

Električna kolesa in njihova učinkovitost pri vožnji v klanec

Pri uporabi električnega kolesa je med najpomembnejšimi vprašanji, vprašanje dosega z enim polnjenjem akumulatorja. Kolesarja namreč zanima, kakšno razdaljo lahko prevozi z električnim pogonom. Običajno se razdaljo izmeri na ravni cesti v kar se da objektivnih pogojih. Za najkvalitetnejše Li-ionske akumulatorje (napetost 36 V, kapaciteta 10 Ah) je avtonomija oz. doseg oz. pot, ki jo prevozimo z enim polnjenjem okoli 40 km brez poganjanja in prek 80 km s poganjanjem.

Kako pa se avtonomija spremeni, če ne vozimo po ravni cesti, ampak v klanec?

Osnovni izračun, ki nam lahko služi le za površno oceno je sledeč:

Električna energija v akumulatorju (produkt napetosti in kapacitete) se pretvori v potencialno energijo kolesarja (produkt mase, gravitacijskega pospeška in višinske razlike).

$$U C = m g h$$

$$\text{torej } h = (U C)/(m g)$$

Ob osnovnih podatkih

$$U=36V \text{ (napetost)}$$

$$C=10Ah=36000As \text{ (kapaciteta)}$$

$$m=100kg$$

$$g=10m/s^2$$

$$\text{dobimo za rezultat } h = 1300m$$

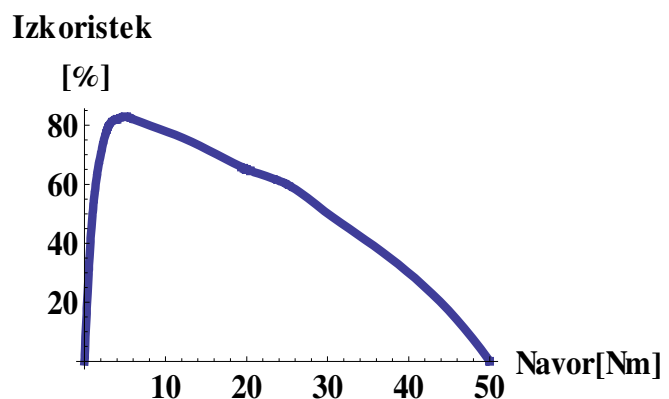
Ta rezultat predstavlja zgornjo teoretično dosegljivo višinsko razliko v primeru sto odstotnega izkoristka elektromotorja, nobenega trenja in nobenega zračnega upora. 1300 m je torej le številka, ki nam služi za oporo. Če bi npr. predpostavili 50% izkoristek elektromotorja, kar je pri velikih obremenitvah kar realno, bi prišli do vrednosti 650 m, kar je verjetno blizu realne vrednosti.

Zanimiv **teoretičen matematični problem** pa je izračunati **optimalni klanec**, po katerem lahko pridobimo najvišjo višinsko razliko.

Dilema je jasna: ali se bolj splača voziti v strm klanec, kjer je slabši izkoristek elektromotorja, a je pot krajša in hitrost nižja ter je zato manj izgub v trenju in zračnem uporu, ali pa je ugodnejša hitrejša in daljša vožnja v položnejši klanec, kjer je več izgub v trenju in uporu, a manj v elektromotorju.

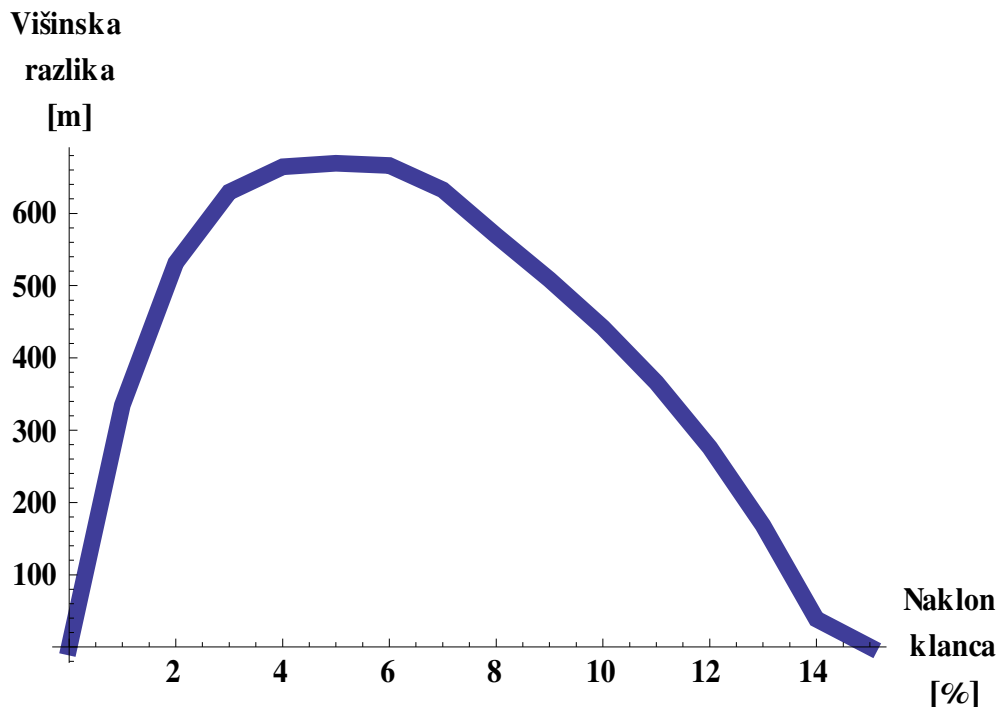
Sprogramirali smo simulacijo, ki upošteva konstantno moč elektromotorja (250W), okviren izkoristek elektromotorja (odvisnost od navora, ki je prikazana na desnem grafu) ter za vsako strmino klanca izračuna, kako visoko se pripeljemo z v akumulatorju omejeno zalogo energije. Podatka za koeficient trenja in zračnega upora sta 0.01 in 0.5. Izračunali smo jo po drugem postopku, ki je prikazan v dokumentu "izračun koeficientov trenja in upora iz razdalje ustavljanja kolesa".

Izkoristek elektromotorja v odvisnosti od navora



Rezultat simulacije je odvisnost največje možne prevožene višinske razlike, če vozimo izključno na električni pogon v klanec določenih naklonov. Najvišje se lahko pripeljemo pri 3 do 8% klanecu, kjer je izkoristek elektromotorja še dovolj visok, trenja in zračnega upora pa tudi ni preveč.

Višinska razlika v odvisnosti od strmine klanca



Kot prikazuje graf, se izkaže, da je za doseganje največje višinske razlike optimalen klanec med 3 in 8%, saj lahko v tem primeru dobimo preko 600m višinske razlike.

Opomniti velja, da je to le teoretični izračun. V praksi je pri vožnji v klanec priporočljivo tudi malenkost poganjati, saj lahko tako izrazito pripomoremo k višji dosegljivi višinski razliki.

Zanimiva je tudi primerjava vožnje v klanec med običajnim in električnim kolesom. Pri običajnem kolesu je kolesar "obsojen" na dejstvo, da bo moral sam zagotoviti energijo za dvig do vrha klanca. Lahko bo vozil z večjo močjo, torej hitreje in manj časa, ali pa manj intenzivno a zato dlje časa. V vsakem primeru bo vložena energija približno enaka. Pri električnem kolesu pa je drugače. Kolesar lahko kolesu pomaga le toliko, da se počasi premika in na ta način bo elektromotor prevzel relativno večji delež bremena. Kolesarju se ni potrebno niti preznajiti...

Zaključimo torej le še z odgovorom, kako vožnja v klanec vpliva na avtonomijo oz.doseg. Samo premagovanje višinske razlike lahko upoštevamo približno tako, da pogledamo kolikšen relativni del avtonomije predstavlja višinska razlika in za tolikšen del se torej zmanjša avtonomija po ravni cesti. Primer: Recimo, da je avtonomija kolesa 60 km, prevoziti pa želimo tudi višinsko razliko 200 m. 200 m torej predstavlja približno tretjino avtonomije kar se tiče klancev, torej se avtonomija po ravnem zmanjša za eno tretjino, to je 20 km in ostane le še 40 km.

Elaphe, Gorazd in Ram, avgust 2008