možnost, než používat vozidla poháněná naftou, ale na tratích, které byly na náklady státu elektrizovány, by se logicky dalo očekávat výhradní použití elektrické vozby. Ale není tomu tak. Nejen dopravci, ale i objednatelé dopravy v závazku veřejné služby (kraje) nezřídka i na elektrizovaných tratích provozují (respektive objednávají) vozidla poháněná naftou s poukazem, že je již vlastní, ale elektrická vozidla by museli nakoupit. Je realitou, že



tuto argumentaci podporuje i vysoká cena elektrické energie, zahrnující i příspěvek na obnovitelné zdroje.

Projevem důsledků diskriminace elektrické vozby, ovlivněné i účtováním příspěvku na obnovitelné zdroje, je nákup nových vozidel poháněných naftou k provozu vlaků osobní dopravy na již elektrizovaných tratích, podpořený finančními prostředky z EU z programu OPD 1. Ta nahradila starší elektrická vozidla. K tomuto negativnímu vývoji došlo v Karlovarském kraji (trať Cheb – Most), Plzeňském kraji (trať Plzeň - Cheb) a v kraji Vysočina (tratě Havlíčkův Brod – Jihlava – Horní Cerekev a Havlíčkův Brod – Žďár nad Sázavou).

Je žalostné, že stát na jedné straně investuje do budování nabíjecí infrastruktury k zajištění rozvoje elektrické vozby na silnicích a na druhé straně znevýhodňuje elektrickou vozbu na železnici tak, že již vybudovaná infrastruktura k elektrickému napájení vozidel není využívána. Pod trakčním vedením jezdí vozidla poháněná naftou, která byla pořízena s podporou z fondů EU a jejichž provoz je dotován z rozpočtů krajů a ČR.

Podobné nežádoucí kroky hrozí i v rámci programu OPD 2, mnohé kraje opět navrhuje nákup železničních vozidel se spalovacími motory, a to i pro tratě, které již jsou, nebo mají být elektrizovány. Nešvar provozu vozidel se spalovacími motory na elektrizovaných tratích praktikují i někteří privátní dopravci. Pod trakčním vedením pohánějí naftou jak nákladní vlaky, tak i vlaky osobní dopravy (například Praha – Benešov). Navíc si k tomu pořízují stará ojetá vozidla, která již byla v sousedních zemích EU z provozu vyřazena a která vůbec nesplňují aktuální emisní normy.

### 3.11. *Plnění usnesení vlády ČR č. 362/2015*

Vláda České republiky přijala svým usnesením č. 362/2015 Státní energetickou koncepci [8], navrženou Ministerstvem průmyslu a obchodu. Ta pro dopravu stanoví v rozmezí let 2015 až 2030:

- snížit spotřebu ropných produktů o 8 889 mil. kWh/rok,
- zvýšit spotřebu elektrické energie o 1 944 mil. kWh/rok.

Významným nástrojem k tomu je elektrizace železnic. Vlivem vyšší účinnosti elektrického pohonu vůči spalovacím motorům a díky elektrickou vozbou umožněné aplikaci rekuperačního brzdění lze ušetřit při náhradě naftového pohonu pohonem elektrickým velké množství energie, a to zejména energie fosilních paliv. Užitím 1 kWh elektrické energie lze díky elektrické vozbě ušetřit podle charakteru provozu 3 až 4,5 kWh energie nafty.

S vědomím této energetické a environmentální úspornosti elektrické vozby navrhla SŽDC rozsáhlý plán elektrizace tratí. V souladu s tímto plánem již Centrální komise Ministerstva dopravy ČR schválila studie proveditelnosti k elektrizaci dalších 371 km železničních tratí (včetně podlimitních projektů). Elektrizací dalších železničních tratí budou vytvořeny nejen předpoklady pro docílení významných intramodálních úspor

energie (náhrada naftového pohonu s nízkou účinností pohonem elektrickým s vyšší účinností plus efekt rekuperace brzdové energie), ale elektrizace tratí též přispěje i ke zvýšení atraktivitu železniční dopravy. Ta vede ke vzniku značných extramodálních úspor v souvislosti s přechodem silniční dopravy na atraktivnější dopravu železniční.

Tyto záměry však nesmí být narušeny vysokými provozními náklady elektrické vozby, které by vedly jak dopravce, tak i objednatele veřejné dopravy k celospolečensky nežádoucí preferenci naftové vozby nad elektrickou. Proto je naléhavě potřebné přestat diskriminovat elektrickou vozbu platbou příspěvku na obnovitelné zdroje, kterou vozidla poháněná naftou neplatí. Cíl přece není nahradit elektřinu naftou, ale naftu elektřinou. A to s pomocí moderních lithiových akumulátorů i na tratích bez trakčního vedení. Bezemisní železnice je reálnou a brzy dosažitelnou vizí. Státem určená ekonomická pravidla by měla jít vstříc tomuto celospolečenskému záměru, nikoliv komplikovat jeho uskutečnění.

## **Závěr**

Doprava a energetika jsou dosud řízeny odděleně. Výsledkem je neutěšený stav, kdy spotřeba energie pro dopravu trvale roste a její hodnota se již blíží spotřebě energie v průmyslu. Současná 97 % závislost energie pro dopravu v ČR na uhlovodíkových palivech, jejichž spalováním vznikají nebezpečné klimatické změny i zdraví škodlivé látky, je již v blízké budoucnosti neudržitelná.

Skutečnost, že dopravci z ekonomických důvodů provozují i na elektrizovaných tratích vozidla poháněná naftou, a to i na objednávku krajů a s finanční podporou krajů i státu, je alarmující. Vrcholem těchto deformací je s podporou z fondů EU již uskutečněný i plánovaný nákup nových naftou poháněných vozidel, určených pro tratě již elektrizované nebo zařazené v plánu elektrizace.

Nemá logiku, aby stát na jedné straně draze budoval infrastrukturu (nabíjecí stanice) pro provoz elektrických vozidel na silnici a přitom nevyužíval již vybudovanou infrastrukturu (trakční napájecí stanice a liniové trakční vedení) pro provoz elektrických vozidel na železnici.

Je velmi potřebné řešit téma dopravy a energetiky společně. Jedním z jasných a snadno a rychle proveditelných opatření je odstranění ekonomických deformací, které vedou dopravce i objednatele dopravy k energeticky nesprávným rozhodováním a jednáním. Mezi jinými jde o odstranění nynější diskriminace elektrické vozby příspěvkem na obnovitelné zdroje, kterým klimaticky a environmentálně nepříznivá naftová vozba zatížena není. To se týká jak železniční, tak i městské dopravy.

## Literatura:

- [1] Jiří Pohl, Vize rozvoje elektromobility Vědeckotechnický sborník ČD č. 42/2016
- [2] Roman Štěrbá, Poplatky za obnovitelné zdroje energie znevýhodňují ekologickou elektrickou trakci na přepravním trhu, Vědeckotechnický sborník ČD č. 43/2016
- [3] Jaroslav Tichý, Využití fotovoltaických článků k přímému napájení železničních vozidel, Diplomová práce DF JP Univerzita Pardubice 2012
- [4] Aktualizace Národního akčního plánu energetické účinnosti ČR, MPO ČR 2017
- [5] Národní plán snižování emisí ČR, MPO ČR 2015
- [6] Ročenka dopravy 2015, MD ČR 2016,
- [7] Ročenka dopravy 2016, MD ČR 2017,
- [8] Státní energetická koncepce ČR, MPO ČR 2015

Praha, září 2017

Lektorovali: prof. Ing. Josef Paleček  
VŠB - TU Ostrava

prof. Ing. Jaroslav Novák  
Univerzita Pardubice, DFJP

doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.  
ČVUT v Praze, Fakulta dopravní