

Možnost dostave lokalno pridelane hrane v lokalno okolje z električnimi in hibridnimi vozili

KLEMEN LISEC, ZOLTAN SZEGEDI IN ANDREJ LISEC

Povzetek V članku raziskujemo smiselnost investicije lokalnega proizvajalca jabolčnega soka in ostalih izdelkov iz jabolk v nekonvencionalna vozila (električna, plug-in hibridna vozila) za distribucijo izdelkov do obstoječih strank v lokalnem okolju ter primerjamo okoljski, stroškovni in časovni vidik z konvencionalnimi vozili. Smiselnost investicije ni zgolj v stroškovnem vidiku, namreč tudi okoljskem, kar s podnebnimi težavami postaja vse bolj interes splošne javnosti. Republika Slovenija in Evropska unija namenjata trajnostnemu razvoju in krožnem gospodarstvu vse več sredstev. V članku smo analizirali distribucijo proizvajalca jabolčnega soka in ostalih izdelkov iz jabolk skozi dve poti - dnevno pot, pri čemer smo simulirali dostavo do gostinskih lokalov in ostalih odjemalcev v osmih mestih v okolici mesta Sevnica, in daljšo, tedensko pot, kjer smo simulirali distribucijo do obstoječih strank po krajih v celotni Sloveniji. Pri distribuciji smo upoštevali uporabo konvencionalnih vozil (ICE), baterijskih električnih vozil (BEV), hibridnih plug-in vozil (PHEV) in hibridnih vozil (HEV), ter kakšen vpliv ima uporaba posameznega tipa vozila na okolje, na stroške goriva in na čas dostave.

Ključne besede: • električna vozila • hibridna vozila • distribucija lokalne hrane • logistika • analiza poti •

NASLOVI AVTORJEV: Klemen Lisec, Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko, Mariborska cesta 7, 3000 Celje, Slovenija, e-pošta: klemen.lisec@gmail.com. dr. Zoltan Szegedi, profesor, Univerza Széchenyi István, Fakulteta za poslovno upravo, Egyetem tér 1, 9026 Győr, Madžarska, e-mail: zoltan.szegedi@sze.hu. dr. Andrej Lisec, izredni profesor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko, Mariborska cesta 7, 3000 Celje, Slovenija, e-pošta: andrej.lisec@um.si.

1 Uvod

Za lastnike električnih, hibridnih in priključnih hibridnih vozil je v letu 2018 na večini električnih polnilnih postaj v lasti podjetja Petrol d.d. polnjenje potekalo brezplačno (Petrol – Elektromobilnost paketi, 2018). Če smo partner v logistiki nam to lahko nudi konkurenčno prednost, v kolikor so izpolnjeni določeni pogoji (primerna napetost polnjenja, zmogljivost baterije, vračunana daljša časovna konstanta). V članku bomo ugotavljali ali je za lokalnega proizvajalca izdelkov iz jabolk (jabolčni sok, suha jabolka, sveža jabolka, marmelade in čežane) smiselno, da razmišlja o uporabi nekonvencionalnih vozil v svoji distribuciji do obstoječih strank.

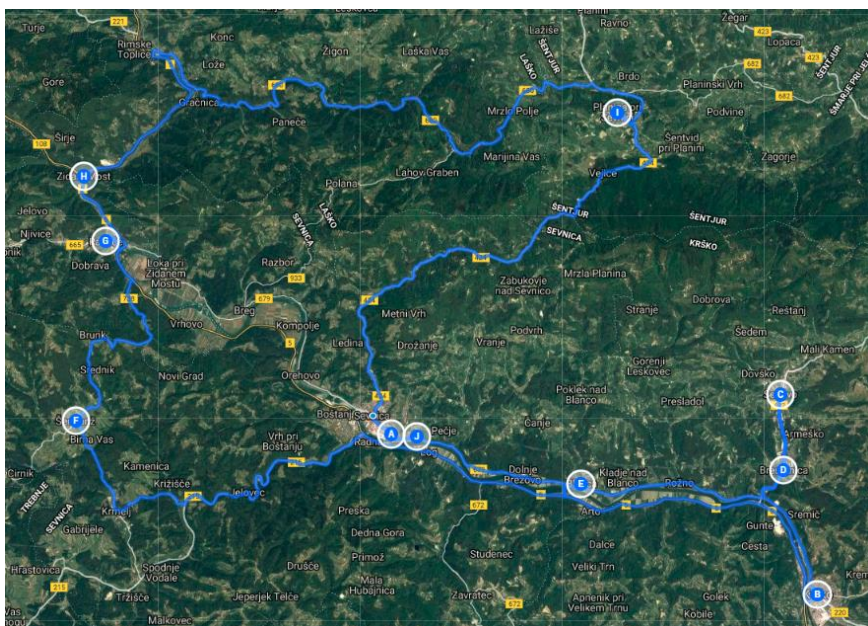
V tretjem poglavju bomo glede na poti, ki jih proizvajalec izvaja, ugotavljali kateri tip vozila (vozilo z motorjem na notranje izgorevanje, dve vrsti električnih vozil in priključno hibridno vozilo) ima najnižje mesečne stroške. V četrtem poglavju bomo izvedli okoljsko analizo, saj vemo, da so konvencionalna vozila ena izmed največjih onesnaževalcev okolja danes (Lampič, b.d. str. 4). Temperature našega planeta od leta 2013 do 2016 so najvišje, od kar jih merimo (Espinosa, 2017), kar je spodbudilo k razmišljanju tudi medije in splošno javnost, ne le strokovne javnosti, katere 55% meni, da sprejeti in izpeljani ukrepi ne bodo pravočasno zagotovili želenih učinkov ter da se bo storila nepopravljiva škoda (The GlobeScan SustainAbility Survey, The 2017 Climate Survey, 2017). Izračunali bomo izpust emisij CO₂ v okolje glede na prevoženo pot posameznega tipa vozila.

V petem poglavju bomo izračunali ali je časovno učinkovito, da pri distribuciji lokalno pridelane hrane uporabimo nekonvencionalna vozila. Tako bomo upoštevali časovne zamude, ki se pojavijo pri polnjenju goriva z uporabo konvencionalnega vozila z motorjem na notranje izgorevanje (Renault Kangoo), ter polnjenje nekonvencionalnih vozil (električni vozili Renault Kangoo Z.E. in Nissan e-NV200) na električnih polnilnicah na distribucijskih poteh, ki smo jih definirali. Pri priključnem hibridnem vozilu Mitsubishi Outlander PHEV smo upoštevali, da je po izpraznitvi baterij prešel na uporabo motorja na notranje izgorevanje.

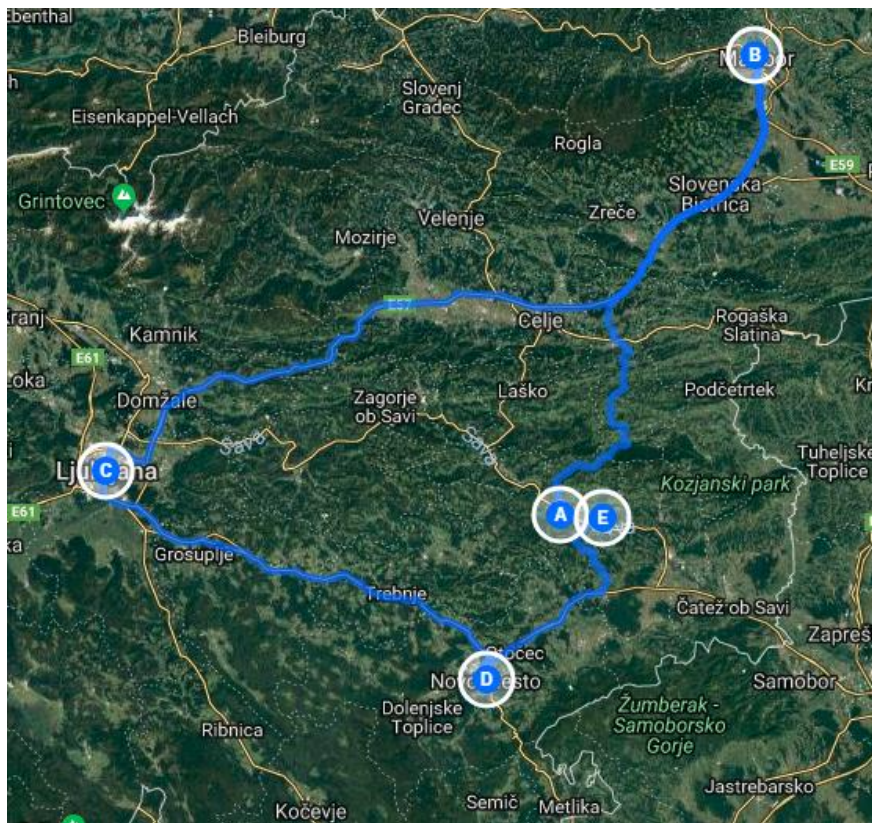
2 Metode

Za možnost dostave smo izbrali proizvajalca jabolčnega soka in ostalih izdelkov iz jabolk iz okolice mesta Sevnica. Proizvajalec ima stranke v lokalnem okolju, kjer se distribucija opravlja vsak dan enkrat, prav tako pa ima proizvajalec stranke v treh večjih mestih po Sloveniji, kjer se distribucija izvaja enkrat tedensko. Glede na distribucijske poti, ki jih mora opraviti, bomo izračunali ali je smiselna investicija v električno, hibridno ali priključno hibridno vozilo, pri čemer bomo upoštevali stroškovni, okoljski in časovni vidik.

S pomočjo spletnega orodja Google Maps bomo določili optimalno kratke poti za obe vrsti distribucije. Dnevna distribucija (Slika 1) poteka do mest Krško, Senovo, Brestanica, Blanca, Radeče, Zidani Most, Šentjanž in Planina pri Sevnici. Tedenska distribucija oziroma razvoz (Slika 2) pa poteka do strank v mestih Ljubljana, Maribor in Novo mesto. Distribucijska pot je zbrana na podlagi realnih, anonimiziranih podatkih proizvajalca lokalnih izdelkov.



Slika 1: Dnevna distribucijska pot (krajša).



Slika 2: Tedenska distribucijska pot (daljša).

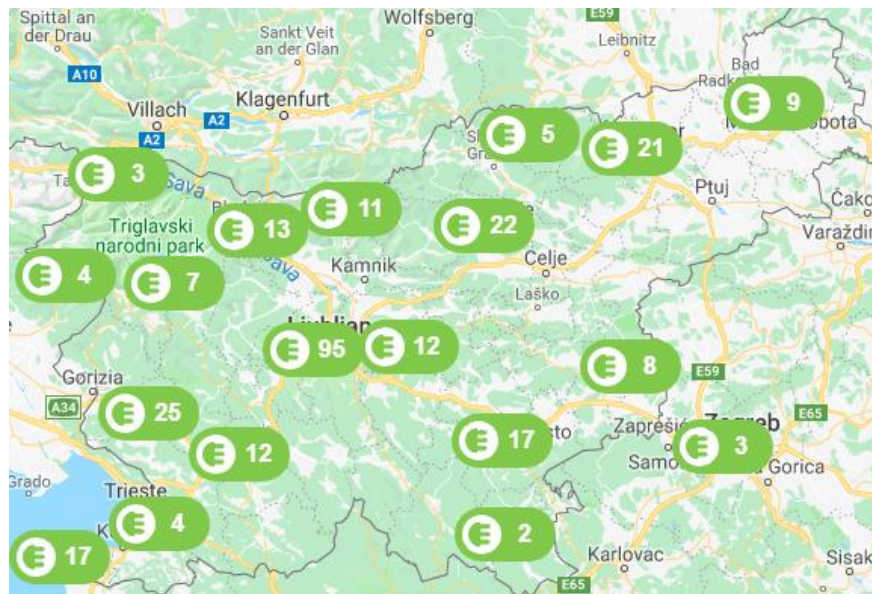
Pri distribuciji bomo izračunali stroškovno analizo, kjer bomo primerjali vse štiri vrste vozil in pri tem upoštevali strošek poti. V kolikor domet v nekonvencionalnih vozilih ne bo zadostoval za celotno pot, bomo v pot vključili polnilne postaje, ki so razporejene ob poti. Pri okoljski analizi bomo analizirali vpliv na okolje, ki ga imajo različni tipi vozil, in sicer skozi prevoženo razdaljo in porabo energentov. Opravili bomo tudi časovno analizo, kjer bomo upoštevali povečano časovno komponento pri nekonvencionalnih vozilih zaradi polnjenja med samim procesom distribucije.

3 Analiza stroškov

Po podatkih spletne aplikacije Chargemap in spletne aplikacije gremonaelektriko.si je v Sloveniji že skoraj 320 polnilnih postaj, od tega 27 hitrih polnilnih postaj na avtocestnem križu Slovenije (Sistemski operater distribucijskega omrežja z električno energijo (SODO), Hitre polnilnice, b.d.), ki

ji vzpostavil SODO v okviru evropskega projekta »Central European Green Corridors (CEGC)«. Hitre polnilne postaje so pomembne iz logističnega vidika, saj običajno polnjenje električnih vozil ni časovno učinkovito in ni primerno za logistične dejavnosti, kjer je časovna konstanta bistvenega pomena (Green Transportation, EV DC Fast Charging Standards, 2018).

Tabela 1 prikazuje mesečne stroške konvencionalnega vozila, dveh električnih vozil (Renault Kangoo Z.E. in Nissan e-NV200) in priključnega hibridnega vozila, pri čemer smo upoštevali, da se dnevna pot opravi štirikrat tedensko (16 poti mesečno), tedenska pa enkrat tedensko (4 poti mesečno). Glede na kataloške specifikacije dobavitelja električnih vozil smo upoštevali, da pri dnevni poti električnega vozila med distribucijo ni potrebno polniti nobenega od električnih vozil, medtem ko je pri tedenski poti električno vozilo zaradi dolžine poti potrebno polniti oba. Slika 3 prikazuje polnilnice, podprte za naši električni vozili, slika 4 pa prikazuje hitre polnilne postaje na avtocestnem križu Slovenije. Za naše izračune bomo uporabili hitre polnilne postaje pri vozilu Nissan e-NV200 in navadno polnilno postajo za električno vozilo Renault Kangoo Z.E. Polnjenje na navadnih polnilnih postajah je bilo glede na spletno aplikacijo gremonaelektriko.si brezplačno, medtem ko imamo za hitre polnilne postaje več možnosti : podpis pogodbe s podjetjem in upravljalcev hitrih polnilnic Petrol d.d., kar nam odpre možnosti do njihovih paketov za polnjenje, ali pa uporaba predplačniške kartice SODO. V našem primeru smo se odločili, da bomo uporabili predplačniško kartico SODO, kar nam omogoča uporabo hitre polnilnice za 30 min in ceno 5,00 € za vsakih porabljenih 30 min.



Slika 3: Podprte polnilnice

(Vir: Renault.si)

Pri električnem vozilu Renault Kangoo Z.E. smo predpostavljali moč motorja 44 kW (tehnične specifikacije proizvajalca), pri električnem vozilu Nissan e-NV200 smo predpostavljali moč motorja 40 kW (tehnične specifikacije proizvajalca), pri konvencionalnem vozilu Renault Kangoo smo predpostavljali, da je moč motorja 55 kW – dCi 75 E6, pri priključnem hibridnem vozilu Mitsubishi Outlander PHEV pa električna moč motorja znaša 70 kW, moč glavne baterije 13,8 kW/h, moč pomožne baterije 70 kW/h ter moč bencinskega motorja 99 kW. Izračuni so bili narejeni na podlagi proizvajalčevih navedb v tehnični specifikaciji vozila in spletne aplikacije Mitsubishi Fuel Calculator.

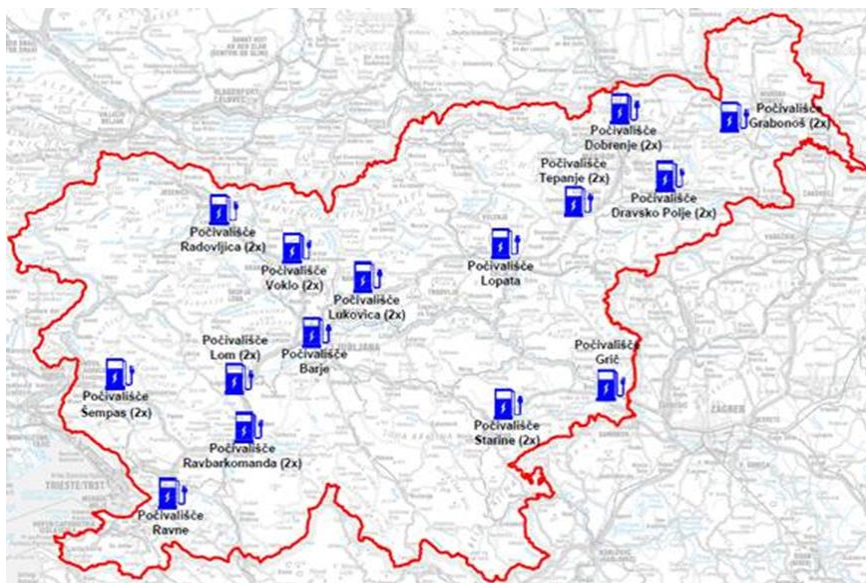
Pri električnih vozilih smo upoštevali domače polnjenje, kjer smo opravili izračun na podlagi povprečne cene električne energije za leto 2017, enotni tok (ET). Kjer le domače polnjenje zaradi dosega električnega vozila ni bilo mogoče, smo izračunali polnjenje na hitrih polnilnicah avtocestnega križa Slovenije.

Pri konvencionalnem vozilu (Renault Kangoo), ki ima motor z notranjim izgorevanjem smo upoštevali navedbe proizvajalca, ki navajajo porabo goriva 4,3 l/100 km pri kombinirani vožnji. Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo (MGRT) na dan 31.10.2018 navaja drobnoprodajno ceno dizelskega goriva 1,364 € na liter (MGRT, Cene naftnih derivatov, 2018)

Kot je razvidno iz tabele 1, so stroški električnih vozil bistveno nižji, prednjači pa Nissan e-NV200. V primerjavi z konvencionalnim vozilom je mesečni strošek goriva manjši za 134,06 € ter 116,78 € manjši od priključnega hibridnega vozila Mitsubishi Outlander PHEV. Razlika med konvencionalnim in priključnim hibridnim vozilom bi bila višja, če bi na trgu obstajalo priključno hibridno dostavno vozilo in ne zgolj SUV gorivo z višjo porabo motorja na notranje izgorevanje.

Tabela 1: Stroškovna analiza

	Konvencionalno vozilo Renault Kangoo	Električno vozilo Renault Kangoo Z.E.	Električno vozilo Nissan e-NV200	Priključno hibridno vozilo Mitsubishi Outlander PHEV
Pot	Skupni strošek poti (€)	Skupni strošek poti (€)	Skupni strošek poti (€)	Skupni strošek poti (€)
Dnevna pot (Sevnica, Krško, Senovo, Brestanica, Blanca, Šentjanž, Radeče, Zidani Most, Planina pri Sevnici, Sevnica)	118,53€	53,21	48,45	106,90
Tedenska pot (Sevnica, Maribor, Ljubljana, Novo mesto, Sevnica)	98,39	25,65	24,25	88,74
SKUPAJ	216,92	78,86	72,70	195,64



Slika 4: Hitre polnilnice na avtocestne križu Slovenije (vir: sodo.si)

4 Okoljska analiza

Pri vplivu na okolje smo pri konvencionalnem vozilu Renault Kangoo vzeli nazivno vrednost izpustov CO₂ na kilometer, ki smo jo pridobili v tehnični dokumentaciji vozila in znaša 112 g/km. Na ta način smo lahko izračunali izpust CO₂, ki ga vozilo izpusti v okolje na celotni distribucijski poti (dnevni in tedenski). Rezultati so vidni v Tabela 2: Okoljska analiza. Priključno hibridno vozilo Mitsubishi Outlander PHEV ima nazivno vrednost 40 gramov izpuščenega CO₂ plina na 100 kilometrov, kar je precej manj od konvencionalnega vozila. To je posledica dveh baterij in elektromotorja, ki asistira motorju na notranje izogrevanje, prav tako pa je možna vožnja brez emisij CO₂ do 50 kilometrov glede na tehnično specifikacijo proizvajalca. Za vožnjo na baterijo smo dodali emisije, ki se izpustijo v okolje pri proizvodnji električne energije, za kar smo uporabili slovensko povprečje 0,5 kg CO₂ ekv/kWh. Nazivno vrednost emisij CO₂ in emisije za proizvodnjo električne energije smo pomnožili z dejanskimi kilometri obeh poti v distribuciji.

Za obe električni vozili (Renault Kangoo Z.E. in Nissan e-NV200) smo uporabili isto metodo, kajti nazivne vrednosti neposrednih izpustov električnih vozil so nične, vendar se emisije izpuščajo v okolje skoz proizvodnjo električne energije. Za izračun porabljene energije obeh električnih avtomobilov (kWh na 100

kilometrov) na distribucijskih poteh smo uporabili aplikacijo Green Race, kar smo pomnožili z slovenskim povprečjem proizvodnje električne energije.

Tabela 2: Okoljska analiza.

Pot	Konvencionalno vozilo Renault Kangoo	Električno vozilo Renault Kangoo Z.E.		Električno vozilo Nissan e-NV200		Priključno hibridno vozilo Mitsubishi Outlander PHEV
		Povprečna poraba energije (kWh/100km)	CO2 emisije (kg)	Povprečna poraba energije (kWh/100km)	CO2 emisije (kg)	
Dnevna pot (Sevnica, Krško, Senovo, Brestanica, Blanca, Šentjanž, Radeče, Zidani Most, Planina pri Sevnici, Sevnica)	229.38	17.25	173.11	16.48	165.38	105.16
Tedenska pot (Sevnica, Maribor, Ljubljana, Novo mesto, Sevnica)	190.40	19.11	191.80	18.27	183.34	88.46
SKUPAJ	419.78	364.90		348.72		193.62

Rezultati kažejo, da sta tako poraba kot izpusti večji na tedenski poti, predvidoma zaradi uporabe avtoceste, kjer so hitrosti višje. Prav tako vidimo, da je največ izpustov CO₂ v okolje izpusti konvencionalno vozilo z motorjem na notranje izgorevanje, najmanj pa priključno hibridno vozilo. Priključno hibridno vozilo sicer uporablja motor na notranje izgorevanje, vendar mu baterije asistirajo, prav tako pa se med vožnjo regenerirajo skozi regenerativno zaviranje (Continental Mitsubishi, Mitsubishi Outlander PHEV regenerative breaking, 2017).

5 Časovna analiza

Časovna analiza je pomembna, saj je to odločilen faktor ali je investicija v nekonvencionalna vozila smiselna. Zaradi časa polnjenja, ki je odvisen od tehnologij, ki jih uporabljajo baterije ter pomanjkanja polnilnih postaj, v nekaterih primerih ni smiselna uporaba nekonvencionalnih vozil v logističnih procesih (tovorni promet).

V primeru dobavitelja, ki smo ga izbrali za ta članek, so razdalje enake ne glede na tip vozila. To je za to, ker so polnilnice na poti in ustavljanje ne vpliva na

prevoženo razdaljo, le na porabljen čas. Konvencionalno vozilo Renault Kangoo in priključno hibridno vozilo Mitsubishi Outlander PHEV sta imela podobne izgube na času, in sicer 7 minut za vsako polnjenje posode za gorivo. Ta izguba je vračunana v Tabeli 3 (čas potovanja) za posamezno vozilo.

Tabela 3: Časovna analiza.

Pot	Konvencionalno vozilo Renault Kangoo		Električno vozilo Renault Kangoo Z.E.		Električno vozilo Nissan e-NV200		Priključno hibridno vozilo Mitsubishi Outlander PHEV	
	Razdalja (km)	Čas potovanja (h)	Razdalja (km)	Čas potovanja (h)	Razdalja (km)	Čas potovanja (h)	Razdalja (km)	Čas potovanja (h)
Dnevna pot (Sevnica, Krško, Senovo, Brestanica, Blanca, Šentjanž, Radeče, Zidani Most, Planina pri Sevnici, Sevnica)	2048	38:19	2048	38:19	2048	38:19	2048	38:19
Tedenska pot (Sevnica, Maribor, Ljubljana, Novo mesto, Sevnica)	1700	21:41	1700	55:41	1700	26:41	1700	21:41
SKUPAJ	3748	60	3748	94	3748	65	3748	60

Pri časovni analizi obeh električnih vozil se je izkazalo, kako pomembna je tehnologija polnjenja posameznega vozila. Po navedbah proizvajalca se baterija Nissana e-NV200 napolni 80% v 30 minutah, če je izpolnjen pogoj, da je na voljo hitra polnilnica. V našem primeru je na voljo, saj tedenska pot poteka po avtocestnem križu Slovenije, kjer se nahaja 27 hitrih polnilnic. Polnjenja so vračunana v Tabeli 3 (čas potovanja). Pri drugem vozilu, Renault Kangoo Z.E., se baterija napolni do 80% v 4:05h, če polnjenje poteka na hitri polnilnici. Polnjenja so vračunana v Tabeli 3 (čas potovanja).

Iz izračunov smo ugotovili, da je izguba na času pri uporabi električnega vozila Nissan e-NV200 5 ur v primerjavi z konvencionalnim in priključnim vozilom. Če te dve vozili primerjamo z električnim vozilom Renault Kango Z.E., pa vidimo da je izguba kar 34 ur več na račun daljšega polnjenja. V praksi pomeni, da uporaba slednjega vozila za definirano distribucijsko pot ni smotrna.

6 Zaključek

Pri iskanju primernega hibridnega dostavnega vozila, smo ugotovili, da dostavnega hibridnega vozila v Sloveniji še ni na voljo, prav tako ni na voljo dovolj velikega osebnega hibridnega vozila, ki bi lahko opravljalo funkcijo distribucije. Ko smo iskali primerno priključno dostavno vozilo, smo ugotovili, da tudi tega tipa vozila ni na trgu v Sloveniji, je pa na voljo večje osebno vozilo Mitsubishi Outlander PHEV, ki ima zadosti prostora, da lahko z njim opravljamo manjše distribucije v lokalnem okolju. Z identificiranjem električnih in konvencionalnih dostavnih vozil nismo imeli težav, saj je ponudba že obstoječa.

Pri časovni analizi smo ugotovili, da uporaba električnega vozila Renault Kangoo Z.E. ni učinkovita, ker je zaradi daljšega časa polnjenja na definirani tedenski poti časovno neučinkovita, saj se vozilo po izpraznitvi polni kar 4:05h do 80%. Električno vozilo Nissan e-NV200 je za polnjenje na tedenski poti porabilo 5h več na mesec od konvencionalnega in hibridnega vozila, kar smatramo za dober kompromis med stroškom poti in časovno učinkovitostjo. Pri krajši, dnevni poti, teh razlik ni, saj oba električna vozila opravita celotno pot brez polnjenja. Pri izbiri električnega vozila za distribucijo torej velja previdnost glede na predvideno pot.

Iz okoljskega vidika smo ugotovili, da je v tem trenutku najbolj učinkovito priključno hibridno vozilo, najmanj pa konvencionalno vozilo z motorjem na notranje izgorevanje. Razlika emisij CO₂ med njima je 226,16 kg na celotno definirano pot, kar znaša 53,87% manjši izpust hibridnega vozila glede na konvencionalno vozilo.

Stroški so v vseh primerih nižji pri obeh električnih vozilih, kjer je povprečni strošek obeh vozil vseh opravljenih mesečnih poti 65,06% stroška konvencionalnega vozila in 61,26% stroška priključnega hibridnega vozila.

Literatura

Sistemske operater distribucijskega omrežja z električno energijo – Cenik elektromobilnost 2016.
Najdeno 30. oktobra 2018 na spletnem naslovu
https://www.sodo.si/_files/3309/Cenik_elektromobilnost_2016-06-20_V3-F.pdf

- Ministrstvo za gospodarstvo in tehnologijo – Cene naftnih derivatov.* Najdeno 31. oktobra 2018 na spletnem naslovu:
http://www.mgrt.gov.si/delovna_podrocja/notranji_trg/nadzor_cen_naftnih_derivatov/cene_naftnih_derivatov/
- Mitsubishi Fuel Calculator.* Najdeno 31. oktobra 2018 na spletnem naslovu:
<https://www.mitsubishi-cars.co.uk/new-cars/outlander/phev/fuel-calculator/#/>
- Petrol d.d. – Paketi elektromobilnosti.* Najdeno 31. oktobra 2018 na spletnem naslovu:
<http://www.petrol.si/elektromobilnost-paketi>
- Mitsubishi Continental – Blog.* Najdeno 31. oktobra 2018 na spletnem naslovu:
<https://www.continentalmitsubishi.com/blog/2018-mitsubishi-outlander-phev-regenerative-braking/>
- Green Transportation – EV Charging.* Najdeno 1. novembra 2018 na spletnem naslovu:
<https://greentransportation.info/ev-charging/range-confidence/chap8-tech/ev-dc-fast-charging-standards-chademo-ccs-sae-combo-tesla-supercharger-etc.html>
- Renault – Električna vozila.* Najdeno 1. novembra 2018 na spletnem naslovu:
<https://www.renault.si/vozila/elektricna-vozila/novi-kangoo-ze/baterija-in-polnjenje.html>
- GlobeScan – SustainAbility Survey.* Najdeno 1. novembra 2018 na spletnem naslovu:
<https://globescan.com/wp-content/uploads/2017/11/GlobeScan-SustainAbility-Survey-Evaluating-Progress-on-Climate-Change-Nov2017.pdf>
- Združeni Narodi – Letno poročilo o klimatskih spremembah.* Najdeno 1. novembra 2018 na spletnem naslovu:
<http://unfccc.int/resource/annualreport/media/UN-Climate-AR17-small.pdf>
- Juteršnik, L. (2012). Smiselnost nakupa električnega avtomobila. *Digitalna knjižnica Univerze v Mariboru.* Najdeno 1. novembra 2018 na spletnem naslovu:
<https://dk.um.si/Dokument.php?id=51626>
- Lampič, G. (2006). Analiza uvajanja električnih pogonov v različne vrste vozil in zasnova pogona za sodobni mestni električni hibridni avto (SMEH), magistrska naloga. *Digitalna knjižnica Slovenije.* Najdeno 2. novembra 2018 na spletnem naslovu:
<http://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:doc-5LJZCCUL/288bb055-93db-4f04-981a-4a152826a128/PDF>