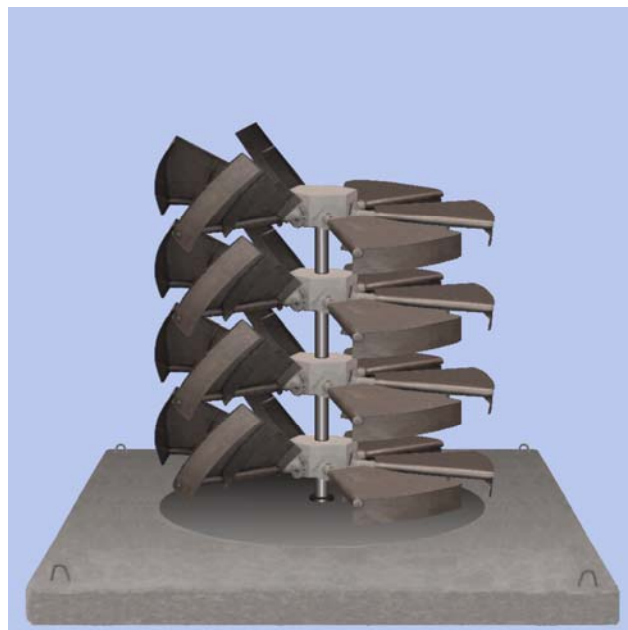
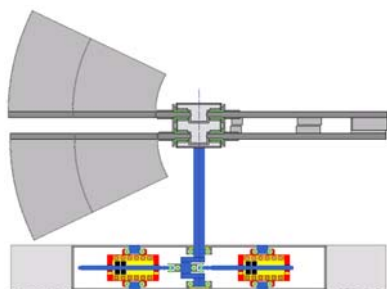
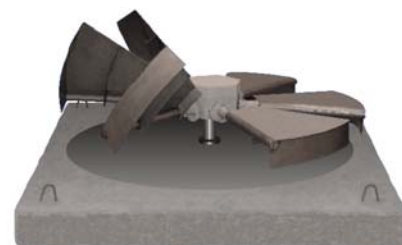
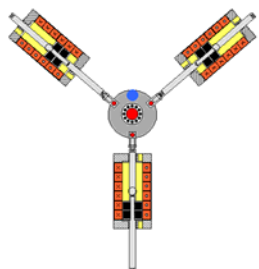
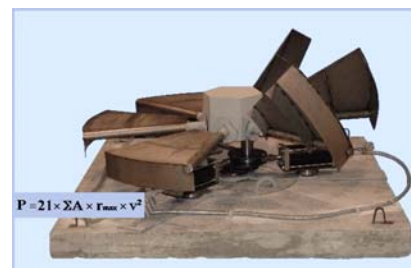


Vladimir Markovič:



# Logika, delovanje in izračuni SP/SG naprav 2010/11



Sestavljeno v Ljubljani, 04.10.2011

## OPIS SP NAPRAV KOT NOVEGA PRISTOPA PRI RAVNANJU S TEKOČO VODO

Vsi ljudje, ki so seznanjeni s problematiko naravnih virov in človeškega okolja se bodo sigurno strinjali, da je ob čistem zraku in atmosferi drugi najpomembnejši naravni element čista pitna voda. Poleg naše potrebe za pitjem, tudi večina drugih živih bitji in vegetacija ne bi preživela brez vode.

Danes, po vseh znanih dejstvih, obstajata dva glavna problema v povezavi z vodo: vsa obstoječa količina sladkovodnih virov je skoraj na vseh kontinentih dovolj velika, toda glede na specifične potrebe - posebej na najrevnejših kontinentih kot je Afrika, večji del Azije in v delih Latinske Amerike, neugodna razporejenost obstoječih vode definitivno ni sprejemljiva in ne omogoča enostavne in poceni rešitve za dostavo vode za večino običajnih potreb, še posebej pa za namakanje. Po drugi strani pa je v srednje in visoko razvitih državah večina voda onesnaženih zaradi dejavnosti industrije, nič manj pomembna pa ni organska onesnaženost kot rezultat velike koncentracije prebivalstva v velikih urbanih središčih.

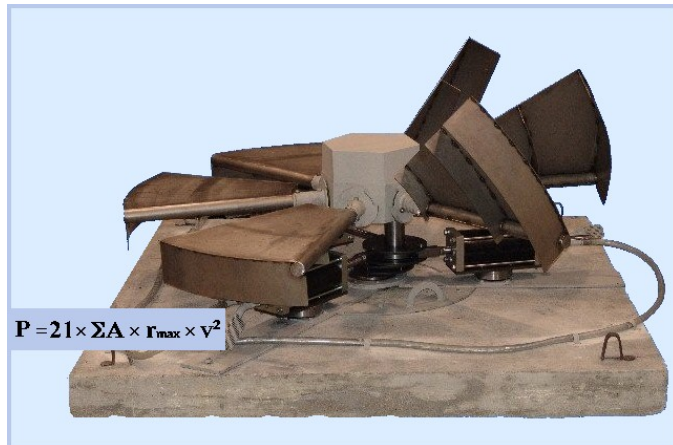
Pred leti so me ljudje, ki delajo na področju reševanja omenjenih problemov, kot profesionalnega izumitelja, vprašali, če bi poizkusil izumiti kakšen nov sistem, ki bi rešil problem razporejanja vode. Seveda na najcenejši možni način in na način, ki ne bi odpiral novih problemov glede vplivov na ekologijo, energetiko in druga področja varovanja okolja.

Po skoraj dvajsetih letih aktivnosti na tem področju, sem že pred nekaj leti prišel do tehničnih možnosti za izdelavo potopne enote, ki naj bi bila položena na dno kakršnekoli - tudi najmanjše in počasne reke. Moja zamisel je bila, da kompletna enota uporablja del hidrodinamične energije premikajoče se vodne mase kot pogonsko sredstvo in omogoča, da ustrezna naprava del iste vode črpa in dostavlja na področja kjer je to potrebno.

Znano je, da je obseg teoretično prisotnega hidro-potenciala vseh tekočih voda neprimerljivo večji od tistega katerega danes izkoriščamo za pridobivanje električne energije. Vemo tudi, da je povečevanje odstotka njegovega izkoriščanja vezano na izjemno visoka vlaganja, saj znana tehnična sredstva skoraj obvezno pogojujejo visoke energetske koncentracije kar v praksi pomeni čim višjo lokalno razliko energetskega potenciala oz., izgradnjo zapornic, umetnega akumulacijskega jezera, itn. Zaradi nosilnosti in zlasti zaradi vodne prepustnosti zemljine pa je jasno, da – brez ozira na stroške - takšnih inštalacij nikoli ne bomo mogli vgrajevati povsod kjer bi jih želeli imeti.

Zaradi navedenega problema se v svetu že stoletja poizkuša najti ustrezne tehnične rešitve za čim učinkovitejšo izrabo vsaj dela energije počasi tekočih voda. Prve delujoče tovrstne naprave so bila vsem znana mlinska kolesa. Takšnih vodnih koles za pogon mlinov je npr. že v zgodnjem srednjem veku bilo samo v Angliji 5.624 v celotni Evropi pa kar več deset tisoč. Toda, njihov izkoristek nikoli ni bil zadosten, saj mlinsko kolo izkorišča predvsem vodno energijo površinske – vrhnje plasti vodotoka, čigar karakteristike se bistveno razlikujejo od dinamike celotnega vodotoka. Vse opisano torej narekuje, da moramo učinkovit odvzem dinamične energije počasnega vodotoka izvajati na večji globini in nikakor pri vrhu vodotoka kjer se oviri voda lahko »umika« in sicer navzgor oziroma v smer stisljivega zraka nad površino vode. Z opisanimi fizikalnimi izhodišči sem že pred veliko leti pričel razmišljati o iznajdbi ustrezne »turbine«, ki bi pritrjena na dno vodotoka lahko izkoriščala vsaj del te izjemno visoke energije, ki je prisotna tudi v počasi tekočem vodotoku. Ob tem pa mi je že na samem začetku bilo jasno, da pogonski del oz. »turbina« nikakor ne more imeti oblike ali delovati na načelih klasičnih vodnih turbin ali pa še manj na načelih propelerjev ali turbin

izdelanih za eksploatacijo energije vetra. Torej, peresa – zelo počasi vrteče se turbine bi s svojo veliko površino obrnjeno proti vodnem toku, morala povzročati efekt skoraj mirujočih ovir na katerih bi voda izvajala čim večji in predvsem čim bolj dolgotrajen hidrodinamični pritisk. Na nasprotni strani opisane in radialno delujoče turbine pa bi se peresa morala samodejno zasukati v položaj, ki vodnemu toku ne oddaja omembe vrednega upora. Ob opisanem bi razlika v delujočih silah na pokončno (dvignjeno) pogonsko pero in nasproti ležeče spuščeno pero, (ki se giblje proti vodnemu toku) ustvarjala počasno rotacijo toda, ob izjemno velikem navoru. Tolikšen navor pa z lahkoto lahko poganja ekscentrično nameščeno batno črpalko za izmet vode ali celo temu prilagojen potopni električni generator.



$$N = \frac{V}{O \times 2\pi}$$

**N** = obratov pogonske turbine/minuto

**V** = hitrost vode v m/minuto

**O** = obseg turbine v metrih

Takšna turbina – prikazana na zgornji sliki se dejansko mora vedno vrteti bistveno počasneje od hitrosti vode kar pomeni, da je njena obodna hitrost – tudi brez obremenitve oz. oddajanja energije drugi napravi – vedno bistveno manjša od hitrosti tekoče vode.

Obrazec za izračun števila (N) - obratov takšne turbine v odnosu na hitrost vode je prikazan ob zgornji sliki. Ob primerni obremenitvi oz. odvzemu pridobljene energije je obodna hitrost takšne turbine kar nekaj desetkrat manjša od vzdolžne hitrosti vode in omogoča, da vsak molekul tekoče vode, ki pritiska na povzdignjena peresa turbine, tlačno deluje zelo dolgotrajno. Ker pa ob običajnih temperaturah in tlakih vodo dejansko obravnavamo kot nestisljiv medij, hitro pridemo do ugotovitve, da molekuli vode, ki dejansko izvajajo dinamični pritisk na vsako povzdignjeno pero turbine, dinamično nikakor ne pritiskajo samostojno, saj iz smeri dotoka vode, na njih pritiska skoraj neskončno dolga veriga oz. masa (in kinetična energija) nestisljivih molekul, ki jim sledijo. Opisan proces pa ni značilen za klasične turbine, saj pri njih stik med istimi molekulami premikajoče se vode in peresi turbine traja celo do nekaj sto krat krajši čas in ob tem prihaja predvsem do delne spremembe smeri oz. premočrtnosti molekularnih linij nikakor pa ne prihaja do direktnega oz. premočrtnega zmanjševanja njihove hitrosti, ki se v Fiziki manifestira v pojavu, ki ga imenujemo **Zastojni tlak**.

Zastojni tlak fizikalno ponazarjamo kot tlak, ki ga izvaja horizontalno tekoča voda na ravno in prečno postavljeno oviro v vodotoku (običajno površine 1 m<sup>2</sup>). Kako enormno velika je sila Zastojnega tlaka najbolje razumemo iz dejstva, da so podvodni deli mostovnih nosilcev v smeri proti vodnem toku vedno zaokroženi ali izvedeni v obliki prereza konice puščice, saj bi se ob ravni površini na njih lahko razvil celo rušilno velik Zastojni tlak. Na podoben način je sila Zastojnega tlaka, ki deluje na poševno nameščeno pero klasične (in hitro odmikajoče se) turbine nekaj desetkrat manjša od sile, ki neprimerno dalj časa deluje na veliko večjo površino počasi odmikajočih se peres SP turbine.

## VODA, VODA, VODA

Voda je že od nastanka človeške civilizacije osnovni predpogoj preživetja in je tudi danes izjemno pereč problem, zlasti v nerazvitih območjih našega planeta. Zaradi onesnaženosti in industrijskih potreb pa celo v visoko razvitih delih sveta povzročata ogromna letna vlaganja, ki bistveno presegajo letna vlaganja za pridobitev novih energetskih virov. Pomislimo samo na znane podatke o tem koliko deset ton vode porabimo za pridobitev vsake tone jekla, koliko deset ton za pridobitev vsake tone drugih kovin ali sintetičnih materialov. Koliko ljudi se zaveda, da ob vzreji vsakega kilograma govejega mesa porabimo neverjetnih 16.000 litrov vode, ob pridelavi vsakega litra mleka 1000 litrov vode, 40 litrov vode za vsako odrezano rezino kruha ali celih 140 litrov vode za eno samo skodelico črne kave ! Ob vsem tem pridemo do spoznanja, da problem preživetja celotne človeške civilizacije nikakor niso hrana, surovine in celo niti energija temveč predvsem temelj njihovega nastanka - voda.

Po uradnih podatkih, ki jih tudi v skupnem znesku najdemo na spletnih straneh več mednarodnih organizacij samostojno ali v okviru agencij Združenih narodov, inštitucije FAO, UNESCO, UNICEF, UNDP, USAID, EUAID itn., v potrebe za oskrbo z vodo letno investirajo skoraj natančno 200,000.000.000 (milijard) USD. Pri tem znesku niso upoštevana vlaganja samih držav prejemnikov navedene pomoči, ki morajo tudi same vložiti približno enak znesek sredstev za preskrbo poljedelstva in prebivalstva z vodo. Ocene istih inštitucij za razvite dežele pa so, da so skupna letna vlaganja v stroške vodo-oskrbe še približno 7 – 8 krat večja.

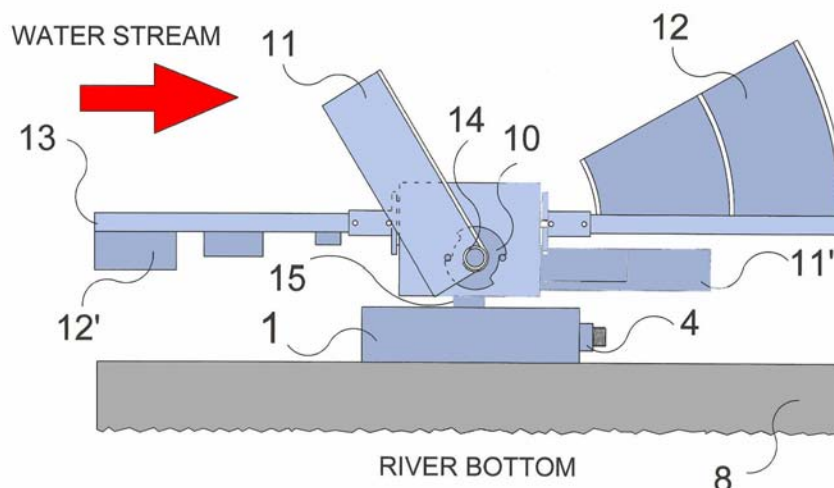
Po namestitvi v nerazvitih območjih Afrike, Azije in Latinske Amerike, SP naprave ponujajo popolnoma brezplačno dostavo vode in je z njimi vodo možno dostavljati tudi do 100 km od vodotokov. V cevovodih je npr. na 100 km veliki razdalji potrebno zagotoviti med 10 in 20 barov začetnega tlaka, saj v kombinaciji z uporabo električnih SP generatorjev celo ob nizkem začetnem tlaku postanejo tudi takšne razdalje obvladljive. Ob tovrstnih potrebah bomo v vodotok vsako drugo SP enoto položili z vgrajenim električnim generatorjem, skozi cevi za vodo pa namestili tudi električni kabel, ki bo elektriko pripeljal na konec dosega vodnega toka in bo tam poganjala električne črpalke za nadaljnji transport vode.

Konkretno, po ocenah UNICEF-a imamo v letošnjem letu na celem svetu več kot 2 milijardi prebivalcev, ki živijo brez stalno dosegljivih vodnih virov oz. z lastnimi fizičnimi močmi morajo minimum potrebne vode dnevno prenašati do svojih domovanj v razdalji večji od 7,5 km, nadaljnjih 1,8 milijarde prebivalstva imajo stalni dostop do vode vendar je le-ta izrazito slabe kvalitete (ni primerna za pitje). Pri večini prebivalstva v razvitejših deželah pa pogosto gre za dokaj visoko onesnaženost voda, predvsem pa za pomanjkanje dovolj kvalitetne in čim cenejše vode. Dobavo čiste in kvalitetne vode pa ima zagotovljeno celo nekaj manj kot 2,5 milijarde prebivalcev našega planeta.

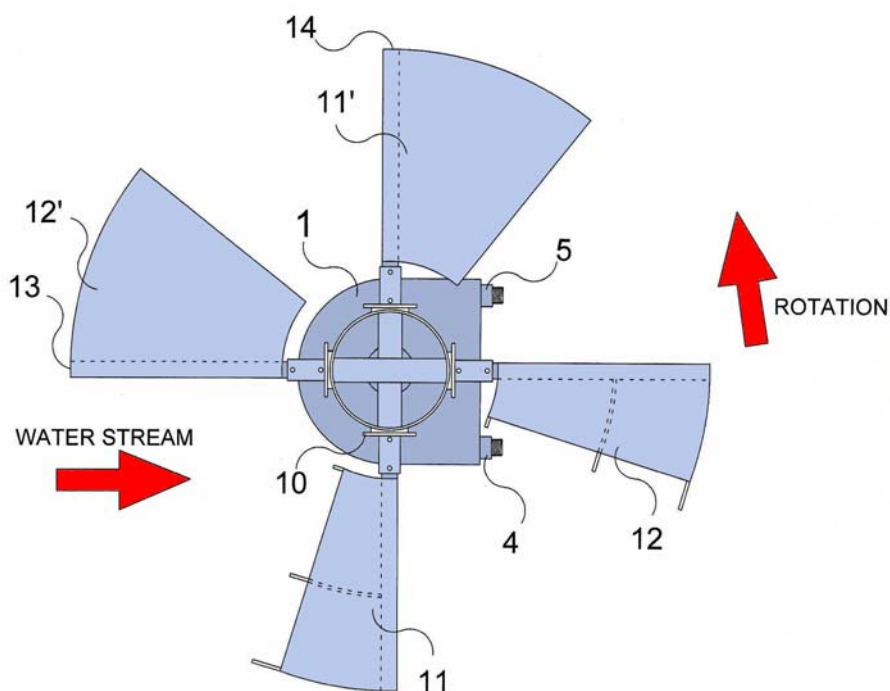
Največji porabnik vode je v svetovnem merilu kmetijstvo (ca. 70%), industrija (ca. 20 %) in individualna poraba (ca. 10 %). So sicer izjeme npr. Belgija toda, globalno podatki držijo. In kakšna bo svetovna poraba vode v letošnjem letu: Skoraj natančno 3,362.000 milijard litrov (tri tisoč tristo dvainšesdeset tisoč **milijard** litrov. Ob nataliteti, ki je v svetovnem merilu dvakrat višja od mortalitete pa se poraba vode na vsakih 20 let dobesedno – podvoji. To pa v naslednjih dvajsetih letih pomeni tudi podvojitev vseh današnjih črpalnih kapacitet za dobavo vode neskončno »žejnemu« človeštvu.

## NATANČNEJŠA OBRAZLOŽITEV DELOVANJA POSAMEZNE SP NAPRAVE ZA ODVZEM ENERGIJE IZ POČASI TEKOČE VODE

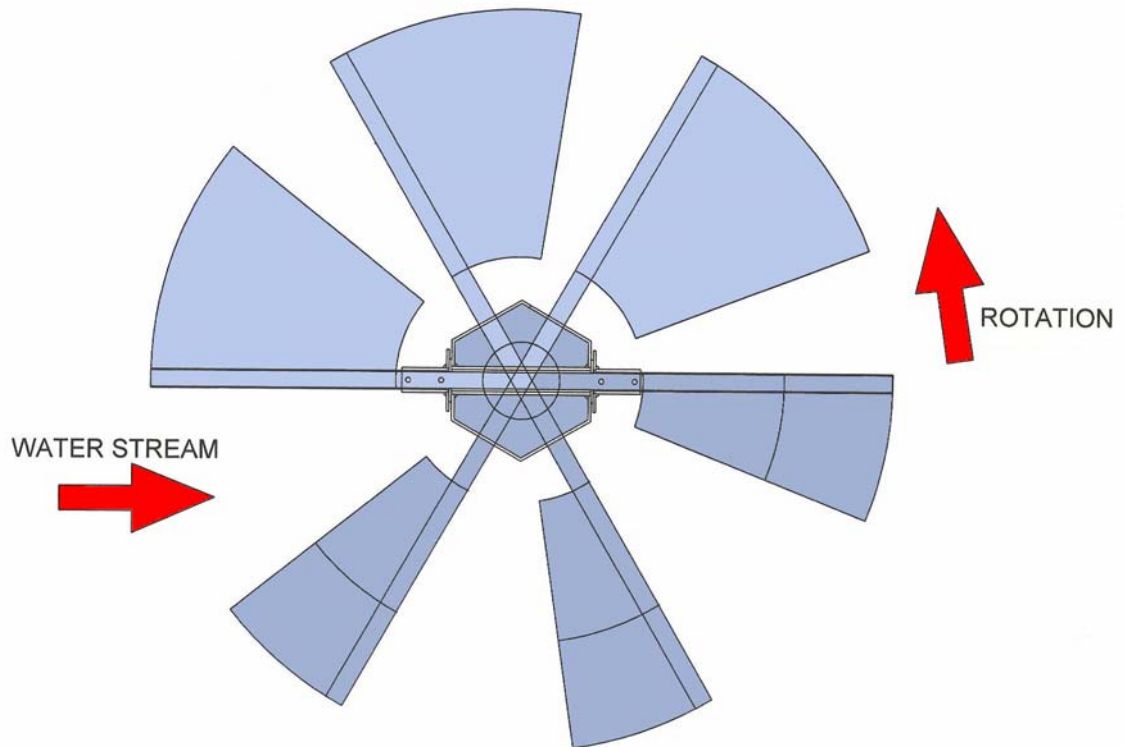
Da bi razumeli kako sistem deluje, morate vedeti da naša pogonska »peresa« delujejo v parih - dva nasproti ležeča peresa - na isti osi. Oba peresa (na primer 12 in 12') sta pritrjena na os (13), vendar na tak način, da je eno pero pritrjeno horizontalno (12'), nasprotno pero (12) pa pritrjeno pod nagibom približno 60°.



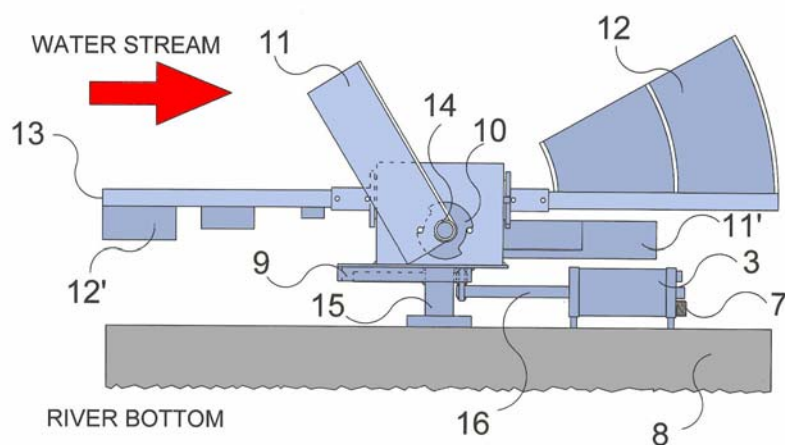
Torej, na eni strani turbine pogonska peresa obračajo proti vodnemu toku svojo najmanjšo možno površino, nasprotna stran peres pa proti toku obrača svojo največjo površino. Ko se sistem para peres obrne okoli središča navpične osi za več kot 180°, vodni tok potisne navzdol predhodno dvignjeno pero, na nasprotni strani pa dvigne predhodno spuščeno pero v pogonski položaj.



Opisane sisteme smo izdelali v več prototipnih izvedbah s štirimi ali šestimi peresi, na katerih smo že izmerili veliko višje izkoristke v primerjavi z vsemi danes obstoječimi turbinskimi sistemi. Sistem ima zelo majhno število obratov toda, ob izjemno visokem vrtilnem momentu oz. navoru.



Do sedaj smo izdelali več sistemov z batnimi, membranskimi in precej neprimernimi centrifugalnimi črpalkami.



Our designs are Patent protected with priority of National – Slovenian applications and expanded with valid PCT applications (Patent 22869 from 31.03.2010; P 200900391 from 21.12.2009 and PCT/SI2009/000038 from 24<sup>th</sup> September 2009).



Prvi prototip premera 0,9 m



Drugi prototip s premerom 1,6 m.

Več let nazaj je bil, zaradi centrifugalne črpalke oz. izgub na reduktorju, drugi prototip zmožen črpati vodo samo 1 liter na sekundo s pritiskom 1,2 bara.



Namesto potopne vodne črpalke uporabimo tudi potopno zračno črpalko, ki mora imeti priključek za cev za dovod zraka. Ta cev je pritrjena nekje zunaj vode na obrežju. V takem primeru SP enota dovaja zrak in ga v obliki zelo majhnih mehurčkov vbrizgava na dno reke, kjer je pomanjkanje kisika največje in s tem povzroča zelo hitro »izgorevanje« mulja in vseh vrst organskih onesnaženj. Na opisan način bomo zmožni vrniti reke v »zdravo« stanje, ki je ogroženo zaradi prevelikih količin organskih usedlin na dnu vseh počasi tekočih rek.

Osnovna ideja za dostavo večje kapacitete vode za namakanje je, da bi povezali nekaj SP enot v eno večjo glavno cev. To se lahko stori s povezavo 10, 50, ali celo več kot sto SP enot v eno glavno cev s premerom tudi do 2000 mm. V takem primeru in še posebno v primeru, da združimo tako glavno cev z notranjim dovajanjem zračnih mehurčkov, lahko dosežemo združitev črpanja, transporta in simultane čiščenja vode.

Na naslednji sliki lahko vidite tudi možnost delovanja povezano delujočih SP enot pri pridobivanju električne energije.

V vseh primerih, ko je zaradi ravninarske konfiguracije ali prepustnosti zemljišča nemogoče izgraditi jez in akumulacijsko jezero, pride v poštev postavitev povezanega SP sistema, kjer tlačna oz. akumulacijska cev leži v samem vodotoku. Na akumulacijsko cev povežemo ustrezno število SP enot na njen konec pa postavimo obrežno turbino in generator, ki nam omogočata proizvodnjo elektrike na popolnoma znan način.

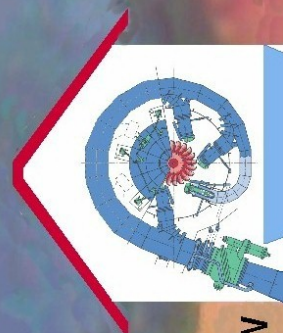
Stroški takšne postavitve so še vedno bistveno nižji od običajnih (izgradnja jeza in jezera), efekti pa so lahko celo bistveno večji, saj tlačna cev lahko dovaja v turbino celo do 10 ali več Barov tlaka kar ustreza vodnem padcu s praktično 100 metrov visokega jeza ! Tlačno cev je najbolje položiti na dno oz. ob obrežje vodotoka, turbino in generator pa v zgradbo na samem obrežju.

Pri raziskovanju in razvoju smo prišli do spoznanj, da bo tržišče potrebovalo več dimenzij SP enot: »hobby« SP enoto s kapaciteto črpanja vode 1 liter na sekundo in s premerom peres 1,6 m; SP enoto s kapaciteto črpanja vode 3 litre/sekundo in premerom peres 2,4 m; srednje enoto premera 3,6 m; in veliki SP enoti premerov 5,5 m in 7 m s kapacitetami črpanja 17 in 44 litrov/sekundo.

Pri dvojnih pogonskih turbinah prikazanih na desni sliki pa je kapaciteta SP naprav približno dvakrat večja od enojnih.

**Cena med 650.000 in 950.000 EUR**

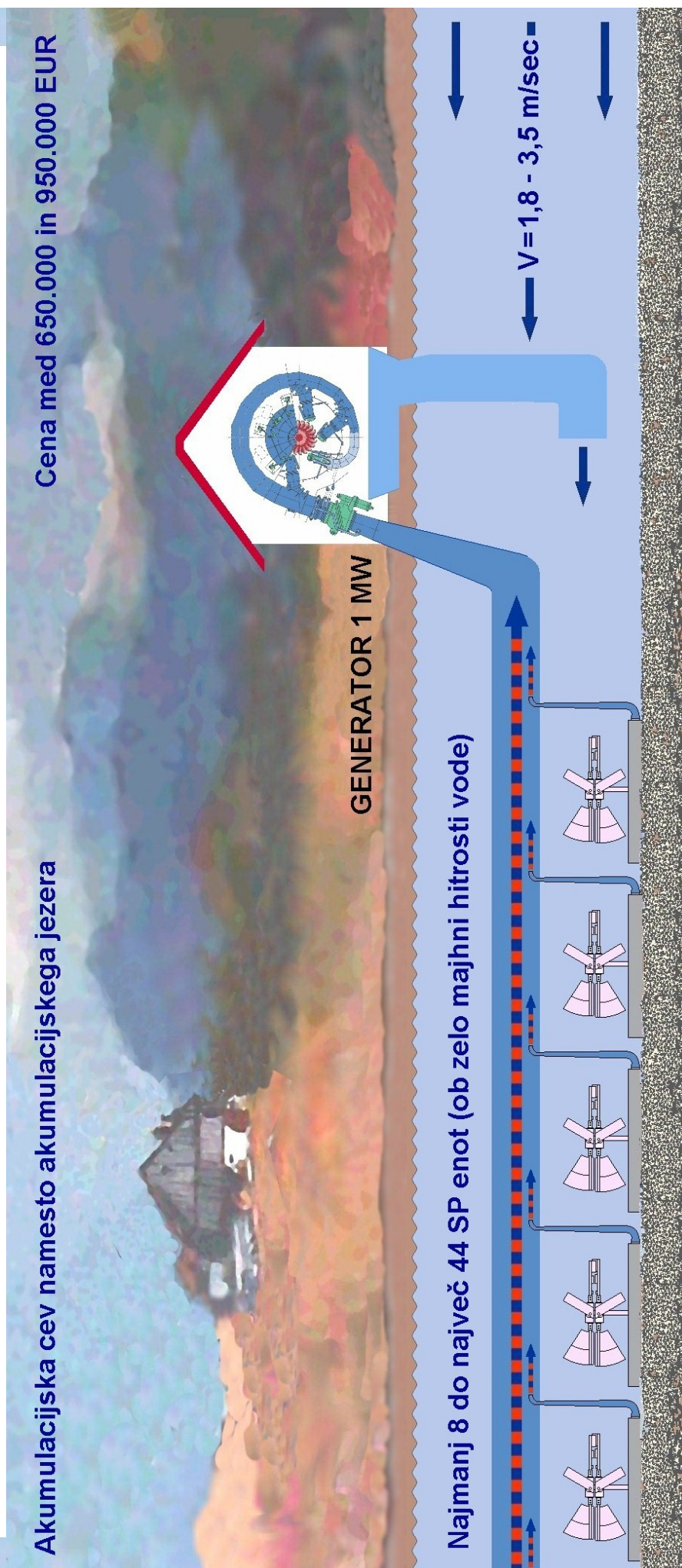
**Akumulacijska cev namesto akumulacijskega jezera**



**GENERATOR 1 MW**

**Najmanj 8 do največ 44 SP enot (ob zelo majhni hitrosti vode)**

**V=1,8 - 3,5 m/sec**



## OD KOD RAZLIKA MED IZKORISTKI SP TURBIN IN OSTALIH TURBIN ?

SP Turbina mora obvezno biti položena na dno vodotoka, saj samo tam ima pogoje za odvzem energije iz vodotoka ob veliko večjem izkoristku.

Sestavljena je od tlačnih črpalk pritrjenih na horizontalno betonsko podlago, pri čem so tlačne črpalke povezane s horizontalno ležečo pogonsko turbino sestavljeno od več parov pogonskih peres. V vsakem paru pogonskih peres eno pero vedno obrača proti vodnem toku svojo največjo površino, nasproti ležeče pero pa svojo najmanjšo površino. Razlika pritiskov vodne mase na eni strani v odnosu na peresa na drugi strani pa povzroča kontinuirano obračanje glavne oz. središčne osi.

SP Turbina pomeni turbina, ki deluje po osnovi Stagnacijskega pritiska oz. tlaka, ki ga tekoča voda ustvarja le v svoji globini - na površini vodotoka pa je praktično nezaznaven.

Teoretične kalkulacije klasičnega mlinskega kolesa pokažejo, da njegov maksimalni izkoristek ne presega 15 %, SP Turbine pa izkazujejo bistveno višji izkoristek. To pomeni, da izračuni primerni za mlinsko kolo pri izračunu SP Turbine ne morejo biti uporabljani. Vzrok temu je dejstvo, da Stagnacijski pritisk na mlinsko kolo sploh ne deluje, pri SP Turbinah pa je poglavitni vzrok njihovega visokega izkoristka. Še bolj napačna pa je raba obrazca  $P_h = q \rho g h / (3.6 \cdot 10^6)$ , ki je namenjen izračunu potrebne moči za tlačno črpalko. Pridobljeni rezultat nikakor ne definira dejansko moč SP Turbine.

Npr. pri hitrosti vode 1,7 m/sec – prikazani na enem našem filmu, število obratov SPT naprave (3,1 O/min) ostaja enako, če so prikazane tri črpalke priključene v pogon ali če jih odstranimo. Vzrok je v tem, da vse tri batne črpalke delujejo le enostransko ter s tlakom od komaj 1,1 bar in potrebujejo pogonsko moč komaj okoli 200 W. Toda, ta moč nikakor ne izraža moč pogonske turbine, ki pri isti hitrosti vode in polno obremenjena (z alternatorjem) pri obratih 2,7 O/min oddaja kompletnih 1,4 kW moči.

Generalno povedano hidrodinamični izračuni upora rotorja pri običajnih turbinah in SP Turbinah sploh niso primerljivi. Vzrok temu je Stagnacijski pritisk, ki na mlinsko kolo ali ostale znane turbine nima omembe vrednega vpliva, čeprav Bernullievi izračuni za Stagnacijski pritisk vsebujejo tudi vnos statičnega tlaka ( $P_s$ ), ki se sešteva h končnemu rezultatu. Še pomembnejše pa je, da na vrhu vodotoka, ki pritiska peresa mlinskega kolesa, voda dejansko ni nestisljiv pogonski medij, saj se ob prihodu na oviro brez problema umika navzgor – v smer sicer stisljivega zraka. Že v malo večji globini vodnega toka pa voda dobiva značilnosti popolnoma nestisljivega medija.

Razliko med prisotnostjo ali odsotnostjo Stagnacijskega pritiska najboljše ponazorimo s primerom: če na tla položimo težji zaboj in ga s pomočjo daljše jeklene palice skušamo potisniti se bo verjetno premaknil, če pa ga skušamo premakniti z daljšo gumijasto palico bo verjetno prišlo do njenega ukrivljenja oz. deformacije. Torej, na površini vodnega toka je potisno silo vode razumeti kot potiskanje s "gumijasto palico", ob dnu vodnega toka pa kot togo potiskanje "z železno palico".

Glede vprašanja o morebitnih težavah z našimi SP enotami glede na običajno prisotno onesnaževanje, kose plavajočih smeti, dele rastlin, vključno z zelo velikimi kosi dreves, lesa, gramozom, peskom, muljem itd, so tu odgovori:

a). Navedene težave je treba obravnavati zelo resno le v primeru, če (in ko) SP enota preneha z rotacijo - kar pa je praktično nemogoče. Med vrtenjem dobimo na pogonska krilih dve vrsti gibanj: (a) gibanje, ki prihajajo iz globalne rotacije in (b), rotacijo vsakega peresa po lastni horizontalni osi. Tako lahko voda - iz smer vodnega toka na turbino nanese plavajoč kos nesnage. Toda, ko se turbina zasuče za 180 stopinj, jo bo moč vodnega toka, zanesljivo odrinila z rotorja. Ob tem je treba vedeti, da med rotacijo, na rotorju SP naprave voda razvija izjemno visok navor, ki na peresu najmanjše SP 16 turbine razvija odzivno silo v vrednosti do 1,2 tone in na SP 70 v vrednosti do 11 ton! (Pri hitrosti vode od 2,5 m/s).

b). Drugi element, ki je uresničuje "samo - čiščenje" pogonskih peres je njihovo samodejno dviganje in spuščanje (za do 62 stopinj) - gor in dol - ker smetem, ki se nanesejo na pero v zgornjem položaju ne omogoča obstoj na istem mestu tudi v spodnjem položaju peresa. Preprosto, moč vodnega toka jo bo odrinila, da nadaljuje svojo pot po vodotoku. Posebej, če upoštevamo sočasnost obeh a) in b) navedenih gibanj - turbine in samih peres. Obravnavanje SP naprave statično nima nobenega smisla in v takem primeru ..... ja, problem bi znal biti dokaj velik. Le, da je malo težje najti vzrok za polaganje predhodno blokirane SP naprave v vodo.

### **OBNOVLJIVI ALI KLASIČNO ZNANI ENERGETSKI VIRI ?**

Ob obravnavanju problematike obnovljivih energetskih virov je značilno, da se večina prizadevanj danes nanaša predvsem na izkoriščanje sončne energije ali energije vetra. Delo na nadaljnjem koriščenju energije gibanja vodne mase, pa se zanemarja. To se dogaja kljub velikim prednostim, ki jih gibajoča se voda ponuja: stalnost eksploatacije skozi vseh 24 ur na dan in, ki ob enaki hitrosti proizvaja veliko večjo silo kot. npr. zrak.

Vzrok opisanem stanju je zelo enostaven: Vse do današnjih dni je izraba energije gibanja vode bila omejena z zelo majhno izbiro obstoječih tehničnih možnosti: na klasična in stoletja znana vodna (mlinska) kolesa ali na kakšno od znanih vodnih turbin. Obe omenjeni rešitvi pa imata veliko pomanjkljivost, saj večje izkoristke omogočata le ob nekaj deset krat večji hitrosti vode kot jo srečujemo v vodotokih. To dejstvo pa enormno podraži instalacijske stroške v odnosu na ceno same turbine, saj na vodotoku moramo izgraditi jez in umetno jezero, ki nam omogočata lokalno povečanje hitrosti vode, ki deluje na turbino in povzroči višji izkoristek njenega delovanja.

Pri omenjenih mlinskih kolesih izkoristek nikoli ni bil zadosten, saj mlinsko kolo izkorišča predvsem vodno energijo površinske – vrhnje plasti vodotoka, čigar karakteristike se bistveno razlikujejo od dinamike vodotoka v večji globini. Gre za enostavno dejstvo, da voda (za razliko od zraka) sploh ni stisljiv medij in npr. v svoji globini na vsak kvadratni meter postavljene ovire povzroča dinamični pritisk, ki je (ob enaki hitrosti) do ca. 800 krat večji od pritiska zraka (vetra) na enako površino ! Ob sami vodni gladini pa voda dejansko izgubi karakteristike svoje nestisljivosti, saj se postavljeni oviri "umika" v vertikalni smeri oziroma v smer sicer stisljivega zraka. Vse opisano pa je tudi dobro zaznavno na izboklinah vodne gladine ob vstopu in izstopu loput mlinskega kolesa. Vse opisano torej narekuje, da moramo učinkovit odvzem dinamične energije počasnega vodotoka izvajati na večji globini in nikakor pri vrhu vodotoka kjer se voda oviri "umika" navzgor in na loputih ne more izvajati niti delnega pritiska, ki ga v Fiziki imenujemo **Zastojni tlak**, ki vedno nastaja ob mirujoči oviri kakor tudi pri oviri, ki se premika bistveno počasneje od hitrosti vode.

Po drugi strani pa je jasno, da zaradi prepustnosti tal, geološko-fizikalnih značilnosti okolice vodotoka in še veliko drugih vzrokov, umetna jezera in jezove nikoli ne bomo mogli graditi povsod tam, kjer bi jih potrebovali. V resen razmislek pa ostane zelo enostavno dejstvo:

**Iz obravnave kinematike in dinamike kot pomembnega dela fizikalnih ved izvemo na videz presenetljivo dejstvo, da dolžinski kilometer struge počasi tekoče reke, nosi v sebi enako količino energije kot na isti reki izgrajeno en kilometer dolgo umetno jezero z izgrajenim jezo !** Če pa v svetovnem merilu primerjamo dolžine običajnih rečnih strug z dolžinami vseh umetno narejenih jezer z lahkoto spoznamo, da so dolžinska razmerja celo bistveno večja od 10.000:1 v korist običajnih rečnih strug s počasi tekočo vodo. To pa teoretično pomeni, da bi ob ustrezni tehnični rešitvi, ki bi omogočila poceni in enostavno izrabo vsaj majhnega dela energije iz počasi tekočih voda, popolno svetovno energijo danes pridobljeno iz klasičnih hidro elektrarn – lahko najmanj podeseterili!

V obravnavanju teorije in računskih problemov v zvezi SP napravami sem se že na začetku znašel v velikih težavah, saj nobeden od znanih Bernoullijevih ali drugih izračunov za klasične turbine ni bil uporaben. Vzroki temu so bili različni, predvsem pa večina teh izračunov izhajajo iz obravnavanja gibanja hidravličnega medija skozi cev, po drugi strani pa je nujno potrebno upoštevati, da pri vseh znanih turbinah in propelerjih radialna hitrost turbine običajno presega hitrost pogonskega medija. Zato je v njihovih izračunih fizikalni pojav **Zastojnega tlaka** skoraj zanemarljiv pri SP turbini oz. ob njenem zelo počasnem vrtenju (ki je vedno bistveno počasnejše od hitrosti tekoče vode) pa dodatno dobimo dokaj obsežen pojav efekta delovanja Zastojnega tlaka, ki sočasno deluje na vsa tri povzdignjena peresa turbine.

**Za pravilno razumevanje principov delovanja in zlasti učinkovitosti SP turbin je pomembno vedeti, da pri ostalih in hitro vrtečih se vodnih turbinah hrbta stran vsakega peresa dejansko deluje zaviralno, saj ustvarja veliko izgubo ker aksialno in premočrtno gibajoče se vodne molekule dejansko odriva v stran iz njihove naravne smeri. Pri SP turbinah pa dvignjena pogonska peresa voda vedno sočasno prehiteva in zaradi svoje »neraztegljivosti« celo na njegovi hrbtne strani izvaja del svojega pogonskega efekta. Predvsem pa zaradi prehitevanja, voda deluje sočasno na vsa tri dvignjena peresa in s tem izrazito poveča pogonsko površino celotnega sistema.**

Poleg navedenega je opazen tudi dodaten efekt, ki izhaja iz (praktične) nestisljivosti vode kot pogonskega medija, ki dejansko nosi v sebi tudi pojav "neraztegljivosti". To pomeni, da polje delovanja pogonskega medija ni omejeno na izključno radialno "senco" povzdignjenih peres turbine, temveč v njihovem pogonu sodeluje tudi manjši del sicer ob peresih tekoče vodne mase. Seveda pa zaradi tako počasne rotacije celotne turbine, pogon vodnega toka oziroma pridobljeno moč moramo izračunavati predvsem skozi izračune, ki izhajajo iz zakonitosti delovanja kinetične energije.

Pri večini klasično znanih izračunov moči turbin – tudi, če so obrazce sestavljali Bernoulli ali drugi največji strokovnjaki zgodovine Fizike – vedno v obrazcih zaznavamo navedbo izkoristka same turbine. Rezultat takšnega izračuna **pa predvsem zavaja** in velja le v nekakšnem idealnem primeru hitrosti in količine pretočnega medija. Je pač tako, da je tudi izkoristek vsake turbine v celoti odvisen od trenutnih danosti pogonskega medija, ob njegovih spremembah pa nikoli ne vemo za koliko se je spremenil tudi sam izkoristek turbine in računsko ugotavljamo popolnoma nesmiselne rezultate.

Ob večkrat omenjenem Zastojnem tlaku dejansko naletimo na problem, da se večina – celo temeljito eksaktno izobraženih oseb, dejansko ne zaveda kako obsežen je in nima predstav o njegovi dejanski moči. Zato moramo poudariti, da tudi za Zastojni tlak obstajajo zelo konkretni izračuni, kateri se dejansko najprej nanašajo na **Energetsko gostoto vodnega toka (EGT)** (angleško: EDFW kar pomeni Energy Density of Flowing Water) za primer ko vodo obravnavamo kot nestisljiv medij. Obrazec za izračun EGT se glasi:

$$\text{EGT (kW/m}^2\text{)} = 0,5 \times v^3$$

Iz predstavljenega obrazca izhaja, da vsak kvadratni meter prereza toka nosi v sebi moč:

- 0,5 kW – pri hitrosti vode od 1 m/sekundo;
- 1.7 kW – pri hitrosti vode od 1,5 m/sekundo;
- 3 kW – pri hitrosti vode od 2 m/sekundo;
- 6,8 kW – pri hitrosti vode od 2,5 m/sekundo;
- 13 kW - pri hitrosti vode od 3 m/sekundo;
- 21,4 kW – pri hitrosti vode od 3,5 m/sekundo;
- 32 kW – pri hitrosti vode od 4 m/sekundo.

kar v pogojih odprtih vodotokov nikakor niso nekakšne teoretične številke temveč popolnoma realne moči dokazane v hidrodinamiki skozi nešteto meritev. Če upoštevamo dejstvo, da pri SP in SG napravah vodni tok pogonska peresa vedno prehiteva in sočasno aktivno poganja vsa tri povzdignjena peresa (na točki ca. 70 % njihovega polmera), pri največji napravi lahko ugotovimo, da izračun moramo pričeti z aktivno površino od skoraj 6 kvadratnih metrov, ki se ob 6 peresni SP napravi z dvojnimi in zrcalno obrnjenimi peresi (glej stran 18) praktično poveča celo na 12 kvadratnih metrov !

Vse do sedaj opisano pomeni, da pri hitrosti vodotoka od 3 m/sekundo in vgrajenimi 10 dvojnimi pari pogonskih peres na vsak par pogonskih peres teoretično dobimo 130 kW moči oziroma na pogonsko celoto prikazano na strani 19, teoretično do 1,3 MW moči. Na žalost pa spuščena peresa delujejo zaviralno in pridobljena moč ne presega 1 MW.

V sodobni fiziki obrazec za izračun sile, ki izhaja iz Zastojnega tlaka dejansko izhaja iz Bernoullijeve enačbe (za nestisljive medije), ki se glasi:

$$P \text{ (Pa =1 N/m}^2\text{=1 Pascal)} = 0,5 \times \rho \times v^2 + P_s \text{ (Pa)}$$

Pri čem je  $\rho$  – gostota vode v kg/m<sup>3</sup> in  $P_s$  – statični tlak na mestu meritve

Če izračune izvajamo po zadnjem navedenem obrazcu, navidezno pridemo do še veliko ugodnejšega rezultata, ki pa v našem primeru v sebi nosi določeno napako, saj se tekoča voda v primeru pritiska na pogonska peresa ne ustavi v celoti temveč le lokalno in začasno zmanjša svojo hitrost. Zato tudi ta obrazec za izračun moči SP/SG naprav – ni primeren.

Pomembno pa je vedeti, da tudi iz navedenega izračuna izhaja, da odvzem sile iz vrhnjih plasti vode daje bistveno slabše rezultate, saj je pri vrhu vodotoka Statični tlak praktično enak nuli (primer mlinskega kolesa), predvsem pa v svojih vrhnjih plasteh voda več nima značilnosti nestisljivih medijev, saj ob prihodu na oviro ima možnost umikati se navzgor - v smer popolnoma stisljivega zraka.

Zaradi vsega navedenega, v naš obrazec izračuna enojnih peres nismo navajali podatka o izkoristku SP turbine čeprav takšen podatek močno olajša izdelavo samega obrazca, ki pa – ravno po tej osnovi, postane le pogojno natančen pripomoček. Zato smo v obrazcu upoštevali le stvarne fizikalne parametre, ki se pojavljajo tudi pri izračunih klasično znanih turbin in – konstrukcijske parametre zadevne SP naprave. To pomeni, da za razliko od vseh do sedaj znanih obrazcev, spodaj naveden obrazec daje popolnoma verodostojne rezultate tudi v primerih ko se danosti pogonskega medija bistveno spremenijo. Obrazec se glasi:

$$P = 21 \times \Sigma A \times \Gamma_{\max} \times v^2$$

P=moč v watih (W)

$\Sigma A$ =površina vseh pogonskih peres (m<sup>2</sup>)

$\Gamma_{\max}$ =zunanji polmer pogonskih peres (m)

$v^2$ =hitrost pogonskega medija (m/s)<sup>2</sup>

Navedeni obrazec, ki ga imamo tudi praktično preizkušena potrjuje odločitev za dolgoročno proizvodnjo vsaj petih različnih premerov pogonskih turbin: 1,6 m, 2,4 m, 3,6 m, 5,5 m in 7 m. Praktičen problem, ki iz obrazca izhaja pa so potrebe samih uporabnikov, ki skoraj vedno potrebujejo pogonsko napravo, ki deluje v čim bolj plitki vodi. To pomeni, da smo učinkovito površino (**A**) posameznega peresa pogosto prisiljeni zmanjšati pod dimenzijo, ki izvira iz 1/6 površine polne krožnice.

V primeru, ko imamo opraviti z dovolj globoko vodo, pa obstaja dejstvo, da ob npr. 4 metre globoki tekoči vodi lahko vgradimo SP enote premera 7 metrov, ki bi nam ob hitrosti vode 2,5 m/s omogočila 44 kW (pri dvojnih peresih pa vsaj 90 kW) moči, pri hitrosti vode 3,5 m/s pa celih 139 kW (pri podvojenih peresih pa 280 kW) moči. Seveda pa je ob tem treba pripomniti, da je konstrukcijsko in hidrološko v kar nekaj rek možno vgraditi celo bistvene večje premere SP enot, s katerimi bi lahko dosegli moči, ki bi celo presegle 200 kW po posamezni SP enoti z enojnimi peresi. Pri podvojenih peresih pa ustrezno več.

Glede na vse omenjeno, smo še vedno mnenja, da so za proizvodnjo električne energije naše SP naprave skoraj idealna rešitev v kategoriji »Pico« generatorjev, kjer nameravamo ostati na močeh med 20 – 70 kW. Dejstvo je, da bi lahko proizvajali mnogo večje SP naprave, ki bi omogočale več kot 100 kW konstantne moči. Naši zadnji izračuni nam kažejo, da bi temelječ na 20 letni uporabi, lokalno lahko proizvajali in namestili v vodo »Pico« enote (samo 20 kW konstantne moči), ki bi omogočala pridobivanje energije za samo 0,0075 EUR po kWh. **Možno je, da ob pogledu na navedeno ceno, manj kvalificiran bralec sploh ne bo dojel, da je navedena cena od 0,0075 EUR po kWh celo za 8 do 14 krat nižja od cene kWh, ki jo evropski uporabniki plačujemo za elektriko iz javnega omrežja !**

## Alternativna energija: zmeda v razumevanju ali razumevanje zmede

Že veliko let se srečujemo z veliko zmedo v razumevanju dejanskih fizikalnih zakonitosti in pomanjkljivim razumevanjem pojmov in povezav v zvezi z izrabo tako imenovanih »alternativnih energetskega virov«. Splošno povedano nas Fizika uči, da je Energija temeljni predpogoj obstoja celotnega Stvarstva, saj iz nje izvira tudi vsa materija prisotna v Vesolju in Mase, ki nas obkrožajo in iz čigar snovi smo sestavljeni. Najboljšo predstavo povsod prisotne Energije pa dobimo skozi obravnavanje AGP - Absolutno Gravitacijsko Polje (po Einsteinu), ki je vedno nekaj večje od nam zaznavnega Prostora in se v Vesolju posledično javlja v skoraj nešteto velikih pojavnih oblik. Torej, Masa celotnega Vesolja in vse navidezno drugačne Energije zanesljivo izvirajo iz primarne Energije Vesolja - Gravitacije

Sedaj pa pogledajmo kaj sploh so in od kod izvirajo »alternativni« viri Energije in če v Naravi sploh obstajajo: Po krajši analizi lahko ugotovimo, da v osnovi gre za vedno eno in isto primarno Energijo, ki je nastala ali nastaja z delovanjem Gravitacijskih sil našega planeta in v drugem primeru zaradi prisotnosti sevanja Sončne energije, ki posledično nastaja po osnovi delovanja Gravitacije Sonca. Torej, sploh ne gre za neke nove ali »alternativne energetske vire« temveč lahko govorimo le o alternativni oblike izkoriščanja sicer vedno iste Energije, ki jo direktno ali skozi posledice njenega delovanja, sicer že dolgo izkoriščamo na tradicionalno znane načine.

Poleg konvencionalnih načinov pretvorbe Energije v električno napetost, ki velikokrat nosijo v sebi tudi okolju škodljive posledice, se v zadnjih desetletjih veliko govori in dela na pridobivanju električne energije iz tako imenovanih »alternativnih virov«, ki pa v resnici niso nikakršni »novi viri Energije« temveč gre le za drugačne oziroma alternativne metode pridobivanja električne Energije iz dejansko vedno istega energetskega vira, ki je podlaga obstoja Narave v kateri živimo. Zato v nadaljevanju analize, vse navidezno možne alternativne postopke za pridobivanje električne Energije moramo najprej podeliti v tri izhodiščne skupine in sicer po osnovah njihovega direktnega izvora in razmerja iz katere energetske oblike jih pretežno pretvarjamo:

1. Direktna pretvorba Sončne energije v električno energijo (fotovoltaika),
2. Indirektna pretvorba Sončne energije na Zemlji (skozi nastanek in izrabo vetra ali skozi bio-električne tehnologije),
3. Energija, ki jo pridobimo zaradi delovanja pretežno Gravitacijskih sil Zemlje - s pomočjo gibanja vodnih mas.

V prvi skupini najdemo predvsem sisteme znanih foto celic za direktno pretvarjanje energije sončnega sevanja v električno napetost. Zaradi relativno nizkih vrednosti skupne sončne energije na kvadratni meter Zemlje, nizkega izkoristka fotovoltaičnih plošč in njihove visoke cene je kW ura tako pridobljene elektrike veliko krat dražja od cene konvencionalno pridobljene elektrike. Poleg tega je njena dobava neredna (noč/dan, oblačnost, itn.), instalacija pa je vizualno dokaj neestetska.

V drugi skupini so zelo drage in okoljsko in vizualno težko sprejemljive vetrnice čigar kilovatna ura je tudi nekaj deset krat dražja od elektrike iz omrežja in dobava energije dokaj neredna. Pri bio-električnih tehnologijah pa je bistvo v tem, da bodo zares uporabne šele, ko bo v njih možna pretvorba izključno bioloških odpadkov v električno energijo, pretvorba rastlin v energijo pa je ob dokaj lačnem človeštvu v celoti nesprejemljiva.

V tretji skupini pa ostane najcenejša in niti zdaleč optimalno izkoriščena Energija, ki jo pridobivamo s pomočjo gravitacijskega premikanja vodnih mas.

Ob obravnavanju tretjega načina za pridobivanje električne energije pa se skoraj vedno srečamo z veliko miselno zmoto pridobljeno v procesu klasičnega izobraževanja. Gre za zmoto po katerih se misli, da električno Energijo dejansko pridobivamo od kinetične (gibalne) energije vode ter, da smo zaradi relativne majhnosti večine vodotokov ob njih dokončno omejeni pri možnostih pridobivanja večjih količin električne energije.

Čeprav vemo, da na vsak m<sup>2</sup> prereza tekoče vode dobimo kar nekaj sto krat večjo Energijo kot od enake hitrosti vetra, navidezno vse kaže, da smo glede na relativno majhne količine tekočih voda v rekah dokaj omejeni. Res pa je le, da smo omejeni v izgradnji velikih

akumulacijskih jezer za katere se zmotno misli, da so edina rešitev za možnost pridobivanja večjih količin električne Energije iz konkretnega vodotoka.

Problem vsega skupaj pa je v izhodiščnem razumevanju izvora same Energije, ki jo pridobivamo s pomočjo gibanja vodne mase, saj nam napačno tolmačenje in razumevanje Fizike že stoletja govori, da Energijo pridobivamo direktno iz kinetične Energije gibanja vodne mase, kar načelno sploh ni res.

Konkretno: Skupno energijo nekega vodotoka najlažje preverimo v pretoku vode skozi navpičen prerez rečne struge. Torej, če je površina prereza manjša je pretok vode manjši in če je hitrost vode manjša je pretok ponovno manjši.

Izmerimo pretočno vrednost oz. skupno Energijo vode manjšega vodotoka ca. 10 m pred večjim mlinskim kolesom postavljenim v vodotok. Enako meritev ponovimo tudi 10 m za mlinskim kolesom in ugotovili bomo nekaj zelo absurdnega:

Kljub temu, da mlinsko kolo poganja npr. generator, ki proizvaja 10 ali več kW Energije je pretok vode merjen pred mlinskim kolesom do potankosti enak pretoku vode za mlinskim kolesom. To pomeni, da kinetična Energija vodne mase pred mlinskim kolesom in za njim ostaja popolnoma enaka. Postavi se torej zelo enostavno vprašanje:

Po Zakonu o ohranitvi Energije, Energijo ne moremo porabiti ali izničiti. Prav tako pa je ne moremo pridobiti iz "ničesar". Torej, Energijo lahko le pretvarjamo iz ene oblike v drugo, lahko jo nekje odvezamo in njen del pretvorimo v neko drugo obliko Energije.

Do česa smo prišli: Če je Energija vodnega toka pred mlinskim kolesom in neposredno za njim popolnoma enaka, kje mlinsko kolo pridobi Energijo za svoje vrtenje? Če bi jo pridobilo iz kinetične Energije vodne mase bi se hitrost vode v vodotoku morala zmanjšati, kar bi pripeljalo do zmanjšanja pretočne količine za mlinskim kolesom, toda meritve dokazujejo, da temu ni tako!

Obrazložitve in mnenja celo vrhunskih strokovnjakov za hidrodinamiko češ, da gre za tako majhne odvzete moči, ki jih mlinsko kolo odvzema, da vse skupaj niti ni izmerljivo, nikakor ne držijo. Zakaj? Na primer v zgoraj opisani manjši vodotok z medsebojno razdaljo desetine metrov lahko postavimo 10, 20 ali celo 100 mlinskih koles. Če vsako poganja npr. 10 kW generator z njimi lahko pridobimo celo Energijo, ki presega skupno Energijo vodotoka ! Kljub temu bomo desetino metrov za zadnjim mlinskim kolesom v vodotoku izmerili enako pretočno količino oz. enako količino in hitrost vode (torej enako Energijo vode) kot jo ugotavljamo pred prihodom vode do prvega mlinskega kolesa. Konkretnih dokazov za opisano najdemo več sto že v Italiji kjer v betonske kanale za melioracijo vgrajujejo cele nize oz. desetine manjših mlinskih koles premera in širine okoli 2 m in iz njih (skupno) pridobivajo relativno visoke vrednosti električne energije. Hitrost vode in njen pretok pa za postavljenimi mlinskimi kolesi ostaneta popolnoma enaki kot pred prvim mlinskim kolesom ! Eden italijanskih proizvajalcev iz Ravenna postavlja svoja mlinska kolesa na medsebojne razdalje od ca. deset metrov (glej sliko 1) v nekaterih primerih pa na komaj 2 ali 3 metre medsebojne razdalje (glej sliko 2). In kljub temu vsa mlinska kolesa oddajajo približno enako moč. Hitrost in energija vodnega toka pa za njimi ostajajo enake kot pred prihodom na prvo mlinsko kolo !



Sl.1 – vodna kolesa med servisom



Sl. 2 – vodna kolesa med delovanjem

Ko sem se odločil prenesti zadevna spoznanja zainteresiranim v javnosti, me je bilo skoraj sram, ko sem se zavedel, da bom kot dokazila tistemu kar bom opisal, moral prilagati celo nekakšne fotografije in navajati primere. Je pač tako, da (zlasti izobraženim »strokovnjakom«) samo čista misel, izračun ali celo fizikalna razlaga običajno ne zadoščajo.

Jasno je, da med hitrostjo vode, njeno količino in vodnim kolesom zanesljivo obstajajo neke fizikalne povezave. Jasno pa je tudi, da se po osnovi dejstva, da Energija vodne mase ostaja enaka, pri vsem skupaj dogaja še nekaj drugega zaradi česar mlinska oziroma vodna kolesa dejansko nekje dobivajo Energijo brez, da bi jo trajno odvzemala samemu vodotoku.

Zelo podoben paradoks srečamo celo pri velikih energetskih objektih oz. HE, saj pod domnevo, da v umetnem jezuru ni vodnih izgub (zaradi pretoka vode v podtalnico), neposredno pred vstopom vodotoka v jezero in v odtoku za elektrarno zaznavamo popolnoma enake Energije samega vodotoka. Kaj se torej dogaja in po kakšni osnovi kompletna elektrarna pridobiva tako veliko Energijo brez, da bi se kinetična Energija kompletnega vodotoka kakorkoli zmanjšala ?

Z opisanim paradoksom sem se srečal že ob zgodnjem začetku snovanja SP naprav. Hidrologi in drugi strokovnjaki za vode ter zelo obsežna strokovna literatura so mi ponudili veliko konkretnih odgovorov v zvezi z izračuni različnih parametrov in zlasti izračuni znanih turbin. Dejansko razumevanje zgoraj opisanega paradoksa pa je ostalo nepojasnjeno in sem si obrazložitve in predstave o vsem skupaj moral pridobiti sam. Gre namreč za to, da izračun visoke hitrosti vode v navpičnih ceveh jeza hidro elektrarne logično povzroči veliko silo in moč pridobljeno na turbinah. Toda, od katere Energije je ta moč pridobljena – če za jezom skupna Energija vodnega toka ostaja nespremenjena, pa nikakor ni jasno. Sicer pa, zaradi velike hitrosti vode v stiku s turbino in dejstva, da Energija raste s kvadratom hitrosti, odsotnost dejanskega razumevanja tega pojava še nekako »toleriramo« toda, že ob tem moramo sprejeti dejstvo, da hidro elektrarna Energijo očitno sploh ne jemlje vodnem toku temveč sili prostega padca oz. Gravitacijski Energiji celotnega Planeta. Ob takšnem tolmačenju pa vse skupaj postane nekoliko bolj razumljivo in predvsem možno.

Toda pri tisočletja znanem mlinskem kolesu, kjer hitrost in Energija vode ostajata enaki pa ničesar ni jasnega ali pa moramo sprejeti dejstvo, da Zakon o ohranitvi Energije, za opisane primere – preprosto povedano – ne velja!

Vseeno ostanimo pri veljavnosti Zakona o ohranitvi Energije.

Za razumevanje opisanega paradoksa sem se ob pomanjkanju sredstev, preizkusnih naprav in nezaslišano nezainteresiranostjo strokovne javnosti, da bi tisto kar znajo izračunati tudi razumevali, moral potruditi kar sam. Na srečo pa sem do odgovorov prišel le s pomočjo pozornega opazovanja in analize videnega. Konkretno, najprej sem zaznal znano dejstvo, da se tekoča voda ob prihodu na oviro postavljeno v vodotok dviguje v smeri navzgor. Pač, voda relativno ni stisljiva in se umika v smer sicer stisljivega zraka, ki je nad njo.

Zelo podoben efekt sem opazil ob prihodu tekoče vode na loputo mlinskega kolesa, ki se je v vodo pravkar pričela potapljati in efekt je – podobno oviri v vodi – bil popolnoma logičen in ne preveč zanimiv. Toda ob prvotnih opazovanjih sem, tako kot večina opazovalcev, ki že dva in pol tisočletja opazujejo mlinska kolesa, spregledal nekaj veliko bolj pomembnega:

Po lokalnem dvigu vodne gladine, povzročim s stikom tekoče vode in pogonskimi loputami vodnega kolesa, se lokalna gladina vode sploh ni takoj vrnila na predhodni nivo temveč je lokalno (v obliki nekakšne »kupole«) ostala privzdignjena vse dokler se povzdignjena gruča vodnih molekul ni premaknila izven navpične sence celotnega vodnega kolesa ! Ta pojav mi je dal vedeti, da maso vode – zaradi njene vztrajnosti -ne dviguje v navpični smeri samo loputa, katera se v njo šele potaplja, temveč jo povzdigujejo tudi vse v vodo že potopljene lopute na katere voda sočasno pritiska !!

Po izhodu iz »navpične sence« celotnega mlinskega kolesa pa se gladina vode takoj spusti na prejšnji nivo in hitrost, pretok in energija celotnega vodotoka ostanejo enaki – kot so bili pred prihodom do loput mlinskega oziroma vodnega kolesa.

Torej, kje mlinsko kolo pridobiva Energijo za svoje vrtenje ? Dejansko jo dobiva iz Energije Gravitacije, saj z zadrževanjem Gravitacijsko in dinamično usmerjenega vodnega toka, del te vode lopute preusmerjajo navzgor in točno toliko Energije, kolikor jo lopute preusmerijo v navpičen dvig vodne mase, mlinsko oziroma vodno kolo izrablja za svoj pogon.

Opisano tudi pomeni, da klasičen in že stoletja znan izračun moči (preko kinetične energije vode) za mlinsko kolo sploh ni pravilen niti daje pravilen rezultat – razen, če ga še naprej zagovarjamo z bizarno trditvijo, da iz popolnoma nejasnih vzrokov, mlinsko oziroma vodno kolo ima samo 12 % izkoristek ! Torej, če bi mlinsko kolo od vodotoka prevzemalo del kinetične energije bi se lokalna hitrost morala zmanjšati

Čeprav o tem do danes nisem hotel pisati sem ta dejstva upošteval pri koncipiranju mojih SP naprav čigar klasične izračune najdete na moji spletni strani <http://www.izumi.si> . Med tem pa sem zaradi poznavanja opisanih pojavov, iznašel še veliko drugih možnosti in konstrukcij, ki bodo v bodočnosti omogočali še neprimerno večjo in učinkovitejšo pretvorbo Gravitacijske Energije v pridobivanje električne energije – seveda **s pomočjo** tekočih voda (in nikakor ne **iz** tekočih voda !).

Opisano oziroma pravilno obravnavanje vzrokov omenjenega pojava kakor tudi vsaj še nekaj podobnih pojavov, ki jih srečujemo le v hidro dinamiki pa nam omogočijo več drugih in zelo pomembnih spoznanj. Ta spoznanja pa so zelo pomembna, saj potrjujejo moje domneve in izračune, da je celo v zelo počasi tekoče vodotoke že danes možno vgraditi ustrezne sisteme za pridobivanje **izjemno velikih količin električne energije**, ki bo nedvomno tudi v bodočnosti osnovna oblika energije za najširšo porabo.

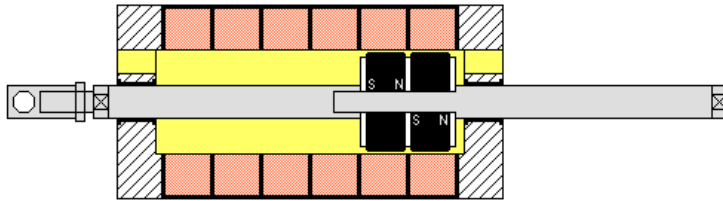
Vse navedeno pomeni, da je v nam znani Naravi popolnoma napačno govoriti o nekakšni »Alternativni Energiji«, saj v njej česar takšnega sploh ni. Obstaja le Gravitacijska Energija v nešteto pojavnih in posledičnih oblikah pri čem smo v novejšem času pričeli uporabljati vse več novih oziroma **alternativnih metod** za izrabo nekaterih njenih oblik, česar prej nismo znali. Natančno poznavanje Fizike in pravih vzrokov raznih pojavov pa nam pomaga v tem, da bomo preobrazbo veliko pojavnih oblik Gravitacijske Energije v električno energijo, v bodoče lahko pretvarjali veliko čisteje in učinkovitejše.

Zakaj je poznavanje resničnih dejstev o Naravi, ki nas obkroža tako pomembno? Enostavno zato, ker povprečen hidrolog, inženir ali fizik niti pomislil ne bo, da je iz bližnjega le srednje velikega potoka možno pridobiti več deset kW čiste in poceni električne energije, če meni, da jo pridobiva iz Energije samega vodotoka – ki je za to veliko premajhna. Če se pa zave, da je tekoča voda le sredstvo s pomočjo katerega lahko pridobi mnogo več električne energije iz skoraj neskončno velikega Gravitacijskega polja Zemlje pa zadeve postanejo popolnoma drugačne !

## SOLENOIDNI GENERATOR

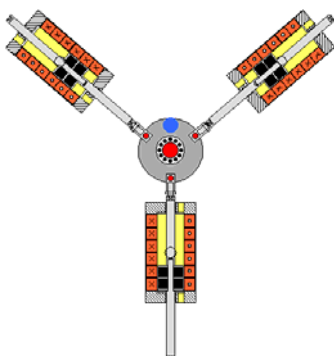
Ob koncu 2009 leta smo uspeli razviti preizkusiti in prijaviti patent tudi novega SG generatorja za proizvodnjo izmenične napetosti s središčno vstavljenimi magneti, ki za razliko od običajnih oz. znanih generatorjev za svoje delovanje ne potrebuje visokega števila obratov pogonskega sredstva. Po svoji tehnični zasnovi je njegov posamezen del podoben impulznim generatorjem, na udarec kladiva ali vzmeti, ki so nastajali že kmalu po letu 1780 in laboratorijsko bili uporabljeni predvsem za pridobivanje impulzov visokih napetosti, ki so nastajale ob ustreznem številu ovojev solenoida, ki je lahko imel eno ali celo več navitij z različnim številom ovojev, kar je znanstvenikom, kot so bili Michael Faraday, Lorentz, Maxwell in drugim, pomagalo proučevati osnovne zakonitosti magnetnih in elektromagnetnih pojavov. V poznejših obdobjih se skoraj celo stoletje solenodine konstrukcije, z vstavljenim feromagnetnim jedrom niso izkoriščale v industrijske namene v smislu pridobivanja električne napetosti v solenoidu zaradi več različnih vzrokov, med katerimi so predvsem izstopali problemi nizke intenzitete in zlasti trajnosti samih permanentnih magnetov, ki so ob premikanju skozi ustvarjeno elektromagnetno polje zelo hitro izgubljali na svoji magnetni gostoti. Drugi problem pa je bil v tem, da tovrstni generator niti ni primeren za ustvarjanje konstantne napetosti, saj na obeh koncih giba prihaja do upočasnitve hitrosti gibanja in spremembe smeri gibanja magnetov ter posledično, do spremembe polaritete inducirane napetosti. Po uvedbi še danes znanih generatorjev električne napetosti ter bistvenem izboljšanju stabilnosti in trajnosti samih magnetov pa je prišlo do veliko izumov in konstrukcij, zlasti manjših generatorskih naprav z vgrajenimi permanentnimi magneti med katerimi jih še danes veliko srečamo v redni uporabi. Toda, v teh primerih magneti rotirajo in s svojo rotacijo inducirajo nastanek električne napetosti oz. toka v solenoidnih navitjih razporejenih po obodu generatorja oz. v statorju. Praktični primeri, ki so danes znani v eksploataciji solenoidnega navitja z aksialno premičnim jedrom, pa so najbolj pogosti v uporabi sodobnih aktuatorskih naprav kot je že veliko desetletij

znana kotev za vključevanje avtomobilskega zaganjača ter desetine primerov solenoidov opremljenih s premičnim jedrom za krmiljenje ventilskih sistemov. V obratni smeri oz. za proizvodnjo kontinuirane električne napetosti z aksialnim premikanjem permanentnih magnetov nameščenih v središče solenoida pa v praktični eksploataciji ne srečujemo serijskih izdelkov.



Ilustracija prereza enega od treh segmentov novega SG generatorja z dvojnimi permanentnimi magneti in šestimi solenoidnimi navitji.

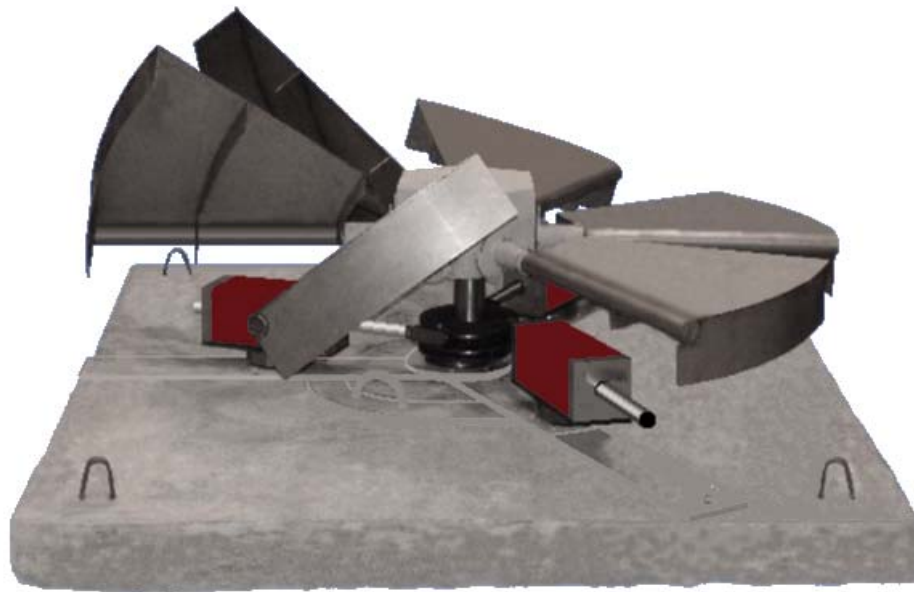
Tehnični problem, ki ga SG generator uspešno rešuje, izhaja iz fizikalnega dejstva, da v solenoidu zaznavamo inducirane napetosti tudi ob izjemno počasnem aksialnem premiku središčno nameščenega magneta. Ob tem se v navitjih solenoida razvija napetost, ki je predvsem odvisna od števila ovojev in pri premiku magneta v eno smer inducira enosmerno napetost z ustrezno usmerjeno polariteto, pri aksialnem premiku magneta v nasprotno smer pa se obrne tudi polariteta inducirane električne napetosti. To praktično pomeni, da pri kontinuiranem premikanju magneta naprej – nazaj v solenoidu dobimo inducirano izmenično napetost, čigar frekvenca je odvisna od števila sprememb smeri premikanja samega magneta. Pri opisanem bo ob minimalnem odvzemu elektrine, inducirana napetost odvisna predvsem od števila ovojev solenoida, ob povečani frekvenci premikanja magneta naprej – nazaj pa bo predvsem naraščal razpoložljiv električni tok, kar bo omogočilo povečanje njegovega odvzema brez bistvenega padca električne napetosti inducirane v samem solenoidu. Opisane karakteristike pa se bistveno razlikujejo od karakteristik delovanja klasičnega generatorja, alternatorja ali enosmernega dinama s permanentnim magnetom pri katerih ob manjšem številu obratov sicer dobimo večje število prekinitev indukcijskega delovanja in samoindukcije zaradi rušenja nastalega lokalnega polja. Toda, čeprav je to, za generatorje in dinamo, navidezno zelo produktivno, v resnici pogojuje potrebo po relativno visokem številu obratov premičnih delov naprave, saj v nasprotnem primeru ni možno doseči zadostne napetosti oz. čim višjega izkoristka, ali pa bi vsak posamezen stator moral imeti nesprejemljivo veliko število ovojev bakrene žice kar pa je celo konstrukcijsko nesprejemljivo. Istočasno na klasične generatorje ali dinamo delujejo v smislu povečanih izgub tudi prečni magnetni tokovi, ki pogojujejo laminarno konstrukcijo njihovih magnetnih jeder, ki kljub temu zaradi problema magnetne reminiscence ne morejo delovati ob vseh režimih oz. številu obratov generatorja z vsaj približno enakim izkoristkom. Posebno visoke izgube pa povzročajo tudi magnetni zazor med rotorjem in statorji. Zaradi vsega navedenega in mnogih drugih in že dolgo znanih pomanjkljivosti znanih generatorjev je osnovna zamisel po izumu skušala sestaviti uporaben električni generator, ki poleg navedenih problemov ne bo izkazoval problemov za izkoristek škodljivih magnetnih zazorov med rotorjem in statorjem niti dovoljeval histereznih izgub v generatorski pločevini in v dolgih magnetnih poteh skozi magnetne segmente statorja.



Solenoidni generator SG odpravlja navedene in rešuje zastavljene tehnične cilje tako, da rotirajoči pogonski medij preko ustrezno izdelanega ekscentričnega sistema vedno in sočasno aksialno premika dve, tri ali več osi na katere so pritrjeni permanentni magneti in ki ležijo v središčih svojih solenoidnih navitij.

S pomočjo ustrezne zamaknitve ekscentrov bo generator po izumu, magneti znotraj solenoidov vedno imel postavljene v različne položaje, kar bo ob praktični eksploataciji povzročalo, da ob najmanj treh solenoidnih enotah, praktično nikoli ne prihaja do sočasne spremembe smeri gibanja magnetov naprej – nazaj oziroma, da nikoli ne bo prišlo do popolne odsotnosti inducirane napetosti. Predvsem pa bo ob pravilnem izračunu magnetnih gostot in števila ovojev vsakega solenoida, nov generator odprl možnost visoko učinkovitega generiranja električne napetosti tudi ob minimalnem številu obratov pogonskega medija.

To naj bi omogočilo učinkovito pridobivanje električne energije tudi pri številu obratov pogonskega medija že od dveh ali celo manj obratih/minuto in brez povečevanja izgub, sočasno omogočilo delovanje tudi ob sto krat višjem številu obratov.

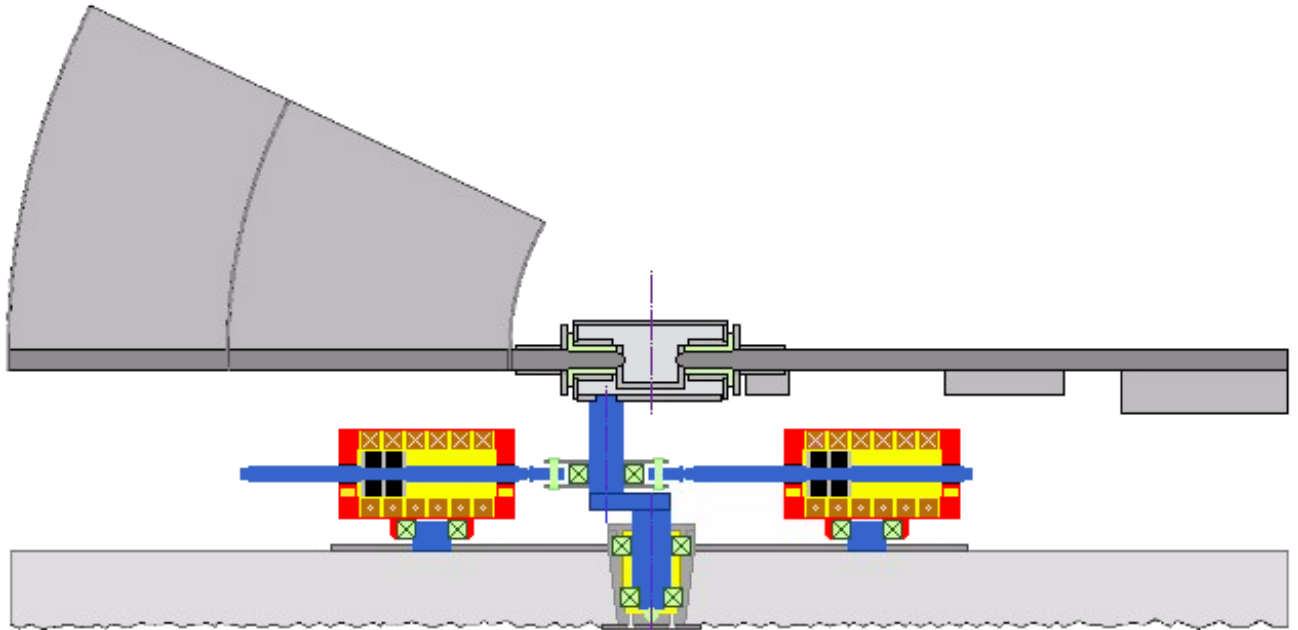


Glede na vse zgoraj omenjeno, smo proti koncu lanskega leta pričeli razvijati več prototipov SG generatorja in prišli do ugotovitve, da nihče na svetu do današnjih dni ni izumil, patentiral ali proizvedel ničesar podobnega SG generatorju. Najpomembnejša lastnost novega SG generatorja je v tem, da je njegova proizvodnja izjemno poceni, saj bo na primer 20 kW enota stala v serijski proizvodnji veliko manj kot 1.800 EUR, mnogo močnejša 70 kW različica pa ne več kot 2.700 EUR. Prav tako pomembna pa je lastnost, da je tak tip generatorja zmožen proizvajati skoraj konstantno električno napetost že pri razponu med 2 – 250 obratih na minuto, pri tem pa se razlikujeta samo električni tok in končna moč, ki se pri večjem številu vrtljajev povečujeta. Takšen generator tudi drastično zmanjšuje ceno inverterja, ki omogoča priklop na obstoječe električno omrežje.

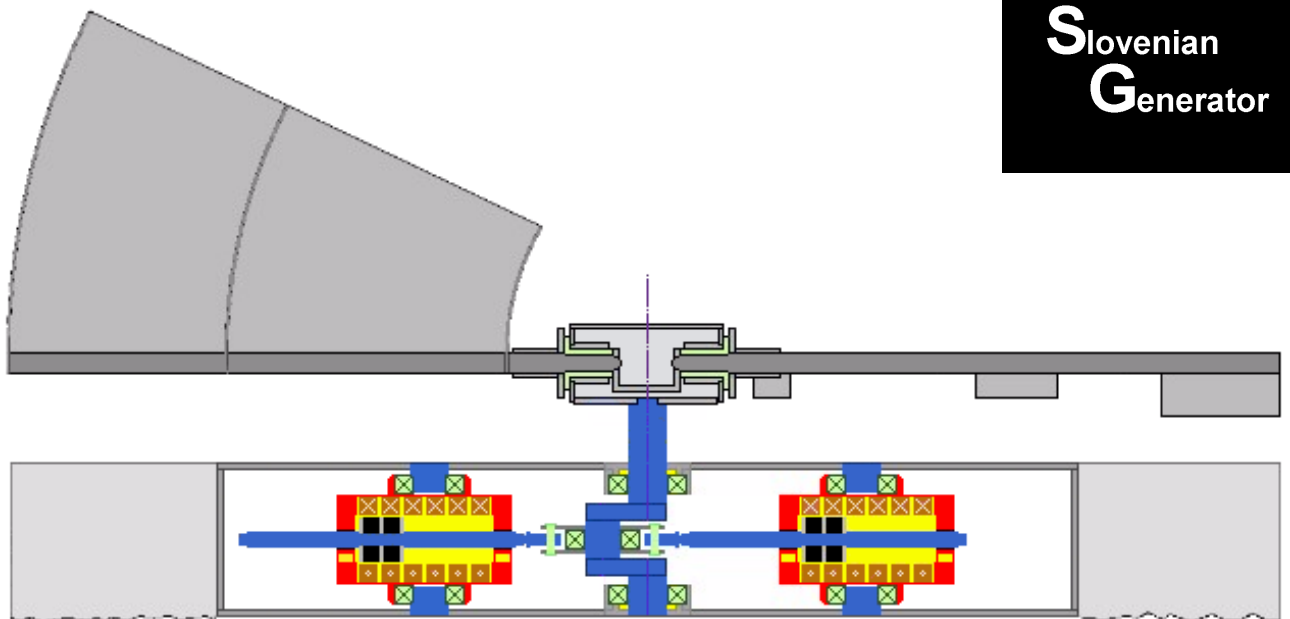
Čeprav bo bralec iz opisov delovanja lahko razbral, da gre za dokaj nenavadno oblikovan izdelek, so SP ali SG naprave primerne za pogon tlačnih črpalk, za direkten pogon potopnega električnega generatorja za proizvodnjo električne napetosti ali pa celo za izvajanje agresivne mikro aeracije. Pri tem po cevi oz. z obrežja zajema zrak in ga v mehurčkih manjših od 0,2 mm vbrizgava v dno vodotoka, pri čem izvaja oksidacijo organskih snovi in eliminacijo mulja, ki je velikokrat prisoten na dnu počasnejših vodotokov, zlasti pa v akumulacijskih jezerih skoraj vseh hidroelektrarn. V nadaljevanju teksta in na slikah, si lahko ogledate kako naša naprava s samodejnim pogonom (SP-črpalka) deluje.

Za razliko od znanih črpalk pa deluje predvsem v počasi tekočih vodah, ob hitrostih vode večjih od 7 m/sec pa se njen izkoristek celo znižuje !

Že v fazah zgodnjih prototipov SP naprav smo bili deležni veliko kritik o tem, da bo med obratovanjem opreme pod vodo obstajala nenehna nevarnost, da plavajoča umazanija, veje in podobno lahko blokirajo delovanje poganjanih črpalk ali generatorjev. Zato smo se ob razvoju SG generatorjev lotili tudi njihove zaščite oz. popolne eliminacije takšnih možnosti – za SG generatorje kakor tudi za črpalke in druge elemente, ki jih bomo z SP napravami poganjali.

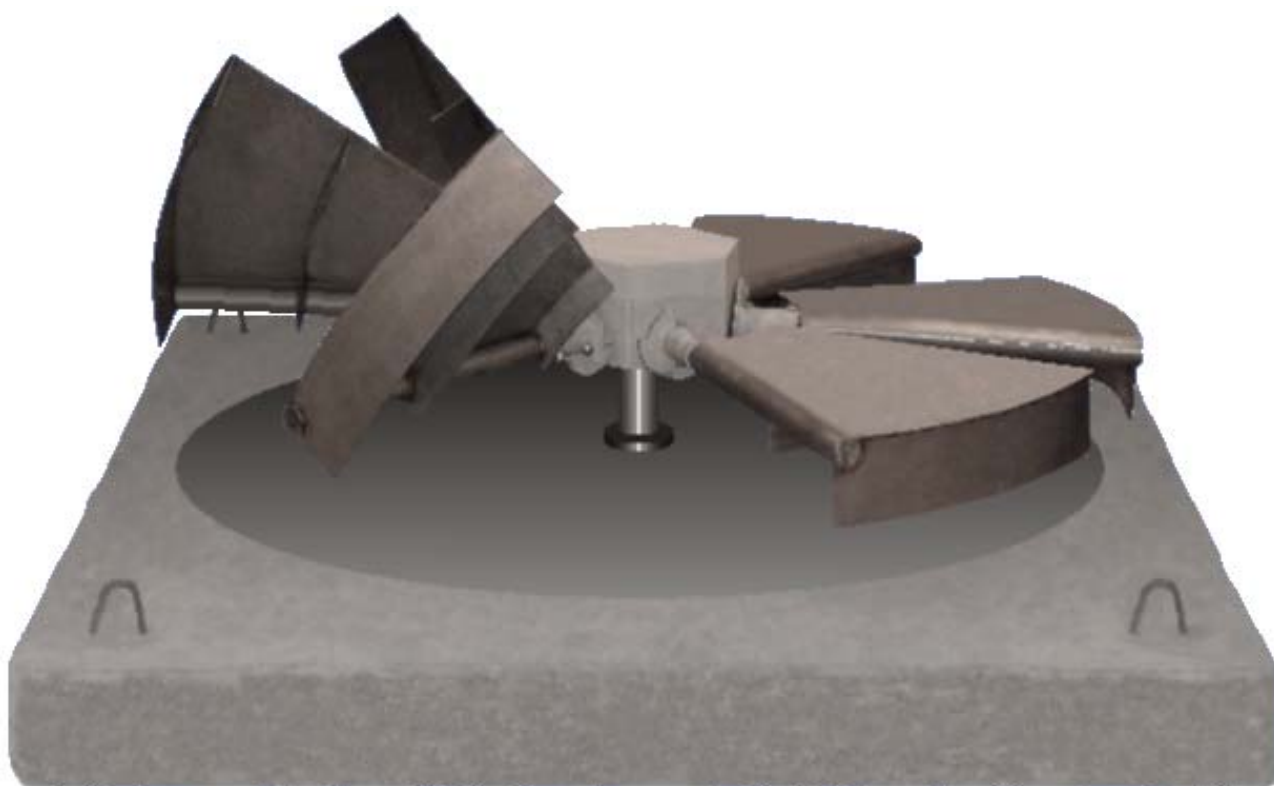


Ilustracija prvotnega sistema s priključenim SG generatorjem ali batnimi črpalkami.



Ilustracija sedanjega sistema s priključenim SG generatorjem ali batnimi črpalkami.

Kljub vsem navedenim smo mnenja, da naše SP naprave v smislu pridobivanja električne energije niso in verjetno niti ne bodo namenjene srednjim ali malim elektrarnam, temveč pri pridobivanju električne energije sodijo v kategorijo "Pico" elektrarn, ki bodo proizvajale največ 25 kW električne energije. Pri takšni proizvodnji pa kot vse kaže dosežemo tudi daleč najnižje cene po kW/h, ki so veliko nižje od sedanjih najnižjih cen. Konkretno, zadnji izračuni kažejo, da bomo še v letošnjem letu zmogli proizvajati SP enote opremljene s potopnimi generatorji z močmi do 20 kW, ki bodo po osnovi amortizacijskega obdobja od 20 let proizvajali električno energijo po ceni od komaj 0,0075 EUR za kWh. Če to ceno primerjamo s ceno kWh električne energije pridobljene od foto-celic (0,5 EUR do 1,2 EUR za kWh) ali s ceno energije pridobljene od vetrnic (0,5 EUR do 2 EUR po kWh) hitro pridemo do spoznanja, da je povprečna cena energije vseh ostalih alternativnih virov do nekaj sto krat višja od cene energije, ki jo ponujaj SP naprave.

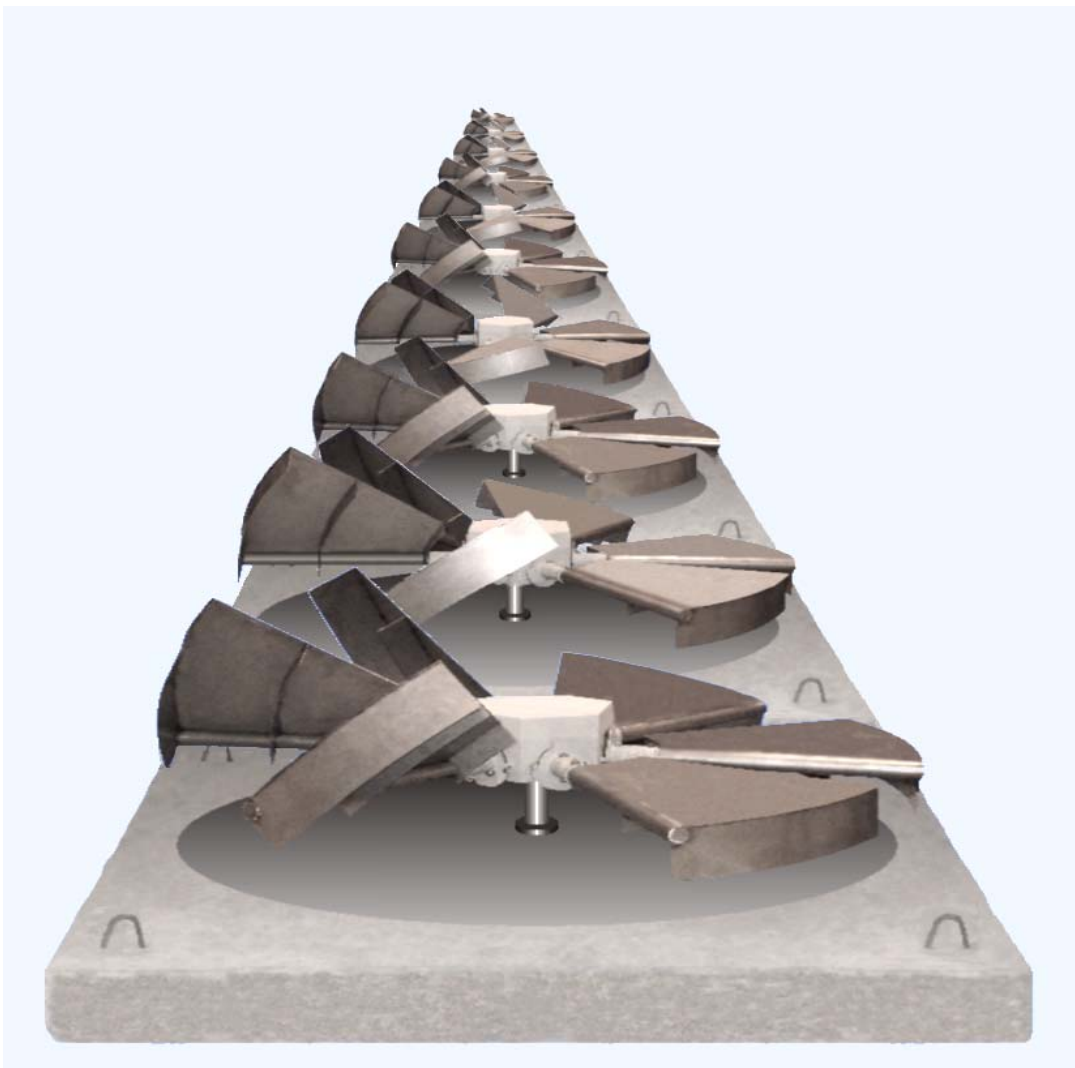


Še zanimivejša pa je primerjava s cenami obstoječe energije iz električnega omrežja, ki se v razvitem svetu giblje med 0,06 in 0,12 EUR po kWh. **Ob tem pa ugotovimo, da je cena energije, ki jo pridobimo z SP napravami še vedno za 6 do 8 krat nižja celo od električne energije iz omrežja in dejansko predstavlja najnižjo ceno ekološko neoporečno pridobljene energije na svetu.**

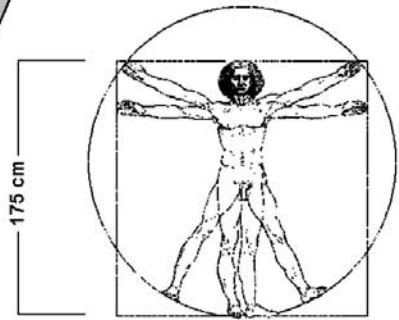
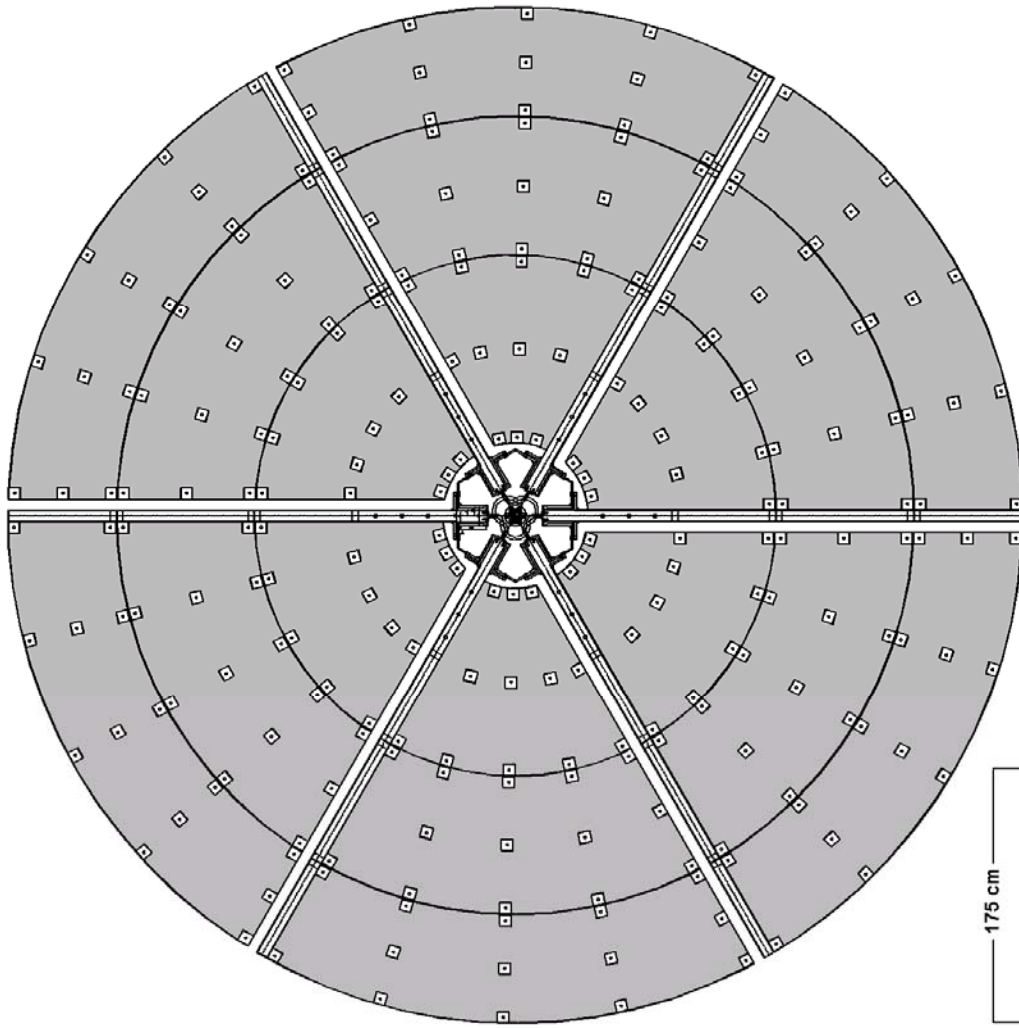
## MOŽNOSTI IZGRADNJE SREDNJE VELIKIH IN VELIKIH ENERGETSKIH OBJEKTOV Z UPORABO SG SISTEMA

Čeprav smo v dosedanjem tekstu omenili predvsem izgradnjo najmanjših elektrarn namenjenih individualni uporabi in z močjo reda velikosti 20 kW, iz nadaljnjih meritev in izračunov izhaja, da obstaja velika možnost izgradnje tudi bistveno večjih in močnejših energetskih celot, ki bi jih sestavili od 10, 20 ali celo 50 SG enot postavljenih na dno srednje velikega vodotoka in sicer tesno enega ob drugem.

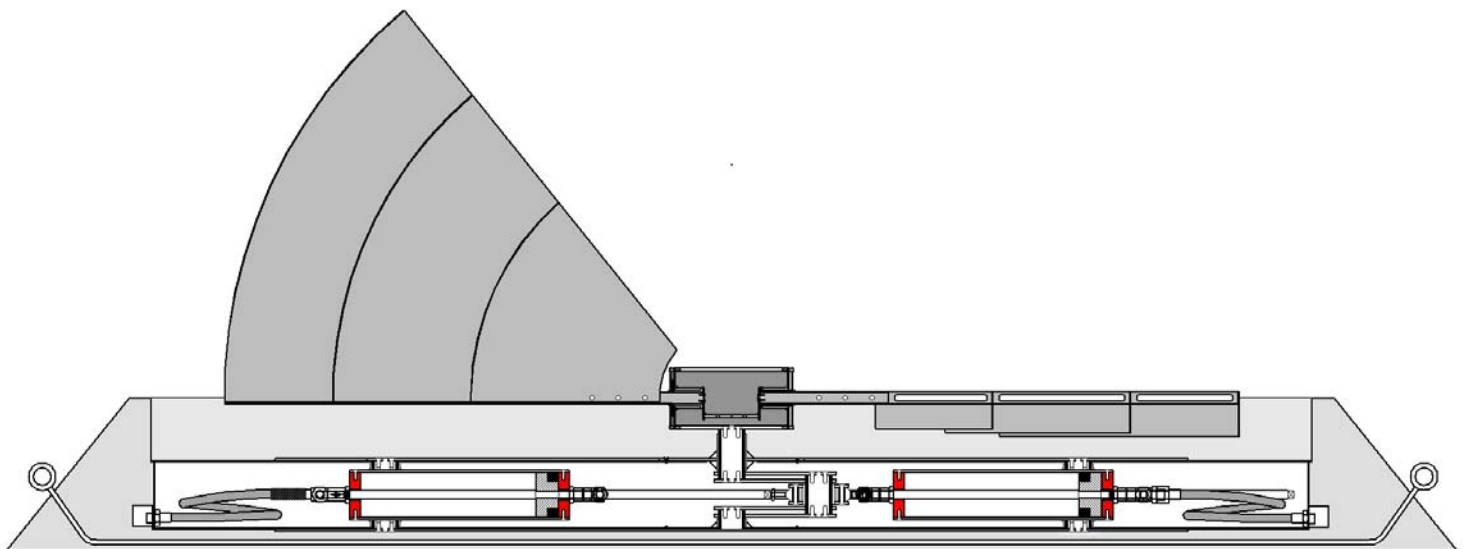
V tem momentu je verjetno velika težava predstaviti si 250 ali 300 m obrežja reke Mure na katerem praktično nebi bilo ničesar zaznavnega, na dnu vodotoka pa bi v dveh ali treh kolonah bilo položenih ca. 50 ali 60 SG enot, čigar izhodni napetostni kabli bi bili povezani na več manjših ali na eno večjo invertersko enoto, ki bi pridobljeno elektriko prilagodila direktnem priključku na najbližje električno omrežje.



Približen videz manjše SG verižne inštalacije dejanske moči okoli 250 kW (ob hitrosti vode 2,8 m/sec) povezanih v enovrstno verigo in v skupni dolžini od ca. 80 metrov.



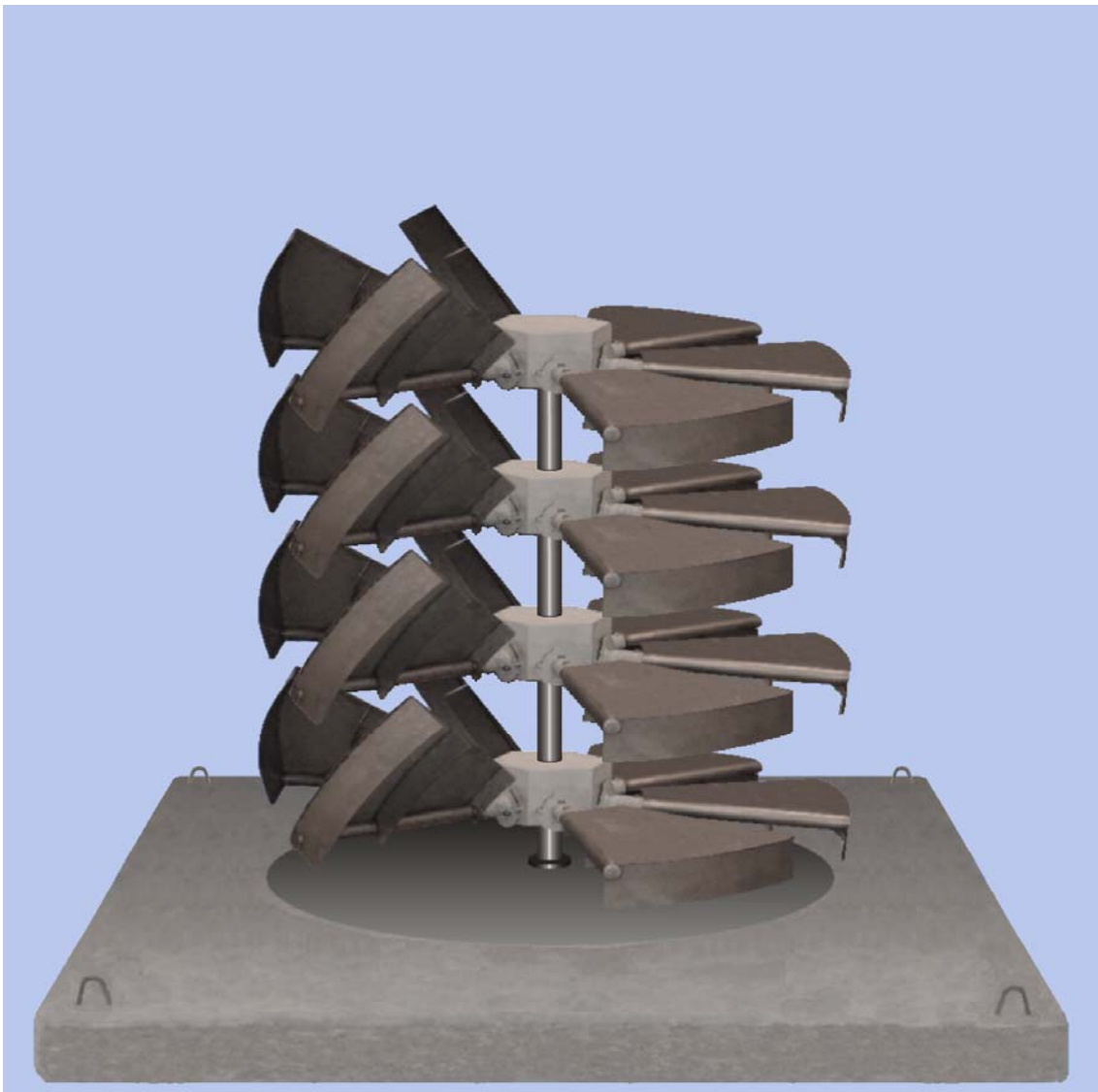
**Dimenzijsko primerjalne skice največje serijske SP enote SP 70 premera 7 metrov.**



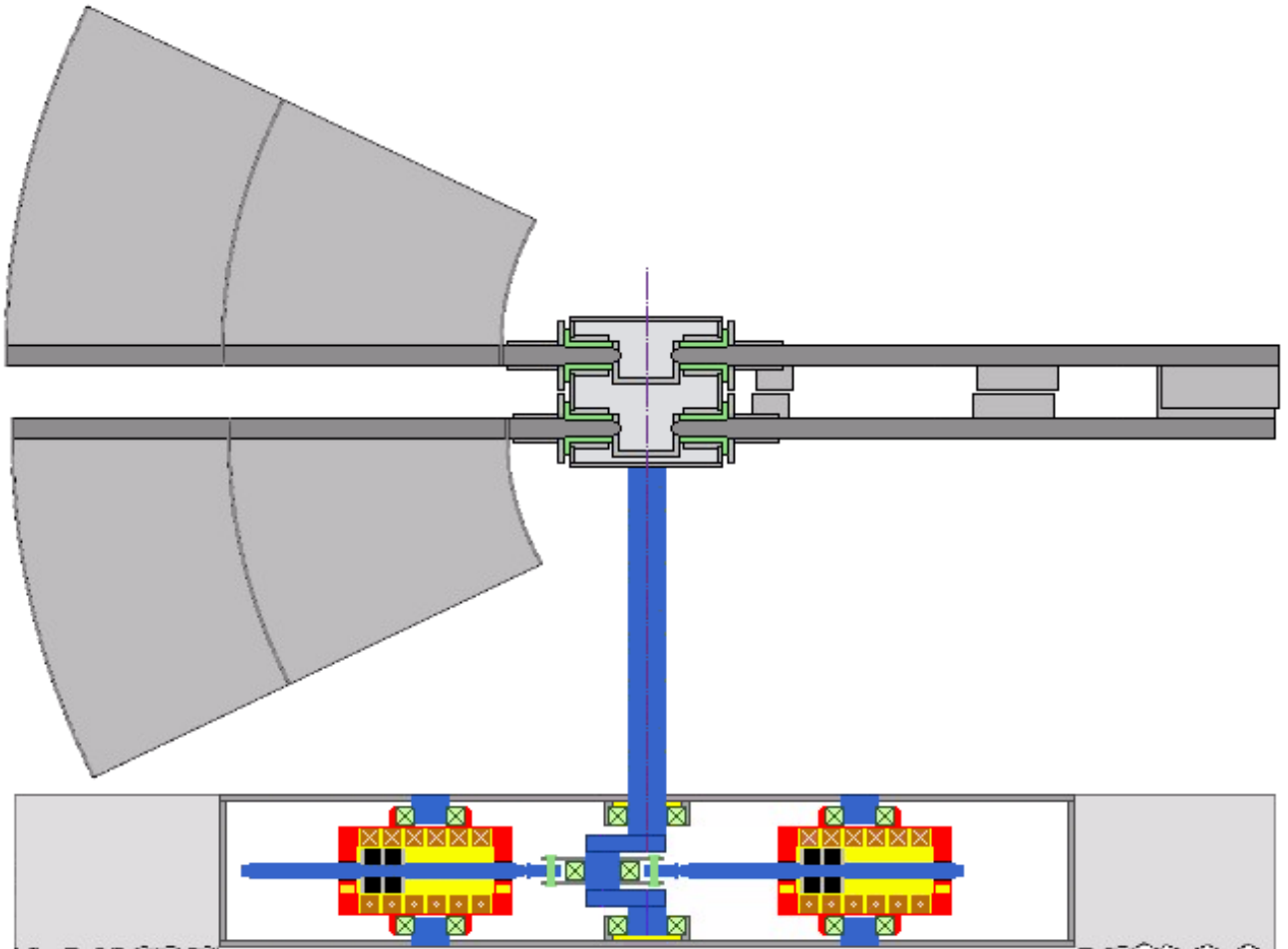
Približna investicijska cena predhodno opisane inštalacije še vedno nebi presegala 1 EURO po pridobljenem W moči, kar je za pridobitev tolikšne energije praktično 2,2 krat ceneje od potrebnega investicijskega vložka v male elektrarne (brez večjega umetnega jezera) in 4 do 15 krat ceneje od srednje velikih hidro elektrarn z umetnim jezerom. Za bralca, ki ni seznanjen z dejanskimi močmi večine hidro energetske virov, zgoraj navedena moč daje videz relativne majhnosti. Zato je potrebno poudariti, da dejanske moči stotin elektrarn sploh niso tako velike kot se to na splošno misli. Na primer, povprečje inštalirane moči pri Gorenjskih elektrarnah bistveno ne presega 450 kW inštalirane moči, pri čem je kar nekaj zelo izrazito majhnih (HE Cerklje – 90 kW; HE Kranjska gora – 152 kW; HE Rudno – 175 kW; HE Kokra – 228 kW; HE Škofja loka – 282 kW; HE Standard – 200 kW; HE Davča – 320 kW; HE Sorica – 140 kW; HE Zvirče – 370 kW in HE Suhelj – 160 kW), samo nekaj njihovih elektrarn pa presegajo 1 MW inštalirane moči.

### **MOŽNOSTI IZGRADNJE IZJEMNO UČINKOVITIH SISTEMOV ZA DELOVANJE V GLOBJI VODI ALI CELO ZA ELEKTRARNE NA PLIMO IN OSEKO**

Relativno negativen hidrodinamični efekt večine vodotokov je dejstvo, da je ob dnu hitrost vode vedno bistveno najnižja. Zato smo že ob prvih prototipih predvideli možnost korekcije tudi v odnosu na ta pojav in sicer tako, da na isto pogonsko os in nad osnovno pogonsko turbino namestimo še eno ali celo več - enakih pogonskih turbin s po šestimi peresi.



Takoj po opisanem pa se je odprla tudi potreba dodatne povečave nosilnega podnožja in možnost navpičnega dodatka ne samo ene temveč tudi več pogonskih turbin. Postavitev več naprav kot je prikazano na zgornji sliki na dno vhoda v ustrezni morski zaliv bo zanesljivo ponudila daleč najcenejšo in s tem tudi najučinkovitejšo rešitev za pridobivanje električne energije iz vodnih tokov, ki jih povzročata plima in oseka morske vode.

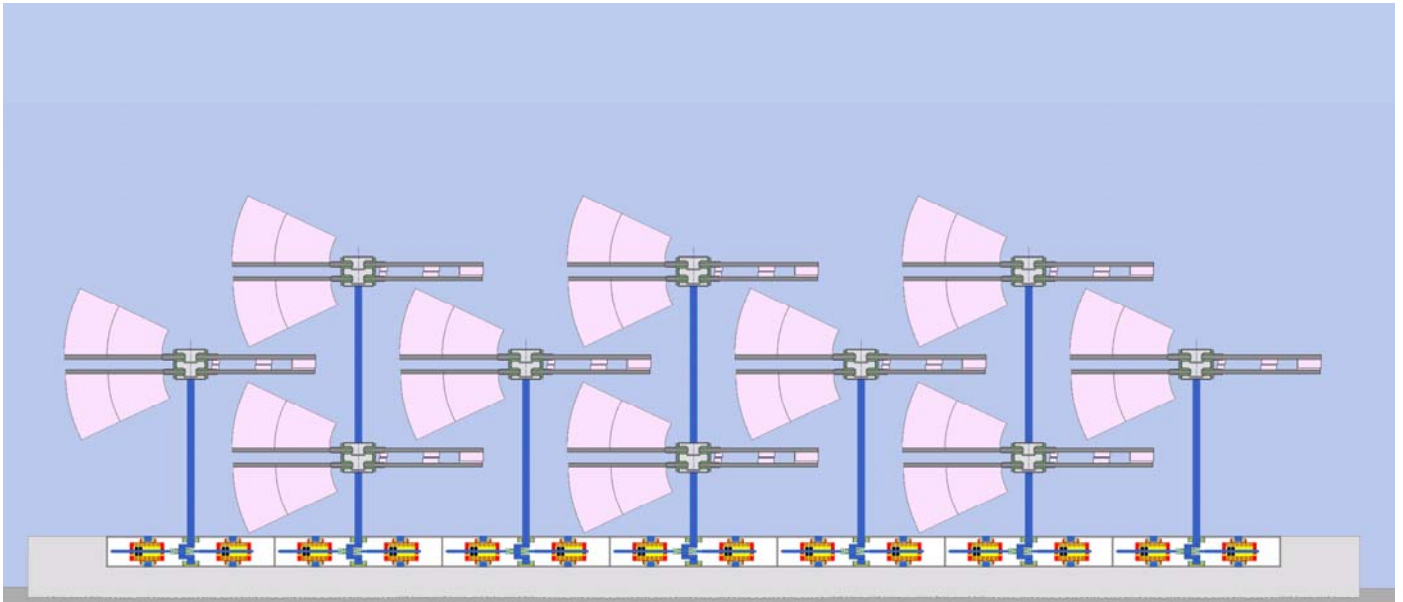


Na sliki prikazana postavitve zrcalno obrnjeno postavljenih parov pogonskih peres je primerna za vgraditev v zelo počasno vodo, saj (čeprav ob zmanjšani moči) še vedno deluje celo ob minimalni globini vodnega toka, ki bistveno ne presega globino 2,3 m. SP enote z vgrajenim enojnimi in navzdol obrnjenimi peresi smo sicer predvideli predvsem za namakalne sisteme, ki delujejo v izrazito plitkih vodah (črpalna postaja na Savinji pri Celju).

*Pri klasično znanih izračunih, ki jih navajamo na 9 in 10 strani te brošure ne zaznavamo zelo pomembnega fizikalnega dejstva, ki ga je očitno spregledal celo genialni Bernoulli: Če je svoje izračune ločil na takšne, ki veljajo za nestisljive in takšne, ki veljajo za stisljive medije, ostane dejstvo, da v vodotoku tekočo vodo štejemo med nestisljive medije. V tem primeru pa naletimo na skoraj nerešljiv fizikalni problem, da na prečno postavljeno oviro nikakor ne pritiskajo le molekuli vode, ki se jo dotikajo temveč (zaradi nestisljivosti njenih molekul), zelo dolg premočrtni steber molekul vode iz smeri vodnega toka. Torej znani izračuni skupno maso (nestisljive) vode, ki na oviro pritiska sploh ne upoštevajo kar je v direktnem nasprotju z vsemi osnovnimi načeli Newtonove mehanike !*

Na straneh 9 in 10 predstavljeni izračuni tudi ne morejo ponazoriti kako izjemne možnosti postavitve SP/SG naprav na dno vodotokov dejansko imamo na voljo. Ena med njimi je:

## ZID



Na ilustraciji prikazan »ZID« sestavljen od 7, 9 ali več SP/SG naprav postavimo prečno na smer gibanja vode (na sliki voda prihaja iz smeri opazovalca) in bo v večji reki s hitrostjo vode od ca. 2,5 m/sekundo z lahkoto proizvajal do 1 MW moči. Zelo podobne konstrukcije so možne za elektrarne, ki delujejo na plimo in oseko zalivskih tokov.

### KAJ IN KOLIKO STANE PRI PRIDOBIVANJU ELEKTRIČNE ENERGIJE ?

V zadnjih nekaj letih je v javnosti nastalo veliko zablod v zvezi z znanimi in alternativnimi energetskimi viri in njihovimi resničnimi cenami in efekti. Pa pogledjmo kaj in koliko dejansko od tega stane in kaj dobimo:

#### 1. »FOTOVOLTAIKA«

V Sloveniji (za razliko od Saudijske Arabije) v štirih mesecih poletja lahko po nekaj ur dnevno »lovimo« prisotno sončno energijo v vrednosti, ki bistveno ne presega 550 W po kvadratnem metru. Če upoštevamo, da je izkoristek dosedanjih foto celičnih elementov bil okoli 10 %, danes do 17 % (II generacija) in se dviga proti 30 % in bo čez desetletje domnevno dosegel do 45 %, dobimo podatek, da za vseh 365 dni (in noči) na leto, samo za potrebe mesta Ljubljane potrebujemo površino fotocelic, ki je večja od površine šestine cele Slovenije. Torej, tudi če bi trenutna cena s sedanjih 5 EUR za Wp padla pod 2 EUR za Wp bi vse skupaj bilo brez večjega pomena. Glede na potrebna investicijska vlaganja pa po enoti energije dejansko moramo plačati do osem krat več kot je potrebno plačati pri izgradnji termoelektrarne. Ko k temu dodamo stroške za nosilne konstrukcije foto celic, inverterje in strahotne kapacitete akumulatorjev (za čase ko je noč ali ko veter pripodi oblake), pridemo do podatkov, da je vse skupaj predvsem popolnoma smešno. Realna

oziroma najnižja investicijska cena po kW za inštalacijo od vsaj 1 do 10 kW pa nikakor ne more biti nižja od 12.000 EUR po kW kar je s stališča gospodarnosti v celoti nesprejemljivo. Konkretno, v zadnjih dneh Junija 2010 je v Mariboru izgrajena največja slovenska »fotovoltaična« elektrarna z inštalirano močjo 1 MW in površino sončnih panelov od ca. 25.000 kvadratnih metrov. Ob tem se investitor rad pohvali, da bo elektrarna letno proizvedla celo 1,124.000 MWh energije ob čem je njena investicija dosegla 3,000.000 EUR. Tudi, če bi verjeli, da bo elektrarna dejansko proizvedla navedeno letno količino energije (1,124.000 MWh) ostane dejstvo, da je efekt njene instalirane moči vsaj 8 krat manjši od efekta enake instalirane moči (1 MW) v malo elektrarno, ki bi na leto proizvedla 8,300.000 MWh elektrike. To pa pomeni, da se dejanski efekt inštalirane moči fotovoltaike od 1 MW sme primerjati z dejansko močjo od komaj 125 kW elektrike, ki izvira iz hidroenergetskega vira male elektrarne. Takšno je tudi edino možno primerjalno razmerje, saj pri hidroelektrarnah 1 MW inštalirane moči pomeni tudi 1 MW dobljene moči pri fotovoltaiki pa 1MW inštalirane moči pomeni komaj 125 kW pridobljene moči ! Torej, v konkretnem primeru in po podatkih samega investitorja smo za dvakrat višjo ceno (kot stane MW elektrike iz male hidroelektrarne) dobili 8 krat manj elektrike kar tudi pokaže nedvomen rezultat, da je kWh iz fotovoltaike 16 krat dražja od cene elektrike iz male hidroelektrarne. Dalje, to tudi pomeni, da je dolgoročni povprečni »izplen« kvadratnega metra foto panelov opisane inštalacije (skozi vseh 24 ur/dan) komaj okoli konstantnih 5 W pa še dodatno navaja na zelo očitno vprašanje, če celotna investicija ni bila za skoraj natančno 100 % preplačana, saj za dejansko povprečno pridobivanih 125 kW moči nebi smela imeti višje cene od ca. 1,500.000 EUR.

Potrebna investicijska vlaganja po kW dejansko pridobljene moči: ca. 12.500 EUR  
Cena pridobljene energije za vsako kWh: ca 0,5 do 1,2 EUR

## 2. VETRNICE

Če upoštevamo, da skupaj s stroški ogrevanja v zimskih mesecih, slovensko gospodinjstvo porabi okoli 137 kWh energije dnevno, hitro pridemo do podatka, da tudi takšen »alternativni« energetske vir ni celo za slovenska gospodinjstva dobesedno nobena prava alternativa. Gre za to, da stalnih vetrov hitrosti nad 11 ali 15 m/sekundo v Sloveniji imamo zelo malo po drugi strani pa nas proizvajalci oz. dobavitelji vetrnic zavajajo, da vsak kW moči večje vetrnice lahko dobavijo po ceni od komaj 1,65 EUROV za 1 W moči. Seveda pa ob tem pozabijo povedati, da gre zgolj za teoretične številke, ki navajajo (možno) inštalirano moč vetrnice in nikakor dejansko oz. pridobljeno moč, ki ob počasnejšem vetru dejansko radikalno pade. Tudi praktične izkušnje iz celega sveta brez izjem potrjujejo, da v praksi dolgoročno dobimo komaj kakšnih 20 % nazivne oz. inštalirane moči v nekaterih primerih (druga največja »vetrna farma« v Angliji) pa ima povprečje od komaj 7,8 % pridobljene moči – v odnosu na inštalirano. Je pač tako, da proizvajalci vetrnic dobavijo napravo zahtevane moči ne dobavljajo pa tudi ustreznega in stalnega vetra ! Zaradi opisanega moramo kot verodostojen podatek potrebnih investicijskih vlaganj za kW moči navesti realno številko, ki pogosto presega 8.000 EUR. Realna obratovalna cena za pridobitev kW električne moči pa je odvisna od velikosti vetrnice in se giblje med 0,5 in celo do 4 EUR po kWh. Predvsem pa bi in pri »fotovoltaiki« in pri vetrnicah pridevek »alternativni« morali zamenjati s pridevkom »občasni in zelo dragi« energetske viri – ker tudi tako ali drugače, niso nobena omembe vredna alternativa obstoječim energetskim potrebam ali tržnim cenam električne energije.

Potrebna investicijska vlaganja po kW dejansko pridobljene moči: ca. 8.000 EUR  
Cena pridobljene energije za vsako kWh: ca. 0,5 do 2 EUR

### 3. TERMO ELEKTRARNE

Po zadnjih podatkih s katerimi razpolagamo je dogovorjena cena VI bloka termo elektrarne Šoštanj skoraj okroglih 1,000.000.000 EUR. Če to vsoto podelimo z 600 MW moči katero bo ustvarjala dobimo še vedno sprejemljiv podatek, da cena investicijskega vlaganja ne bo presegala 1.700 EUR po kW inštalirane in dejanske moči. Takšno, skoraj idealno investicijsko ceno pa bistveno pokvari dejstvo, da bo zadevna elektrarna letno »pokurila« ogromne količine ne ravno »brezplačnega« premoga in krepko onesnaževala ozračje kar skupno bistveno dvigne ceno pridobljene energije pri vsaki kWh eksploatacije. Še vedno pa so cene pridobljene energije v odnosu na zgoraj navedene »alternativne« vire, dobesedno neprimerljive.

Potrebna investicijska vlaganja po kW pridobljene moči: ca. 1.700 EUR  
Cena pridobljene energije za vsako kWh: ca. 0,06 do 0,08 EUR

### 4. HIDRO ELEKTRARNE

Po uradnih podatkih HSE je skupni potencial slovenskih vodotokov 19.400 GWh letno. Od tega naj bi jih bilo ekonomsko upravičeno izkoristiti okoli 9.000 GWh letno. Trenutno pa v Sloveniji na leto izkoristimo le 3.970 GWh. Problem tako majhnega izkoriščanja pa je pred vsem v problemu izgradnje jezov in akumulacijskih jezer, saj bi npr. glede na skupen padec (skozi Slovenijo) od okoli 100 metrov, samo na reki Muri teoretično lahko zgradili vsaj 10 ali 11 relativno velikih hidro central – namesto sedanje in relativno majhne elektrarne Ceršak, ki daje le 662 kW moči. Toda, glede na predvsem ravničarsko konfiguracijo porečja Mure, bi to pomenilo tako visoke gradbene stroške in takšen vpliv na okolje, da kaj takšnega nikoli ne bo prišlo v poštev.

Izgradnje zelo dragih in tehnično zelo zahtevnih jezov je tudi poglavitni vzrok tako nizke stopnje izkoriščanja tako izjemnega obnovljivega vira energije kot je vodna sila. Zato je tudi stroške vsakega novega objekta zelo težko predvideti, saj so odvisni predvsem od konfiguracije terena in danosti obstoječega vodotoka. Vsekakor pa so investicijski stroški bistveno višji kot pri termo elektrarnah in se (glede na velikost in moč) gibljejo med 2.200 EUR do 6.000 EUR (ali celo bistveno več) po kW pridobljene moči. Seveda pa so po izgraditvi dodatni stroški skoraj nični in v eksploataciji ponujajo veliko nižje cene.

Potrebna investicijska vlaganja po kW pridobljene moči: ca. 2.200 do več kot 6.000 EUR  
Cena pridobljene energije za vsako kWh: ca. 0,03 do 0,05 EUR

### 5. SG ENOTE VERIŽNO POSTAVLJENE NA DNO VODOTOKOV

Če za trenutek pozabimo na navidezno težko sprejemljiv videz celotne SG inštalacije, (ki sicer, med obratovanjem z obrežja sploh ni zaznavna) moramo predvsem upoštevati popolno ekološko sprejemljivost takšne inštalacije, ki zaradi izjemno počasnega vrtenja (samo ca. 3 obrate na minuto !) v nobenem primeru ne ogroža flore in favne vodotoka. Pomembno je tudi vedeti, da po vseh dosedanjih izkušnjah takšna inštalacija s skupno močjo npr. 1 MW tekom svojega delovanja izvaja le nepomembno majhne vplive na vodotok, saj se hitrost vode pri dnu malenkostno zmanjša, hitrost površinskih plasti vode pa se malenkostno poveča. Že nekaj 10 m za samo inštalacijo pa prihaja do ponovne izenačitve hitrosti vode v različnih plasteh.

Primerjano v celoti ter ob proizvodni ceni od največ 19.000 EUR po posamezni SG enoti bi kompletna inštalacija za dejansko konstantno pridobivanje 1 MW električne energije v naši varianti lahko investicijsko stala med 850.000 EUR do največ 950.000 EUR, kar je skoraj trikrat manj od investicijskega stroška male hidro elektrarne enake moči ter dobesedno osem krat ceneje od potrebne investicije za inštalacijo vetrnice za približno podobno kapaciteto. Ceno pridobljene kWh pa sploh nima smisla primerjati !

Potrebna investicijska vlaganja po kW pridobljene moči: ca. 900 EUR  
Cena pridobljene energije za vsako kWh: ca. 0,01 do 0,015 EUR

Moči posameznih SP pogonskih rotorjev ob različnih hitrostih rečnega toka:

Model turbine:	SP 1,6 m	SP 2,4 m	SP 3,6 m	SP 5,5 m	SP 7 m
Minimalna globina vode:	1,1 m	1,35 m	2,4 m	3,3 m	3,8 m
Hitrost vode 1 m/sec	100 W	350 W	820 W	1,6 kW	3 kW
Hitrost vode 1,5 m/sec	320 W	1,1 kW	2.8 kW	6 kW	11 kW
Hitrost vode 2 m/sec	700 W	2 kW	5 kW	11 kW	26 kW
Hitrost vode 2,5 m/sec	1,3 kW	5 kW	11 kW	26 kW	43 kW
Hitrost vode 3 m/sec	2,5 kW	9 kW	21 kW	50 kW	82 kW
Hitrost vode 3,5 m/sec	5 kW	15 kW	35 kW	81 kW	139 kW
Hitrost vode 4 m/sec	7 kW	24 kW	53 kW	125 kW	208 kW

Če ob opisanem upoštevamo še dejstvo, da bi npr. samo na dnu reke Mure s hitrostjo vode okoli 2,5 m/sec, lahko vgradili med 300 in 600 SG verižnih enot, po 1; 2; 5 ali 10 MW dejanske moči, v Dravi, Savi in celo več drugih slovenskih rekah pa vsaj še enkrat toliko, pridemo do možnosti pridobivanja izjemno poceni energije, ki bi v eksploataciji oddajale omrežju elektriko po ceni, ki realno nebi preseгла 0,012 EUR po oddani kW uri. Konkretno povedano pa to pomeni tudi naslednje: Namesto več kot 1.000.000.000 EUR za nov blok VI termoelektrarne v Šoštanju bi ob sukcesivni izgradnji, SG enot v reko Muro lahko pridobili kapaciteto (350 MW) elektrike ob bistveno nižji investiciji, vsa sredstva pa bi ostala doma in dodatno zaposlila veliko brezposelnih delavcev. Pa še ena malenkost: Čeprav osebno nisem nasprotnik izgradnje Šoštanjske termoelektrarne (vsaj kot rezervne kapacitete), bi dodatno letno znižali stroške za pridobivanje elektrike v vrednosti dveh ali treh milijonov ton premoga – koliko ga bo v Šoštanju sicer pokurjenega!

Ocenjujem, da bi v obdobju naslednjih 4 ali 5 let v Sloveniji, po osnovi SP in SG enot lahko izjemno poceni izgradili novih hidroenergetskih enot za konstantno pridobivanje do 1.300 MW najcenejše in najčistejše električne energije.

  
**IZUMI**  
Markovič in ostali d.n.o.,  
Ljubljana

Vladimir Markovič

PS: Več podatkov, animacije in video posnetke dobite na <http://www.izumi.si>

