

**Šolski center Ptuj,
Elektro in računalniška šola
Volkmerjeva c. 9
2250 Ptuj**

Lancova vas, marec 2012

**Elektrogravinamično ionsko plovilo
(raziskovalno poročilo)**

**Avtor dela: Arne Korsika
Mentor: Franc Vrbančič**

Zahvala

Zahvaljujem se mentorju se vsem, ki so mi pri izvedbi projekta kakorkoli pomagali. Še posebej pa se zahvaljujem mojemu mentorju g. Francu Vrbančiču, ki ni obupal nad mano in projektom.

Kazalo

vsebine

Povzetek	4
Abstract.....	4
Uvod v raziskovalno področje.....	6
1 Nastanek in zgodovina elektrolevitacije	6
EGDI plovilo	8
Opis delovanja EGDI plovila	8
Matematično-fizikalni opis delovanja modela.....	9
Opredelelitev problema z raziskovalnim vprašanjem.....	10
Izvedba EGNI plovila.....	12
Izbira materiala za gradnjo plovila	12
Izvedba strojnega dela plovila	12
Vir energije z izvedbo pogona in krmilnim delom	13
Zunanji vir napajanja	13
Notranji vir napajanja	13
Alternativni viri energije	13
Vodikova gorivna celica.....	13
Mikrovalovi	14
Sončna energija.....	14
Krmilno-regulacijski sistem	15
Krmilje.....	15
Dokazovanje raziskovalnih vprašanj	16
Rezultati in vrednotenje rezultatov	18
Korsika faktor	18
Zaključek	20
Literatura in viri:.....	21

Kazalo slik

Slika 1: Osnovna zgradba plovila.....	8
Slika 2: Izvedba konstrukcije.....	12
Slika 3: Princip krmiljenja.....	15

Kazalo tabel

Tabela 1: Strokovne besede in kratice.....	5
Tabela 2: Razvoj ionske tehnologije skozi čas.....	7

Kazalo enačb

E.1 Enačba za izračun sile.....	22
E.2 Primer izračuna sile.....	9
E.3 Izračun električne moči I.....	19
E.4 Izračun električne moči II.....	20
E.5 Vrednost električne moči.....	20

➤ **Povzetek**

Človek je že od nekdaj zrl v nebo ter si želel poleteti in biti svoboden kot ptica. Z razvojem znanja, tehnike in tehnologij, mu je to sčasoma tudi uspelo. Odkril in razvil je materiale in goriva ter postopoma izpopolnjeval raznovrstna plovila, ki mu omogočajo uspešen vzlet, letenje in varen pristanek.

A večina teh plovil je hrupna in okolju neprijazna. Zato smo se v nalogi odločili razviti plovilo, ki nima prej omenjenih pomanjkljivosti oziroma so le-te izražene v manjši meri. Ali je z današnjimi materiali sploh mogoče izdelati takšno vozilo, kakšne vrste pogona izbrati, so glavna vprašanja naše raziskovalne naloge.

Ključne besede: elektrolevitacija, elektrogravinamika, termodinamika,

➤ **Abstract**

Man has always wanted to fly. With the development of skills, techniques and technologies, we eventually succeeded. Discovered and developed the materials and fuel, and gradually perfected versatile vessel, allowing him to successfully take off, fly, and land safely.

A majority of these vessels are noisy and environmentally unfriendly. We have therefore decided to develop a vessel, which is quiet and environmentally friendly. Today's materials do make it possible for such a vehicle. The type of electric source to drive you choose, these is also the main questions of our research.

Index Terms: electro levitation, electrogravinamics, thermodynamics

Strokovne besede in kratice

Kratice, pojem	prevod	Razlaga
elektrogravinamika		Te beseda zaenkrat ne najdemo v slovenskem knjižnem jeziku. Bi pa jo kot strokovnjak predlagal, da se uvede v strokovno terminologijo na področju Newtonove fizike sil, elektro-levitacije in termodinamike.
elektrolevitacija		Veda, ki preučuje lebdenje (elektro lebdenje)
volt		Merska enota s katero merimo električno napetost

➤ Uvod v raziskovalno področje

Elektrogravinamično ionsko plovilo, v nadaljevanju EGDI plovilo je plovilo, ki lebdi. Plovilo ima osnovno zgradbo asimetričnega konednzatorja, efekt lebdenja pa naprava povzroča s pomočjo električnih polj.

Plovilo ima zgodovino, ki sega nazaj vse do leta 1900, ko je s podobnimi kondenzatorji eksperimentiral Nikola Tesla. Tehnologija ni bila nikoli raziskana v podrobnosti oz. ni bila razkrita javnosti, predvsem zaradi interesov velesil, ki so ščitile svoje interese. Prvi mit o plovilu se prične v nacistični Nemčiji 1929 leta, ko so znanstveniki pričeli z izdelavo plovila, ki naj bi delovalo na podobnem principu. Poimenovali so ga Vril I, sledila pa so mu še druga plovila, kot so Haunebu itd.

Možnosti uporabe tovrstnih plovil je široka. Če bi bila plovila tehnološko dovolj dovršena in sposobna dvigovati težja bremena bi jih lahko npr. uporabljali v skladiščih za prenos paketov, na pošti za lokalne prenose fizične pošte, kot varnostne sisteme (stražarji, video nadzor s ptičje perspektive), za čiščenje oken na stolpnih oz. težje dostopnih stavbah, nenazadnje tudi za prevoz ljudi, če bi zamenjali kerozinske motorje na komercialnih letalih za elektrogravinamične.

Danes potekajo raziskave o tovrstnih pogonih, vendar so le-te klasificirane.

.1 Nastanek in zgodovina elektrolevitacije

Zgodnji razvoj SS E-IV (Entwicklungsstelle 4), raziskovalna skupina SS kulta "Order of the Black Sun" (Red Črna Sonca) je bila zadolžena raziskati področje alternativnih pogonov, ki bi tretjemu rajhu omogočili osvoboditev od fosilnih goriv. Njihova naloga je bila razviti alternativne pogone in goriva.

Leta 1939 je revolucionaren elektro-magnetno-gravitacijski motor izboljšal oz. nadgradil Hans Coler z napravo za pridobivanje energije iz „zraka“ v pretvornik energije združen s tračnim Van De Graafvim generatorjem ter z Maronijeveim vorteksni m dinamom (sferična posoda v kateri je tekoče srebro) in ki proizvaja močna rotirajoča elektromagnetna polja, ki vplivajo na gravitacijo, da plovilu zmanjšuje maso. Poimenovali so ga The Thule Triebwerk (Thrustwork oz. Tachyonator-7 pogon) in je bil vgrajen na Thule plovilo, ki je imelo je obliko letečega krožnika.

Od 1935 naprej je združenje iskalo kraj kjer bi preizkušali in snovali podobna plovila. Danes se ta kraj imenuje Hauneburg.

Eno izmed zgodnje zasnovanih plovil po imenu Haunebu I (zgrajena sta bila dva prototipa) naj bi imelo premer petindvajset metrov, s plovilom pa naj bi upravljalo osem ljudi. Dosegalo naj bi izjemne hitrosti (tudi do 4.800 km/h), vendar samo v nižinah. Nadaljni razvoj naj bi omogočil hitrosti vse do 17.000 km/h in vzdržljivost brez postanka do osem ur. Da je lahko plovilo zdržalo izjemne temperature pri tako velikih hitrostih je moralo imeti poseben ščit, tako imenovan Victalen (Zmrznejn dim). Plovilo naj bi imelo kar dva takšna ščita. Victalen je bil izumljen in razvit v letu 1930.

Leta 1939 je bil opravljen in dokumentiran prvi uspešen polet s tovrstnim vozilom. Kasneje leta 1944 je bil izdelan prfekcioniran model, ki je bil namenjen vojni uporabi.

Tabela 2: Razvoj ionske tehnologije skozi čas

Leto	Opis dogajanja
pred 1900	<p>I. Nikola Tesla izvaja posikuse z asimetričnimi kondenzatorji oz. potekom silnic med elektrodami, kdadar le te niso enake oblike.</p> <p>II. Marconi bi naj izdelal vorteksni motor. Uporabil naj bi živo srebro. Motor ni proizvajal mehanske sile, vendar močno elektro/magnetno rotirajoče polje.</p> <p>III. Van der Graff izumi poseben generator statične elektrike. Posebnost tega je bila proizvodnja izredno visoke napetosti.</p> <p>IV. Thomson Brown izvaja poizkuse z asinhronimi kondenzatorji in vplivom ionov na površini kril plovila (zmanjšanje zračnega upora).</p>
1931	I. Ustanovljen Red črnega sonca.
1936	I. Ustanovijo prvo testno bazo za testiranje plovil in tovorskih motorjev. Baza se je nahajala v Hauneburgu.
1939	I. Naj bi bil opravljen prvi polet s tvorstnim plovilom.
1944	I. Izdelan je prfekcioniran vojni model plovila (v Nemčiji).
2000 -	I. Na ameriškem patentnem uradu NASA patentira skorajda identičen patent, kot je bil patentiran leta 1934 v Nemčiji. Patent je vložil BMW(avtomoto proizvajalec).

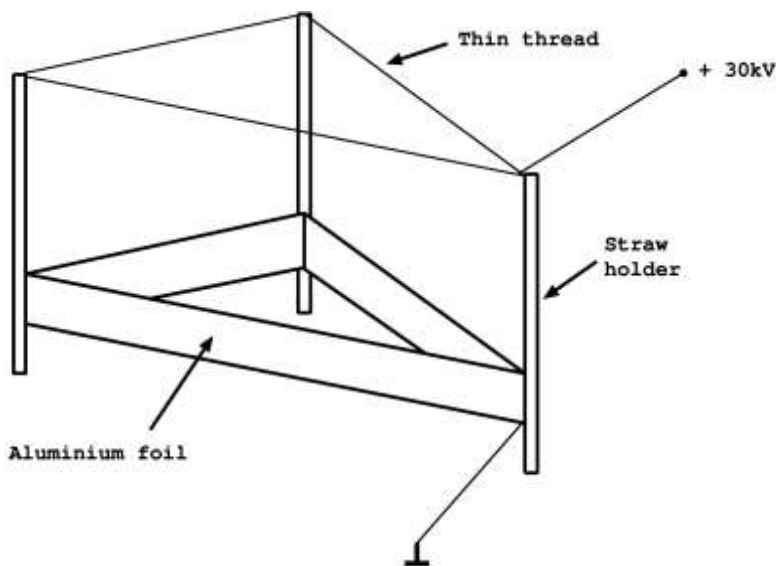
➤ EGDI plovilo

Opis delovanja EGDI plovila

EGDI plovilo je asimetričen kondenzator, ki za svoje delovanje potrebuje vir napajanja 20 kV.

Kadar zagotovimo vir napajanja (od 20KV dalje) na kondenzator katerega elektrodi sta različnih velikosti. Med elektrodama se ustvari sila, ki je usmerjena proti manjši elektrodi in jo imenujemo Biefeld-Brown efekt. Tak efekt sem potrdil z izgradnjo štirih modelov z različnimi dimenzijami elektrod. Efekt ima možnost pogona plovila in dielektričnih pump.

Fizikalno ozadje dogajanja temelji na dejstvu, da se v tuljavi inducira napetost, če se nahaja v izmeničnem magnetnem polju. Pojav je opisan z zakonom, ki ga je odkril britanski fizik Michael Faraday, ko spremenljivo magnetno polje skozi prevodno zanko na sponkah te zanke vsili napetost, ki je sorazmerna jakosti ter frekvenci spreminjanja polja. Še vedno pa ni znano kako in zakaj Biefeld-Brown efekt dejansko deluje. V glavnem se diskusije odvijajo okrog dveh teorij delovanja. Prva prikazuje delovanje efekta na principu vzgona (Newtonova fizika), ki kljubuje gravitaciji oz. deluje v obratni smeri gravitacije. Druga pa prikazuje delovanje efekta, kot nekaj kar vpliva na gravitacijo, jo spreminja in ji ne kljubuje.



Slika 1: Osnovna zgradba plovila

(vir: <http://www.ionocrafts.net/craft/simplecraft.gif>)

Če bi bilo plovilo sestavljeno iz, npr., tisoč celic. Kar bi bilo potrebno, da zagotovimo avtonomnost plovila oz. omogočimo, da bo zmožno nositi breme napajanja in krmilno regulacijskega sistema. Da lahko izračunamo nosilnost plovila moramo poznati dvižno moč posamezne celice. To moč preprosto pomnožimo s tisoč in dobimo izhodno dvižno moč.

Primer:

$P_{ds} = P_d * 1000$, ker je P_{ds} skupna dvižna moč in P_d dvižna moč posamezne celice. Ta izračun moči velja samo takrat, kadar imamo pravo razmerje med številom celic, ki so zložene ena na drugo in razmerje med celicmi, ki so zložene ena zraven druge.

Matematično-fizikalni opis delovanje modela

Kot je že omenjeno še vedno ni povsem znano, kako ta efekt deluje. Vendar se bomo osredotočili na Newtonove zakone, ki nam bodo podali matematično podporo za izračun proizvedenih sil. Torej bomo za izračun sile uporabili zakon iz dela elektro-hidrodinamike, ki nam poda silo:

$$F = (I * d) / k \quad \text{E.1}$$

Za izračun sile F moramo poznati sledeče parametre:

- I = električni tok [A]
- d = razdalja med pozitivno in negativno elektrodo [m]
- k = mobilnostni koeficient ionov ($2 * 10^{-4}$)

Primer izračuna:

Podani parametri:

$$I = 0.001 \text{ A}$$

$$d = 0.05 \text{ m}$$

$$k = 2 * 10^{-4}$$

Podatke vstavimo v enačbo E.1 in dobimo:

$$F = (0.001 \text{ A} * 0.05 \text{ m}) / 2 * 10^{-4} = 2.5 \text{ N} \Rightarrow 2.5 \text{ kg(m/s}^2\text{)} \quad \text{E.2}$$

➤ **Opredelitev problema z raziskovalnim vprašanjem**

Namen raziskovalne naloge je preučiti materiale in dosegljivo znanje, ki bi nam koristilo pri načrtovanju, izdelavi in testiranju plovila na »levitacijski« pogon. Plovilo naj bi naj imelo lasten vir napajanja ter ustrezni krmilno-regulacijski sistem.

Področje raziskovanja bomo opredelili v obliki raziskovalnih vprašanj:

V1: *»Je s trenutno dosegljivo tehnologijo in znanjem možno izdelati avtonomno plovilo na ionski pogon?«*

V2: *»Je s trenutno dosegljivo tehnologijo in znanjem možno izdelati avtonomno plovilo na ionski pogon, ki ga lahko krmilimo?«*

Obrazložitev raziskovalnih vprašanj

Če hočemo potrditi raziskovalno moramo potrditi naslednje:

- dosegljivost in razumljivost znanja, ki je na razpolago,
- dosegljivost ustreznega materiala, iz katerega bo zgrajeno plovilo,
- plovilo bo gnano z virom, ki bo na plovilu,
- plovilo se bo avtonomno pomikalo,
- tehnološka rešitev plovila je možna.

Dosegljivost znanja bomo preverili z metodo iskanja in študija preverljivih pisnih in drugih virov, ki vsebujejo znanja, ki bi nam koristila pri načrtovanju in gradnji plovila. Razumljivost znanja bomo dokazovali s študijo trenutnega vzgojno-izobraževalnega procesa in vsebin, ki se pojavljajo v njem.

Dosegljivost materiala bo dokazana, ko bomo dokazali dosegljivost sestavnih delov plovila:

- ogrodje plovila,
- pogon,
- vir energije,
- elementi krmilno regulacijskega sistema.

Avtonomnost plovila je dodaten pogoj, ki bo neposredno vplival na potrjevanje raziskovalnega vprašanja. Plovilo bomo smatrali za avtonomno takrat, ko bo vir energije, ki je potreben za dvig in premik plovila, na plovilu. Torej za potrditev drugega vprašanja ne dovolimo napajana od zunaj za časa trajanja leta. Kot zunanje vire energije izjemoma dovolimo sončno (svetlobno) energijo.

Pod pojmom „trenutno dosegljivi mobilni viri energije“ imamo v mislih: baterije, sončne celice, vodikova gorivne celice, mikrovalovi in bencinski pogon. Ti viri nimajo ugodnega razmerja med maso in količino sproščene energije, ki bi jo lahko koristno uporabili pri našem plovilu, kar bomo pokazali tudi v nadaljevanju v posebnem poglavju.

V kontekstu naloge nam tehnološka rešitev plovila pomeni, da znamo materiale, znanje, vire energije in pogon ustrezno izbrati in povezati, da bo plovilo lebdelo in se pomikalo vsaj za kratek čas.

➤ Izvedba EGNI plovila

Izbira materiala za gradnjo plovila

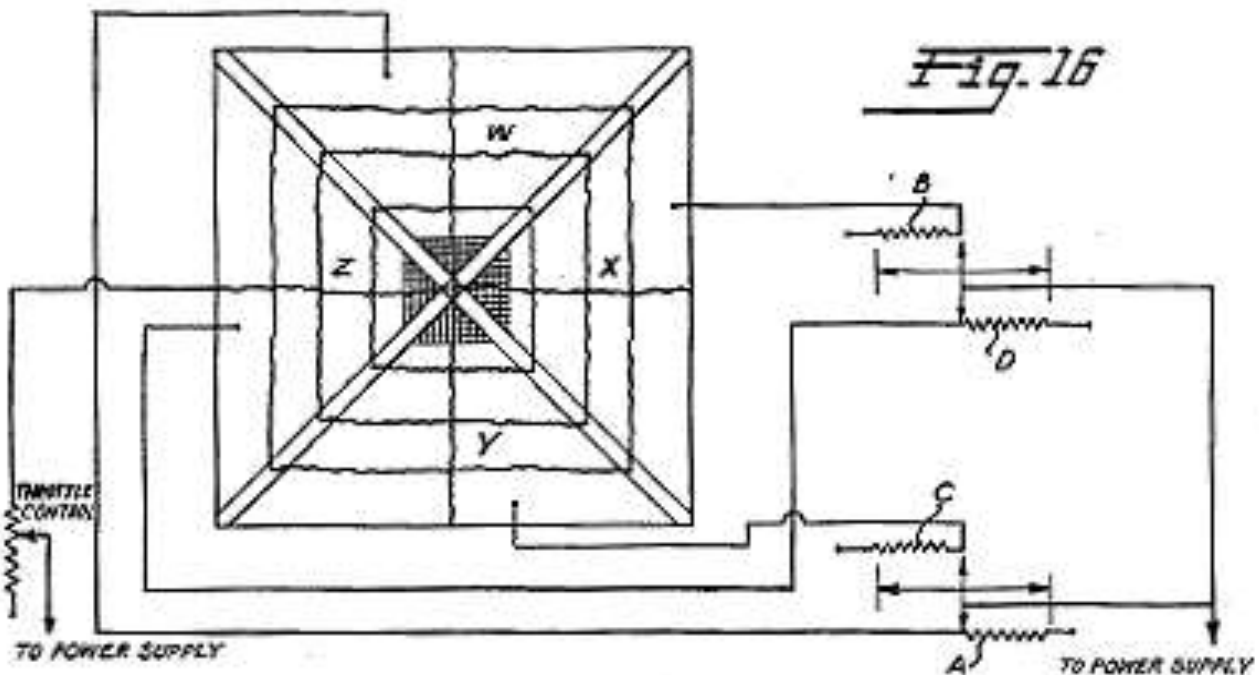
Pri izbiri materialov za konstrukcijo plovila smo upoštevali kriterije:

- teža,
- prožnost (odporen na tresljaje in udarce),
- enostavno za spajanje in oblikovanje,
- cena,
- splošna dostopnost oziroma dobavljivost,
- ekološka neoporečnost,
- požarno varen.

Predlagane so karbonske palice (*****), bambus (****) in balsa les (***). Zardi cenovne dostopnosti in nasploh dostopnosti materiala v pravi obliki sem za torej izbral balso. Balza je že znan in zanesljiv gradnik modelarskih projektov (RC letala, baloni, itd.)

Izvedba strojnega dela plovila

Za izvedbo strojnega dela oz. konstrukcije sem izbral kvadratno obliko plovila (glej Slika 2:)



Slika 2: Izvedba konstrukcije
(vir: <http://www.blazelabs.com/pics/deserver16.gif>)

Vir energije z izvedbo pogona in krmilnim delom

Pogon je sestavljen iz treh delov:

- vira energije,
- pogona in
- krmilni del pogona.

Zunanji vir napajanja

Za zunanji vir napajanja sem izdelal visokonapetostni vir. Izdelan je iz odpadnih delov televizij in računalniških monitorjev. Vse karakteristike so enake kot pri notranjem viru. Izhodna napetost je približno 30KV. Izhodni tok pa je nekoliko višji, kot je pri notranjem napajalnem viru.

Notranji vir napajanja

Notranji vir napajanja je sestavljen iz baterije, generatorja frekvence, visokonapetostnega transformatorja in kaskadnega vezja. Generator frekvence je znan taktni polprevodniški element NE555. Priskrbi nam kvadratni signal s katerim krmilimo tranzistor, ki je v našem primeru uporabljen kot stikalo, ki krmili vhodno napetost transformatorja. Izhodno napetost pa še multipliciramo oz. množimo s kaskadnim vezjem (ponavadi približno 10x). Izhodna napetost je približno 30kV. To zadošča za delovanje plovila.

Izhodna napetost baterije je 12V. Če sledimo Ohmovemu zakonu, ki govori o sorazmerju med upornostjo, napetostjo in tokom, ugotovimo, da je izhodni tok (v kolikor je izhodna napetost 30KV) zelo majhen. Večina naprav, ki jih uporabljamo porabljajo tok. Pri tem plovilu pa je posebnost, da je tok sicer potreben, saj brez kombinacije toka, napetosti in upornosti (bremen) elektrika ne „steče“, je pa poraba toka zanemarljiva, saj plovilo porablja za svoje delovanje napetost.

Uporaba notranjega vira je problem le zaradi teže.

Alternativni viri energije

Tehnologija nam omogoča več vrst napajanja. Kot smo prej omenili plovilo ne sme biti fizično povezano s čemerkoli, kar ni sestavni del plovila. Obstajajo pa viri energije, ki niso na noben način fizično povezani s plovilom, ob tem pa tudi niso del plovila. Te viri so naprimer mikrovalovi.

Vodikova gorivna celica

Vodikova gorivna celica je sistem, ki iz vodika in kisika (dva najpogostejša elementa na Zemlji) proizvaja elektriko. Sicer je iz teh dveh elementov več načinov pridobivanja električne energije (npr. z motorjem na notranje izgorevanje, ki je priključen na generator, parne turbine, itd.), vendar pa je najbolj zanesljiva prav uporaba gorivne celice. Čeprav nam samo ime pove, da naj bi šlo za izgorevanje, pa temu ni tako.

Kot vemo je vodik sestavljen iz pozitivnega atomskega jedra in enega elektrona. Znano pa nam je tudi, da je električna energija tok elektronov.

Torej, da pridobimo električno energijo iz vodika potrebujemo sistem, ki bo vodikom odvzel elektron in ga „poslal“ po vodniku do porabnika. Znano pa nam je tudi, da imata vodik in kisik željo po združitvi. To je zelo koristno, saj za to reakcijo ne potrebujemo veliko energije.

Vodikova gorivna celica je sestavljena iz dveh ploščatih elektrod in posebne membrane, ki se nahaja med njima. V osnovi je zgradba enaka kondenzatorju z eno pomembno razliko. Namesto dielektrika, ki ga najdemo v kondenzatorjih imamo v vodikovi gorivni celici posebno membrano, ki ji z drugo besedo pravimo protonska membrana. Že ime samo nam pove, da je membrana namenjena prenosu protonov, za razliko pri kondenzatorju, kjer je dielektrik namenjen prenosu električnega naboja.

Da na elektrodah lahko izmerimo napetost moramo zagotoviti, da je na eni izmed elektrod vodik pod tlakom (potreben je minimalen tlak, skorajda zanemarljiv) in na drugi zrak pod tlakom (tudi tu je potreben tlak zanemarljiv, ni pa potrebno, da zagotovimo čisti kisik, zadovoljiv je zrak iz ozračja). Seveda pa moramo elektrode pritrditi in povezati vodnike na te pa priklopiti breme (porabnik), ki je v našem primeru elektrogravinamično plovilo.

Dobre lastnosti tega sistema so, da ni težko izvedljiv, relativno poceni, vodik je povsod (največ v vodi) in razmerje med težo in energijsko kapaciteto je izjemno.

Slabe lastnosti pa so, da je vodik izredno gorljiv, pravzaprav je najbolj eksploziven element, kar jih poznamo. To velja, če primerjamo posamezne elemente periodnega sistema in ne zmesi, ki pa kot vemo premorejo mnogo večje ekspozicije v enakih količinah, kot jih premore vodik in ki ga je tudi težko pridobivati. Približni Korsika faktor za vodikovo gorivno celico je $K_f = 184,62$ [glej poglavje 8]

Mikrovalovi

Mikrovalovi imajo veliko moč in majhne izgube pri prenosu energije na relativno velike razdalje. Mikrovalovi so del našega vsakdanjika. Uporabljamo jih v telekomunikaciji (mobiteli), v kuhinji (segrevanje hrane v mikrovalovni pečici), itd.

Za izdelavo takšnega vira energije bi potrebovali mikrovalovni oddajnik, ki bi bil pritrjen na tla in sprejemnik, ki bi bil pritrjen na plovilo samo.

Kot vemo pa imajo mikrovalovi slabo lastnost in sicer sevanje. Dokazano, da izredno slabo vplivajo na človeško tkivo in povzročajo močna obolenja. Vpliv sevanja na človeško telo ne moremo spremeniti, lahko pa omejimo sevanje na nekoliko manjša področja. Mikrovalove bi morali usmeriti v žarek, ki bi bil vedno usmerjen proti plovilu, da bi se to oskrbovalo z električno energijo. Ne smemo pa pozabiti, da bi uporaba mikrovalov, kot vir energije močno omejila plovilo saj bi mu onemogočila komunikacijo zunaj plovila. Mikrovalovi se uporabljajo kot medij za prenos signala. To pomeni, da bi bilo v bližini okolici oddajnika, ki je pritrjen na tla in sprejemnika na plovilo, območje radijske „tišine“. Približni Korsika faktor za mikrovalove celico je $K_f = 40$ [glej poglavje 8].

V tem primeru izračunan faktorja ni točen, saj se ni upoštevala izguba energije ob prenosu.

Sončna energija

Sonce in sončna energija je povsod in skorajda v neomejenih količinah. Danes težko najdemo kraj, kjer bi na nek način ne izkoriščali sončne energije; za ogrevanje vode, ogrevanje prostorov, pridobivanje elektrike. Pretvorbo sončne energije v električno na omogoča sončna celica. Sestavljena je iz polprevodniških elementov.

Je zanesljiv vir energije, vendar pa je realizacija plovila z sončnimi celicami izredno tehnično zahtevna in trenutno še nedosegljiva predvsem zaradi teže celic samih in usmerniških krmilij. Približni Korsika faktor za sončno energijo (sončne celice) je $K_f = 478,26$ [glej poglavje 8]

Fosilno gorivo

Eden izmed dosegljivih virov energije je bencin. Je relativno poceni in skorajda dosegljiv vsepovsod. Sicer pa uporaba fosilnih goriv ni nič novega, predvsem v avtomobilski industriji. Ker pa bencina ni moč direktno pretvoriti v pravo obliko energije oz. nam uporabno obliko energije, torej električno energijo, moramo uporabiti ustrezne pretvornike energije. Torej za pretvorbo bencina v električno energijo potrebujemo motor na notrenje izgorevanje in električni generator. Torej moramo bencin najprej stisniti pod velik pritisk in ga nato izgoreti, kar povzroči gibanje batnice po cilindru, to je

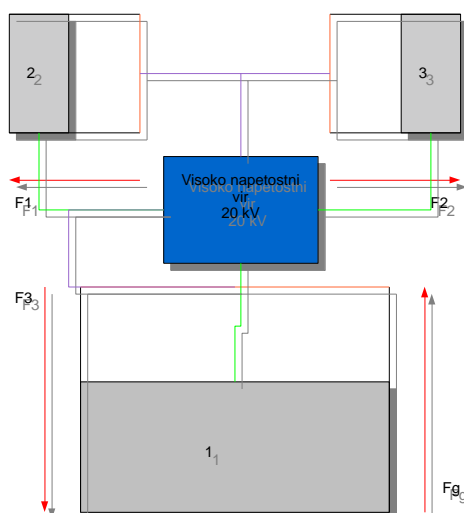
mehanska energija. To mehansko energijo potem prenesemo na os električnega generatorja, ki pretvarja iz mehanske energije v električno. Nato pa še vse skupaj priklopimo na napajalnik in imamo zagotovljen vir 20 kV. Bencin je zelo kaloričen (energetičen). Problem pri pretvorbi te energije je, da le to zahteva veliko postopkov. Naprave za izvajanje teh postopkov pa zavzamejo veliko prostora in predvsem preveč teže.

Približni Korsika faktor za vodikovo gorivno celico je $K_f = 112$ [glej poglavje 8]

➤ Krmilno-regulacijski sistem

Krmilje

Krmilje plovila je dokaj preprosto. Na dveh straneh plovila je en stranski ionski motor, ki bo poskrbel za premikanje v željeno smer. Te ionske motorje bomo krmilili z dvema tipkama, bosta priskrbeli zadostno energijo za motorje in posledično se bo plovilo pomaknilo v zeleno smer.



Zeleno vodilo je priključeno na pozitivni pol.
 Vijoličasto vodilo je priključeno na negativni pol.

Slika 3: Princip krmiljenja
 (vir: lasten)

➤ **Dokazovanje raziskovalnih vprašanj**

Pri dokazovanju trditev bomo uporabili metodo razčlenjevanja in našo kompleksno trditev razčlenili v delne trditve. Posamezno delno trditev bomo dokazovali s pomočjo študije obstoječih pisnih in elektronskih virov ter s pomočjo empiričnega preizkusa. Na osnovi rezultatov dokazovanja posameznih delnih trditev bomo sklepali na pravilnost osnovne trditve.

Dosegljivost in razumljivost znanja, ki je na razpolago

Če hoče učenec sestaviti delujočo napravo, mora poznati in razumeti:

- osnovne znanja konstruiranja (združevanje, podaljševanje, itd ...),
- osnovne gradnike elektronskih vezij (viri energije, baterija, žica, upor, stikalo, polprevodniška vezja, itd) in njihovo delovanje,
- osnove fizike,
- poznavanje lastnosti materialov.

Iz javno veljavnih podatkov:

- eden izmed ciljev javnih izobraževalnih programov je tudi: "učenci/dijaki" pridobijo znanja za uspešno rabo modernih komunikacijskih tehnologij za delo na strokovnem področju", ki se pojavlja v učnih načrtih za osnovno in srednjo šolo pri modulih in predmetih kot so: tehnika in tehnologija, računalništvo in dokumentacija, informacijski sistemi, informatika, knjižnična informacijska znanja in drugih. [5] Še več EU je ta cilj vnesla med kot temeljno smernico vseživljenjskega izobraževanja,
- cilj je zapisan tudi v [7],
- Evropska komisija za izobraževanje in usposabljanje na svojih spletnih straneh omenja [2], da ministri za šolstvo v članicah EU uvrščajo informacijske komunikacijske tehnologije med trinajst področij, ki so pomembna za vseživljenjsko izobraževanje,

lahko sklepamo, da je vsakdo, ki je uspešno končal vsaj 3. letnik srednjega strokovnega izobraževanja, da je informacijsko in tehnološko pismen. Torej zna uporabljati:

- računalnik
- internet
- uporabljati strokovno gradivo
- čitati in uporabljati pisna navodila
- napisati krajši pisni sestavek na izbrano temo.

Iz zapisanega lahko sklenemo, da obstaja za dijaka ustrezno, razumljivo in dosegljivo znanje, da lahko načrtuje, sestavi in testira plovilo na ionski pogon.

Dosegljivost ustreznega materiala

Naš sistem je sestavljen iz:

- Ogradje naprave je iz lesa (balze). Pozanimali smo se, da je balza priljubljen gradnik v modelarstvu. Iz tega sklepamo, da je balza splošno dosegljiv konstrukcijski material.
- Za delovanje naprave smo potrebovali tri vir napajanja (20 kV AC), baterije, balzo, aluminjasto folijo, bakreno žico, procesor in podoben elektronski material. Naštet material je enostavno in poceni dosegljiv v specializiranih trgovinah kot npr. Nano Elektronika d.o.o (Maribor) ali

IC Elektronika d.o.o.(Ljubljana). Na spletu smo tudi našli podatke, da je v vseh večjih slovenskih mestih (Maribor, Ljubljana, Koper, itd), razen Ptuja, povprečno vsaj ena podobno specializirana trgovina z elektronskim materialom kot: baterije, aluminjasta folija, bakrena žica, stikala, tipke in balza. Iz tega sklepamo, da potrebni elektronski materiali in elementi, ki jih potrebujemo za plovilo, splošno dosegljivi. Še več tovrstne elemente in materiale najdemo kar doma:

- aluminjasta folija je prisotna pri kuhi in jo je moč najti skorajda v vsakem gospodinjstvu),
- procesorje najdemo v modernih telefonih, računalnikih, daljincih, modernih avtomobilih, pralnih strojih in še kje,
- baterije se nahajajo v daljincih, otroških igračkah, namiznih urah, radijih. Skratka dosegljivo,
- glede žic verjetno ne rabimo posebej dokazovati, kje vse jih najdemo.

Kot dokaz, da je naštetih naprav v Sloveniji v izobilju navajamo raziskavo Statističnega urada RS ki dokazuje le to - *Uporaba informacijsko - komunikacijske tehnologije v gospodinjstvih in pri posameznikih, podrobni podatki, Slovenija, 2011 - končni podatki*. Izsledki raziskave kažejo, da je v prvem četrtletju 2011 imelo dostop do interneta 73 % gospodinjstev v Sloveniji. Sklepamo, da če hočeš biti povezan na splet in izvajati nakupe, potem moraš imeti vsaj računalnik in električno. Kar pomeni, da imaš tudi dostop do procesorja, žic, virov energije, motorčka v DVD-ju in motorčka ventilatorja, ki hladi procesor ...,

Glede na zapisano lahko potrdimo delni trditvi, da je v Sloveniji več kot dovolj možnosti, da poceni in enostavno pridobimo vse potrebno za izgradnjo plovila, kot smo si ga zamislili.

Dosegljivost ustreznega viar energije

Sklepamo lahko, da nas pri teoretični zasnovi napajalnega vira omejuje le naša domišljija, kakorkoli, pri praktični izvedbi pa nas močno omejujejo trg, saj nekaterih stvari preprosto ne razvijejo v smeri, ki bi nam bila ugodna, predvsem zaradi trenutne zadovoljivosti potrošnikov in zahtev od trga samega. Zatorej podjetja ne razvijajo določenih stvari (npr. lažjih sončnih celic) saj na trgu ni potrebe in, ker bi to lahko finančno ogrozilo podjetja.

Kot že prej omenjeno smo se odločili, da bi za notranji vir energije uporabili baterijo. Kaj je baterija? Baterija je zabojev energije. Baterija shranjuje energijo v primarni obliki. Ta oblika je tekočina (elektrolit). Kadar nanjo priključimo breme elektrolit reagira z svinčenimi elektrodami. Posledica tega je gibanje elektronov v določeni smeri. Temu gibanju elektronov pravimo pretok elektrike. Kot že namignjeno je sproščena energija iz baterije ob nekem danem bremenu električna energija. Ni pa edina energija. Prisotna je tudi toplotna energija, ki je v bateriji sami. Energiji sta premo sorazmerni med sami sabo. Torej več toka porabljamo večja je sprostitvev toplotne energije.

Reakcija med elektrolitom in svincem v bateriji je kemična reakcija. V kolikor bi znali izkoristiti atomsko energijo, ki je shranjena v bateriji, bi bila izhodna energija oz. moč mnogo večja in dlje trajajoča. Kot primer, če bi lahko koristili vso energijo atomov mobilnega aparata, bi lahko trideset dni oskrbovali z elektriko cel svet.

Tehnološka rešitev pomika plovila

Eden izmed raziskovalnih vprašanj je bilo, ali je možno krmiliti tovorstno plovilo. Plovilo je močno omejeno z dovoljeno težo, v kolikor želimo, da lebdi in se ne dotika tal. Prav tako samo zaradi teže bili omejeni pri izdelavi krmilja plovila. Predlagani so bili ventilatorji, razsmerna krila, itd... Odločili smo se, da ne levo in desno stran plovila pritrđimo dva dodatna ionska motorja. Kot že omenjeno bosta le ta „premikala“ plovilo v levo in desno oz naprej in nazaj.

Rezultati in vrednotenje rezultatov

Prva trditev

V1: »Je s trenutno dosegljivo tehnologijo in znanjem možno izdelati avtonomno plovilo na ionski pogon?«

S študijo materialov pisnih in drugih virov ter virov energij smo ugotovili, da so na razpolago ustrezni materiali, viri energij, pogoni in znanje, ki je dosegljivo in razumljivo srednješolcu, da lahko sestavi in izdelava plovilo.. Treba je le poudariti, da obstoječi viri energije nimajo ustreznega razmerja med maso in potiskom (faktor Korsika), da bi dosegli avtonomnost plovila kot smo ga definirali v raziskovalnem vprašanju V1. Kljub vsemu smo raziskovalno vprašanje zastavili tako, da nam omogoča priključitev zunanjega vira napajanja. Z zunanjim virom se teža plovila zmanjšala in plovilo lebdi in se pomika. Torej lahko potrdimo pravilnost prvega raziskovalnega vprašanja.

Druga trditev

V2: »Je s trenutno dosegljivo tehnologijo in znanjem možno izdelati avtonomno plovilo na ionski pogon, ki ga lahko krmilimo?«

Drugo raziskovalno vprašanje je skorajda identično prvemu, razlikuje pa se v tem ali je tovrstno plovilo moč krmilit oz. ga kontrolirati. Glede na dosegljivo znanje in tehnološke rešitve avtonomnost plovila kot smo si ga zamislili še ni mogoča. Kakorkoli, dokazali pa smo, da je tovrstna plovila moč krmiliti natanko tako kot smo si zamislili. Pomeni, da je bila izbrana zasnova krmilja pravilna in skrbno izdelana. S krmiljenjem plovila smo potrdili naše drugo raziskovalno vprašanje.

➤ Korsika faktor

Korsika faktor je faktor, ki je predlagan za računanje razmerja med težo plovila in silo, ki jo plovilo proizvede. Faktor izračunamo po sledeči formuli:

$$K_f = m/F = (m * k)/(I * d) * 100$$

m = masa plovila + vir napajanja (v kolikor je vgrajen v plovilo) [kg]

k = mobilnostni koeficient ionov ($2 * 10^{-4}$)

I = električni tok (Vedeti moramo, da mora biti napajalna napetost vedno 20 kV za optimalno obratovanje, pomeni, da lahko tok izračunamo iz vhodne moči oz. porabe napajalnika) [A]

d = razdalja med dvema elektrodama (vedno mora biti 0.05 m, da je dejanski izkoristek motorja največji) [m]

Da je napetost 20 kV pa je pomembno zaradi ionizacije atomov zraka in zaradi razdalje med prvo in drugo elektrodo.

V kolikor želimo, da bo naše plovilo lebdeli mora biti vrednost faktorja Korsika enaka $K_f = 8$.

Iz tega faktorja pa lahko tudi izračunamo potrebno električno moč za napajanje plovila, da bo dvignilo neko določeno težo.

Če želimo dvigniti telo z 900 g in plovilo samo bomo potrebovali neko določeno električno energijo. Torej je skupna masa, ki jo je potrebno dvigniti 1000g ali 1kg. To izračunamo po naslednji formuli

$$P = I * U \text{ [W]}$$

E.3

$$P = (m * k * 2000000) / d \text{ [W]} \quad \text{E.4}$$

V našem primeru,

$$P = (1\text{kg} * k * 2000000) / 0.05 = 8000 \text{ W} = \underline{8\text{kW}} \text{ Torej potrebujemo } 8000 \text{ W} \text{ električne energije.} \quad \text{E.5}$$

➤ **Zaključek**

Raziskovali smo ali je mogoče izdelati plovilo na ionski pogon, ki bo avtonomno in ali ga je moč krmiliti.

Ugotovili smo, da moramo imeti neko razmerje med maso plovila in proizvedeno silo. Zato smo za naše potrebe uvedli Korsika faktor.

Ugotovili samo, da je na voljo potrebno znanje, vendar je praktično težko izvedljivo.

Prvo hipotezo smo delno potrdili, saj nam ni uspelo narediti avtonomnega plovila. Drugo hipotezo smo v celoti potrdili.

Največji problem pa predstavlja teža napajalnega sistema.

➤ **Literatura in viri:**

- [1] CPI: Novi in prenovljeni študijski ter izobraževalni programi, Ljubljana 2006, (online), dosegljivo na <http://www.cpi.si>
- [2] European Commission - Education & training: School education: equipping a new generation, 2008, dosegljivo na http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc64_en.htm
- [3] MŠŠ: Bela knjiga o vzgoji in izobraževanju v RS, Ljubljana, 2011
- [4] Stephen W. Hawking, The universe in the nutshell, 1st edition, USA, 2000
- [5] SURS: Uporaba informacijsko - komunikacijske tehnologije v gospodinjstvih in pri posameznikih, podrobni podatki, Slovenija, 2011 - končni podatki
- [6] Jean-Louis Naudin, JLN Labs, France, 2005, dosegljivo na <http://jnaudin.free.fr/>