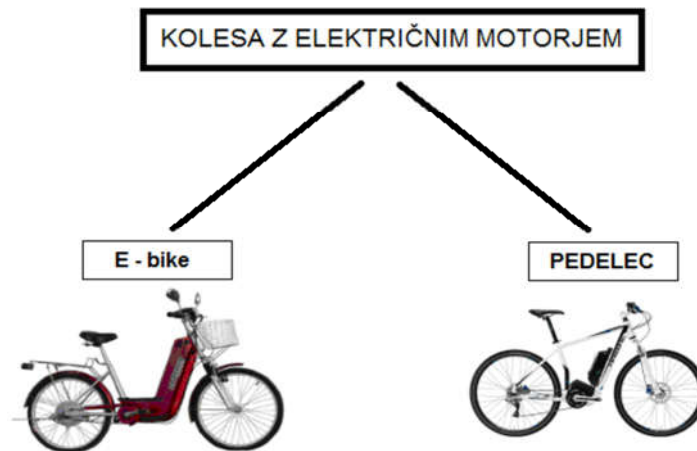


## KOLESA Z ELEKTRIČNIM MOTORJEM

Kolesarjenje je dobro za telo in dušo. Med kolesarjenjem imate bistveno boljši razgled, kot če se odpravite na pot z avtom. Razen tega boste privarčevali tudi nekaj energije in ohranili okolje. Kljub temu pa veliko starejših ljudi, zaradi bolečin v sklepih, preneha s kolesarjenjem. Pa ne bi bilo potrebno. Obstajajo namreč električna kolesa, ki »pedaliranje« bistveno olajšajo in nam dajo občutek kolesarjenja z vetrom v hrbet. Po podatkih kolesarske revije Bike Europe, se je v letu 2018 zanimanje za električna kolesa po vsej Evropi močno povečalo. V Nemčiji so, v primerjavi z letom 2017, zabeležili 36 – odstotno povečanje prodaje teh koles, na Nizozemskem pa kar 38 – odstotno.

Kolesa z električnim motorjem delimo v glavnem v dve veliki skupini. V prvo skupino spadajo električna kolesa, ki so opremljena z elektromotorjem in ročico za pospeševanje. V vsakdanji rabi uporabljamo za ta kolesa naziv E – bike. V drugo skupino električnih koles pa uvrščamo kolesa z elektromotorjem, vendar brez ročice za pospeševanja. Za ta kolesa uporabljamo naziv PEDELEC.



### ELEKTRIČNO KOLO E- bike



Električno kolo je opremljeno z elektromotorjem in s pedalo, ki pa ni obvezna. Pri teh kolesih pedale velikokrat tudi izpuščajo. Za uporabo in pospeševanje električnega pogona služi posebna ročica (ročica za »plin«), ki pa je pri teh kolesih obvezna. V kolikor je kolo opremljeno tudi s pedalo ima dva medsebojno neodvisna pogona. Možno je torej poganjati le z elektromotorjem, le s pedalo ali pa z obema pogonoma hkrati. Moč elektromotorja je pri teh kolesih običajno med 500 in 1500 W. Prav zaradi take moči je pri teh kolesih potrebna registracija in tudi vozniško dovoljenje.

Električno kolo je namenjeno tistim, ki se želijo v lepem vremenu voziti poceni, pri tem pa zaradi najrazličnejših vzrokov, ne želijo uporabljati moči svojih mišic. Pri teh kolesih je osnovni vir energije za vožnjo AKU baterija, moč naših mišic je lahko le pomožni vir.

## PEDELEC



Beseda PEDELEC je sestavljena iz treh besed in sicer: pedal + electric + cycle. Za razliko od E – bike je tu pedala obvezna, ne sme pa biti ročice za pospeševanje. Pomembno je, da bo pri teh kolesih električni pogon pričel delovati in pomagati kolesarju šele po uporabi pedale. Uporabo (vrtenje) pedale opazuje poseben senzor, ki ugotavlja premikanje pedale ali pa moment na pedalo. Pri tem imamo lahko torej dve vrsti senzorjev. Cenejši in zaradi tega tudi slabši način ugotavljanja uporabe pedale je magnetni senzor, ki ugotavlja premikanje pedale, dražji in boljši pa momentni senzor, ki ugotavlja delovanje sile naših nog na pedlo (moment na pedalo). Senzor, ugotovljene informacije o številu vrtljajev pedale oziroma velikosti momenta na pedalo pošilja v krmilnik, ki krmili delovanje elektromotorja. Največja dovoljena moč motorja je 250 W, največja dovoljena hitrost pa 25 km/h. (Direktiva EU 2002/24/EC). Krmilnik ima več nalog oziroma funkcij. Glede varnosti uporabnika (kolesarja) sta najpomembnejši:

1. Krmilnik mora, po prenehanju uporabe pedal in/ali zavore takoj izklopiti električni pogon.
2. Krmilnik mora, s približevanjem maksimalno dovoljeni hitrosti (25 km/h), moč električnega pogona zmanjševati, pri hitrosti 25 km/h pa električni pogon popolnoma izklopiti.

Registracija za ta kolesa ni potrebna, prav tako ni potrebno niti voziško dovoljenje.

Pedelec je namenjen tistim, ki želijo preživeti užitke kolesarjenja, vendar si pri tem nekoliko olajšati delo. Pri PEDELCU namreč elektromotor le pomaga in nudi občutek kolesarjenja z vetrom v hrbet. Pri pedelecu je torej glavni vir energije za vožnjo moč naših mišic, energija iz akumulatorske baterije je le pomožni vir.

Za normalno kolesarjenje potrebujemo moč okoli 150 W. Testiranja so pokazala, da lahko odrasel človek 50+ let, ki ni športnik in kolesari le občasno, s tako močjo kolesari neprekinjeno le eno uro. Z močjo 80 W pa lahko ta ista oseba nepretrgoma kolesari že 8 ur (razliko v potrebni moči doda elektromotor). To pa pomeni, da se lahko s pomočjo pedeleca odpravimo tudi na daljše kolesarjenje.

### Akumulatorska baterija

Aku baterija je pri električnem kolesu osnovni vir, pri Pedelecu pa pomožni vir energije. Od akumulatorskih baterij za električne pogone zahtevamo predvsem: majhne dimenzije, majhno težo (manj kot 2 kg), veliko kapaciteto (Ah), dolgo življensko dobo, veliko število ciklov polnjenja, kratek polnilni čas, stabilnost, varnost pri uporabi, nizko ceno in ekološko neoporečnost (brez kislin in strupov) pomembna pa je tudi ekološka reciklaža.

Osnovna podatka AKU baterije sta njena napetost (V - volt) in njena kapaciteta (Ah – amper ure). Produkt teh dveh veličin podaja energijo, ki je akumulirana v bateriji (Wh – vatna ura).



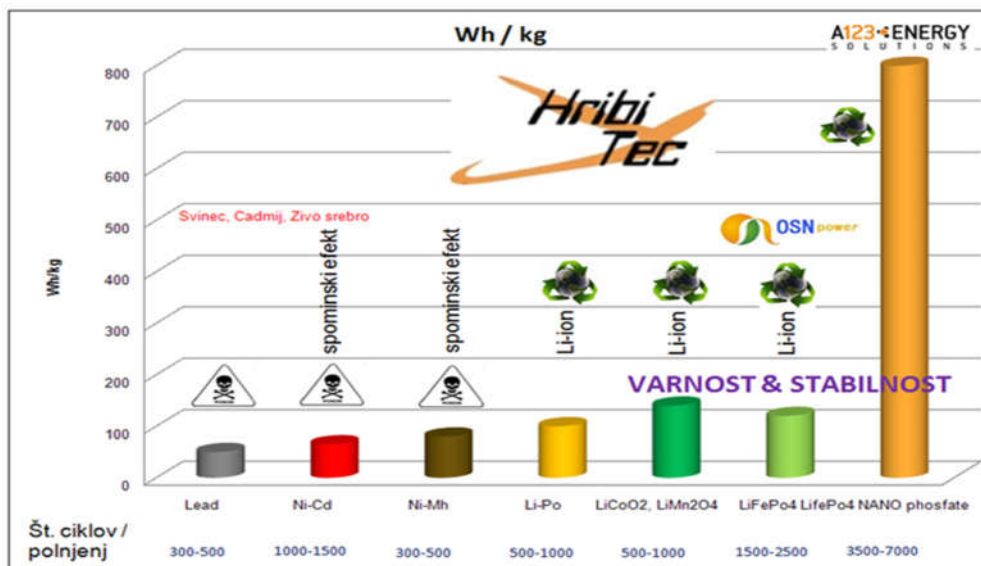
Pri električnih pogonih je smiselno uporabljati le kvalitetne akumulatorske baterije. Zaradi njihovih slabih lastnosti se svinčenih akumulatorjev izogibamo. Zgoraj naštetim zahtevam se najbolj približajo

litij – ion akumulatorji. Od teh v vsakdanji praksi največ uporabljamo LiFePo4 (litij – železov sulfat) in LiNiMnCoO2 akumulatorje.

LiFePo4 akumulatorji so se na trgu pojavili leta 1999. Imajo veliko stabilnost in omogočajo več kot 2.000 polnjenj. Nimajo spominskega efekta, zaradi tega lahko polnimo tudi ne povsem izpraznjene baterije. Ponašajo se s sprejemljivo energijsko gostoto, ki znaša od 90 do 120 Wh/kg. Drugače povedano: baterija teže 1 kg lahko shrani od 90 do 120 Wh energije.

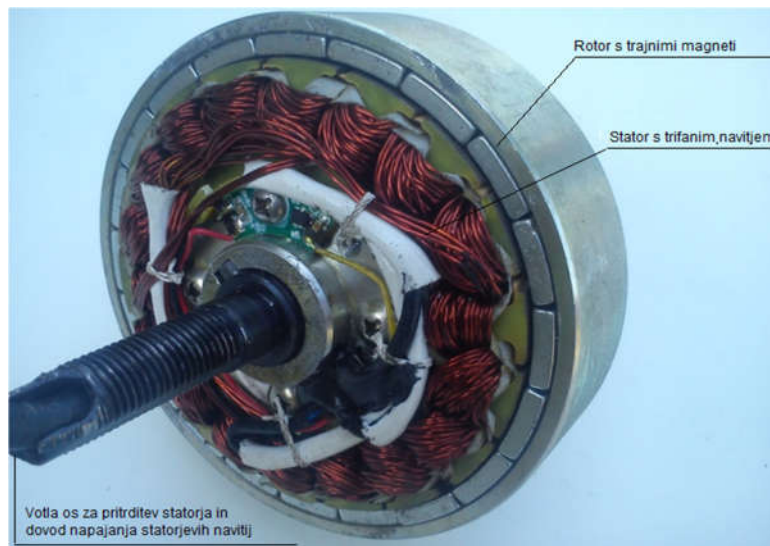
LiNiMnCoO2 baterije so mlajše od LiFePo4, saj so se na trgu pojavile leta 2003. So manj stabilne in omogočajo okoli 1.000 polnjenj. Njihova prednost je v večji energijski gostoti, ki znaša od 140 do 180 Wh/kg. Zaradi tega so ti akumulatorji nekoliko lažji in cenejši od LiFePo4 baterij. Ostali litijevi akumulatorji, kot so LiCO2, LiMn2O4 in LiPO niso dovolj stabilni, zato njihovo uporabo za električna kolesa odsvetujemo.

Energijsko gostoto omenjenih vrst akumulatorskih baterij ter njihov življenjski cikel polnjenj prikazuje spodnja slika.



## Elektromotor

Pri električnem kolesu (E-bike) je elektromotor glavni pogon, pri Pedelecu pa pomožni pogon. Pri E-kolesih in tudi Pedelecih uporabljamo v glavnem trifazne sinhronske motorje s trajnimi magneti in zunanji rotorjem. V zgradbi teh motorjev pride (v primerjavi s klasičnimi sinhronskimi motorji) do zamenjave rotorja in statorja, kar pomeni, da se stator nahaja v notranjosti stroja, to je v izvrtini rotorja, ki se vrti okoli statorja. Motor je brez krtačk, zato rotor nima navitja, pač pa je vzbujanje izvedeno s trajnimi magneti, pritrjenimi v ohišje rotorja. Zahvaljujoč temu, ne potrebujemo niti enosmerne (rotorjeve) vzbujevalne napetosti, drsnih obročev in krtačk. Ohišje rotorja je z obročem za zračnico povezano preko naper. Stator z navitjem pa je pritrjen v vilice prvega ali zadnjega kolesa. Obstaja pa tudi izvedba, pri kateri je motor pritrjen v težišče kolesa, v neposredno bližino pedal. Največja dovoljena moč elektromotorja je 250 W.



## Krmilnik



Krmilnik je tisti del E kolesa oziroma Pedeleca, v katerega je nameščena logika delovanja. S pomočjo senzorjev skrbi za napajanje elektromotorja z energijo, za varnost kolesarja in zanesljivo delovanje kolesa. Navedeno doseže z upoštevanjem in izvajanjem v naprej vprogramiranih tehničnih zahtev. Bistvene tehnične zahteve za Pedelec so: omejitev hitrosti vožnje – največja dovoljena hitrost vožnje znaša 25 km/h, zagon elektromotorja šele po pričetku pogonjanja z nogo (pedaliranja), progresivno zmanjševanje električne pomoči s približevanjem hitrosti 25 km/h, zaustavitev elektromotorja pri hitrosti 25 km/h, zaustavitev elektromotorja takoj po prenehanju pogona z nogo, zaustavitev elektromotorja takoj po ročnem ali nožnem zaviranju, električna pomoč le v nastavljenih mejah, zaščita elektromotorja in akumulatorske baterije, prikazovanje parametrov vožnje in signalizacija stanja – opozorila v primeru okvar.

## Senzor pedale

Pri Pedelcu sme električni pogon pomagati kolesarju šele potem, ko je ta pričel pogonjati kolo. Informacija o tem prihaja v krmilnik s pomočjo senzorjev. Glede na princip delovanja poznamo senzor hitrosti gibanja pedale in senzor momenta na pedalo. Prvi, s pomočjo magnetov, vgrajenih v prvi zobnik, meri hitrost premikanja pedal. Drugi pa ugotavlja moment, ki nastane pri pritiskanju na pedalo. Momentni senzorji so boljši, vendar tudi dražji.



### Hitrost v odvisnosti od moči in velikosti klanca

Navedena odvisnost je bila ugotovljena s testiranjem pri odraslem človeku. Rezultate testiranja prikazuje tabela.

	0%	5%	10%	15%
150 W	23 km/h	9 km/h	4,5 km/h	3 km/h

Testiranja so pokazala, da pri neprekinjenem kolesarjenju z močjo 150 W lahko odrasel človek (72 kg) vozi le 1 uro (po tem času postane utrujen). Pri tem bo, v brezvetrju na ravnem dosegel povprečno hitrost 23 km/h. V eni uri bo torej prevozil 23 km.

Pri vožnji v klanec 5% bo pri tej isti moči celo uro lahko vozil le s povprečno hitrostjo 9 km/h ( v kolikor bi bila hitrost večja, ne bi zdržal 1 ure vožnje).

Glede na isto moč in isti čas vožnje bo v obeh primerih porabil 150 Wh energije. Na ravnini bo porabil 6,5 Wh/km, pri vožnji v 5% klanec pa 16,6 Wh/km.

### Doseg z enim polnjenjem baterije – moč motorja 250 W

Na doseg vpliva več dejavnikov, kot so: zmogljivost akumulatorske baterije, izkoristek elektomotorja, vzponi in spusti, podlaga cestišča, vreme (temperatura in veter), aerodinamika, teža kolesa in kolesarja, aktivnost kolesarja.

Izkustveno velja, da porabi elektromotor moči 250 W, brez pomoči naših mišic, v odvisnosti od pogojev vožje od 10 do 12 Wh/km. To pomeni, da za vsak prevoženi km, brez pomoči naših mišic, porabi motor iz AKU baterije od 10 do 12 Wh električne energije.

Količino (Wh), v polni bateriji shranjene energije, dobimo kot produkt napetosti baterije U (V) in kapacitete baterije C (Ah). V bateriji z napetostjo U = 36 V, kapacitete C = 10Ah, lahko torej shranimo največ 360 Wh električne energije.

Iz navedenega sledi, da lahko z obravnavano baterijo, brez pomoči naših nog, v povprečju prevozimo okoli 36 km. Seveda gre za povprečje. V kolikor bi ves čas vozili v klanecu navzgor, bi dolet padel na okoli 10 km. Domet pa lahko bistveno povečamo, tudi do 100 km, če uporabimo moč naših mišic, elektromotor pa nam samo pomaga.

### Ekonomika – Primerjava

Izračun: primerjava za Pedelec srednje kvalitete - brez pomoči naših mišic in kolesa s pomožnim motorjem

Vzemimo, da porabi naše kolo iz akumulatorja 12 Wh na prevoženi km. Na 100 prevoženih km bomo porabili 1200 Wh električne energije. Pri polnjenju baterije bomo iz omrežja porabili 1,41 kWh

električne energije (upoštevane so izgube polnjenja). Pri povprečni ceni električne energije 0,14 €/kWh bodo znašali stroški električne energije, porabljene za prevoz 100 km, 0,2 € (20 centov!)



Kolesarju pomaga trofazni motor, energija je shranjena v Li-Ion baterijah. Število polnjenj baterije od 1000 do 2000 ciklov. Cena kolesa od 800 do 4000 €

Izračun za kolo s pomožnim motorjem – motor z notranjim zgorevanjem

**MOPED**

**1250 €**  
CENA

**Stroški energije goriva: 3,3 EUR/100 km**

TEHNIČNI PODATKI	
<b>SPLOŠNO</b>	
Hlajenje	zračno hlajen
Zagon	nožni
Maksimalna hitrost	25 km/h
Opcija	brez smerokazov
<b>MOTOR</b>	
Tip	49cc zračno hlajen - dvotaktni
Premer in hod	38.0mm x 43.0mm
Kompresijsko razmerje	6,0 : 1
Uplinjač	9mm Dell'Orto SHA 14-9
Vzignik	CDI
<b>PRENOS MOČI</b>	
Menjalnik	avtomatski z dvema prestavama
Končni prenos	verina
<b>MERE</b>	
Medosna razdalja	1115 mm
Skupna dolžina	1695 mm
Všina sedeža	800 mm
Teža vozila	55 kg
Prostornina rezervoarja goriva	3,5 l, od tega 0,5 l rezerva
Prostornina oljnega rezervoarja	/
Nosilnost	105 kg
<b>OSTALO</b>	
Poraba goriva	2,5l / 100km
Mazanje z oljem	mešanica
<b>KOLO S POMOŽNIM MOTORJEM</b>	

Stroški energije goriva znašajo 3,3 €/100 km.

Vodja ENSVET pisarne Lendava  
mag. Evgen Gömbös, udie  
041 354 919