

Šolski center Celje
Poklicna in tehniška strojna šola

KOLO S POMOŽNIM MOTORJEM

Avtorji:

Boštjan HORJAK, S-4.b
Mitja CEROVŠEK, S-4.b
Jenej DROFENIK, S-4.b

Mentor:

dr. Ivan GUBENŠEK, univ. dipl. inž. str.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2007

Šolski center Celje

Poklicna in tehniška strojna šola

KOLO S POMOŽNIM MOTORJEM

Avtorji:

Boštjan HORJAK, S-4.b
Mitja CEROVŠEK, S-4.b
Jenej DROFENIK, S-4.b

Mentor:

dr. Ivan GUBENŠEK, univ. dipl. inž. str.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2007

1. KAZALO

1. KAZALO	3
2. KAZALO SLIK	4
3. KAZALO PREGLEDNIC	4
4. POVZETEK	5
5. UVOD	6
6. HIPOTEZE	7
7. NAMEN IN CILJ RAZISKOVALNE NALOGE	8
8. PRIMERJAVA PODOBNIH IZDELKOV	9
8.1. Kolo s pogonom motorja vinogradniške škropilnice	9
8.2. Skiro z elektro pogonom (avtomobilski zaganjač)	11
8.3. Serijsko kolo na električni pogon	13
9. POSTOPEK IZDELAVE OKVIRJA	15
10. IZDELAVA DVOSTOPENJKSEGA REDUKTORJA	18
11. PRENOSNIK MOČI IN MOMENTA	20
12. IZRAČUN POGONSKEGA SKLOPA	22
12.1. Znani podatki pogonskega sklopa	22
12.2. Izračun potrebnega prestavnega razmerja	22
12.3. Zasnova pogonskega sklopa	23
13. ZAKLJUČEK	25
14. LITERATURA	27
15. ZAHVALA	28

2. KAZALO SLIK

Slika 1: Kolo s pogonom motorja škropilnice.....	10
Slika 2: Kolo s pogonom motorja škropilnice 2.....	10
Slika 3: Skiro na el. Pogon	12
Slika 4: Skiro na el. Pogon	12
Slika 5: Kolo na el. Pogon.....	14
Slika 6: Kolo na el. pogon – akumulator.....	14
Slika 7: Kolo med izdelavo	15
Slika 8: Pobarvan okvir kolesa	16
Slika 9: Okvir s kolesi	17
Slika 10: Reduktor	18
Slika 11: Motorna žaga na katero je nameščen reduktor	19
Slika 12: Prenosniki moči in momenta.....	20
Slika 13: Reduktor	21
Slika 14: Verižniki na zadnjem kolesu.....	21
Slika 15: Končen izdelek.....	26

3. KAZALO PREGLEDNIC

Tabela 1: Preglednica primernih zobnikov reduktorja	23
---	----

4. POVZETEK

V tej raziskovalni nalogi smo se lotili izdelave kolesa s pogonom z motorno žago Jonsered. Ugotovili smo, da ima motor motorne žage bistveno preveliko število vrtljajev, zato smo jih zmanjšali z primernim reduktorjem, ki smo ga v celoti skonstruirali in izdelali. Prav tako smo izdelali celoten okvir kolesa, ki je popolno vzmeten. s simboličnim pogonom na pedala.

5. UVOD

Za to raziskovalno delo nam je bil cilj izdelati kolo s motornim pogonom za katerega ni potrebna nobena registracija oziroma se je dovoljeno voziti po cestah. Izbirali smo motorje pri čemer smo ugotovili, da je najprimernejša in najzanimivejša motorna žaga. Izdelali smo popolnoma vzmeteno konstrukcijo kolesa. Avtohtonost kolesa smo ohranili s stopalkami kolesa.

6. HIPOTEZE

Na podlagi zastavljenih ciljev in po pogovoru z mentorjem smo postavili hipotezo naše raziskovalne naloge:

Ali je možno izdelati kolo s pomožnim motorjem, za katerega ne rabimo voziškega dovoljenja in registracije, kot je to pri kolesih z motorjem (mopedih)?

Predvidena največja hitrost je 60 km/h.

Predvidena masa pa je okrog 45 kilogramov.

7. NAMEN IN CILJ RAZISKOVALNE NALOGE

Namen te raziskovalne naloge je, da skonstruiramo kolo s pomožnim motorjem katerega namen je vožnja po javnih površinah in v cestnem prometu brez voziškega dovoljenja ter brez registracije tega vozila. Izdelali smo kolo s pomožnim motorjem. Kolo je popolnoma vzmeteno. Sprednje vilice smo izdelali sami, zadnji amortizer pa je kupljen. Reduktor, ki smo ga izdelali sami, je nameščen na motorno žago. Glavna funkcija reduktorja je zmanjšanje števila vrtljajev in povečanje momenta na izhodni gredi.

8. PRIMERJAVA PODOBNIH IZDELKOV

Predstavili vam bomo nekaj znanih izdelkov. Natančno in sistematično smo preučili tehnično izvedbo posameznih izdelkov. Zanimale so nas predvsem prednosti in slabosti. Pri zasnovi našega kolesa smo upoštevali prednosti, njihovim slabostim pa smo se skušali izogniti.

8.1. *Kolo s pogonom motorja vinogradniške škropilnice*

Kolo na spodnji sliki ima določene prednosti in slabosti:

Prednosti:

- dokaj lahka izvedba,
- majhen in enostaven za transport.

Slabosti:

- brez pedal, zato ne moremo “pomagati” motorju v klancu, ko mu zmanjka moči,
- majhna kolesa in brez vzmetenja, zato je vožnja bistveno manj udobna in varna,
- brez sklopke, zato zagon ni enostaven in na mestu ne moremo počakati z delujočim motorjem,
- položaj motorja je neugoden – nevarnost prevrnitve nazaj.



Slika 1: Kolo s pogonom motorja škropilnice



Slika 2: Kolo s pogonom motorja škropilnice 2

8.2. Skiro z elektro pogonom (avtomobilski zaganjač)

Skiro je bil izdelan pri praktičnem pouku na Šolskem centru Celje. Izdelali so ga nekateri naši sošolci.

Prav tako smo si ga pred izdelavo našega kolesa ogledali in preučili ter ugotovili naslednje prednosti in slabosti.

Prednost tega skiroja:

- ekološko neoporečen (če pozabimo na akumulator),
- tiho delovanje (udobna vožnja);

in slabosti:

- zelo nestabilen zaradi majhnih koles in slabo delujočega vzmetenja,
- zelo kratka prevožena pot z enim polnjenjem akumulatorja,
- brez regulacije vrtljajev motorja,
- pogona ni mogoče ločiti od gnanega kolesa (brez sklopke),
- relativno velika mase (akumulator),
- dolgo obdobje polnjenja akumulatorja,
- ker avtomobilski zaganjač ni namenjen za dolgo obratovanje, se zelo segreje,
- polno moč ima le malo časa na začetku.



Slika 3: Skiro na el. Pogon



Slika 4: Skiro na el. Pogon

8.3. Serijsko kolo na električni pogon

To kolo ima električni pogon in se ga da kupiti v trgovini.

Prednosti tega kolesa:

- brez onesnaževanja okolja,
- ima pedala za pogon v primeru izpraznjene baterije in za pomoč motorju,
- ima velika kolesa, kar poskrbi za stabilnost;

in slabosti:

- majhna dosežena hitrost (caa. 23 km/h),
- težka baterija (13 kilogramov),
- dolg čas polnjenja baterije (8 ur)m
- nevzmeten,
- maksimalni naklon, ki ga lahko premaga je zelo majhen (6 %).



Slika 5: Kolo na el. Pogon



Slika 6: Kolo na el. pogon – akumulator

9. POSTOPEK IZDELAVE OKVIRJA

Najprej smo kupili različne dimenzije tankostenskih cevi, ki smo jih ustrezno preoblikovali in obdelali. Veliko delov je bilo potrebno stružiti in rezkati za ustrezno prileganje.

Cevi smo sproti rezali in jih čelno poravnali na stružnici. Sledila je obdelava na rezkalnem stroju. Tako smo dosegli dobro prilagajanje cevi pri varjenju. Cevi smo ukrivljali v toplem stanju s segretjem mesta pregiba do testastega stanja. Pripravljene cevi ogrodja smo zvarili s postopkom TIG. Za kolesa smo uporabili platišča motornega kolesa Tomos. Vse ostale elemente konstrukcije kolesa smo izdelali sami, razen balance.



Slika 7: Kolo med izdelavo

Varjena konstrukcija je bila peskana v celoti. Takšno smo zaščitili z barvanjem. Nekateri sestavni elementi konstrukcije so pocinkani.

Med snovanjem, konstruiranjem, izdelavo in montažo smo se veliko naučili ter pridobili veliko novih izkušenj.



Slika 8: Pobarvan okvir kolesa



Slika 9: Okvir s kolesi

10. IZDELAVA DVOSTOPENJKSEGA REDUKTORJA

Najtežje je bilo izdelati reduktor. Ohišje je varjeno iz preoblikovane pločevine. Zobniki v njem so izdelani po postopku odvalnega frezanja. Naš cilj je bil, da je reduktor čim manjši. Zato smo se odločili za dvostopenjski reduktor s čelnimi zobniki in ravnimi zobmi. Za povezavo sklopke in reduktorja smo naredili ustrezno natično utorno prirobnico. Ob vsakem izhodu gredi sta poleg ležajev še radialno tesnilo.



Slika 10: Reduktor



Slika 11: Motorna žaga na katero je nameščen reduktor

11. PRENOSNIK MOČI IN MOMENTA

Za prenos moči na zadnje kolo smo uporabili členkasto verigo. Iz reduktorja je veriga neposredno speljana na verižnik zadnjega kolesa, s pedalov pa je veriga speljana preko napenjalca na zadnji verižnik. Pri tem ima pogonski verižnik (le za stopalki kolesa) vgrajeno sklopko s prostim tekom v eno smer, kar zagotavlja, da se med vožnjo stopalki ne vrtita prisilno.

Izstopni vrtljaji na motorju znašajo $7000\text{-}8500\text{ min}^{-1}$.



Slika 12: Prenosniki moči in momenta



Slika 13: Reduktor



Slika 14: Verižniki na zadnjem kolesu

12. IZRAČUN POGONSKEGA SKLOPA

12.1. Znani podatki pogonskega sklopa

Podatki o pogonskem motorju:

- motor z notranjim zgorevanjem (dvotaktni bencinski motor),
- prostornina motorja 80 cm^3
- največja moč $P = 4 \text{ kW}$,
- največji vrtljaji motorja $n = 8500 \text{ min}^{-1}$.

Predvidena hitrost kolesa je 60 km/h .

Premer kolesa je 520 mm .

12.2. Izračun potrebnega prestavnega razmerja

Na osnovi predvidene hitrosti in premera kolesa dobimo vrtljaje pogonskega kolesa po naslednjem izračunu:

- Obodna hitrost kolesa,

$$v = \frac{60}{3.6} = 16.67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Kotna hitrost kolesa,

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{16.67}{\frac{0.52}{2}} = 64 \text{ s}^{-1}$$

- Vrtljaji pogonskega kolesa,

$$n_k = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 64}{\pi} = 612 \text{ min}^{-1}.$$

Potrebno prestavno razmerje je torej

$$i = \frac{n}{n_k} = \frac{8500}{612} = 13.89.$$

12.3. Zasnova pogonskega sklopa

Prenos momenta na zadnje kolo bo izveden preko členkaste verige. Na voljo sta verižnika s številom zob $z_{v1} = 12$ in $z_{v2} = 38$. Prestava verižnikov je

$$i_v = \frac{z_{v2}}{z_{v1}} = \frac{38}{12} = 3.167$$

Preostali del redukcije vrtljajev bo izveden z reduktorjem

$$i_r = \frac{i}{i_v} = \frac{13.89}{3.167} = 4.39$$

Zahtevana prestava reduktorja je sicer izvedljiva z enim zobniškim parom, vendar posledica tega je relativno veliki reduktor (drugi zobnik je 4.39 krat večji kot prvi). Odločimo se za dvostopenjski reduktor z ravnimi čelnimi zobmi. Pri tem naj bi bile obe prestavi enaki, torej je prestava ene stopnje

$$i_{r1} = \sqrt{i_r} = \sqrt{4.39} = 2.09$$

Spodnja tabela prikazuje potrebno število zob večjega zobnika pri izbranem številu zob manjšega zobnika in zahtevani prestavi 2.09

Tabela 1: Preglednica primernih zobnikov reduktorja

z_1	Ocena z_2	z_2	Odstopanje prestave [%]
10	20,90	21	0,48
11	22,99	23	0,04

12	25,08	25	-0,32
13	27,17	27	-0,63
14	29,26	29	-0,90
15	31,35	31	-1,13
16	33,44	33	-1,33
17	35,53	36	1,31
18	37,62	38	1,00
19	39,71	40	0,73

Na meji tehnične izvedljivosti je prvi primer. Odločili smo se za prvo varianto, saj tako dobimo najmanjši reduktor.

Prestava reduktorja je tako

$$i_r = \frac{21}{10} \cdot \frac{21}{10} = 4.41,$$

in odstopanje prestave je pri tem 0.48%. Prestava je nekoliko večja, zato je končna predvidena hitrost za enak procent manjša oz. znaša 59.65 km/h.

Za zobnike smo izbrali normalni modul $m_n = 2\text{ mm}$, ker imamo na voljo ustrezno orodje za izdelavo zobnikov.

Opravili smo še celotni izračun geometrije in trdnosti zobnikov. V prilogi so rezultati izračuna. Izračun kaže, da je predlagan modul primerno izbran na varni strani.

13. ZAKLJUČEK

Z raziskovalno nalogo smo dokazali, da smo se v dosedanem šolanju nekaj naučili. V tej nalogi smo povezali vso dosedanje znanje, ki smo ga pridobili pri različnih predmetih. Na začetku se nam je zdela naloga lažja, kot smo ugotovili na koncu. Kljub približno 300 uram, ki smo jih porabili za izdelavo smo ob prvi preizkusni vožnji ugotovili, da je bil naš trud poplačan. Preučevali smo različne podobne projekte in ugotovili njihove prednosti in slabosti, ki smo jih upoštevali pri našem projektu. Ugotovili smo tudi, da tudi naš izdelek ni brez napak.

Realnih stroškov ni mogoče oceniti, saj je bilo vloženega veliko truda in dela v prostem času.

Naš projekt izpolnjuje vse zastavljene zahteve (hipoteze), nekatere celo presega. Maso kolesa smo uspeli zmanjšati na celo 40 kg.

Zato smo ponosni na svoje opravljeno delo.



Slika 15: Končen izdelek

14. LITERATURA

- 1. Bojan Kraut, Krautov strojniški priročnik (Ljubljana 2002)**
- 2. Igor Janežič, Strojni elementi 1 (Ljubljana 2001)**
- 3. Razni ustni viri**
- 4. Razne internetne povezave**

15. ZAHVALA

Zahvaljujemo se mentorju dr.Ivanu Gubenšek za usmerjanje pri raziskovalni nalogi. Nenazadnje se zahvaljujemo vsem, ki so kakorkoli pomagali pri realizaciji projekta.