

Akou cestnou hromadnou dopravou do 3. milénia?

D. Bevilaqua: By Which Kind of Public Transport to the 3rd Millenium? Život. Prostr., Vol. 31, No. 1, 31–36, 1997.

The transformation of our society and the process of integration with the countries of EU brings also new environmental legislation with stricter pollution limits. Traffic is one of the most extensive pollutants in the environment. In the recent period we have recorded the increase in the number of cars and lorries which causes many problems in settlements, as well as the increase of conflicts with natural and cultural heritage protection. In our effort to raise the quality of life at the entry into the 3rd millenium, the author thinks over some possible ways-out in mass transport. The more suitable solutions are those that simultaneously solve several problems: they both save unrenewable energetic resources and decrease, or eliminate negative impacts on the environment (exhaust fumes, noise). Apart from the synergetic effect in the transition from oil to bio-oil there is also the possibility of using the agricultural soils of less quality. In the USA, there is the tendency to utilize electricity as fuel in public transport. Using the example of two American towns, the author illustrates the advantages of electro-buses. This way is also possible in Slovakia, especially in areas with concentrated natural and cultural richness.

Už letný pohľad na mapu Slovenska prezrádza, že orografické charakteristiky predurčili jeho nerovnomerné osídlenie v údoliach, pozdĺž vodných tokov a dopravných tepien, s častými inverziami a zlými podmienkami rozptylu emisií. Územný priemet základných urbanizačných a dopravných osí je totožný s destabilizačnými stresovými faktormi životného prostredia (hluk, emisie, odpady), ktorých synergický efekt sa prejavuje nielen degradáciou prírodného a kultúrneho prostredia, ale aj na zdraví obyvateľstva.

Prudký rozvoj mototuristiky a nákup osobných áut po otvorení hraníc, kvalitatívny i kvantitatívny úpadok vozidlového parku hromadnej dopravy, to spôsobilo enormný nárast počtu osobných i nákladných automobilov v ulicah našich sídel.

Kritické prízemné smogové situácie počas inverzných stavov ovzdušia (napríklad koncom novembra 1996 v Prahe) nútia otcov miest rozmýšľať ako ďalej. Ponúkajú sa *nákladné riešenia* cestnými obchvatmi odkláňajúcimi tranzitnú dopravu, podzemnými dráhami

metra, prechodom na hlučné električky či podobne priestorovo nepružné trolejbusy, ktoré okrem toho "drôtujú" atraktívne pohľady na pamätihodnosti námestí a ulíc. Naše mestá však na také investície dnes nemajú, resp. zadĺžia sa na dlhé roky.

Doprava sa ocitla na rázcestí. Východiská z neho sú rôzne:

- Slovaft ponúkol **City-naftu a bezolovnaté benzíny**, ktorých cena ale nie je pre vodičov motivujúca, okrem toho Slovensko je závislé od dovozu fosilnej suroviny na ich výrobu.
- Dopravný podnik mesta Zvolen sa rozhodol pre **plynofikáciu MHD** s vysokými nákladmi na výstavbu plničky zemného plynu (okolo 17 mil. Sk), ako aj na prestavbu motorov zastaraných autobusov (ca 300 tis. Sk za jedno vozidlo).
- Rozrastajúca sa sieť plniacich staníc na zemný plyn a stlačený propán-bután pre osobné automobily s motorom upraveným na plynový pohon (v Poľsku a Taliansku oveľa hustejšia) pripravuje pôdu pre pre-



Jeden z autobusov MHD SAD v Spišskej Novej Vsi jazdiaci na bionaftu MDT

chod na **pohon metánom** z bioplynu (z vyhnívacích nádrží skládok bioodpadov a ČOV) alebo **vodíkom** vo vzdialenejšej budúcnosti získaným solárnou elektrolýzou (Flavin, 1992).

- Brazília ukázala cestu využívania obnoviteľných zdrojov pohonom vozidiel **etanolom** vyrobeným z rastlín obsahujúcich cukry.

Čo dala príroda Slovensku na rozmanitosti a kráse, o to je chudobnejšie na neobnoviteľné energetické zdroje. Okrem toho sme zrejme už zabudli na **OLEOPROGRAM** (začal v ČSFR r. 1991), výrobu bionafty z repky olejnej. (V ČR svoj cieľ – nahradiť 5 % celkovej spotreby fosilnej nafty bionaftou, a teda vybudovať kapacity na jej ročnú výrobu ca 120 000 t.r⁻¹, systematicky plnia, najmä vytváraním stimulujúceho podnikateľského prostredia.) U nás, zdá sa, zelená nafta nemá zelenú (Krajčovič, 1995). Napriek jej mnohým pozitívam, ku ktorým patrí:

- dobre zvládnutá a odskúšaná domáca technológia,
- vzorová bezodpadová výroba s využitím výliskov repkového semena na skvalitnenie produkcie živočíšnej výroby,
- ochrana pôdneho fondu a vodných zdrojov: 99 % biodegradovateľnosť mikroorganizmami do 21 dní,
- ochrana ovzdušia, vhodné palivo pre dopravu lodnú, MHD, v uzavretých priestoroch (baniach, skladoch, skleníkoch), výrazne nižší obsah splodín zo spaľovania v zápalných motoroch,
- možnosť pestovania repky na kontaminovaných a nevyužívaných pôdach (Cvengroš, J., Cvengroš, M., 1995; Sommer a kol., 1983; Husár, 1994; Bevilacqua, 1992a, 1992b).

Pestovanie olejnatých rastlín na Slovensku je pre poľnohospodárov ekonomicky veľmi výhodné – pri repke dosahujú v PD Dvory nad Žitavou až 148 % zisk (nákupná cena 7500 Sk.t⁻¹ repkového semena), výnosnosť 2,3–4,0 t.ha⁻¹, olejnatosť semena 30–42 % hm. Ak sa v rokoch 1986–1993 repka pestovala na výmere 35 000–48 000 ha pôdy (z toho v ohrozených oblastiach len na ca 11 000 ha), v posledných dvoch rokoch sa oševné plochy zvýšili o 50 %. Ale stačí to?

Ďalším alternatívnym pohonným médiom je teda **bionafta**. V súčasnosti v SR pracuje 6 liniek na výrobu bionafty typ **MERO** (MetylEster Repkového Oleja), päť s kapacitou 500 t.r⁻¹ (Dolné Obdokovce, Kendice, Stakčín, Šalgovce a Zohor), jedna s ročnou produkciou 1500 t (Spišský Hrušov) a jej cena sa v súčasnosti pohybuje okolo 19,20 Sk.l⁻¹.

V Spišskej Novej Vsi od zimy 1994/95 používalo pokusne na linkách MHD závodu SAD šesť autobusov **bionaftu MDT**, čo je zmes MERO a bezsírového stredného destilátu, n-alkánov a neraténov z ropy. V priemere dosahovali o 10,2 % vyššiu spotrebu paliva (2,6–43,6 % podľa typu a veku vozidla, motora a turnusu), pri takto zníženej cene 12,30 Sk za liter. Spišskú bionaftu používali aj poľnohospodárske stroje z 8 poľnohospodárskych družstiev, z ktorých BIO-BHMG, spol. s r. o., Spišský Hrušov odoberala repku.

Súčasnou synergického efektu produkcie biopalív by mala byť dekontaminácia a protierozná ochrana pôd. Z 1 ha dostaneme v priemere 3 t repkového semena = ca 1 t nafty MERO = 3,75 t bionafty MDT. To znamená, že na ca 18 % poľnohospodárskeho pôdneho fondu SR (425 500 ha kontaminovaných či "nevyužitelných" pôd) môžeme získať 1 490 000 t bionafty MDT (energetický obsah 42 MJ.kg⁻¹), t. j. 62,58 PJ.rok⁻¹ konvenčným spôsobom distribuovateľnej energie z obnoviteľných zdrojov).

Na Slovensku leží približne 312 127 ha pôdy v environmentálne zafaženom území (Klinda a kol., 1995). Odhaduje sa, že asi 90 000 ha poľnohospodárskych pôd, z toho 50 000 ha orných, je vážne ohrozených kontamináciou ťažkými kovmi, s rizikom ich vstupu do potravinového reťazca, a teda dlhodobo vyradených z produkcie pre humánnu a veterinárnu výživu, zvlášť po vstupe SR do EÚ.

Ak uvážime, že v SRN by osiatie 1/5 pôd repkou nahradilo 11 % pohonných hmôt pre zápalné motory a ušetrilo 4 mld mariiek ročne za dovoz ropy, a súčasne

Tab. 1. Vývoj spotreby ropy a zemného plynu v SR [PJ.r⁻¹]

Rok	1995	2000	2005	2010
Ropa	210,3	212,5	218,8	223,0
Zemný plyn	210,0	258,5	263,6	298,3

znižilo o 40 mil. t emisie škodlivín do ovzdušia (Zimmermann, 1990), snáď stojí za to kalkulovať aj u nás s výmerami ohrozených pôd a výnosmi repky na nich, a tie porovnať so spotrebou ropy a zemného plynu v SR (tab. 1).

Bilancia tab. 1 vyplýva z aktualizovanej energetickej koncepcie SR s výhľadom do r. 2010.

Na budúcnosť orientované štáty EÚ vychádzajú z jednoduchšej skutočnosti: Zem každodenne zaplavuje prívál "obnoviteľnej" energie pochádzajúcej zo slnečného žiarenia. Prúdenie vetra, kolobeh vody, biomasa, geotermálna i vlastná solárna energia – to všetko predstavuje množstvo energie prevyšujúce súčasné potreby ekonomiky celého sveta.

Ako vždy, i pri využívaní obnoviteľných zdrojov, sa dá, ba musí diskutovať o miere "environmentálnej čistoty" jednotlivých technológií.

Podstatná časť zložiek bionafty MDT síce pochádza z produkcie Slovnaftu – tvoria ju nízkomolekulové alifatické uhľovodíky, ale pre naštartovanie používania biopalív, pri ich doterajšom daňovom znevýhodnení, môže byť mostíkom do budúcnosti.

Repka nie je jedinou olejnatou rastlinou: ľan, konope siate, či napr. ľaskavec ohnutý, odskúšaný na PD Kluknava, sú z hľadiska životného prostredia, energetiky, ekonomiky, a tak aj trvalej udržateľnosti Slovenska, rovnako vhodné (Hronec, 1996; Herer, 1994). Objavuje sa možnosť esterifikácie vyšších mastných kyselín repkového oleja etanolom, získaným napr. zo zemiakového škrobu.

Prestavba súčasného zastaraného vozidlového parku MHD na pohon bionaftou je lacná (ca 6000 Sk na 1 vozidlo), a teda predstavuje reálnu alternatívu environmentálne priaznivej cestnej hromadnej dopravy. Bola by však škoda nevyužiť toto palivo hlavne na pohon poľnohospodárskych a lesníckych vozidiel.

Po náhodnom vzhliadnutí elektrobuse v historickom mestskom jadre vo Švajčiarsku, mal som šťastie priam sa "dotknúť" realizácie výsledku úvah o budúcnosti dopravy a životného prostredia v USA.

Viac ako polovica Američanov žije v oblastiach, v ktorých úroveň ozónu v prízemnej vrstve atmosféry prekračuje federálny štandard; jedna tretina je vystavená nadmerným koncentraciám oxidu uhoľnatého v ovzduší. Z týchto dôvodov v jednom z najbohatších štátov USA, Kalifornii, prijali r. 1990 zákon, vyžadujúci, aby do r. 2003 vyhovovalo 10 % zo všetkých nových predaných vozidiel tzv. Zero Emission Vehicle štandardu, teda nulovej produkcii emisií.

Pretože v tomto štáte je dnes doprava najväčším znečisťovateľom ovzdušia, podľa odhadov California Air Resources Board, by široké použitie elektriny na pohon vozidiel MHD znížilo v Losangeleskej kotline emisie respirabilných prachových častíc o 99,5 %, uhľovodíkov



Testovanie prototypu elektrobuse v Santa Barbare v USA

o 98 %, oxidov dusíka o 95 % a oxidu uhoľnatého o 99 %, ako aj odstránilo emisie oxidu uhličitého, prispievajúce ku skleníkovému efektu. Orientácia na elektrobuse v hromadnej doprave je riešenie opačné, ako je v súčasnosti trend na Slovensku.

Aký bude autobus budúcnosti?

- temer nehlučný,
- nebude produkovať žiadne emisie,
- energeticky účinný,
- bude vyžadovať menej údržby,
- poskytne pasažierom nový rozmer pohodlia,
- bude mať nízko umiestnenú podlahu a vstup na jeden krok.

Ako spĺňajú súčasné elektrobuse túto predstavu?

Prvé elektrobuse vyšli do ulíc Santa Barbary v Kalifornii r. 1990; do r. 1995 vzrástol ich počet na 12. Dovedna najazdili 300 000 míľ a previezli 3 mil. pasažierov. Druhým mestom sa stala r. 1992 Chattanooga v štáte Tennessee, ktorá bude mať do konca r. 1996 dovedna 26 elektrobuse z celkového počtu 47 autobusov MHD. Celkove sa k dobrovoľnému *Programu čistejších miest*, ktorý vyhlásilo Federálne ministerstvo energetiky, pripojilo asi 20 miest v 12 štátoch USA a jazdí tam 300–400 elektrobuse.



Elektrobus firmy AUS - Chattanooga

Vstup do elektrobusu je pohodlný pre starších i handicapovaných pasažierov



Odborníci vravia o "explózii" v technológii elektrobusov, ktorá dláždi cestu rôznym osobným i veľkým nákladným elektromobilom. Elektrobusy sú "perfektné skúšobné polia". Poskytujú výrobcovi možnosť testovať komponenty pre vozidlá budúcnosti bez toho, aby museli investovať milióny dolárov do miniaturizácie týchto súčiastok.

Prvé vozidlá mali elektropohon z ťažkých olovených akumulátorov. Náklady na energiu na 1 míľu predstavovali 4,5–5,7 centa v porovnaní s 18,5 centa pri motorovej naftě. Nižšia cena energie sa dosahuje aj vďaka 8–12 hodinovému pomalému nabíjaniu na nočný prúd (je možnosť i štandardného 5-hodinového, ako aj rýchleho dobitia).

Dosť vysoká hmotnosť batérií (4 ks vážia 2265 kg) prinútila výrobcov prejsť na nové ľahké a pevné materiály, a tak sú už dnes elektrobusy, vďaka odľahčenej konštrukcii z kompozitných materiálov, v priemere o 450 kg ľahšie ako klasické dieselové, čo znamená aj menšie poškodzovanie vozovky.

Čas na výmenu 4 batérií sa skrátil z 15–20 min. na 5 min. a ich dojazd na 1 nabitie vzrástol zo 110–130 km na 190–240 km (po r. 2000 sa očakáva viac ako 480 km). Aj keď majú súčasné olovené batérie životnosť 3–5 rokov a sú na 97 % recyklovateľné, vyvíjajú sa už ľahšie lítium-polymérne batérie.

Prvý elektrobus mal jednosmerný elektromotor a dosahoval maximálnu rýchlosť 40 míľ.h⁻¹, ďalší mal ľahší striedavý indukčný elektromotor s max. rýchlosťou 45 míľ.h⁻¹, ktorým dosiahol 15. 5. 1994 na atlantskej skúšobnej rýchlostnej dráhe zrýchlenie z 0 na 40 míľ.h⁻¹ za 10,826 s (autobus na naftový pohon 25,865 s) a predbehol tento autobus na štvrtmíľovej dráhe o 6,545 s. Odhad životnosti motora je 160 000 km alebo 10 rokov.

Podľa Japonského inštitútu pre aplikovanú energiu sú elektrovozidlá pri jazde mestom o 41 % efektívnejšie ako vozidlá na klasické palivo; pri státi na križovatkách nepotrebuje energiu a pri brzdení slúži motor automaticky ako generátor elektrického prúdu dobíjajúceho batérie.

K výhodám elektrobusov patrí ca 68 % úspory v cene energie (pri nabíjaní nočným prúdom sú ešte vyššie) a v jej spotrebe, elektrobus nepotrebuje výmenu motorového oleja a má o 70 % nižšie náklady na údržbu oproti dieselovému. Nevyvoláva totiž náklady na činnosti, ktoré nejestvujú, napr. čistenie výfukových plynov, chladenie, riadiace systémy palivového a emisných systémov a transmisie, životnosť brzdnych súčiastí.

Cena 670 cm elektrobusu (bez klimatizácie) sa v USA pohybuje okolo 165 000 USD (s klimatizáciou 178 000 USD), je o 10 % nižšia ako cena dieselového autobusu. (Priemerná cena elektrobusu sa pohybuje medzi 140–230 tis. USD, cena dieselového je 210 000 USD.)

Podľa odhadov California Energy Commission môžu byť elektrovozidlá do r. 2000 4-krát lacnejšie, čo sa týka nárokov na energiu, ako vozidlá na fosilne palivá.

Nové typy elekrobusev sú neuveriteľne pohodlné pre cestujúcich; majú nízku podlahu a jednokrokový sklonený nástup ("pokľakne si" pred pasažiermi), jazda je omnoho hladšia, pokojnejšia a temer nehlučná. Vďaka výborným manévrovacím schopnostiam a jednoduchej obsluhu sú obľúbené aj medzi vodičmi; jediná pravidelná údržba pozostáva z dolievania vody do batérií a ich výmene každých 3–5 rokov (1200 USD za ks).

V Amerike si na tejto technológii cenia aj to, že využíva len domáce zdroje energie a nezvyšuje závislosť USA od dovozu ropy. Odhaduje sa, že každé elektrovozidlo ušetrí krajine 10–20 barelov ropy ročne.

K prirodzenej výhrade voči "ušľachtilemu" spotrebúvaniu elektrickej energie vyrobenej "neušľachtilými" elektrárnami možno dodať, že je ľahšie kontrolovať emisie z týchto stacionárnych zdrojov, ako z veľkého množstva mobilných, temer nekontrolovateľných.

V USA sa pracuje na vývoji aj iných typov elekrobusev (školských, vyhlídkových, diaľkových a pod.) i špecializovaných elektromobilov (napr. na obsluhu letísk – prepravu cestujúcich a batožiny, ťahanie lietadiel), akumulátorov, elektročlnov, vozidiel pre golfové ihriská a športové areály, nehlučných obrnených transportérov pre armádu a políciu atď.

Súbežne s vývojom a zdokonaľovaním jednotlivých komponentov i celých elektrovozidiel sa riešia projekty vývoja nových pohonných palivových článkov. Prvý na princípe spaľovania stlačeného vodíka a kyslíka na protónovej výmennej membráne PEM (24 stupňová mriežka 5 kW PEM článkov), ďalší na princípe konverzie metanolu na vodík (60-miestny autobus s 205 kW palivovým článkom na dojazd 400 km). Vo vývoji sú aj solárne elektrovozidlá.

Elektrobusy v Chattanooga pomohli realizovať cieľ otcov mesta, ktoré predtým patrilo k najznečistenejším. Dnes vyhovuje všetkým nárokom na kvalitu životného prostredia. Vyriešili sa nimi nielen dopravné problémy, podporujú aj ekonomický rozvoj mesta, pretože miestna spoločnosť na ich výrobu vytvára nové pracovné miesta atď. Elektrobusy okrem toho prifahujú do mesta aj zvedavých turistov.

Čím je pre nás tento prístup inšpirujúci?

Svet ocenil hodnoty, ktoré príroda a človek na Slovensku vytvorili zápisom 4 lokalít do Zoznamu svetového prírodného a kultúrneho dedičstva UNESCO (*tejto problematike sme venovali monotematické číslo 4/1996 – poznámka redakcie*).



Vo výrobnom programe firmy TVA v Chattanooga sú aj automobily na pohon elektrickou energiou

Na zápis do tohto prestížneho Zoznamu sa pripravujú ďalšie lokality zo Spiša:

- NPR Dobšinská ľadová jaskyňa v NP Slovenský raj,
- NPR Prielom Dunajca a areál Červeného kláštora v PIENAP-e,
- NPR Belianske Tatry a Bielovodská dolina v TANAP-e,
- historické mesto Levoča s oltárom od Majstra Pavla,
- drevený artikulárny kostol a historické mesto Kežmarok.

Pre trvalú udržateľnosť Spiša je dôležitý rozptyl návštevníkov, je to najúčinnější spôsob ako znížiť nápor turizmu na prírodné vzácnosti v chránených územiach. Zachovaná biodiverzita v Karpatском oblúku je najväčšou komparatívnou výhodou Slovenska. Nesezónna, tzv. "mäkká" turistika a podnikanie v cestovnom ruchu šetrné voči životnému prostrediu, sú cestami k trvalej udržateľnosti a sebestačnosti spoločenstiev nielen na Spiši či v Liptove, ale v celej Slovenskej republike.

Hromadná i individuálna doprava v chránených územiach, historických jadrách mestských pamiatkových rezervácií, kúpeľných strediskách – teda v územiach s koncentrovaným prírodným a kultúrnym bohatstvom – stojí pred dilemou. Akou cestou sa bude uberať do tretieho tisícročia?

Obyvatelia Spiša majú podobnú šancu ako v Chattanooga (Bevilaqua a kol., 1995). Opravárenský závod SAD v Levoči sa pripravuje na konverziu výrobného

programu – smerom k produkcii elektrobusev. Odbyt by bol i v susedných štátoch.

Ak sa pozrieme na mapu strednej Európy zistíme, že celé Slovensko by si zaslúžilo zápis do Zoznamu svetového prírodného a kultúrneho dedičstva. Treba si len vybrať cestu, ako tieto poklady zachovať.

Literatúra

Aktualizácia energetickej koncepcie pre SR do r. 2005 s výhľadom do r. 2010. MH SR, Bratislava, 1995.

Bevilaqua, D., 1992a: Ešte len nám bude horúco. Zelené echo, 4.

Bevilaqua, D., 1992b: Doprava na rázcestí. Zelené echo, 8.

Bevilaqua, D. a kol., 1995: Regionálny environmentálny akčný plán pre trvalo udržateľný rozvoj Spiša. Konzultačný dokument, SAŽP Stredisko Spišská Nová Ves.

Cvengroš, J., M., 1995: Výroba a úprava metylesterov z repko-

vého oleja ako alternatívneho paliva pre dieselové motory. Proc. 37th Conf. Petrol., Bratislava, 14-17, p. 11.

Drastich, M., 1990: Bioplyn v MHD. Technické noviny, 52, p. 2.

Flavin, Ch., 1992: Most k príznivým zdrojom energie. In Stav sveta. Správa Worldwatch Institutu.

Herer, J., 1994: Spiknutí proti konopí. Vyd. Cannabis Sativa, spol. s r. o., Bystřice pod Hostýnem.

Hronec, O., 1996: Exhaláty, pôda, vegetácia. TOP, spol. s r. o., Prešov.

Husár, T., 1994: Ponuka alternatívneho paliva pre dieselové motory.

Klinda, J. a kol., 1995: Životné prostredie SR v rokoch 1992–1993. MŽP SR, Bratislava.

Krajčovič, I., 1995: Zelená nafta nemá zelenú. Slovenská republika, 27. 1. 1995.

Sommer, A. a kol., 1983: Riešenie problematiky výliskov repky olejnej ako vedľajšieho produktu pri výrobe bio-nafty v ekologicky ohrozených oblastiach, Záverečná správa. VÚŽV Nitra.

Zimmermann, G., 1990: Rapsöl als Dieselalternative? Finanz und Wirtschaft. In VaTZ, 26, 23, p. 90.

Mesto Chattanooga v štáte Tennessee

