

KOLIKO BODO AKUMULATORSKI AVTOMOBILI STALI DRŽAVO

► Mišo Alkalaj*, Rafael Mihalič** in Leon Valenčič***



»Nič ni lažjega kot trošiti javna sredstva. Zdi se, da niso od nikogar. Zato je velikanska skušnjava, da jih nekemu podelimo.«

(Calvin Coolidge, ameriški predsednik 1923–1929)

EVROPSKA UNIJA AKUMULATORSKE AVTOMOBILE ŠE VEDNO OBRAVNAVA kot vozila z ničelnimi izpusti, čeprav (kot smo pokazali v prejšnjem članku – ŽIT 2018/9, str. 20) ta izpuščajo ogljikov dioksid (CO₂) v elektrarnah, ki proizvajajo električno energijo za njihovo polnjenje, saj globalno prihaja 67,4 % elektrike iz elektrarn na fosilna goriva (ŽIT 2017/5, str. 22). Pustimo zdaj ob strani trditev, da človeški izpusti zares povzročajo katastrofalne podnebne spremembe (ŽIT 2010/1, str. 50; ŽIT 2011/1, str. 28; ŽIT 2016/2, str. 54; ŽIT 2016/3, str. 64), kot jih napoveduje Medvladni odbor za podnebne spremembe (IPCC), in privzemimo, da je radikalno zmanjšanje človeških izpustov CO₂ zares zaželeno in koristno. Potem je povsem pravilna odločitev singapurskih oblasti, ki so prvi uvoženi avtomobil Tesla Model S obremenile z dodatnim davkom na izpuste CO₂ v višini 15.100 USD. Kupec se je sicer pritožil, a v Uradu za zemeljski transport (LTA), ki je določil višino obdavčitve, so mu pojasnili, da Tesla Model S po standardu UNECE R101 porabi 444 Wh/km; in ker Singapur proizvede veliko večino

elektrike s plinskimi elektrarnami, je torej akumulatorski avtomobil odgovoren za toliko izpustov CO₂, kot jih plinske elektrarne proizvedejo za generacijo električne energije, ki jo porabi avto. Vendar singapurska tehnološka korektnost ni vzdržala dolgo: ob diplomatskem pritisku ZDA in celo uradnem obisku ustanovitelja podjetja Tesla, Elona Muska, sta bili že naslednji dve v Singapur uvoženi akumulatorski vozili Tesla deležni davčne olajšave za ničelne izpuste.

► **NEKAJ O MEDIJSKO PRILJUBLJENIH IDEJAH O MOŽNOSTI POLNJENJA E-AVTOMOBILOV**

V svoji vnemi, kako rešiti Zemljo pred izpusti CO₂, različni 'okoljevarstveniki' prihajajo do zares bizarnih domislic. Človek bi še nekaako razumel, če bi bilo to v domeni gostilniških pogovorov, vendar se prav neverjetni tehnični nesmisli pojavljajo tudi v dnevnem časopisju – in to celo takem, ki hoče vzbujati vtis, da 'neka da nase'. Le kaj naj si vsaj minimalno tehnično izobražen človek namreč misli o naslednjem:

* Mag. Mišo Alkalaj je bil do upokojitve vodja Centra za mrežno infrastrukturo na Institutu Jožef Stefan.

** Prof. dr. Rafael Mihalič je predstojnik Katedre za elektroenergetske sisteme in naprave ter vodja Laboratorija za preskrbo z električno energijo (LPEE) na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani.

*** Mag. Leon Valenčič je vodja oddelka Splošna energetika in načrtovanje energetskih sistemov na Elektroinštitutu Milan Vidmar.

»Dokler se količina prometa ne zmanjša, bi lahko del energije dobili tudi iz malih vetrnih elektrarn, ki jih poganja veter mimo vozečih vozil.« Seveda to še zdaleč ni edina cvetka naših okoljsko zavednih medijev, vendar je tako bizarna, da jo je vredno omeniti.

Naslednja v vrsti takšnih idej pravi, da bi lahko fizično aktivni ljudje, ki imajo npr. doma sobno kolo, orbitrek ali kaj podobnega, mehansko moč na pedalih izkoristili za pretvorbo v električno energijo (namesto da magnetno zaviramo vztrajnik, raje ženemo miniaturni električni generator) in neposredno polnjenje električnega avtomobila v garaži. Tako bi si lahko s popoldanskim 'trimčkanjem' zagotovili prevoz z električnim avtomobilom v službo in nazaj, prevoz otrok v vrtec in morda še obisk narave, npr. prevoz na bližnji hrib in nazaj. Take ideje zvenijo zelo všečno, dokler nam veselja ne pokvarijo številke. Pa naredimo kratek približni izračun.

Kdor se vsaj malo ukvarja s športom, ve, da je povprečen človek zmožen dolgotrajno vzdrževati mehansko moč telesne aktivnosti približno 100 W; raje manj kakor več. (Naj vas ne zavede domnevno število porabljenih kalorij na raznih, zlasti bolj nizkocenovnih napravah za fitnes v raznih wellness centrih!) Študentje v dobri telesni pripravljenosti med 15-minutnim poganjanjem sobnega kolesa z električnim generatorjem (kljub obilnemu znojenju) praviloma ne presežejo povprečne električne moči 160 W na izhodu generatorja.

In koliko porabi električni avtomobil? Iz članka, ki ga je objavil slovenski *Siol.net*, lahko razberemo, da je poraba malega e-avta okrog 20 kWh/100 km (kar je ocena na spodnji meji). To pomeni, da bi z uro krepkega poganjanja sobnega kolesa pridobili toliko energije, da bi zadoščovala za manj kot 500 m vožnje z električnim avtomobilom ...

Poglejmo še, kaj omenjeno 'trimčkanje' pomeni v luči avtomobilskega goriva. Ni težko najti podatka, da kilogram lahkega plinskega olja vsebuje približno 46 MJ energije. Če to pretvorimo v elektrotehnikom bolj domače enote, dobimo okrog 13 kWh. Ob predpostavki, da je tudi pri polnjenju avtomobilskega akumulatorja nekaj izgub, lahko ugotovimo, da bi morali za ekvivalent kilograma lahkega plinskega olja približno 150 ur poganjati pedala z močjo 100 W. Glede na to, koliko zrezkov, makaronov, kruha itd. bi morali v tem času jesti (in seveda prej pridelati), ter koliko več CO₂ bi izdihali zaradi fizičnega napora, bi bila bilanca CO₂ bistveno (ampak res bistveno) na strani uporabe plinskega olja.

Varovanje okolja mora biti skrb vseh, čeprav o škodljivosti človeških



⇒ 'Sobno kolo' za polnjenje pametnih telefonov na letališču La Tontouata na Novi Kaledoniji

izpustov toplogrednih plinov ni nobenih empiričnih meritev. A če se želimo pogovarjati o čemer koli, kar se dotika fizikalnih dejstev, je to smiselno le na podlagi znanstveno utemeljenih števil. Vse drugo sta izguba časa in mlatenje prazne slame. In če nekateri mediji strokovno absurde predloge objavljajo brez nasprotovanja, potem se ne smemo čuditi, da se včasih znajdejo celo v državnih strategijah.

► AKUMULATORSKI AVTOMOBILI IN DRŽAVA: SUBVENCIJE, CENA

Maja 2017 sprejeta vladna *Strategija na področju razvoja trga za vzpostavitve ustrezne infrastrukture v zvezi z alternativnimi gorivi v prometnem sektorju v Republiki Sloveniji* predvideva, da naj bi bilo do leta 2030 med v Sloveniji registriranimi osebnimi vozili kar 17 % (tj. približno 200.000) akumulatorskih. Za preprostejši izračun vzemimo, da so vsi ti e-avtomobili Renault Zoe Life90, ki so s ceno 23.790 EUR ta čas pri nas najugodnejši. Če bi država za nakup vsakega – tako kot zdaj – primaknila 7500 EUR subvencije iz proračuna, to nanese 1,5 milijarde EUR neposredno iz žepov vseh davkoplachevalcev. V vsakem primeru pa bi morali vsa vozila plačati iz premoženja v Sloveniji (čeprav bi morda del tega prišel iz proračuna), torej bi nas toliko dandanes najcenejših vozil stalo 4,758 milijarde EUR ali okoli 8,43 % BDP. Toda to je šele vrh ledene gore.

Težko je zbrati podatke, koliko nanesejo vse državne subvencije za akumulatorske avtomobile, saj jih proizvajalci, preprodajalci in kupci dobivajo po različnih poteh. A v enem primeru lahko vsaj za subvencije podjetju Tesla navedemo precej natančno številko: Elon Musk, ikona

akumulatorskih avtomobilov, ki je leta 2008 postal direktor podjetja Tesla (in še dveh manjših podjetij za t. i. nizkoogljene tehnologije), je za svoja podjetja že do leta 2015 samo od zvezne vlade in vlad posameznih držav ZDA pridobil pet milijard USD subvencij v obliki neposrednih stimulacij, davčnih olajšav, ugodnih (od države zajamčenih) posojil, davčnih vračil in popustov. V letih 2008–2015 je podjetje Tesla izdelalo vsega 153.850 vozil s skupno prodajno ceno 9.838.810.000 USD, kar pomeni, da je vsak Teslov akumulatorski avtomobil dejansko (v povprečju) dobil državne subvencije v višini 50,82 % prodajne cene. Ob tem nobeno od Muskovih podjetij v tem času (in niti pozneje) ni prijavilo nobenega dobička, torej tudi ni plačalo davka na dobiček. Ta čas najcenejši Tesla Model 3 v ZDA stane najmanj 35.000 USD (oz. dobrih 30.000 EUR). Ker je to očitno precej nad zmoglostmi povprečnega družinskega proračuna, lahko tudi za najcenejši (in kljub temu od države subvencioniran) model Tesla rečemo, da je predvsem igrača za bogatejše.

Ob navedenem primeru zbledijo tudi teze slovenskih državnih funkcionarjev, češ da naj bi se akumulatorski avtomobili v prihodnje pocenili in postali dostopni večini. Elon Musk je namreč že napovedal odpušcanje 9 % delavcev podjetja Tesla,

👉 Tesla Model 3 v ZDA stane 35–78 tisoč USD (oziroma 30–67 tisoč EUR).



da bi lahko vsaj obdržal napovedano ceno svojega 'ljudskega modela' oz. v osnovni ceni ponudil nekaj več opreme. A tudi po tej napovedani pocenitvi bo Tesla Model 3 ostal le igrača za nadpovprečno premožne.

▶ AKUMULATORSKI AVTOMOBILI IN DRŽAVA: INVESTICIJE V ELEKTROENERGETSKI SISTEM

V salonskih pogovorih je pogosto mogoče slišati, kako malo *energije* bi akumulatorski avtomobili porabili: če namreč vsa t. i. vozila za lažje obremenitve (angl. LDV – Light Duty Vehicle) na svetu prispevajo samo okrog 3,25 % vseh izpustov CO₂, torej porabijo proporcionalno malo energije iz fosilnih goriv. Žal se zdi, da podobno razmišljajo tudi vladni načrtovalci e-mobilnosti.

Vendar elektroenergetski sistem ne deluje po načelu zagotavljanja energije (to je le posledica), temveč mora vzdrževati ravnotežje električne moči med proizvodnjo in porabo. In ko bi Renault Zoe priključili na omrežje, bi mu to moralo zagotoviti 7 kW moči. Če bi se torej le polovica akumulatorskih avtomobilov, ki jih predvideva slovenska vladna strategija do leta 2030, polnila doma in ob nižji tarifi (med 10. uro zvečer

in 6. uro zjutraj), bi omrežje za to potrebovalo dodatnih 700.000 kW oz. 700 MW, kar je približno celotna nazivna moč jedrske elektrarne Krško (ob predpostavki, da pretvorba z omrežnih 230 V na polnilnih 24 V in polnjenje akumulatorja potekata brez izgub, kar pa ni res). Seveda bo kdo pripomnil, da akumulatorskega avtomobila, ki ima teoretični doseg 300 km, vendarle ni treba polniti vsak dan, tj. zgolj za vožnjo v službo in opravke po bližnji okolici. To sicer drži, a ta teoretični doseg je izmerjen na uradnih testih, ki so prilagojeni v prid akumulatorskih avtomobilov, take rezultate pa je pri pravi vožnji zelo težko doseči. Sploh pa: koliko ljudi bi si upalo začeti dan z na pol izpraznjenim akumulatorjem in tvegati, da v primeru nepredvidenih opravkov ostanejo na cesti? (Saj tudi prenosnega telefona ni treba polniti vsak dan, pa večina uporabnikov 'za vsak primer' počne prav to.) No, dodatnih 700 MW v nočnem času najbrž še ne bi preobremenilo slovenskih proizvodnih zmogljivosti, saj imamo takrat nižjo tarifo prav zato, ker je večina poslovnih in javnih stavb ter proizvodnih obratov pretežno izklopljenih. A če preostalo polovico vladno načrtovanih 'električarjev' polnimo čez dan, je to že druga zgodba, saj elektroenergetski sistem takrat deluje blizu celotne proizvodnje slovenskih elektrarn. To pomeni, da bi morali dodatno električno energijo uvažati po t. i. *spot* cenah (ki so mnogo višje od povprečnih na borzi) ali pa zgraditi vsaj še za 700 MW elektrarn z variabilno proizvodnjo, recimo 25 običajnih savskih elektrarn. Kakršne koli elektrarne bi gradili in kjer koli bi jih želeli postaviti, bi zanesljivo naleteli na žolčno nasprotova-



⇒ Elektroenergetski sistem mora vzdrževati ravnotežje moči med porabo in proizvodnjo.

nje nekaterih okoljevarstvenikov in seveda s tem povezano politično mešetarjenje – da o ceni objektov niti ne govorimo.

Da bi dodatno električno moč lahko speljali v omrežje, bi morali zgraditi ustrezno število visokonapetostnih daljnovodov. Stroške njihove postavitve bi morda še zmagli, toda kako (in kdaj) bi nekaj deset takšnih objektov umestili v prostor, če je danes postal problem prehod vsakega daljnovoda čez praktično vsako občino, saj se prebivalstvo temu upira, pa čeprav iz znanstveno povsem neutemeljenih razlogov?

A tudi to še ni vse. Slovensko prenosno omrežje je načrtovano ob predpostavki, da je ob največji obremenitvi delež posameznega gospodinjstva okrog 1 kW, povprečna moč gospodinjstva pa je približno polovico manjša. Če bi 17 % gospodinjstev (ob predpostavki, da nobeno nima več kot enega akumulatorskega avtomobila) občasno potrebovalo dodatnih 7 kW, je to ekvivalentno konični moči 1,19 kW na gospodinjstvo ali 19 % nad načrtovano obremenitvijo. Seveda je to samo povprečje, v resnici pa bi bile prekoračitve zmogljivosti današnjega omrežja precej večje ter neenakomerno in nepredvidljivo razporejene. To pomeni, da bi morala Slovenija samo za uresničitev vladne strategije e-mobilnosti do leta 2030 prenoviti še dobršen del srednje- in nizkonapetostnega omrežja, ki sta zaradi vse bolj priljubljenega električnega ogrevanja (zlasti prav tako od države subvencioniranih toplotnih črpalk) obe že sicer obremenjeni nad načrtovanimi parametri.

In kakšni bi bili skupni stroški gradnje dodatnih elektrarn in prenove električnega omrežja? Po zelo zadržani oceni 20 milijard EUR

oziroma 35,42 % BDP-ja Slovenije, glede na naše 'navade' pri izvajanju javnih del pa najbrž še precej več – in vse to zgolj za uresničitev vladne strategije do leta 2030, torej za 17 % akumulatorskih vozil. Kako astronomske bi bile šele številke pri stoo odstotni e-mobilnosti!

► PA SAJ SE DA: NORVEŠKA

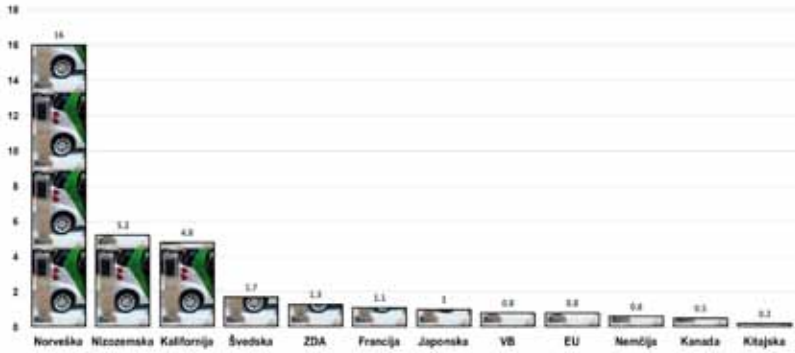
Kadar hočejo prodajalci in drugi zagovorniki t. i. razogljičenja z akumulatorskimi avtomobili pokazati na globalni vzor, najpogosteje navajajo Norveško. Ta država ima že več kot 16 akumulatorskih vozil na 1000 prebivalcev. Za primerjavo: Nizozemska le 5,2, povprečje EU je 0,8; ZDA jih imajo 1,3, Kalifornija (kot okoljsko najbolj ozaveščena zvezna država ZDA) pa 4,8.

Na Norveškem so lani prodali več akumulatorskih in hibridnih avtomobilov kakor takih na fosilna goriva. Tamkajšnja vlada je leta 2017 skušala ukiniti olajšave in obdavčiti najdražje akumulatorske avtomobile (tiste s težo nad 2000 kg in/ali ceno nad 100.000 EUR), a je morala predlog umakniti. Tako za vsa na Norveškem kupljena akumulatorska vozila še vedno velja, da fizičnim osebam zanje ni treba plačati nobenega prometnega davka ali DDV-ja, podjetja pa dobijo 50-odstotni popust; letna cestnina (od 1. 1. 2018 v prometnem zavarovanju) za akumulatorske avtomobile je 455 NOK (pribl. 48 EUR), za bencinske 2820 NOK (skoraj 300 EUR) in za dizelske 3290 NOK (pribl. 347 EUR). Država seveda tudi bogato subvencionira razvoj mreže električnih polnilnic, ki morajo biti razporejene bolj na gosto kot bencinski servisi, saj imajo akumulatorski avtomobili manjši doseg. Je torej

🔌 Prometni znak za polnilnico akumulatorskih vozil



➤ Število akumulatorskih avtomobilov na 1000 prebivalcev



Norveška lahko vzor za Slovenijo in celotni svet?

Ne povsem. Za začetek povejmo, da je narava Norveško obdarila z zelo ugodnimi razmerami za proizvodnjo elektrike v hidroelektrarnah. Imajo veliko padavin, predvsem v višjih legah. Številne reke tečejo skozi z visokimi gorami obkrožene doline podkvaste oblike (na sredini so širše kot na koncu – kadar je dno pod nivojem morske gladine, se imenujejo fjordi), kar pomeni, da lahko z razmeroma kratkimi jezovi ustvarijo velika akumulacijska jezera. Norveška je to s pridom izkoristila, saj ima več kot 30 GW zmogljivosti samo v hidroelektrarnah, poleg tega pa še približno 1400 MW v črpalnih elektrarnah. Norveška s hidroelektrarnami proizvede okrog 95 % vse električne energije. Čeprav njeni prebivalci porabijo v povprečju skoraj trikrat toliko elek-

trike kot povprečni državljani EU, je država pretežni izvoznik električne energije. Ima tudi močno prenosno omrežje, zato se v tej sicer hladni državi večina gospodinjstev ogreva v glavnem z elektriko. Vse to kaže, da Norveška še nekaj časa ne bo imela težav z zmogljivostjo omrežja za polnjenje akumulatorskih avtomobilov.

A Norveška je tudi zelo bogata država z letnim BDP-jem v višini 83.087 EUR/prebivalca (Slovenija 26.313 EUR/prebivalca). Najpomembnejše norveške izvozne dobrine so surova nafta, plin in naftni derivati; z njimi je samo leta 2016 zaslužila približno 42,5 milijarde USD oziroma 8181 EUR/prebivalca. In tu tiči glavni razlog, zakaj si Norvežani lahko privoščijo tako obsežno elektrifikacijo osebne prometa: njihovi akumulatorski avtomobili sicer nimajo izpustov v domačih hidroelektrarnah, zato pa jih sofinancirajo vse tiste države, ki



➤ Hidroelektrarna Alta na Norveškem ima moč 200 MW.

od Norveške kupujejo fosilna goriva in ta pokurijo pri sebi. To pomeni, da Norveška nikakor ne more biti vzor za 'razogljičenje', pa če je to zares potrebno ali ne. Najbrž se ni težko strinjati s preprosto ugotovitvijo, da se globalna zračna vsebnost CO₂ nič ne zmanjša, če neka država zmanjša izpuste pri sebi, a se zato povečajo druge.

► E-MOBILNOST SE LEPŠE SLIŠI, KOT JE RES

Elektrika je žlahtna oblika energije, ker lahko iz nje s preprostimi napravami in malo izgubami dobimo vse druge oblike za zadovoljevanje potreb človeštva. Zato razmišljanje, da bi z elektriko nadomeščali primarne energente, ni racionalno, saj jo proizvajamo iz primarnih energentov – in bomo to morali početi še dolgo časa, če ne želimo, da bi naša civilizacija propadla.

Politično reklamiranje akumulatorskih vozil je samo del politične strategije zniževanja človeških izpustov toplogrednih plinov, ki naj bi (predvidoma nekoč v prihodnosti) povzročali katastrofalno segrevanje ozračja in/ali izredne podnebne spremembe. Ta teza temelji samo na rezultatih računalniških modelov, ki so dokazano polni napak in so že narobe napovedali doslej znani razvoj podnebja. A razogljichenje kljub temu še naprej ostaja politična strategija Slovenije, EU in številnih držav po svetu.

Prav uvajanje akumulatorskih avtomobilov za osebni promet je še posebno simboličen vidik politične strategije razogljichenja. Kot je bilo že omenjeno, bi bil njihov učinek na celotne človeške izpuste minimalen – seveda ob velikih stroških za kupce in navkljub subvencijam, ki obremenjujejo vse. Uresničenje takšne

strategije bi bilo zelo drago tudi za države, torej za vse davkoplačevalce – vse to pa brez kakega omembe vrednega zmanjšanja izpustov CO₂.

No, v resnici je še slabše: k celotnim izpustom, ki jih 'zakrivi' osebni avtomobil, moramo prišteti tudi tiste, ki nastanejo pri proizvodnji. In ob takem izračunu so – kot je izmeril nemški ADAC – skupni izpusti CO₂ za akumulatorska vozila dejansko višji kot npr. za dizelska. Francoski novinar Guillaume Pitron celo trdi, da proizvodnja akumulatorskega avtomobila povzroči od tri- do štirikrat več izpustov kot proizvodnja konvencionalnega. Uvajanje akumulatorskih vozil je torej še en politično predpisan, drag in neučinkovit ukrep proti znanstveno neutemeljeni grožnji. A kljub temu ima še vedno široko ljudsko podporo. To pa je tisto, kar politike najbolj zanima.

Pravzaprav imamo veliko srečo, da po našem najboljšem znanstvenem znanju človeški izpusti toplogrednih plinov dejansko ne povzročajo nobenih globalno (iz)merljivih posledic. Kajti če bi res povzročali nevarne podnebne spremembe, kot jih napoveduje Medvladni odbor za podnebne spremembe (IPCC), politiki in (pre)več medijev, bi nam ob dejanskem učinku vladnih ter mednarodnih ukrepov za razogljichenje grozila neizogibna katastrofa.



📍 Podnebni protesti v Washingtonu leta 2017

VIRI IN LITERATURA

- Obširen seznam uporabljene literature in virov je zainteresiranim na voljo v uredništvu.

SPLETNI NASLOVI

- tinyurl.com/yawvkma6
- tinyurl.com/y9xqpm2n
- tinyurl.com/ybsvc5um
- tinyurl.com/y7hjvvgz