



*Najbolj bazične raziskave dinamike kavitacijskih mehurčkov izvedemo s pomočjo generacije plazme preko nanosekundnega fokusiranja laserske svetlobe*

## INTERVJU - PROF. DR. MATEVŽ DULAR

Spoštovani profesor g. Matevž Dular. Najprej vam čestitam za velik uspeh pri pridobitvi evropskega raziskovalnega projekta. Prosim vas za odgovor na nekaj vprašanj za bralce revije Ventil, da se še oni seznanijo z osnovnimi značilnostmi vašega projekta.

**Ventil:** *Ali nam lahko na kratko opišete, za kakšen projekt gre in kaj je bilo po vašem mnenju ključno, da ste bili uspešni?*

**Matevž Dular:** Gre za tako imenovani Proof-of-Concept projekt, ki ga financira Evropski raziskovalni svet (ERC). Projekt lahko pridobijo le nosilci osnovnih ERC-projektov, ki so načeloma usmerjeni v osnovno, vrhunsko »high risk-high gain« znanost. Če se med potekanjem osnovnega ERC-projekta pokaže možnost za komercializacijo, lahko nosilec projekta kandidira za dodatna sredstva v shemi Proof-of-Concept, ki pomagajo prebroditi vrzel med vrhunsko znanostjo in uporabo novih spoznaj.

V okviru mojega osnovnega ERC-projekta CABUM raziskujemo vpliv kavitacije na različne kontaminante, ki so v vodah – na primer na viruse in bakterije. Raziskujemo najosnovnejše mehanizme, ki omogočijo, da mehurček inaktivira virus ali uniči bakterijo. V zadnjih treh letih smo ugotovili, za katere mehanizme gre in kako proces intenzivirati na nivoju več mehurčkov – na nivoju hidrodinamske kavitacije. Razvili smo rotacijski generator hidrodinamske kavitacije, ki učinkovito čisti nekatere tipe odpadnih voda. Najbližje komercializaciji tehnologije smo prišli na področju tretiranja odpadnega blata, kar je tudi predmet Proof-of-Concept projekta CAVIPHY.

Kar je bilo ključnega pomena za pridobitev sredstev, je gotovo heterogena ekipa, ki se ukvarja s problematiko čiščenja voda s kavitacijo. Pomembno je, da jo sestavljamo raziskovalci z zelo različnimi profili: strojništvo, fizika, farmacija, biologija, gradbeništvo, kemija. Pomembno pa je tudi, da se del ekipe posveča popolnoma bazičnim raziskavam, medtem ko drugi raziskuje aplikativno plat. Komunikacija med obema ekipama je tu bistvenega pomena. Tako je pot od prvih spoznanj do prve, tj. pilotne, uporabe zelo hitra.

**Ventil:** *Kaj so glavni cilji projekta in kaj lahko financirate s pridobljenimi sredstvi?*

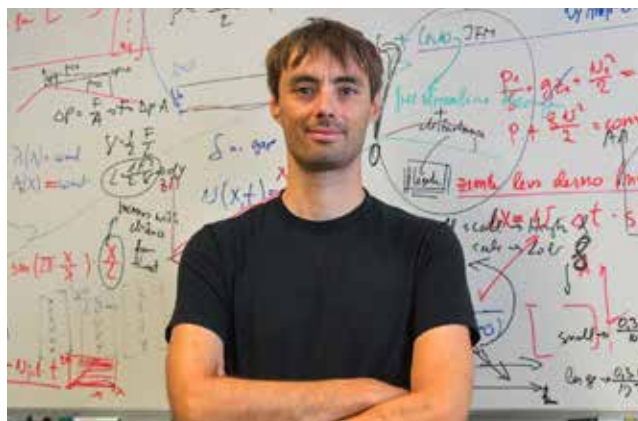
**Matevž Dular:** S sredstvi projekta lahko dokaj prosto upravljamo. Del jih bomo namenili za optimizacijo pilotnega sistema. Tu gre predvsem za optimizacijo hidrodinamike v pretočnem traktu stroja, ki je odvisna tudi od karakteristike tekočine, ki vstopa vanj. V preteklih letih smo namreč ugotovili, da že izredno majhne vsebnosti določenih snovi rahlo spremenijo viskoznost in površinsko napetost, ki posledično drastično vpliva na dinamiko kavitacije. Vzporedno z optimizacijo stroja bomo sredstva namenili dodatni patentni zaščiti. Končno pa je del sredstev namenjen tudi oblikovanju poslovnega načrta, oblikovanju spin-off podjetja, licenciranju in začetni komercializaciji.

Če se vrnemo k prvemu delu vprašanja: cilje projekta bi lahko razdelili v štiri sklope: 1) optimizacija stroja, 2) patentiranje, 3) vzpostavitev spin-off podjetja in 4) komercializacija.

**Ventil:** *Ali lahko bralcem na kratko opišete osnove čiščenja odpadnih voda s kavitacijo?*

**Matevž Dular:** Kavitacija je uparjanje zaradi nenadnega znižanja tlaka. Pojav je podoben vrenju, pri katerem pride do uparjanja zaradi dviga temperature, le da je mnogo hitrejši. Navadno mehurček nastane in izgine v nekaj tisočinkah sekunde. Ob kolapsu mehurčka se pojavijo izredno visoki tlaki in temperature, nastanejo udarni valovi, ki lahko poškodujejo bližnje površine. Kavitacijo zato največkrat obravnavamo kot nezaželen pojav, ki povzroča hrup, znižuje izkoristek stroja ter uničuje turbine, črpalke in propelerje.

Ko kavitacijo uporabljamo, prej neželene učinke obrnemo v svoj prid. Ugotovili smo, da na nečistoče deluje v prvi vrsti z mehanskimi učinki – z visokimi strižnimi napetostmi in visokimi amplitudami tlačnih valov, ki nastanejo ob kolapsu mehurčka. Konkretno bomo v okviru projekta CAVIPHY kavitacijo generirali v rotacijskem stroju, ki poleg kavitiranja tekočino tudi prečrpava in je zato energijsko učinkovitejši od konkurenčnih. Osredotočili se bomo predvsem na vodo iz usedalnega bazena, kjer s pomočjo mehurčkov najprej pospešimo posedanje odpadnega blata, dodatno pa sprostimo tudi hranilne snovi. S tem skrajšamo čas zadrževa-



Prof. dr. Matevž Dular

nja v bazenu ter povečamo proizvodnjo bioplina v anaerobnem procesu čiščenja. Prvo vodi do nižanja stroškov, drugo pa do povečanja prihodkov čistilne naprave.

**Ventil:** *Kje bi lahko bila takšna naprava najprej uporabljiva? Imate v mislih že kakšno konkretno aplikacijo?*

**Matevž Dular:** Trenutno imamo generator vgrajen v eni čistilni napravi, kjer optimiziramo njegovo delovanje in odpravljamo sprotne težave. Po končani preliminarni študiji imamo dogovorjeno namestitve še v tri čistilne naprave različnih velikosti, kar bo dalo dodatne podatke o uporabnosti tehnologije.

Vzporedno intenzivno delujemo tudi na področjih hidroponike, na sistemih s pitno vodo, na bazenskih vodah in na bolnišničnih odpadnih vodah.

**Ventil:** *Vaša raziskava je lep primer prenosa bazične znanosti v aplikacijo. Kateri so glavni izzivi, s katerimi se pri tem soočate?*

**Matevž Dular:** Meritve v bazični znanosti so »čiste«. Ko na primer raziskujemo vpliv kavitacije na viruse, meritve najprej izvajamo na destilirani vodi, ki ji dodamo točno odmerjeno količino virusov. Aplikacija teh raziskav je čiščenje vode, ki se uporablja za zalivanje v rastlinjakih. Ta poleg virusov vsebuje še vrsto organskih in anorganskih snovi, ki lahko, kot smo nedavno pokazali, drastično vpliva na dinamiko kavitacije in na njeno učinkovitost. Podoben, a še bolj umazan problem so komunalne odpadne vode, ki vsebujejo nečistoče, ki jih je mehansko nemogoče odstraniti – problem so na primer lasje, ki se zataknejo v rotorju kavitacijskega stroja. To so težave, ki jih je težko predvideti, se seveda relativno enostavno rešljive, a zavirajo komercializacijo. Po drugi strani se srečujemo tudi s predvidljivimi izzivi, kot je na primer kavitacijska erozija rotorjev stroja po dolgotrajnem neprestanem delovanju.

Konkurenčna prednost hidrodinamske kavitacije pred podobnimi tehnologijami pa je njen enostaven



Laboratorijska izvedba rotacijskega generatorja hidrodinamske kavitacije na katerem izvedemo prve korake od bazičnih raziskav k aplikaciji

prenos iz modela v izvedbo realne velikosti. Zakoni za to so dobro poznani, saj so bili raziskani za potrebe razvoja vodnih turbinskih strojev.

**Ventil:** *Kakšne odpadne vode je oziroma bo možno čistiti?*

**Matevž Dular:** Raziskovali smo učinek kavitacije na farmacevtike v izpustih iz bolnišničnih voda, na bakterije v vodovodnih sistemih s pitno vodo, na bakterije v procesni vodi za papirno industrijo, na mikroplastiko v odpadnih vodah, na vodo v usedalnih bazenih čistilnih naprav, na trihalometane v bazenskih vodah ... Učinkovitost od primera do primera variira. Rezultati kažejo, da je kavitacija

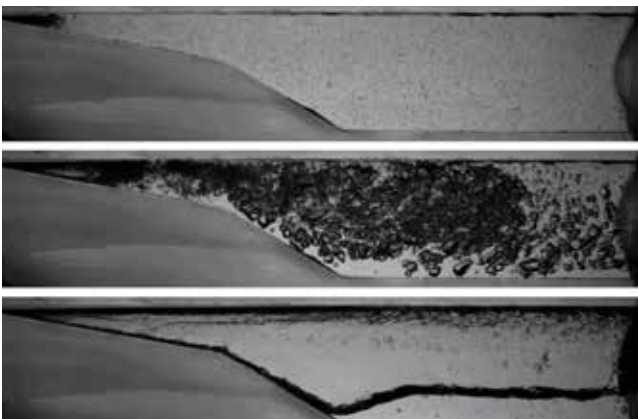
najučinkovitejša pri zelo umazanih vodah. Zato se s to tehnologijo lotevamo predvsem tretiranja odpadnega blata in komunalnih odplak. Za čistejše vode, na primer za uničevanje bakterij v vodovodnih sistemih za pitno vodo, kavitacijo kombiniramo z drugim tehnologijami – na primer s hladno plazmo.

**Ventil:** *Kakšno je stanje razvoja na tem področju v svetu? Kje oziroma v katerih ustanovah v svetu je vaša »konkurenca« oziroma ali sodelujete pri raziskovalnem delu tudi z drugimi inštitucijami?*

**Matevž Dular:** Uporaba kavitacije je postala prvič aktualna na področju kemije pred več kot 50 leti, vendar od takrat razumevanje procesa ni bistveno napredovalo. Bistven preskok smo tako naredili s prvim ERC- projektom, kjer se bližamo popolnemu razumevanju interakcije med kavitacijo in nečistočami. Veliko podjetij tehnologijo trži, a ne preveč uspešno, saj je za učinkovito uporabo kavitacije nujno dobro celostno poznavanje detajlov procesa (kemije, biologije, dinamike tekočin). Naša konkurenčna prednost je zagotovo tudi izjemno dobro poznavanje hidrodinamike, kar smo »podedovali« s področja turbinskih strojev. In seveda heterogena ekipa odličnih raziskovalcev.

*V imenu uredništva Ventil hvala za vaše odgovore in veliko uspehov tudi v prihodnje.*

Prof. dr. Janez Tušek  
Uredništvo revije Ventil  
UL, Fakulteta za strojništvo



Različni tipi kavitacije (začetna, razvita in superkavitacija)