



B&B
VISOKA ŠOLA ZA TRAJNOSTNI RAZVOJ

Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija
Program: Varstvo okolja

**PRIMERJALNA ANALIZA ELEKTRIČNEGA
AVTOMOBILA Z ELEKTRIČNIM KOLESOM
V URBANEM OKOLJU**

Mentor: Mag. Branko Lotrič, univ. dipl. inž. tehnol.
Lektorica: Špela Bagon, dipl. slov. (UN)

Kandidat: Niko Arko

Ljubljana, december 2022

ZAHVALA

Za začetek bi se rad zahvalil mentorju mag. Branku Lotriču, ki mi je že med študijem njegovega, dipl. slov. (UN) predmeta Trajnostni promet prebudil strast in interes v trajnostno infrastrukturo prihodnosti s svojimi zanimivimi pristopi do predavanj. Dodatno se mu zahvaljujem za vse nasvete, pomoč in potrpežljivost pri pisanju diplomskega dela.

Še posebej pa se zahvaljujem svojim bratom, ki so skozi vsa leta študija verjeli vame, mi pristopili na pomoč, ko je bilo potrebno, in me spodbujali.

Nazadnje se zahvaljujem svoji materi in očetu ter bratovim partnerkam in svojim bližnjim prijateljem.

IZJAVA

Študent Niko Arko izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Branka Lotriča

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Za ljudi tako v mestih kot tudi na podeželju šteje med najpomembnejše storitve mobilnost. Pri tem imamo na voljo veliko izbiro prevoznih sredstev. Med te štejejo osebni avtomobil, kolo, motor, mestni in medkrajevni avtobusi ter vlak. Danes veliko ljudi kupuje osebne avtomobile, kar povzroča več zastojev na cestah. Z večanjem števila prebivalstva v mestih in tistih, ki zaposlitev iščejo v mestih, se večja tudi število osebnih avtomobilov.

Pomembno je, da se v večjih mestih, kot je denimo Ljubljana, osredotočimo na dobro načrtovan in uravnotežen prometni sistem, saj bo v daljšem časovnem obdobju prispeval h gospodarskemu razvoju. Vlade pozivajo in vlagajo vedno več sredstev v razvoj baterij. Ob tem se zaradi vedno strožjih okoljskih predpisov proizvajalci avtomobilov bolj usmerjajo v izdelavo avtomobilov na električni pogon. Načrt je, da se prihodnost spreobrne v smer trajnosti. Pri tem je pomembno, da se ta tehnologija razvija na način, ki ne terja davka na naravno okolje. Električna vozila so obetavna investicija, vendar samo v primeru, da se bo energijo pridobivalo iz okolju prijaznih virov. Osebni avtomobil za veliko ljudi predstavlja statusni simbol. Z njim ljudje pokažejo svoje premoženje. Ustrezen uvoz električnih vozil pomeni predvsem možnost, da prebivalci kakovostno živijo tudi z manjšo rabo osebnih avtomobilov. Med druge načrte šteje še uvoz ustreznih pogojev za hojo in kolesarjenje. Amsterdam je primer dobre prakse, saj dokazuje, da je možno imeti prometno, kulturno in ekonomsko strukturo, ki predvsem temelji na kolesarjenju. V diplomskem delu je predstavljena primerjalna analiza med električnim avtom in električnim kolesom v urbanem okolju, njun cenovni razred, učinkovitost in povprečna poraba, zavzem prostora, udobje, tako z vidika prednosti kot slabosti.

KLJUČNE BESEDE

- Litij
- Družba
- Parkiranje
- Učinkovitost
- Okolje

ABSTRACT

For people in cities as well as in the countryside, mobility is considered one of the most important services. We have a large selection of means of transport. These include cars, bicycles, motorbikes, city and intercity buses and trains. Nowadays, more and more people are buying cars and because of that, there are so many more traffic jams on the roads. With the increase in the number of people in cities and people looking for jobs in cities, the number of private cars also increases.

It is important to focus on a well-planned and balanced transport system in cities like Ljubljana, as it will only contribute to economic development in the long term. Most of these vehicles have internal combustion engines and thus only add to the air pollution. Governments are urging and investing as many resources as possible in the development of batteries. In addition, because of the ever stricter environmental regulations, car manufacturers are focusing on the production of electric cars. The plan is to turn the future towards sustainability. It is important that this technology is developed in a way that does not take its toll on the natural environment. Electric vehicles are a promising investment, but only if the energy is obtained from environmentally friendly sources. The passenger car is also popular because it represents a status symbol for many people. With a valuable car, people show that they have good assets. The correct import of electric vehicles means, above all, the possibility for residents to live a quality life even with a decrease in private car usage. Other plans include importing suitable conditions for walking and cycling. Cities such as Amsterdam in the Netherlands are an excellent example of good practice, as they prove that it is possible to have a transport, cultural as well as an economic structure that is primarily based on cycling. Cities such as Amsterdam in the Netherlands are an example of good practice as they prove that it is possible to have a cultural, transport as well as economic structure that is primarily based on cycling. The thesis presents a comparative analysis between an electric car and an electric bicycle in an urban environment, their price range, efficiency and average consumption, space consumption, comfort, as well as their advantages and disadvantages in general.

KEYWORDS

- Lithium
- Society
- Parking
- Efficiency
- Environment

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Namen in cilji naloge	1
1.3	Predpostavke in omejitve	2
1.4	Metodologija.....	2
2	TEORETIČNE OSNOVE.....	3
2.1	Opis in tehnične osnove GEPIDE BONUM EDGE.....	4
2.1.1	Li-ion Baterija	5
2.1.2	Polnilec	5
2.1.3	Pogonska enota	6
2.1.4	Nivoji pomoči.....	7
2.1.5	Intuvia računalnik	7
2.2	Modularni profili.....	8
3	OPIS IN TEHNIČNE OSNOVE VOLKSWAGNA ID.3	9
3.1	Dodatna oprema	9
3.2	Polnjenje	9
3.3	Življenska doba baterije.....	10
4	OKOLJSKI ODTIS IN POSLEDICE ELEKTRIČNIH VOZIL.....	12
4.1	Rudarjenje za proizvodnjo litij – ionskih baterij	12
4.2	Proizvodnja tiskanih vezij	14
5	SOCIOLOŠKI IN KULTURNI VIDIK.....	15
6	VPLIV PARKIRNIH MEST	16
7	PRIMERJAVA VOZIL	18
7.1	Povprečna poraba kolesa.....	18
7.2	Povprečna poraba avtomobila.....	18
8	UGOTOVITVE.....	19
8.1	Tabelni prikaz lastnosti vozil.....	19
9	ZAKLJUČEK	20
10	LITERATURA IN VIRI	22

KAZALO SLIK

Slika 1: Pot pretvorbene verige surovin in pot do vozila tako kot njihova učinkovitost	3
Slika 2: Vrste li-ion baterij	5
Slika 3: Vrste polnilcev	6
Slika 4: Vrste pogonskih enot.....	6
Slika 5: Raven pomoči	7
Slika 6: Računalnik	8
Slika 7: ReTyre - Modularni profil in kolo.....	8
Slika 8: Test porabe in poznejše polnjenje v različnih pogojih	11
Slika 9: Tvorba mineralov ob Rio Grande delti v Boliviji	13
Slika 10: Prikaz različnih stadijev prečiščenosti vode	14
Slika 11: Parkirna hiša	17

KAZALO TABEL

Tabela 1: Primerjava Volkswagna ID.3 z Gepida Bonum Edge.....	20
---	----

KRATICE IN AKRONIMI

EK – Električno kolo

EA – Električni avtomobil

EV – Električno vozilo

BEV – baterijsko električno vozilo

LiB – Litij-ionska baterija

WTT – Well to Tank

WtW – Well to Wheel

TTW – Tank to Wheel

VGC – Vodikove gorivne celice

WLTP - Worldwide Harmonised Light-Duty Vehicles Test Procedure

DOD – Depths of discharge

SOC – State of charge

CCCV – Constant current constant voltage

RPT - Reference performance test

COD - Chemical oxygen demand

TDS – Total dissolved solids

KPK – Kemična potreba po kisiku

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Med pomembne načrte naše civilizacije šteje tudi razvoj prometa in urbanih mest. Kot družba se počasi usmerjamo v smer brez prometnih mest, v to nas vodijo pionirska mesta, kot so Oslo, Berlin in Amsterdam, kot dokaz, da se javne prostore v naseljenih območjih znova preoblikuje v prostore za srečanja, zabavo in dobro počutje. V načrtovanju urbanih mest prihodnosti se upošteva zmanjševanje števila parkirnih mest in prevozov (Itdp, 2022).

Indija je ena izmed držav, kjer je zgoščenost prometa oziroma število prometnih zastojev najvišje. Štirje od desetih najbolj poseljenih svetovnih mest so v Indiji. Med te sodijo Bengaluru z 71 odstotki, Mumbai (65 %), Pune (59 %) in Delhi s 56 odstotki naseljenosti. Vozniki povprečno zapravijo 1,5 ure ali več v prometnih zastojih (Kumar, Kumar, Das, 2021).

Dejstvo je, da večina teh vozil povzroča emisije in zvočno onesnaževanje. Električna vozila imajo ravno nasproten učinek, saj zmanjšujejo hrup in onesnaževanje zraka. Izračuni, ki sem jih opravil v diplomskem delu, primerjajo povprečno porabo avtomobila Volkswagen ID.3 in kolesa Bonum Edge. Pri izračunu sem za bolj preprosto primerjavo upošteval, da sta vozili na ravni površini brez občutljivih vremenskih vplivov, kakor so močen veter ter nizke ali visoke temperature, ki bi imele vpliv na delovanje baterije. Obe vozili uporabljata za pogon litij-ionske baterije in električne motorje. Predstavljena je njihova uporabnost v mestnem okolju in tisto, kar se meščanu bolj splača uporabljati. Bistvena razlika med električnim avtom in kolesom je v sestavi in načinu poganjanja. Avtomobil, ki spelje iz stoječega stanja, ima bistveno višjo porabo električnega motorja kot kolo, pri katerem se električni motor zažene šele po dodani kinetični energiji kolesarja. Pomemben faktor je tudi, kaj vpliva na nakup avtomobila in zakaj so ljudje nagnjeni k nakupu avtomobila bolj kot kolesa. Osrednja Evropa oziroma države nekdanje Jugoslavije, kjer je po koncu socializma lastništvo osebnih avtomobilov naraslo, so dober primer za ta pojav (Cars as a status symbol, 2017). Predpostavljamo lahko, da bodo ugotovitve pokazale, da je za vožnjo v urbanem okolju boljša izbira kolo kot pa avtomobil.

1.2 NAMEN IN CILJ NALOGE

Namen diplomskega dela je predstaviti primerjalno analizo med električnim kolesom in električnim avtomobilom ter njuno uporabnost v mestnem okolju.

Cilj diplomskega dela je ugotoviti, ali je v urbanem okolju katero od teh vozil bolj primerno ali priročno od drugega.

1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Predpostavljamo, da je z vidika trajnostnega prometa trenutno prometno stanje v mestih neučinkovito in neuravnoteženo. Omejitev je, da primerjava temelji samo za manjše urbano območje kot je Ljubljana, saj kot največje in najbolj naseljeno mesto v Sloveniji predstavlja najboljše raziskovalno okolje. Kolo in avtomobil sta precej različni vozili, zato so izračuni zaradi narave vozil omejeni.

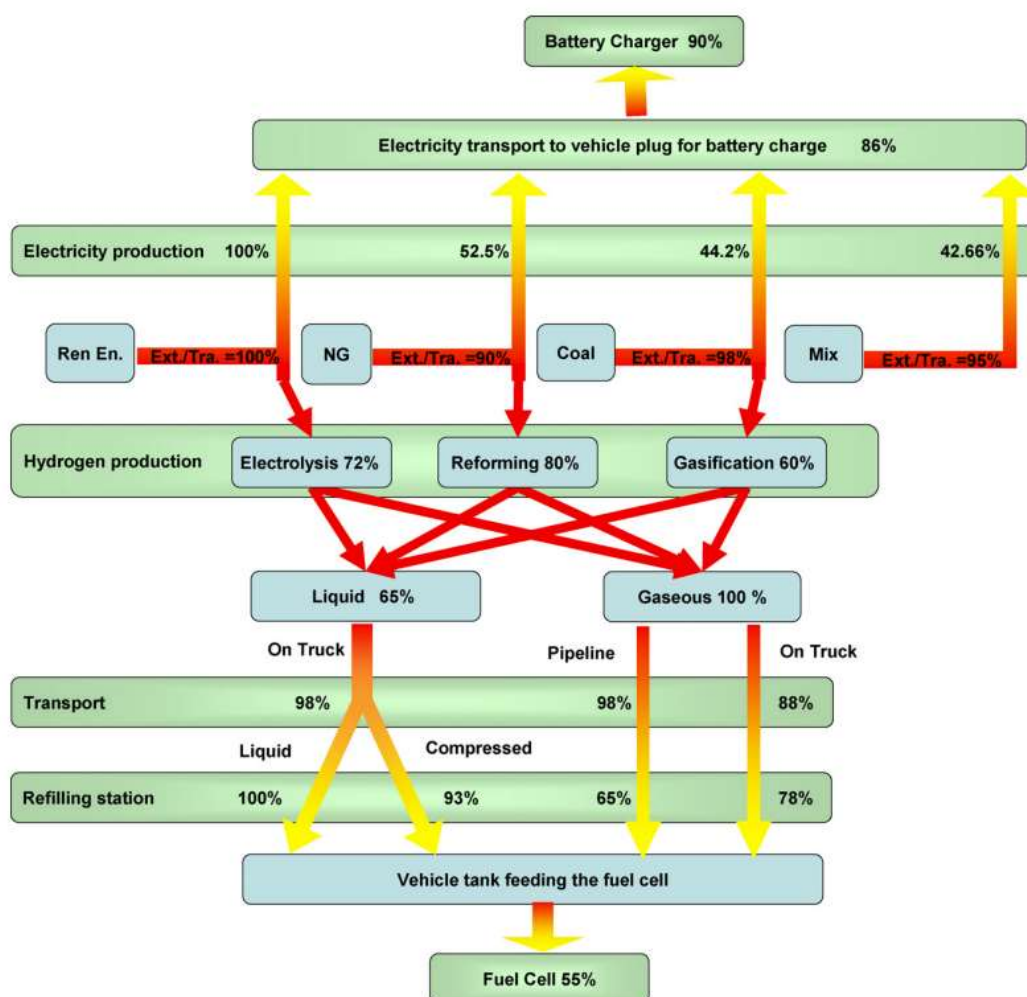
Poleg tega se določenih podatkov o avtomobilih ne da pridobiti, saj so zaupne narave. To je predvsem zaradi naprednejše tehnologije, ki jo uporabljajo proizvajalci avtomobilov, kot tudi same tekmovalnosti avtomobilskega trga.

1.4 METODOLOGIJA

Vsebina diplomske naloge temelji na metodi primerjalne analize in matematičnih izračunov. Informacije sem pridobival iz samostojnih raziskav in izračunov.

2 TEORETIČNE OSNOVE

Analiza Od izvira do rezervoarja (ang. WTT) opisuje potovanje nekega vira energije iz pridobljene lokacije do distributerja tega vira. Postopek opisuje izgubo energije oz. učinkovitost vira do uporabe. To velja za pridobivanje energijskega vira za klasična vozila, električna vozila, tako kot vozila na vodikove gorivne celice. Pri pridobivanju električne energije iz neobnovljivih virov je učinkovitost med 42 % in 52 %, saj je potrebno izkoristiti primarno surovino za pridelavo električne energije. Če pa se uporabi obnovljive vire energije, je učinkovitost pridelave električne energije 100 % (Campanari, Manzolini, Garcia, 2009). Pri tem je pomembno poudariti, da ti podatki ne upoštevajo dejanske izdelave in okoljski odtis naprav za pridobivanje energije.



Slika 1: Pot pretvorbene verige surovin in pot do vozila, tako kot njihova učinkovitost (Vir: Campanari, Manzolini in Garcia, 2009)

V zadnjih desetih letih se je tehnologija električnih avtomobilov izjemno izboljšala. Električni avtomobili so v primerjavi z avtomobili na fosilna goriva postali bolj učinkoviti. Predelava rabljenega avtomobila Smart je pokazala, da je njegova energijska učinkovitost postala štirikrat večja pri pogonu na baterije v primerjavi z notranjim izgorevanjem. Podatki o energetski učinkovitosti vozil na VGC so nekoliko nižji v primerjavi z BEV. Vendar pri tem učinkovitost analize Od izvira do vozila (ang. WtW) trpi, saj so pri tem izgube energije pri proizvodnji vodika med 47 % in 63 %. Električna vozila so dobra alternativa vozilom z notranjim izgorevanjem samo v primeru, če je energija pridobljena iz zelo učinkovitih elektrarn ali obnovljivih virov energije. Ogljični odtis nad 100.000 km predelanega Smarta prikazuje, da so bile emisije zmanjšane za kar 80 % ali več v primerjavi s Smartom na notranjo izgorevanje (Helmers, Marx, 2012). Žal tudi tehnologija električnih vozil ni brez svojih izzivov, saj je izguba energije pri analizi Iz rezervoarja do vozila (ang. TTW) med 12 % in 36 % (Apostolaki, Codani, Kempton, 2017).

V zadnjem desetletju se je prodalo več kot 150 milijonov e-koles. Komercialno dosegljiva e-kolesa so bila na voljo na Japonskem že v osemdesetih letih, ampak zaradi tehnoloških in cenovnih faktorjev prodaja ni uspela do začetka naslednjega stoletja. Kombinacija kolesu prijaznejših mest in hitri napredki v tehnologiji, kot so boljše baterije in bolj učinkoviti električni motorji, so omogočili, da lahko z e-kolesi potujemo na daljša potovanja, so hitrejša in cenovno ugodnejša. Povprečna moč električnega motorja v Združenih državah Amerike je 750 W in hitrost 32 km/h. Za vključitev v to povprečje je obvezno, da imajo kolesa pedala. V Kanadi in Avstraliji je moč motorja od 200 W–500 W in hitrost 32 km/h. Tudi v teh državah je obvezno, da imajo e-kolesa delujoča pedala. V Evropski uniji je moč motorja omejena na 250 W in najvišjo hitrost 25 km/h. Pedalarji torej še vedno spadajo v skupino koles. Na Kitajskem ni omejitve moči električnega motorja, hitrost je omejena na 12 km/h, na Japonskem pa je tako kot v Evropski uniji moč motorja omejena na 250 W in na hitrost 24 km/h (Fishman, Cherry, 2015). Evropski trg e-koles je bil v letu 2021 ovrednoten na 9.2 milijardi evrov in je pričakovano, da bo do leta 2027 dosegel 18.6 milijarde evrov. Pandemija covid-19 je v začetku zmotila rast trga e-koles, a je ta začel izrazito naraščati po koncu zaprtja, saj je postal osebni prevoz nujnejši zaradi socialnega distanciranja (Mordor intelligence, 2021).

2.1 OPIS IN TEHNIČNE OSNOVE GEPIDE BONUM EDGE

Električno kolo Gepida Bonum Edge 625 Wh stane 3.112 €. Bonum Edge ima maso 28 kg. Če kolo pelje oseba povprečne teže, ki znaša 80 kg, se ta zviša na 108 kg. Najvišja možna obremenitev je 120 kg. Kapaciteta baterije znaša 625 Wh [J/s] in pogonska enota je zmožna proizvesti 250 W. Število prestav je 8. Njegov doseg s polno baterijo znaša 120 km (Great ebike, 2022). Najvišja hitrost znaša 25 km/h (Gepida brošura, 2020).

2.1.1 Li-ion Baterija

Boschova baterija je litij-ionskega izvora in tehta 3,5 kg, kar je že všteto v celotno težo e-kolesa, in deluje med -5 in +40 stopinj celzija. Pri polnjenju kolesa moramo biti pozorni na LED svetilke, vsaka lučka predstavlja približno 20 % kapacitete. Te lučke pa lahko prikažejo tudi morebitne napake. V primeru, da svetita dve od petih svetilk, pomeni, da je baterija defektna, če svetijo tri svetilke, pomeni, da je baterija izpostavljena previsoki ali prenizki temperaturi in če svetilke ne žmigajo, potem polnilec ne polni baterije (Bosch original operating instructions, str. 10). Doseg kolesa je odvisen od večih faktorjev, kot so raven pomoči, hitrost, menjava prestav, vrsta pnevmatike in pritiska, starost ter stanje baterije, vrsta terena in njegovih pogojev, kot so površina tal in narava steze, smer vetra in zunanja temperatura, teža e-kolesa, kolesarja in prtljage (Bosch original operating instructions, str. 16). Boschova garancija zagotavlja, da njihove kolesarske baterije zdržijo vsaj dve leti ali 500 ciklov polnjenja. Dodatno Bosch meni, da baterija lahko z zmerno uporabo z lahkoto doseže 10 let ali 1500 ciklov polnjenja. Baterija bo še vedno delovala po 1500 ciklih polnjenja, vendar se vsaka baterija stara in s časom izgublja na kapaciteti (Cyclerevolution, 2021).

Li-ion battery		PowerTube 400	PowerTube 500	PowerTube 625
Product code		BBP282 horizontal BBP283 vertical	BBP280 horizontal BBP281 vertical	BBP291 horizontal BBP290 vertical
Rated voltage	V=	36	36	36
Nominal capacity	Ah	11	13.4	17.4
Energy	Wh	400	500	625
Operating temperature	°C	-5 to +40	-5 to +40	-5 to +40
Storage temperature	°C	-10 to +60	-10 to +60	-10 to +60
Permitted charging temperature range	°C	0 to +40	0 to +40	0 to +40
Weight, approx.	kg	2.9	2.9	3.5
Protection rating		IP 54 (dust- and splash-proof)	IP 54 (dust- and splash-proof)	IP 54 (dust- and splash-proof)

Slika 2: Vrste li-ion baterij
(Vir: Bosch navodila uporabe, b.l.)

2.1.2 Polnilec

Pri izbiri polnilcev imamo tri različne izvedbe. Standardni, pri katerem se največja baterija (625 W) polni 4,5 ure, kompaktni, pri katerem se polni 7,5 ur in hitri, pri katerem se baterija napolni že v 3 urah (Bosch original operating instructions, b.l.).

Charger		Standard Charger (36-4/230)	Compact Charger (36-2/100-230)	Fast Charger (36-6/230)
Product code		BCS220	BCS230	BCS250
Rated voltage	V ~	207...264	90...264	207...264
Frequency	Hz	47...63	47...63	47...63
Battery charging voltage	V =	36	36	36
Charging current (max.)	A	4	2	6 ^{A)}
Charging time				
- PowerPack 300, approx.	hrs	2,5	5	2
- PowerPack 400, approx.	hrs	3,5	6,5	2,5
- PowerPack 500, approx.	hrs	4,5	7,5	3
Operating temperature	°C	0 ...+40	0 ...+40	0 ...+40
Storage temperature	°C	-10 ...+50	-10 ...+50	-10 ...+50
Weight, approx.	kg	0,8	0,6	1,0
Protection rating		IP 40	IP 40	IP 40

Slika 3: Vrste polnilcev

(Vir: Bosch navodila uporabe, b.l.)

2.1.3 Pogonska enota

Boschova pogonska enota, Active Line Plus, ki znaša 250 W, je nameščena med pedali. Pogonska enota se zažene tik po tem, ko zavrtimo pedala. Moč motorja temelji na vrsti vključenega nivoja. Takoj po prenehanju vrtenja ali po dosegu hitrosti 25 km/h pogonska enota prekine delovanje. Prav tako se pogonska enota zopet zažene, ko hitrost pade pod 25 km/h ali ko ponovno začnemo vrteti pedala. Da e-kolo varčuje z energijo, se po 10-ih minutah neaktivnega delovanja sistem samodejno izključi (Bosch original operating instructions, b.l.).

Drive unit		Active Line	Active Line Plus	Performance Line
Product code		BDU310	BDU350	BDU365
Continuous rated power	W	250	250	250
Torque at drive, max.	Nm	40	50	65
Rated voltage	V =	36	36	36
Operating temperature	°C	-5 to +40	-5 to +40	-5 to +40
Storage temperature	°C	-10 to +50	-10 to +50	-10 to +50
Protection rating		IP 54 (dust- and splash-proof)	IP 54 (dust- and splash-proof)	IP 54 (dust- and splash-proof)
Weight, approx.	kg	3	3.3	3.5

The Bosch eBike system uses FreeRTOS (see <http://www.freertos.org>).

Bicycle lights ^{A)}			
Voltage approx. ^{B)}		V =	12
Maximum power			
- Front light		W	17.4
- Tail light		W	0.6

Slika 4: Vrste pogonskih enot

(Vir: Bosch navodila uporabe, b.l.)

2.1.4 Nivoji pomoči

Kot omenjeno, ima kolo več različnih nivojev pogona: eco, tour, sport in turbo. Vsako e-kolo ima nivoje pomoči, kateri glede na vrsto nivoja vlagajo določeno procentualno moč in s tem pomagajo kolesarju pri kolesarjenju. Pogonska pomoč se vključi samo pri vrtenju pedal, v nasprotnem primeru ne. Odvisno od dodatne količine kinetične energije kolesarja motor doda manjšo ali veliko moč. Pri Bonum Edge prispeva električni motor na eco nivoju 40 % moči z maksimalno učinkovitostjo, na tour nivoju je zmerna moč z zmerno učinkovitostjo, na sport nivoju je dodana visoka moč, ki je namenjena predvsem gorskemu kolesarjenju in na turbo nivoju pa prispeva 270 % moči (Bosch original operating instructions, b.l.).

Assistance level	Assistance factor ^{a1)}		
	Active Line (BDU310)	Active Line Plus (BDU350)	Performance Line (BDU365)
ECO	40 %	40 %	55 %
TOUR	100 %	100 %	120 %
SPORT/eMTB	150 %	180 %	200/120 % to 300 % ^{b1)}
TURBO	250 %	270 %	300 %

Slika 5: Raven pomoči

(Vir: Bosch navodila uporabe, b.l.)

Zanimiva funkcija e-kolesa je tudi posebna različica nivoja, ki specifično pomaga pri potiskanju kolesa. Za vklop te funkcije je potreben pritisk gumba »hoja«, ki se nahaja na zaslonu. To pride še posebej prav, ko na primer kolo potiskamo po klancu. Najvišja hitrost sistema potiskalne pomoči je 6 km/h. Nižja kot je prestava kolesa, nižja bo avtomatska hitrost kolesa (Bosch original operating instructions, b.l.).

2.1.5 Intuvia računalnik

Intuvia je vgrajen računalnik, ki je zasnovan za kontrolo Boschovih sistemov in prikaz podatkov kolesarjenja na zaslonu. Nahaja se na krmilu. Napaja ga glavna baterija. Dodatno pa ima samostojno napajanje, ki se zažene samo takrat, ko ga odstranimo iz e-kolesa. *Display* prikazuje kapaciteto glavne baterije, nivoje pomoči vožnje, hitrost kolesa, indikator svetilk in prestave (Bosch original operating instructions, b.l.).

On-board computer		Intuvia
Product code		BUI251/BUI255
Max. USB port charging current	mA	500
USB port charging voltage	V	5
USB charging cable ^{A)}		1 270 016 360
Operating temperature	°C	-5 to +40
Storage temperature	°C	-10 to +50
Charging temperature	°C	0 to +40
Internal lithium-ion battery	V mAh	3.7 230
Protection rating ^{B)}		IP 54 (dust and splash proof)
Weight, approx.	kg	0.15

Slika 6: Računalnik

(Vir: Bosch navodila uporabe, b.l.)

2.2 MODULARNI PROFILI

Podjetje Retyre se je usmerilo v izdelavo modularnih profilov za pnevmatike koles. Gumijasti plašč se namesti nad originalni profil obstoječe pnevmatike. Zadrge so narejene iz nerjavečega jekla, profili pa iz bolj odporne gume. Slabost tega sistema je, da je zaradi druge polovice zadrge treba kupiti tudi pnevmatiko tega podjetja, saj je za zdaj mogoče te plašče namestiti samo na pnevmatike tega proizvajalca. Podjetje jamči, da prek uporabe modularnega sistema, kolesarji na dolgi rok privarčujejo. Plašče vseh vrst je možno namestiti na vse vrste koles, vključno z e-kolesi (ReTyre, b.l.).



Slika 7: ReTyre - Modularni profil in kolo

(Vir: Bosch navodila uporabe, b.l.)

3 OPIS IN TEHNIČNE OSNOVE VOLKSWAGNA ID.3

Povprečna poraba Volkswagna ID.3 v mestnem okolju in ob milem vremenu je 112 Wh/km (Ev-database, 2021). Model ID.3 Max Pro performance ima kapaciteto baterije 58 kWh[kJ/s] in maso 1891 kg (Wassiliadis N., idr., str. 3, 2021). Pogonska enota ima moč 150 kW/204 konjskih moči. Najvišja možna hitrost je 160 km/h. Sodi v učinkovitostni razred A+. Cena avtomobila je približno 40.000 €. Ima 18-inčna jeklena Aero platišča. Njegov doseg znaša 425 km s polno baterijo. Pospešek iz 0 na 100 km/h v 9.6 sekundah in maksimalna obremenitev znaša 540 kg (Ev-database, 2021). Za polnjenje so na izbiro tri vrste polnilcev:

- enofazni izmenični 7.2 kW polnilec,
- trifazni izmenični 11 kW polnilec,
- trifazni enosmerni 120 kW polnilec.

Avtomobil se po omenjenem vrstnem redu polnilcev napolni:

- iz 0–100 % v 9.5 urah
- iz 0–100 % v 6 urah in 15 minutah
- iz 5 –80 % v 35 minutah

(Volkswagen ID.3 price and specifications guide, 2021).

Test svetovno usklajenih lahkih vozil (ang. WLTP) je postopek, pri katerem se oceni cikl dinamometra šasije pri določanju emisij in porabe goriva (TransportPolicy). Električna poraba po WLTP v kWh/100 km je med 15.5–15.8 kWh/100 km. Vozilo proizvaja 0 g/km CO₂ emisij (Volkswagen ID.3 price and specifications guide, 2021).

3.1 DODATNA OPREMA

Volkswagen pri svojih vozilih vedno ponuja dodatno opremo. Pri ID.3 ponuja kljuko za prevoz koles v zadnjem delu, preproge, različne prevleke za sedeže, energijsko učinkovito toplotno črpalko, tako kot enofazni izmenični 230 V kabel dolžine 6 m za polnjene na domu. (Volkswagen ID.3 price and specifications guide, 2021).

3.2 POLNJENJE

Pri Volkswagnu se zavedajo, da polnilna infrastruktura ni še popolnoma zgrajena po predpisih Evropske unije in zato poizkuša minimizirati stres ob iskanju polnilnic s pomočjo aplikacije »We Charge«. Aplikacija se poveže s polnilnicami in strankam izriše najkrajšo pot do teh. Trenutno obstaja 150.000 javnih polnilnic. S polnilno kartico lahko avtomobil polnimo po celotni Evropi. Poleg tega si lahko vsaka oseba sama izriše načrt polnjenja (Volkswagen ID.3 price and specifications guide, 2021).

3.3 ŽIVLJENJSKA DOBA BATERIJE

ID.3 uporablja najbolj razširjeno baterijsko tehnologijo, tj. litij-ionsko (li-ion) tehnologijo.

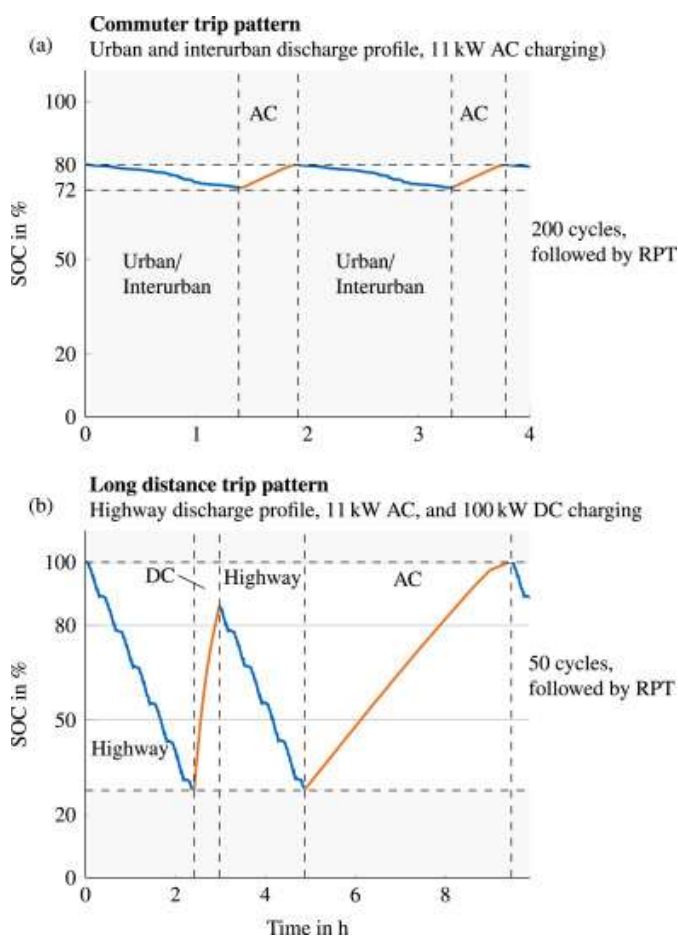
Pri razstavljanju baterije se je uporabilo samo baterije, ki so bile uporabljene za manj kot 1000 km (Wassiliadis N., idr., 2021).

Pri preizkusu življenjske dobe baterije so bile uporabljene tri celice. Te celice so bile podvržene umetnemu pospešenemu staranju z dinamično polnjenja in praznjenja, ki je bila določena za vsako celico. Pri preizkusu so pazili na to, da ni prišlo do dodatnega segrevanja. V bateriji te celice niso imele medsebojnega stika. Pospešeno staranje je bilo doseženo tako, da so pri polnjenju in praznjenju preskočili oz. izpustili čas mirovanja, v katerem celica počiva, in s tem skrajšali čas celotnega preizkusa. Pri tem niso spreminjali dejavnikov stresa posameznega cikla, ker bi s tem lahko negativno vplivali na kapaciteto in sam preizkus staranja celic. Za karakterizacijo celice v normalnih pogojih je bil pri vsakem 50. ciklu in pred začetkom preizkusa izveden referenčni test delovanja (ang. RPT).

Pred koncem 50. cikla in na začetku RPT so celice pustili 15 minut počivati. Celice se je polnilo preko načina stalni tok, stalna napetost (ang. CCCV). Temu je sledila 15 minutna faza mirovanja, nato pa se je izmerilo kapaciteto. RPT sestavlja trikratno CCCV zaporedje, ki mu sledi petnajstkratno zaporedje praznjenja/polnjenja z napetostjo med 2.5 V in 4.2 V. Konča se s postopkom karakterizacije visoke impulzne moči pri različnih stanjih polnjenja (ang. SOC). Vse celice v tem testu so bile testirane na enak način in v prostoru s stalno temperaturo 20 stopinj celzija (Wassiliadis idr., 2021).

Vzorci uporabe baterije so razdelili na dva dela, o katerih govori tudi Preger Y. (2020). Njihova raziskava opisuje različne kombinacije stopenj praznjenja (ang. DOD) in temperature (Wassiliadis idr., 2021). Na življenjski cikel baterije vpliva tudi način vožnje. Ugotovljeno je bilo, da agresivna vožnja in višja zunanja temperatura negativno vplivata na življenjsko dobo baterij (Neubauer in Wood, 2014). V prvem vzorcu uporabe so vozilo testirali v pogojih mestne in predmestne vožnje z 80 % kapaciteto baterije pri ciklu praznjenja na razdalji 28 km. Nato se je vozilo polnilo z zaporednim 11 kW izmeničnim tokom. Drugi vzorec uporabe je bolj zahteven, saj predstavlja oz. simulira agresivno vožnjo na dolgi razdalji s 100 % kapaciteto baterije s stalno porabo, dokler se baterija ne izprazni na 20 % kapacitete, kar se je zgodilo pri 375 km. Sledilo je polnjenje s 100 kW enosmernim tokom, dokler se ni baterija napolnila nazaj na 80 % kapacitete. Nato se je vzorec znova ponovil (Wassiliadis idr., 2021). Ugotovitve so pokazale, da pri testiranju baterija oz. celice zdaleč presegajo garancijo kilometrine in časa delovanja, kot jih navaja proizvajalec (Wassiliadis idr., 2021).

Pri tej raziskavi ni bil uporabljen Volkswagnov hladilni sistem, ki je vgrajen v celotni baterijski sistem (Wassiliadis idr., 2021).



Slika 8: Test porabe in poznejše polnjenje v različnih pogojih
(Vir: Wassiliadis idr., 2021)

Tako kot ostale baterije je tudi baterija v ID.3 nagnjena k izgubi. Baterija je po 14-ih mesecih uporabe izgubila 7.5 % kapacitete. Uporabnik EA je naredil test razdalje na svojem ID.3 pri 90 km/h po prvem letu uporabe in 22.644 prevoženih kilometrov. Rezultati so pokazali, da je EA izgubil 4.4 kWh v prvem letu uporabe. Podrobnejši opis nam pokaže, da je uporabnik EA prevozil 15.000 km v prvih treh mesecih uporabe. V tem času je bilo vozilo skoraj vedno polnjeno s 100 kW DC hitrim polnilcem do maksimalne kapacitete baterije in redno izpraznjeno pod 10 % stanja napoljenosti (SOC). Kasneje se je profil uporabe spremenil na pretežno 11 kW AC in polnilo do 80 % stanja napoljenosti. V nadaljevanju je bil EA odpeljan na uradni servis za uradno potrditev degradacije baterije. V Volkswagnovem servisnem centru so s posebnim testom polnjenja in praznjenja potrdili, da je stanje napoljenosti baterije (ang. SOC) 92 %. Dodatno je potrebno omeniti, da so tako lastniki električnih avtomobilov kot tudi Volkswagen potrdili, da je izguba nekaj odstotkov baterije normalna za EA. Ta izguba je v prvem letu najbolj občutna in z vsakim zaporednim letom manjša (Kane, 2021). Volkswagen v svoji garanciji obljublja, da

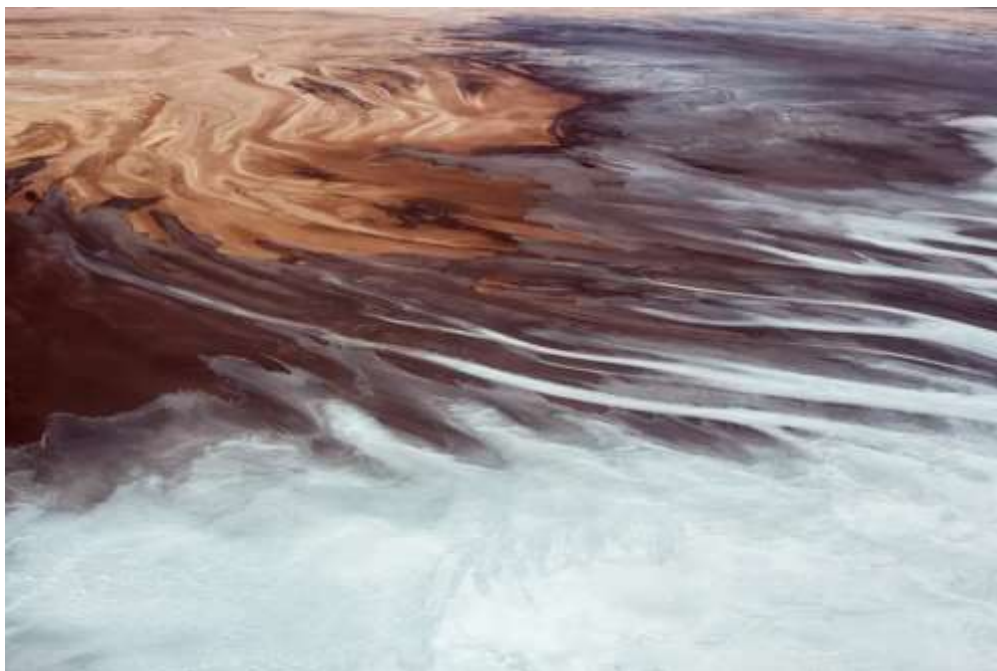
kapaciteta baterije ne pade pod 70 % do 8. leta uporabe ali 160.000 km (Uradna stran Volkswagna, b.l.).

4 OKOLJSKI ODTIS IN POSLEDICE ELEKTRIČNIH VOZIL

4.1 RUDARJENJE ZA PROIZVODNO LITIJ-IONSKIH BATERIJ

Litij-ionske baterije (LiB) so v zadnjem desetletju postale zelo učinkovit in ekonomsko ugoden vir energije. Njihov razvoj jih je naredil zanesljive z dodatnim, še ne doseženim potencialom. Trenutno so najbolj uporabljena izbira za stacionarne energijske sisteme, poleg tega pa postajajo tudi zanesljiv vir za mobilne naprave. Pri izdelavi LiB je na začetku potrebno upoštevati materiale, iz katerih je baterija sestavljena, pa tudi kje so pridobljeni. Pomembno je, da so pridobljene surovine zmožne vsaj delne reciklaže, saj v nasprotnem primeru pri prehodu iz fosilnih goriv na baterijsko tehnologijo samo zamenjamo eno redko surovino z drugo. Recikliranje zmanjša ceno materiala in ceno odstranjevanja, kar posledično tudi zniža cene električnih naprav. LiB vsebujejo redke in dragocene surovine kot sta kobalt in nikelj. Reciklaža baterij lahko zniža tudi povpraševanje po surovinah in odvisnost od uvoza surovin iz tujine kot je kobalt iz Demokratične Republike Kongo. Tu izkopavanje in predelava te surovine vodi do agresivnih konfliktov in izkoriščanje otrok za delovno silo (Gaines, Richa in Spangenberg, 2018).

Da proizvedemo eno tona litija, je potrebno porabiti 500.000 litrov vode. Največje naravne zaloge litija so v Južni Ameriki, predvsem Boliviji, Argentini in Čilu (Bauer, 2020). Čile je največji proizvajalec litija na svetu (Rapier, 2020).



*Slika 9: Tvorba mineralov ob Rio Grande delti v Boliviji
(Vir: Krivic, 2018)*

Delta je skoraj popolnoma izsušena zaradi rudarjenja litija. Proces rudarjenja litija poteka tako, da se voda postopoma izsuši in nato pobere sol. Pri tem postopku je zelo po uporaba vode pri umetnih solinah. Stabilnost vodnega ekosistema zato hitro razpada. Reka je dom mnogim vrstam sladkovodnih rib, od katerih večina izhaja iz Amazonke (Krivic M., 2018). Dodatno rudarjenje litija vodi k onesnaževanju ne samo prsti, ampak tudi zraka (Katwala, 2018). Površina planote Salar de Uyuni znaša približno 14.000 km² (Bradley idr., 2013). Ekosistemi na območju litijskega trikotnika imajo izjemno malo padavin, v povprečju 100–200 mm letno in hitrost izhlapevanja 1300–1700 mm letno, z občasnimi sezonami padavin v letih La Nina. La Nina je pojav, kjer se ob ekvatorju Pacifiškega oceana voda nenavadno shladi (El Nino theme page, b.l.). Voda, ki priteče z gora je edini vir vode, od katerega je odvisno preživetje lokalnih skupnosti, ki ga zagotavljajo nastala mokrišča. Regija ima bogato avifavno (npr. tri od šestih vrst plamencev na svetu) in rastlinski pokrov (pašniki in močvirja). V tem globalnem žarišču biotske raznovrstnosti so rastlinske vrste še posebej občutljive na razpoložljivost vode in rahle spremembe v vodnih nivojih lahko močno vplivajo na vegetacijski pokrov in rastlinsko raznovrstnost (Agusdinata idr., 2018).

4.2 PROIZVODNJA TISKANIH VEZIJ

Tiskana vezja so pomembna komponenta v večini električnih naprav. To velja tako za klasična vozila kot za EV. Tiskana vezja vsebujejo rude, kot so železo, aluminij, kositer in baker, tako kot nekaj redkih surovin, kot so paladij, platina in zlato. Te kovine so po navadi vgrajene v nejezlene komponente, ki jih sestavljajo toplotno odporni epoksi, steklena vlakna, plastika, itd (Gerić M., Gajski G., Oreščanin V., Domijan A., Kollar R., Garaj-Vrhovec V., str. 2, 2016). Pri proizvodnji tiskanih vezij je stranski produkt odpadna voda, ki je lahko zelo onesnažena. Po podatkih Združenih narodov se v naravno okolje izlije kar 80 % odpadne vode brez predhodnega filtriranja ali čiščenja. Ta voda ima zelo negativen vpliv na morske in sladkovodne živali in rastline, ob tem da povpraševanje za vodo iz leta v leto narašča (Gerić M., Gajski G., Oreščanin V., Domijan A., Kollar R., Garaj-Vrhovec V., str. 3, 2016). Na spodnji sliki lahko vidimo spremembo v pH nivoju in količini kovin v:

- o – neprečiščeni vodi,
- pp – delno prečiščeni vodi,
- p – prečiščeni vodi.
- UPL – zgornja dovoljena meja

Parameter	After treatment			UPL ^a
	o	pp	p	
pH	2.11	7.92	8.18	6.5–9
TDS (mg/L)	50190	6800	5450	–
COD (mg/L)	432	137	71	125
EC (mS/cm)	70.11	9.76	7.82	–
Cu (mg/L)	4190	19.329	0.114	0.5
Fe (mg/L)	2660	50.142	0.148	2
Zn (mg/L)	0.084	0.063	0.024	2
Ni (mg/L)	0.047	0.027	0.014	0.5
Cr (mg/L)	0.036	0.021	0.004	0.5
Pb (mg/L)	0.024	0.014	0.006	0.5
As (mg/L)	0.014	0.021	0.009	0.5

Slika 10: Prikaz različnih stadijev prečiščenosti vode
(Vir: Gerić idr., 2016)

Slika 10 prikazuje, kako se pH nivoji drastično zvišajo pri delno in popolnoma očiščeni vodi, medtem ko vse druge vrednosti občutno padajo.

V nadaljevanju je opisan proces kemične potrebe po kisiku (KPK). To je test za merjenje količine kisika, ki je potreben za kemično oksidacijo organskega materiala in anorganskih hranil, kot sta amonijak ali nitrat, ki sta prisotna v vodi (Proteus, brez datuma). Električna prevodnost se zniža za 87 %. TDS predstavlja skupaj vse raztopljene trde snovi in se zniža za 86 %. Količina železa (Fe) pade za več kot

98 %, baker (Cu) se zniža za 99 % in kemična potreba po kisiku (ang. COD) pade za 68 %. Zaradi povišane pH vrednosti je bilo iz odplak možno odstraniti anorganska onesnažila, kar se zgodi s pomočjo obarjanja določenih hidroksidov in karbonatov, strjenja/flokulacije z železovimi ioni ali soobarjanja železovih soli. Organska onesnažila se je predvsem odstranilo z oksidacijo ozona (O₃). Čeprav se je odstranila velika količina organskih in anorganskih onesnažil, so bile vrednote bakra, železa in kemično potrebnega kisika še vedno višje od dovoljenih zgornjih mej teh onesnažil. Da bi dosegli regulirane količine, se je odplake podredilo zadnjemu čiščenju, ki ga je sestavljala absorpcija/strjevanje z železom in aluminijem bogatega blata v kombinaciji z ozonizacijo. To je odstranilo kar 99,99 % železa in bakra in 83 % kemično potrebnega kisika. Posledično se je pri procesu znižala tudi količina ostalih kovin (Gerić idr., 2016).

5 SOCIOLOŠKI IN KULTURNI VIDIK

Iz sociološkega vidika nakupa električnih vozil je razvidno, da avtomobil še vedno velja za statusni simbol in bolj prisotno obliko prevoza v nekaterih predelih Evrope in ostalega sveta. Raziskovalna študija o avtomobilu kot statusnem simbolu, izvedena v Tirani v Albaniji, je prikazala, da prebivalce še posebej mlajše generacije še vedno privlači nakup in uporaba avtomobila. Tirana ima skoraj tretjino nacionalnega prebivalstva in večino nacionalnega bogastva. Stopnja lastništva avtomobila je več kot dvakrat višja od nacionalne stopnje lastništva avtomobilov. Mesto je ohranilo živahnost družbene raznovrstnosti in urbano gospodarstvo se je hitro izboljšalo (Pojani, Van Acker in Pojani, 2018). Čeprav je Tirana zgoščeno mesto, kjer je doseg do služb, trgovin, storitev in socializiranja dostopen tudi brez uporabe avtomobila, je raziskava pokazala, da veliko število mladostnikov, vključno s tistimi, ki nimajo velikega interesa za avtomobile, te uporabljajo. Razlogov za tako vedenje je lahko več. Mednje štejejo: navade, moralna načela, življenjski stil ter identiteta (Pojani, Van Acker in Pojani, str. 3, 2018). Raziskava se je predvsem osredotočala na diplomante, saj kot družbena elita vplivajo na preostale prebivalce (Pojani, Van Acker in Pojani, 2018). Vedenjska in normativna prepričanja se je globlje preučevalo in ugotovilo, da so le ta prepričanja dominantni razlogi glede izbire in nakupa vozila. Prometne nesreče so realnost in kakovost javnih zunanjih prostorov zlasti v revnejših predelih velikih mest upada. Onesnaženost zraka, hrup ter slaba urbana zasnova prostorov, po katerih ni mogoče hoditi, so zelo razširjeni pojavi zunaj zgodovinskih mestnih središč, namenjenih pešcem. Drugi dejavniki, ki niso povezani z grajenim in naravnim okoljem, so povečani prihodki, večja prisotnost žensk v delovni sili, kulturni premiki od proste igre k organiziranim dejavnostim in večja uporaba elektronskih naprav (Pojani, Van Acker in Pojani, 2018). Negativna prepričanja v zvezi s kolesarjenjem in javnim prevozom, kot npr.: kolesarjenje je naporno, slabo vreme onemogoča kolesarjenje, avtobusi so prevozno sredstvo revnih ljudi, iskanje poti do avtobusnih postajališč je zapleteno itd. je treba preseči z

izobraževanjem in načrtovanimi intervencijami. Poleg učinkovitih načinov za spremembo prepričanj v prid trajnostnemu prometu je ljudem treba ponuditi priložnost, da pridobijo pozitivne izkušnje z vožnjo s kolesom in avtobusom, na primer s spodbujanjem nedavno uvedenega sistema souporabe koles in ponujanja brezplačnega javnega prevoza študentom. Pri oblikovanju mobilnostnih namer so poleg osebnih stališč, izkušenj in navad ključni življenjski slog in ideološke usmeritve. Ta študija je pokazala, da materialistični pogled daje prednost avtomobilom in vožnji, medtem ko egalitarni pogled vodi mladostnike k temu, da raje vozijo kolesa (Pojani, Van Acker in Pojani, 2018).

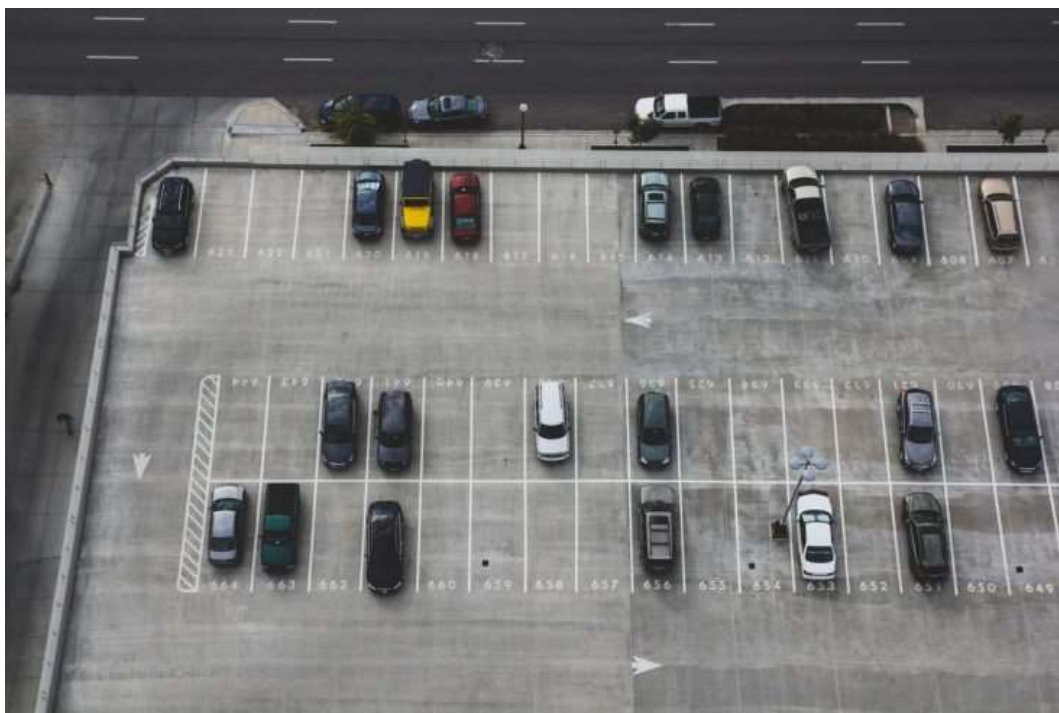
V primeru, da se spustimo v globlje socio-psihološke faktorje, povezane s kolesarjenjem v urbanem okolju italijanskih državljanov, vidimo, da pri psiholoških determinantah izbire potovalnih sredstev lahko upoštevamo obnašanja, želje, čustva, navade, norme, identiteto in socializacijski proces. Laične predstave o kolesarstvu se ujemajo z instrumentalnim in strukturnim pristopom politik EU. Poleg tega kolesarstvo velja za zdravo in trajnostno obliko prevoza, ki lahko izboljša kvaliteto življenja posameznika in družbe. Med negativne vidike pa lahko umestimo instrumentalne in strukturne faktorje, kot so varnost, utrujenost, razdalja in vremenski vplivi. Preprosta odstranitev ali izboljšava fizičnih ovir bi lahko zvišala uporabo koles v urbanih okoljih. V določenih delih sveta kolesarjenje že dolgo časa velja za priljubljeno prevozno sredstvo tako premožnejših prebivalcev kot tudi ljudi z omejenim kapitalom. Kolesarjenje je dolgo časa veljalo kot stereotip in ponekod to še vedno velja.

Glede prihodnosti in zvišane popularnosti ter uporabe e-koles se avtorji nekaterih raziskav sprašujejo, če lahko e-kolesa resnično štejemo med kolesa, saj se zaradi višje hitrosti, ki jo dosegajo, e-kolesarji vedejo drugače kot ostali vozniki. To lahko sproži paradoksalen fenomen, ko bi ljudje začeli na e-kolesa gledati kot na ločeno obliko prevoza (Sarrica idr., 2020).

6 VPLIV PARKIRNIH MEST

Od pojava motornih vozil je razvoj parkirnih prostorov postal enako prednostna naloga kot avtocestna in cestna infrastruktura, kar ohranja t. i. avtomobilsko kulturo, ki danes obstaja po vsem svetu. Predvideva se, da se bo leta 2025 po celem svetu vozilo 1.5 milijarde osebnih avtomobilov. Če ne bomo dali prednosti trajnostnim in dostopnim oblikam prevoza pred avtomobili, bo gradnja novih parkirnih prostorov le še povečevala obstoječo neuravnoteženost in pospešila negativne podnebne spremembe. Približno 41 % vseh svetovnih emisij prihaja od osebnih avtomobilov. Da bi zmanjšali motivacijo za vožnjo, ublažili emisije in povrnili dragocen javni prostor, potrebujemo učinkovitejše upravljanje, določanje cen in zmanjšanje parkiranja na ulicah in zunaj njih. Mesta po celem svetu morajo nujno ponovno oceniti zastarele parkirne politike, da zaščitijo okolje in izboljšajo kakovost življenja

vseh prebivalcev. Na podlagi predpostavke, da bodo avtomobili prevladujoč način prevoza in nuja za potovanje v mestih in okoli njih, so se načrtovalci urbanih naselij osredotočili na minimalne politike parkiranja v skoraj vseh vrstah razvoja. Primarni cilj načrtovalcev prometa je v preteklosti omogočil hitro in priročno potovanje za osebna vozila z zavajajočim razmišljanjem, da so težave s parkiranjem nastale zaradi pomanjkanja prostora.



Slika 11: Parkirna hiša
(Vir: ITDP, 2022)

Posledično mesta še naprej namenjajo prostor parkiriščem namesto, da bi se ga izkoristilo za boljše namene in s tem znižali uporabo osebnih avtomobilov. Na ta način bi se ljudje na potovanja odpravljali z drugimi prevoznimi sredstvi. Dodeljevanje javnih sredstev za gradnjo brezplačnih in nizkocenovnih parkirišč pomakne stroške tudi na manj premožne prebivalce, ki na koncu igrajo enako pomembno vlogo pri subvencioniranju infrastrukture. To nato koristi samo premožnejšim lastnikom avtomobilov in tistim, ki si lahko privoščijo stroške goriva. Pri tem javni prevozi trpijo, saj se posledično manj javnih sredstev investira v ta del prometne infrastrukture (ITDP, 2022).

7 PRIMERJAVA VOZIL

7.1 POVPREČNA PORABA KOLESA

Gepida Bonum Edge ima tako kot veliko drugih e-koles več različnih nivojev vožnje. Izračun je bil narejen s porabo v »eco mode«, saj primerjava vozil temelji na mestnem okolju, kjer je površina pretežno ravna.

Na začetku sem izračunal, koliko časa se lahko oseba vozi, preden popolnoma izprazni baterijo. Bonum edge ima električni motor Active line plus, ki na tour nivoju koristi 100 % svoje popolne moči. Na tem nivoju ni potrebno prenašati dodatne sile na pedala. Doseg kolesa s skupno težo 108kg je 120km (Great ebike, brez datuma)

V nadaljevanju je prikazan postopek izračuna porabe e-kolesa na razdalji 1km.

$$P = 625 \text{ Wh}$$

$$m = 108 \text{ kg}$$

$$d = 120 \text{ km}$$

$$625 \text{ Wh}/108 \text{ kg}/120 \text{ km} = 0,048 \text{ Wh/kg/km}$$

$$0,048 \text{ Wh/kg/km} * 108 \text{ kg} = 5,1 \text{ Wh/km}$$

Izračun nam pokaže, da je povprečna poraba Bonum Edge 5,1 Wh/km.

7.2 POVPREČNA PORABA AVTOMOBILA

Kakor je v točki 3 že omenjeno, je povprečna poraba avtomobila v mestnem okolju enaka 112 Wh/km, vozilo ima baterijo s kapaciteto 58 kWh[kJ/s], kar je 58000 Wh[J/s]. Doseg avtomobila znaša 427 km (ev-database, 2022). Teža avtomobila z 80 kg voznikom znaša 1972 kg.

Volkswagen ID.3 je EV srednjega cenovnega razreda. Tako kot pri kolesu je izračun narejen v primeru, da se avtomobil uporablja pretežno v mestnem okolju z ravno površino. Pri iskanju informacij za Volkswagna nisem našel potrebnih podatkov za samostojni izračun povprečne porabe, saj so te zaupne narave.

Izračun povprečne porabe na 1 km.

$$P = 58000 \text{ Wh}$$

$$m = 1972 \text{ kg}$$

$$d = 427 \text{ km}$$

$$58000 \text{ Wh}/1972 \text{ kg}/427 \text{ km} = 0,068 \text{ Wh/kg/km}$$

$$0,068 \text{ Wh/kg/km} * 1972 \text{ kg} = 135,83 \text{ Wh/km}$$

Izračun nam pokaže, da je povprečna poraba Volkswagna ID.3 135,83 Wh/km.

8 UGOTOVITVE

Obe vozili imata svoje prednosti in slabosti. EK je odprto vozilo, zato je voznik izpostavljen zunanjim vplivom, kot so dež, sneg, veter, itd. Kolesarski sedež ponuja manj udobja kot avtomobil, pri poganjanju je potreben minimalen vnos napora. To lahko na večje razdalje predstavlja obremenitev. Manjši doseg pomeni, da smo omejeni na lokalni teren, manjša hitrost pa, da se pomikamo počasneje. Če pogledamo iz drugega zornega kota, lahko vidimo, da EK sodi v zelo ugoden cenovni razred, ima ugodnejši servis in splošno vzdrževanje, ponuja fleksibilno modularnost, manjši okoljski odtis zaradi velikosti vozila ter okolju prijaznejše parkiranje.

EA spada v dražji cenovni razred, potrebna je obvezna registracija vozila, neregistrirano vozilo predstavlja kaznivo dejanje, kar vodi do odvzema vozila. Vozilo ima večji okoljski odtis, ker pri polnjenju baterije iz neobnovljivih virov porabi večjo količino energije. Obvezna potreba po parkirnem mestu pomeni, da vozilo zaseda večji prostor kot kolo ter večji proizvod neposrednih emisij. Vendar pa zaprto vozilo vozniku ponuja nemoteno in udobno vožnjo, popolnoma avtomatiziran pogon z velikim dosegom in hitrostjo, večjo fleksibilnost pri polnjenju z večjim številom polnilcev. Čeprav lahko velikost predstavlja slabost, je avtomobil v primerjavi s kolesom varnejši in v primeru nesreče ponuja boljše zaščito.

Izračun povprečne porabe potrjuje domneve. Kolo je bolj varčno kot avtomobil. To je predvsem posledica mase vozil, saj je EK samo po sebi manjše in zato uporablja tudi manjše komponente, vključno s pogonskim sistemom, medtem ko baterija, pogonska enota in šasija avtomobila občutno povišajo maso vozila. Povprečna poraba kolesa je za 130,73 Wh/km varčnejša kot pri avtomobilu.

8.1 TABELNI PRIKAZ LASTNOSTI VOZIL

Spodnja tabela prikazuje primerjavo avtomobila Volkswagen ID.3 in kolesa Gepida Bonum Edge. V tabeli so prednosti posameznega vozila označene z zeleno barvo, slabosti pa z rdečo.



Column1	Volkswagen ID.3 	Gepida Bonum Edge 
Masa	1891 kg	28 kg
Kapaciteta baterije	58 kWh	625 Wh
Doseg	408 km	120 km
Elektro motor	150 kW	250W
Polnjenje	9 ur 30 min	4,9 ur
Povprečna poraba el. energije vključno z maso	0,068Wh/kg/km	0,048Wh/kg/km
Povprečna poraba na kilometer	135,83Wh/km	5,1 Wh/km
Najvišja hitrost	160 km/h	25km/h
Modularnost	Ne	Da
Cena	49692 eur	3112 eur
Varnost	Višja	Nižja
Prijubljenost med ljudmi	Višja	Nižja
Okoljski odtis vključno s parkingi	Višji	Nižji
Vremenski vplivi na osebo	Ne	Da
Maksimalna obremenitev	540 kg	120 kg
Udobje	Boljše	Slabše

Tabela 1: Primerjava Volkswagna ID.3 z Gepida Bonum Edge
(Lastni vir)

9 ZAKLJUČEK

Namen diplomskega dela je bila predvsem predstavitev ključnih razlik med voziloma EK in EA v urbanem okolju. Opravili smo pregled ključnih raziskav in spletnih strani ter s pomočjo literature in izračunov povprečne porabe analizirali razmerje med Volkswagnom ID.3 in Gepida Bonum Edge v urbanem okolju. Obe vozili imata svoje prednosti in slabosti. Zaradi tega so razlogi, ki nas ženejo k izbiri, bodisi avtomobila ali kolesa, v večji meri odvisni od zunanjih dejavnikov, kot so vreme, sociološke in kulturne navade ter načini pridobivanja energije.

Pridobivanje surovin ima velik vpliv na okolje. V Južni Ameriki se postavlja velike presihajoče bazene za pridobivanje razmeroma majhnih količin litija, za kar se porablja velike količine vode. Rudarjenje litija je zelo invazivno tako za lokalno floro in favno kot tudi za lokalne revne družbe, ki so odvisne od vode, ki priteka iz bližnjega gorovja. Tiskana vezja postajajo vedno bolj ključni del naših življenj, saj veliko elektronskih naprav uporablja velike količine teh. Pri izdelavi tiskanih vezij povzročamo odplake z raznimi kovinami, kot so cink, nikelj, baker, krom, svinec, itd. Te kovine znižajo pH vode, povišajo električno prevodnost in povišajo KPK. Spremenjene vrednosti vode in previsoka prisotnost kovin imajo negativen vpliv na

lokalno floro in favno. Vodo je treba vsaj delno prefiltrirati, že ta proces močno zniža umrljivost lokalnih organizmov. Družbenokulturni vidik nam je pokazal zanimivo perspektivo na to temo. Zgodovina kulture, tako kot spodbuda družinskih članov, ima lahko velik vpliv na nakup določenih prevoznih sredstev. Raziskava v Tirani nam to dobro razloži, saj Tirana kot najbolj razvito mesto v Albaniji vodi preostalo državo v prihodnost, ki jo meščani oblikujejo. Čeprav ima mesto težave s prometnimi zastoji, se mladi vozijo z avtomobili ali pa razmišljajo o nakupu teh. Zaradi teh odločitev število prometnih nesreč ne upada, kakovost javnih naravnih prostorov pada, vrednost zračne onesnaženosti se pa povišuje. Nepopoln pristop k uvajanju kolesarjenja je tudi v tem, da bi se število kolesarjev z odstranitvijo ali izboljšavo fizičnih ovir zvišalo, kar pa ne drži. Pri tem je obvezno treba upoštevati še vedenje, želje, čustva, navade, norme, identiteto in socializacijski proces posameznih ljudi. Eden izmed glavnih faktorjev pri tem je življenjski stil, saj so ljudje v večji meri usmerjeni v materializem kot egalitarizem. Obstoječa parkirna mesta, tako kot nove gradnje parkirnih mest, podpirajo uporabo osebnih avtomobilov. Če bi se prebivalci zavedali, da potovanje z avtom pomeni tveganje parkiranja, bi se manj ljudi odpravljalo na vožnjo z osebnim avtomobilom temveč z ostalimi vrstami vozil, kot so kolesa, avtobusi, taksiji, vlaki, tramvaji, itd. Dodatno izkoriščanje javnih sredstev za gradnjo nizkocenovnih parkirišč pomika stroške tudi na prebivalce brez lastništva avtomobilov, ki so pri tem prisiljeni plačati svoj prispevek h gradnji parkirne infrastrukture.

Avtomobil ponuja dodaten prostor, ki je lahko izkoriščen za prevoz več potnikov ali prtljage, je bolj udobna izbira pri slabem vremenu in varnejši kot kolo.

Pri krajših razdaljah pa bi lahko dejali, da je kolo boljše izbira, saj ponuja manjšo povprečno porabo, manjši vpliv na okolje, cenejši nakup in vzdrževanje in spodbuja bolj zdrav način življenja. Iz tega razloga lahko sklepamo, da je kolo primernejše za urbano okolje.

10 LITERATURA IN VIRI

Apostolaki I., Codani P. in Kempton W., (2017). *Measurement of power loss during electric vehicle charging and discharging*. Pridobljeno 23. 10. 2022 z naslova <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544217303730>.

Agusdinata D. B. idr. (2018). *Socio-environmental impacts of lithium mineral extraction: towards a research agenda*. Pridobljeno 20. 10. 2022 z naslova: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aae9b1>.

Bauer S. (2020.) *Explainer: the opportunities and challenges of the lithium industry*. Pridobljeno 23. 10. 2022 z naslova <https://dialogochino.net/en/extractive-industries/38662-explainer-the-opportunities-and-challenges-of-the-lithium-industry/>.

Bosch original operating instructions. (b.l.). *Active line/Active line plus/Performance Line/Cargo Line*. Pridobljeno 15. 10. 2022 z naslova <https://gepida.com/sites/default/files/202105/BOSCH%20BIKE%20MANUAL%2021%20EN.pdf>.

Bradley D. idr. (2013). *A Preliminary Deposit Model for Lithium Brines*. Pridobljeno 20. 10. 2022 z naslova <https://pubs.usgs.gov/of/2013/1006/OF13-1006.pdf>.

Campanari S., Manzolini G. in Garcia I., (2008). *Energy analysis of electric vehicles using batteries or fuel cells through well-to-wheel driving cycle simulations*. Pridobljeno 22. 10. 2022 z naslova <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378775308018934>.

Cycle revolution. (2021). *How to extend the life of your eBike Battery*. Pridobljeno 6. 11. 2022 z naslova <https://www.cycle-revolution.net/blog/how-to-look-after-the-life-of-your-ebike-battery/#:~:text=Bosch%20actually%20guarantees%20their%20batteries,or%201500%20full%20charge%20cycles>.

Ev-database. (b.d.). Pridobljeno 12. 10. 2022 z naslova <https://ev-database.org/car/1531/Volksagen-ID3-Pro>.

Fishman E. in Cherry C. (2015). *E-bikes in the Mainstream: Reviewing a Decade of Research*. Pridobljeno 24. 10. 2022 z naslova <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01441647.2015.1069907?scroll=top&needAccess=true>.

Gaines, L., Richa, K. in Spangenberg, J. (2018). *Key issues for Li-ion battery recycling*. Pridobljeno 22. 10. 2022 z naslova <https://www.cambridge.org/core/journals/mrs-energy-and-sustainability/article/abs/key-issues-for-liion-battery-recycling/F37D3914A1F5A8FD0ED3EF901664D126>.

Gepida brošura za e-kolo. (2020). Pridobljeno 14. 10. 2022 z naslova https://gepida.com/sites/default/files/2021-05/Gepida%202020_ENG_Medium.pdf.

Gerić M. idr. (2016). *Environmental risk assessment of wastewaters from printed circuit board production: A multibiomarker approach using human cells*. Pridobljeno 25. 10. 2022 z naslova <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653516314928>.

Great e-bike. (b.l.). *Gepida Bonum Edge*. Pridobljeno 13. 10. 2022 na naslovu: <https://greatebike.eu/gepida-bonum-edge>.

Helmerts E. in Marx P., (2012). *Electric cars: technical characteristics and environmental impacts*. Pridobljeno 16. 10. 2022 z naslova <https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/2190-4715-24-14>.

Institute for transportation & development policy (itdp). (2022). *To Tackle Climate Change, Cities Need to Rethink Parking*. Pridobljeno 12. 10. 2022 z naslova <https://www.itdp.org/2022/09/20/to-tackle-climate-change-cities-need-to-rethink-parking/>.

Kane, M. (2021). *Volkswagen Confirms 8% Battery Capacity Degradation In This ID.3*. Pridobljeno 24. 11. 2022 z naslova <https://insideevs.com/news/548404/volkswagen-confirms-8percent-degradation-id3/>.

Katwala A. in Krivic M. (2018). *The spiralling environmental cost of our lithium battery addiction*. Pridobljeno 20. 10. 2022 z naslova <https://www.wired.co.uk/article/lithium-batteries-environment-impact>.

Mordor intelligence. (2021). *Europe e-bike market - growth, trends, covid-19 impact, and forecast (2022 - 2027)*. Pridobljeno 24. 10. 2022 z naslova <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/europe-e-bike-market>.

Kumar M., Kumar K. in Das P., (2021). *Study on road traffic congestion: A review*. Pridobljeno 11. 11. 2022 z naslova https://www.researchgate.net/publication/352549014_Study_on_road_traffic_congestion_A_review

National ocean service. (b.l.). *What are El Niño and La Niña?* Pridobljeno 15. 11. 2022 z naslova <https://oceanservice.noaa.gov/facts/ninonina.html>.

Neubauer J. in Wood E. (2014). *Thru-life impacts of driver aggression, climate, cabin thermal management, and battery thermal management on battery electric vehicle utility*. Pridobljeno 22. 10. 2022 z naslova <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378775314002766>.

Pojani, E., Van Acker, V., in Pojani, D. (2018). *Cars as a status symbol: Youth attitudes toward sustainable transport in a post-socialist city*. Pridobljeno 18. 11. 2022 z naslova <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369847817302930>.

Preger, Y. idr. (2020). *Degradation of Commercial Lithium-Ion Cells as a Function of Chemistry and Cycling Conditions* <https://iopscience.iop.org/article/10.1149/1945-7111/abae37>.

Proteus. (b.l.). Chemical Oxygen Demand (COD). Pridobljeno 23. 10. 2022 z naslova [https://proteus-instruments.com/parameters/chemical-oxygen-demand-cod-sensors/#:~:text=Chemical%20Oxygen%20Demand%20\(COD\)%20is,or%20Nitrate%20C%20present%20in%20water](https://proteus-instruments.com/parameters/chemical-oxygen-demand-cod-sensors/#:~:text=Chemical%20Oxygen%20Demand%20(COD)%20is,or%20Nitrate%20C%20present%20in%20water)

Rapier, R. (2020). *The World's Top Lithium Producers*. Pridobljeno 23. 10. 2022 z naslova <https://www.forbes.com/sites/rrapier/2020/12/13/the-worlds-top-lithium-producers/?sh=2385e1d05bc6>.

ReTyre. (b.l.). About reTyre. Pridobljeno 1. 11. 2022 z naslova <https://www.retyre.co/company/about-us/>.

Sarrica M., Rimano A., Rizzoli V., Passafaro P. (2020). Key issues for Li-ion battery recycling. Pridobljeno 19. 11. 2022 z naslova <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/15487733.2020.1794148?needAccess=true>.

TransportPolicy. (b.l.). *International: light-duty: worldwide harmonized light vehicles test procedure (wltp)*. Pridobljeno 24. 10. 2022 z naslova <https://www.transportpolicy.net/standard/international-light-duty-worldwide-harmonized-light-vehicles-test-procedure-wltp/#:~:text=The%20Worldwide%20Harmonized%20Light%20Vehicles,consumption%20from%20light%20duty%20vehicles>

Volkswagen. (b.l.). *Our Batteries Last the Life of a Car*. Pridobljeno 3. 11. 2022 z naslova <https://www.volkswagenag.com/de/news/stories/2019/04/our-batteries-last-the-life-of-a-car.html>.

Wassiliadis N. idr. (2022). *Quantifying the state of the art of electric powertrains in battery electric vehicles: Range, efficiency, and lifetime from component to system level of the Volkswagen ID.3*. Pridobljeno 12. 10. 2022 z naslova <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2590116822000133?token=65E4EB278CFBC8139A453B63C825FD2C88988AB19547A87DE464C1EDAD3E73030114CA1604945B23FB51E6F7FB5D929B&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220917134322> .