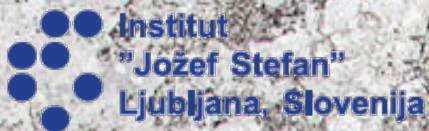


Znanost
na cesti

7. april 2016 ob 19h

Planiški vetrovnik

prof. dr. Brane Širok, Fakulteta za strojništvo, UL
Andrej Stare, dr. med. spec., SPORT & MEDIA





I. Nordijski center Planica

V sklopu Nordijskega centra Planica je bil izdelan vetrovnik, ki je namenjen treningu padalcev in skakalcev.

Kot prvi vetrovnik na svetu omogoča hkratni trening padalcev in skakalcev. Vetrovnik je v glavni zgradbi Nordijskega centra nasproti skakalnic.

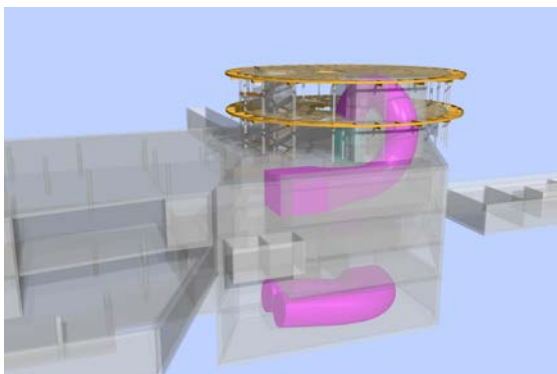
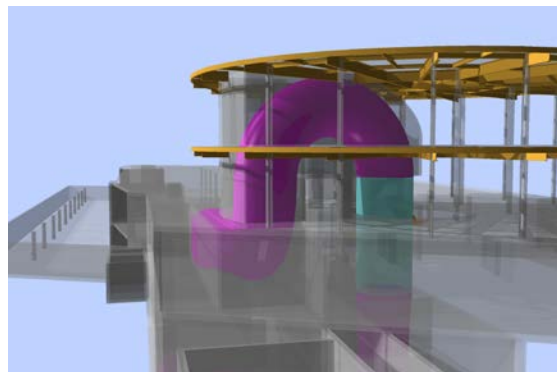




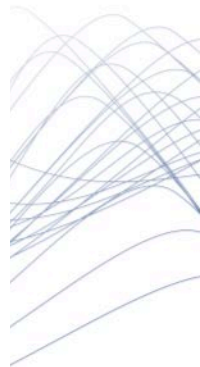
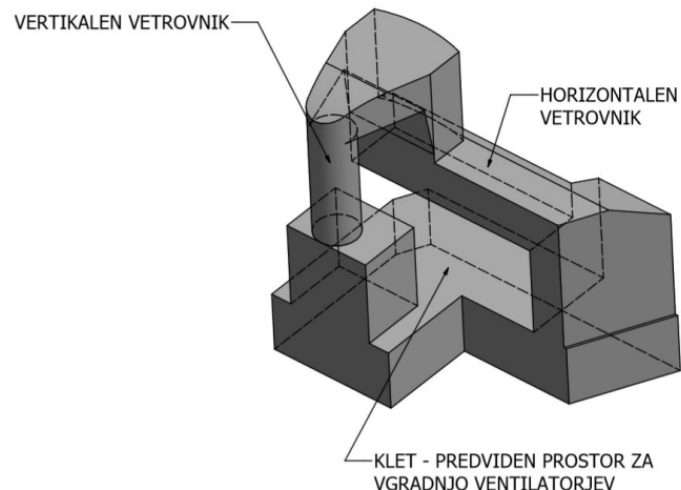
2. Snovanje vetrovnika

Vetrovnik nordijskega centra Planica je edinstven in zaradi tega se ni bilo mogoče zgledovati po podobnih vetrovnikih.

Na Fakulteti za strojništvo je bil izveden numerični izračun toka zraka v vetrovniku in izdelan model vetrovnika, na podlagi katerega je bil zgrajen vetrovnik v Planici.



Vmestitev vetrovnika v objekt

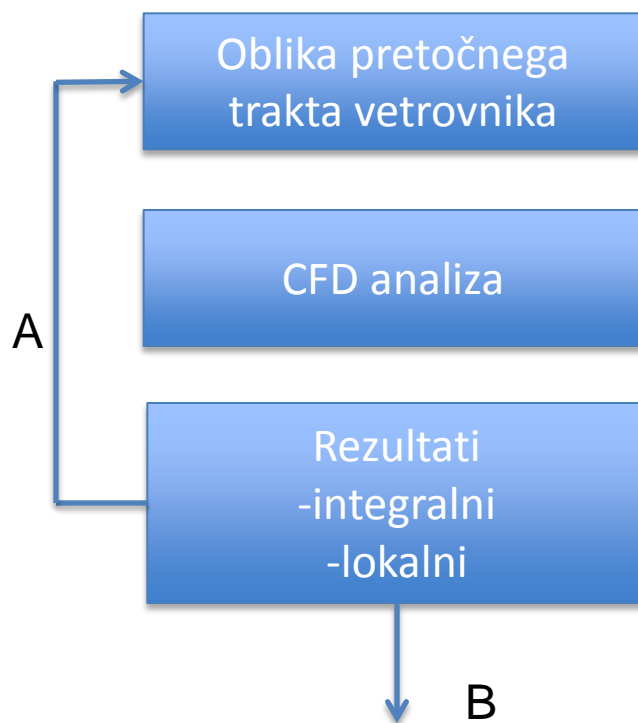




2. Snovanje vetrovnika

Določitev geometrijske oblike temelji na izračunu numerične analize tekočin CFD.

Izračun pa je potekal na superračunalniku PRELOGU na Fakulteti za strojništvo.

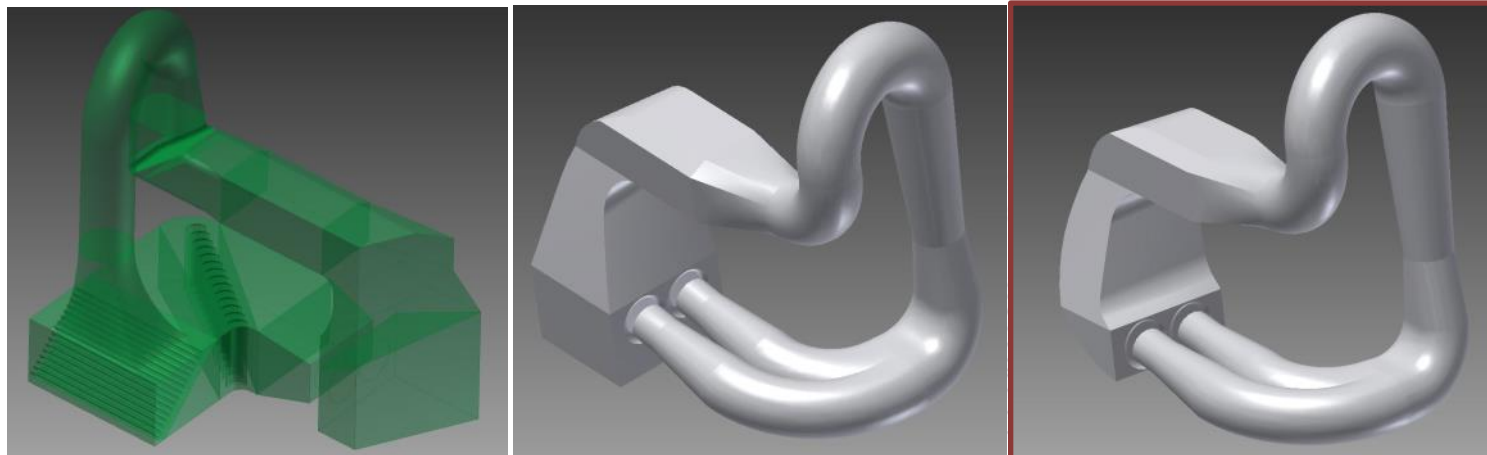




2. Snovanje vetrovnika

Načrtovanje vetrovnika vključuje določitev oblike pretočnega trakta, ki jo inženir strojništva določi na podlagi znanja s področja aerodinamike, izkušen in podobnih rešite.

Za potrebe razvoja vetrovnika v Planici je bilo izdelanih več oblik vetrovnika. Desna izmed navedenih oblik je bila izbrana končna oblika pretočnega trakta vetrovnika.



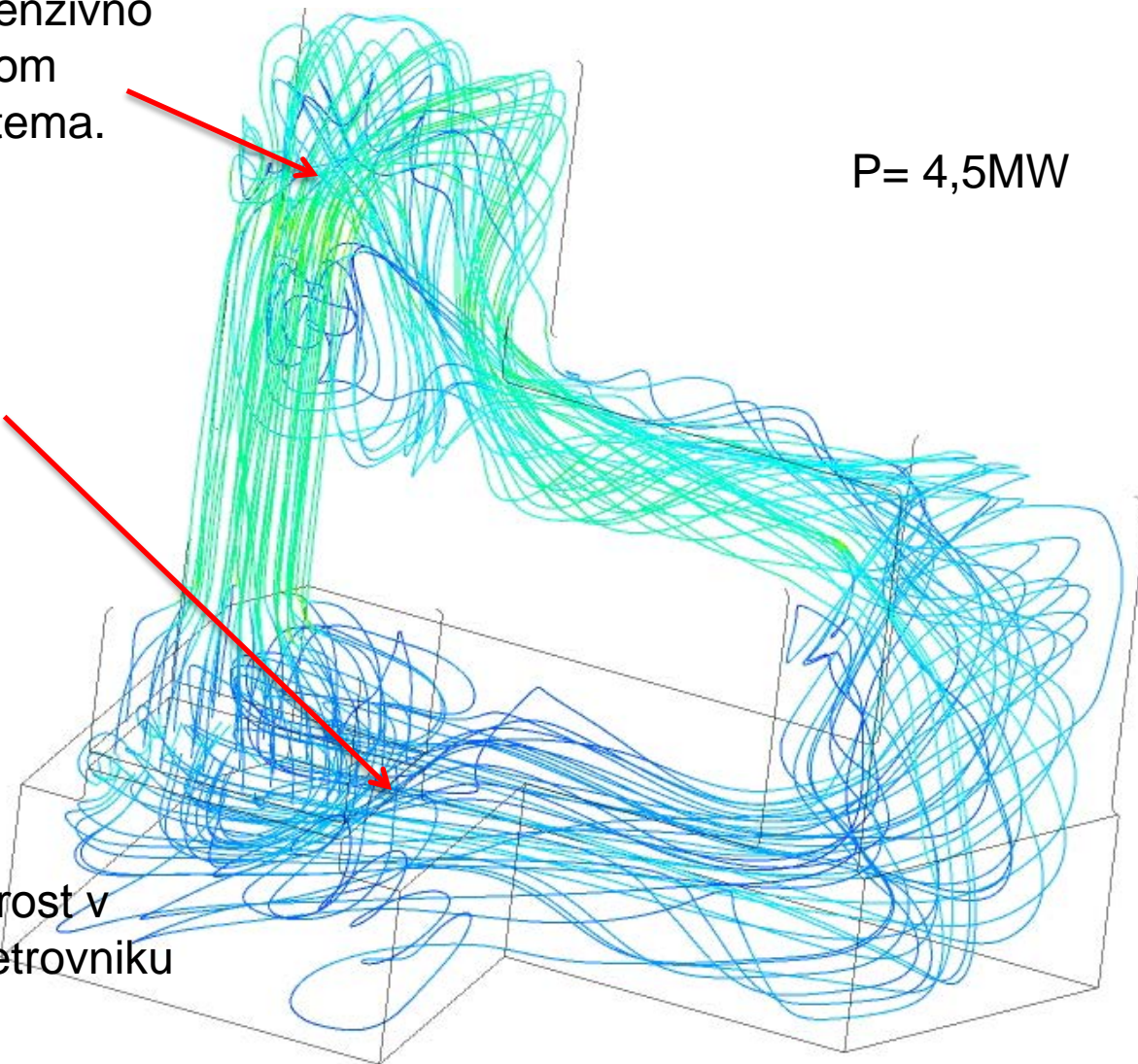


3. Tokovno polje – izhodiščna geometrija

Opazno je intenzivno vrtinčenje tekom celotnega sistema.

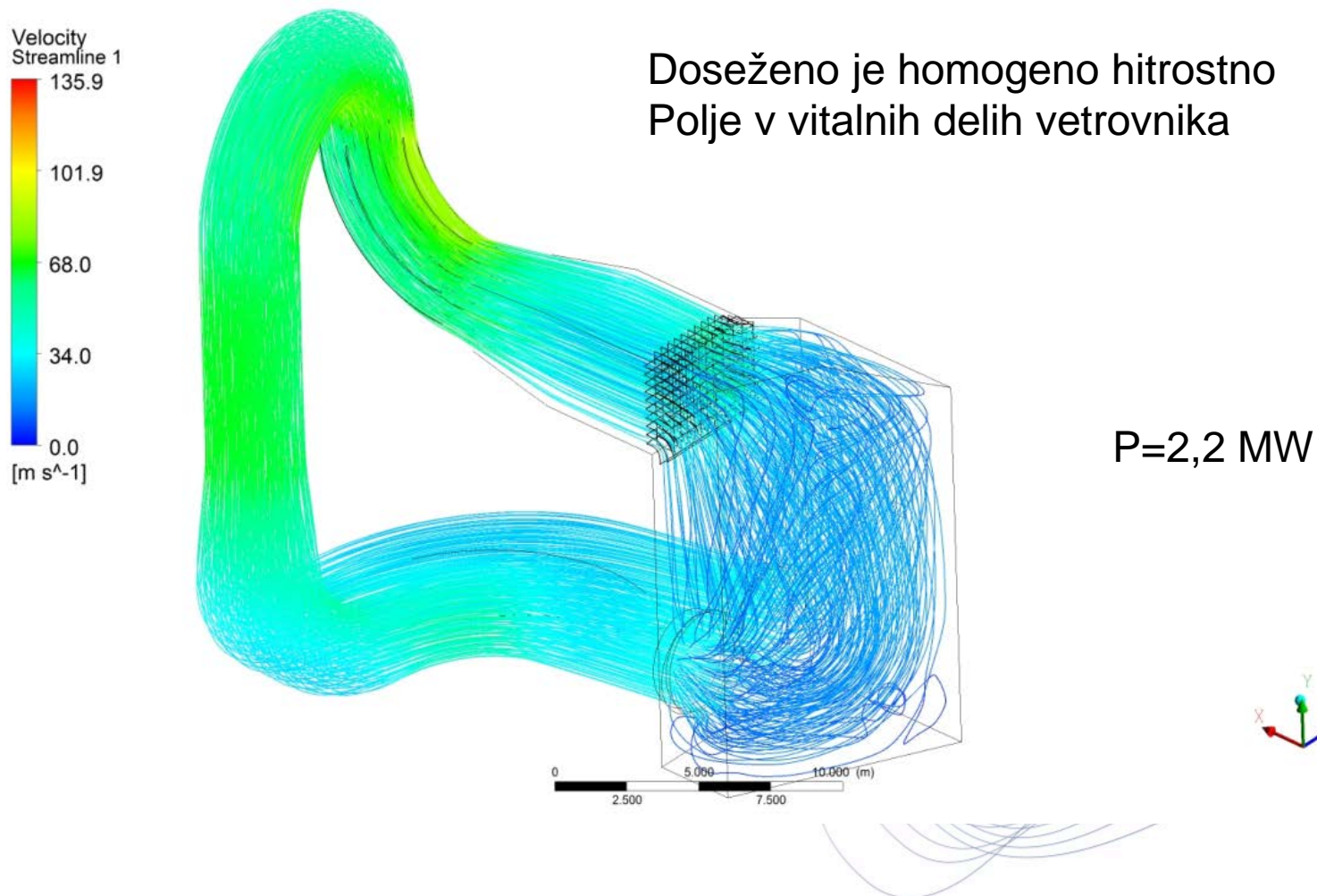
Vrtinčenje

Povprečna hitrost v vertikalnem vetrovniku je 180 km/h.





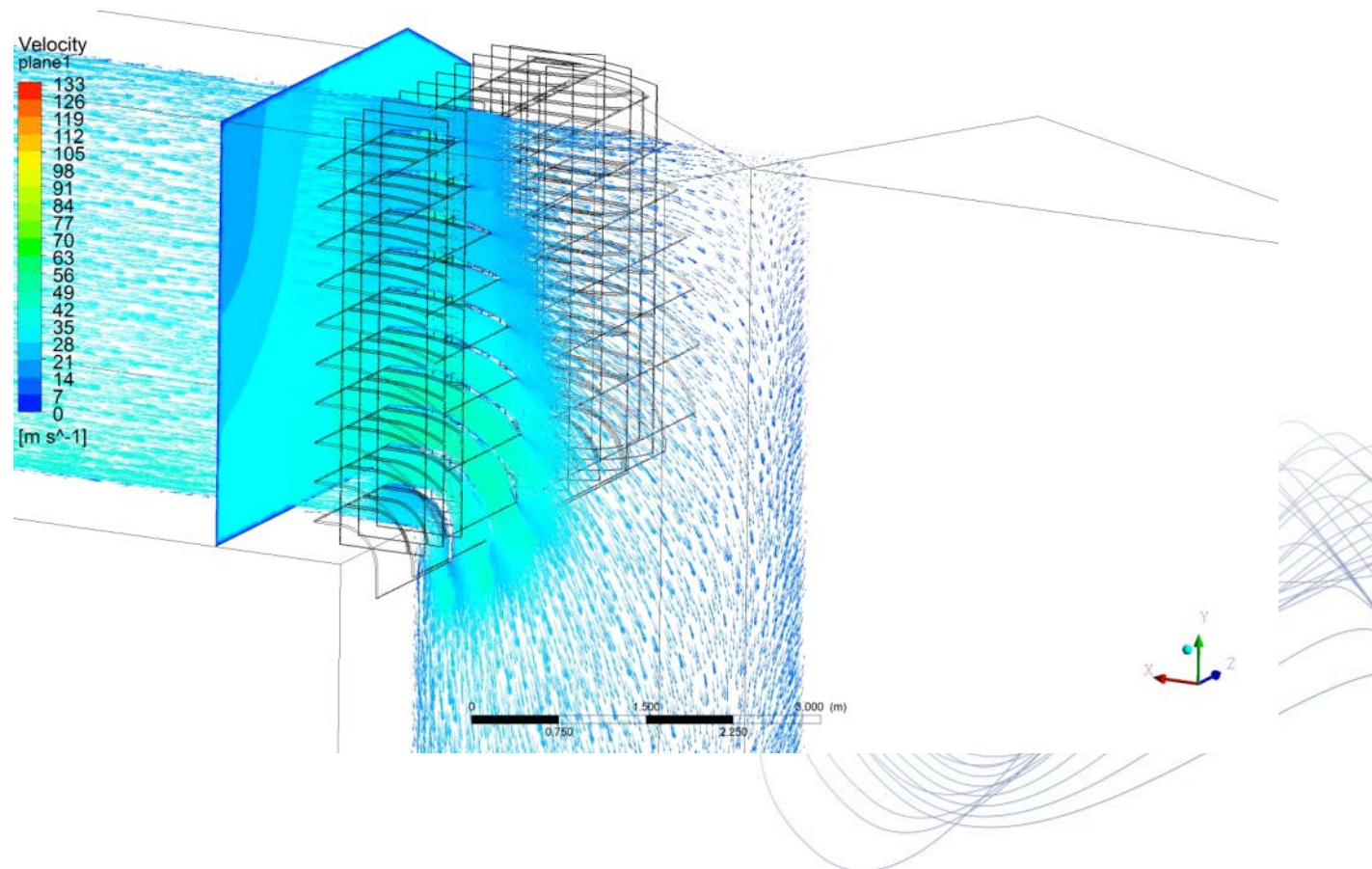
3. Tokovno polje končni predlog





3. Lokalne modifikacije vetrovnika

Izvedena je bila še modifikacija izstopnega dela horizontalnega kanala

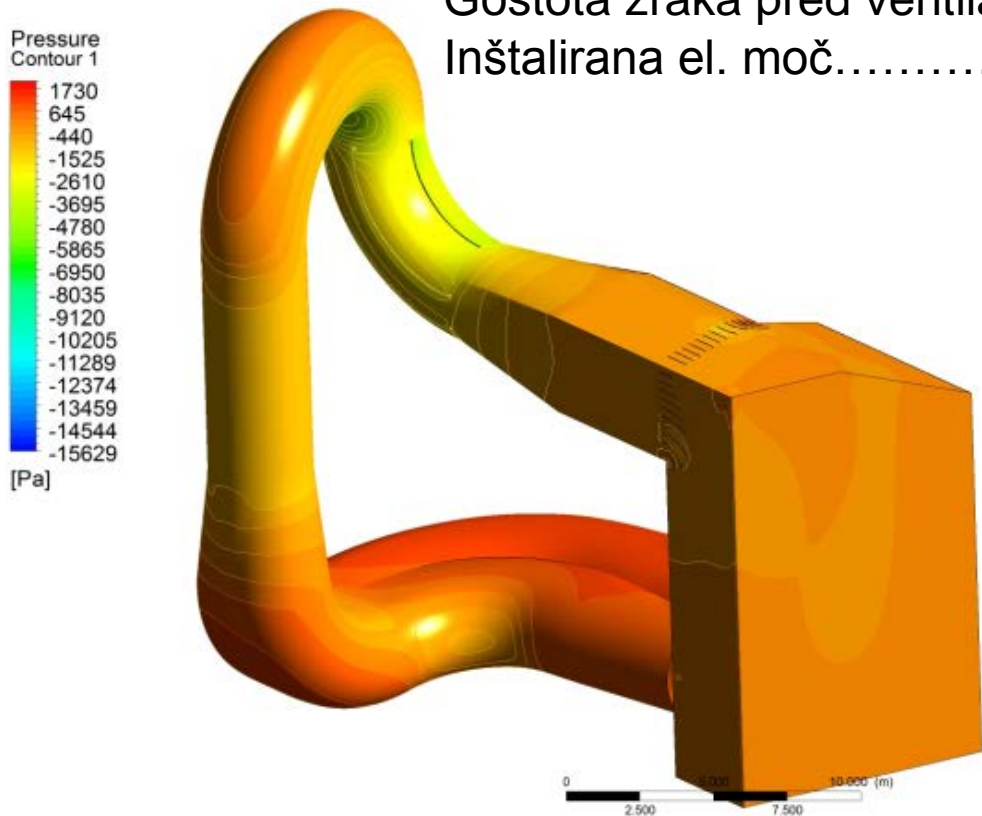




3. Porazdelitev tlaka na površini vetrovnika

Integralni parametri vetrovnika:

Volumski pretok zraka	510m ³ /s
Diferenca tlaka na ventilatorju.....	.4300 Pa
Gostota zraka pred ventilatorjem...	1,2 kg/m ³
Inštalirana el. moč.....	2,2 MW





4. Odločitev o verifikaciji vetrovnika na modelu

- Kaj so modelne raziskave - uporaba?
- Teoretične osnove **modelnih raziskav**:
 - dimenzijska analiza
 - podobnostni kriteriji
 - geometrijski,
 - kinematični,
 - dinamični,
 - termodinamski....



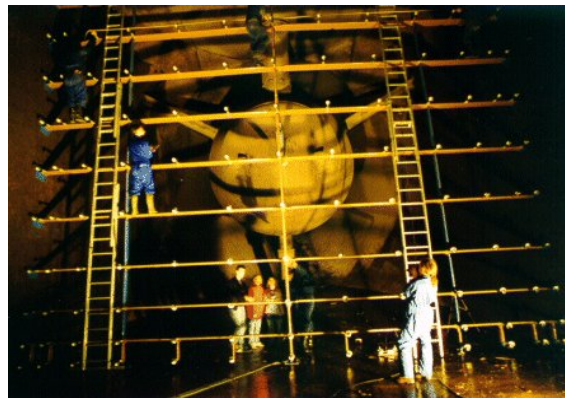
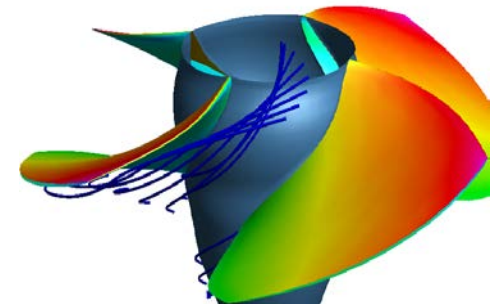


4. Odločitev o verifikaciji vetrovnika na modelu

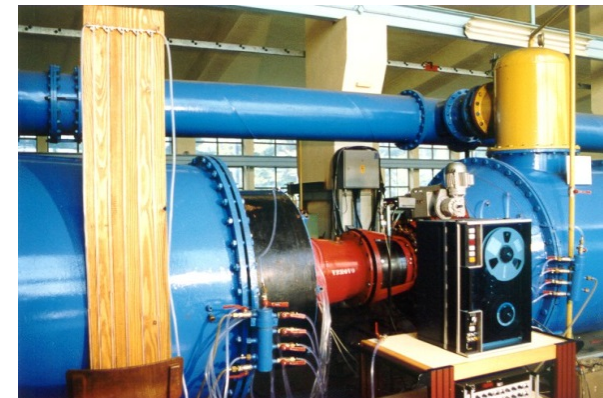
Razvoj vodnih turbin

- Osnovno oblikovanje pretočnega trakta
- Numerična analiza
- Laboratorijsko testiranje
- Meritve na modelih in izvedbah

CFD modeliranje



Meritve na objektu



Modelna - laboratorijska
testiranja



4. Odločitev o verifikaciji vetrovnika na modelu



MODEL letala IL-114

Modelne raziskave so potekale v vetrovniku inštituta CAGI – Žukovski Rusija.

Pri tem je bil izveden razvoj:

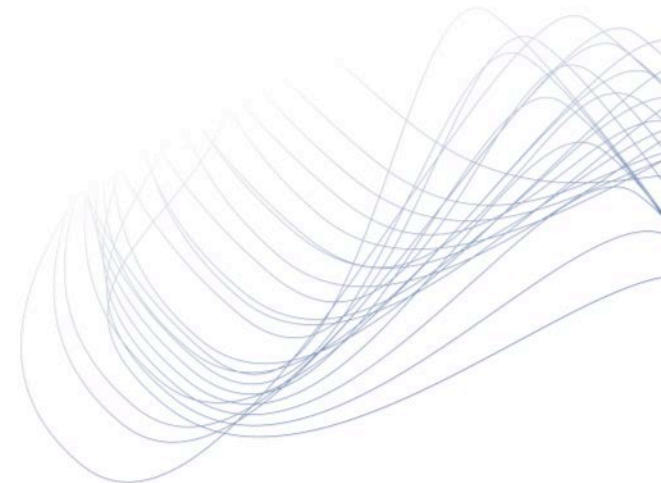
- strukture modela letala
- turbo-propelerskih motorjev
- merilne opreme.....





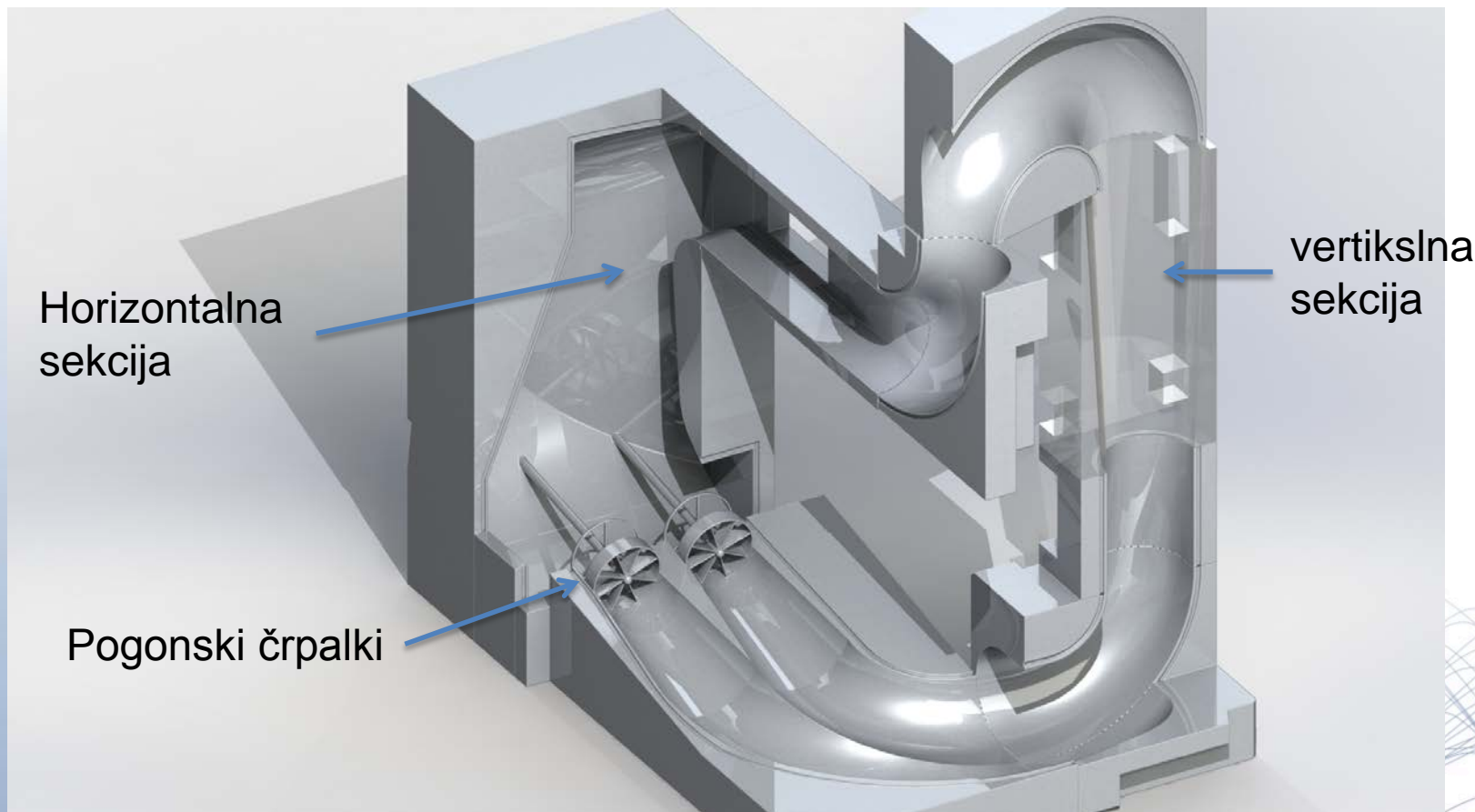
4. Odločitev o verifikaciji vetrovnika na modelu

Zakaj se odločimo pri razvoju vetrovnika
V NC Planica za kombinacijo numeričnega modeliranja
vetrovnika in raziskav na fizičnem modelu vetrovnika?





4. Odločitev o verifikaciji vetrovnika na modelu



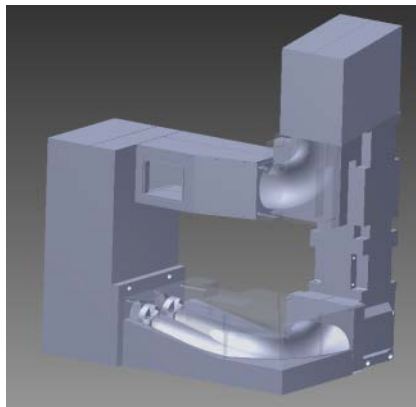


5. Izdelava modela vetrovnika

Geometrijsko razmerje med velikostjo modela in izvedbe vetrovnika
 $M= 1:36$

Model je bil izdelan na Fakulteti za strojništvo v laboratoriju LABOD

CAD model



CNC obdelovalni sistem

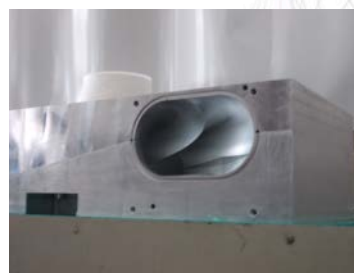
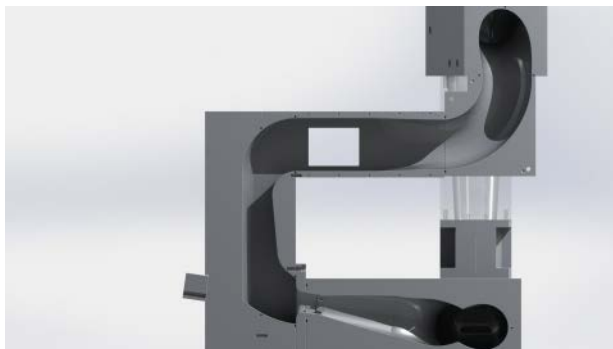
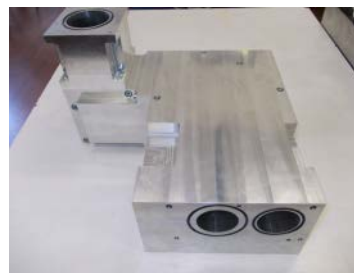
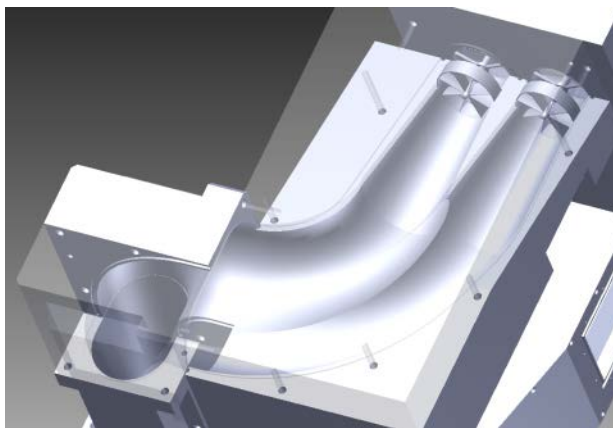




5. Izdelava modela vetrovnika

Model vetrovnika je bil izdelan iz aluminija in pleksi stekla.

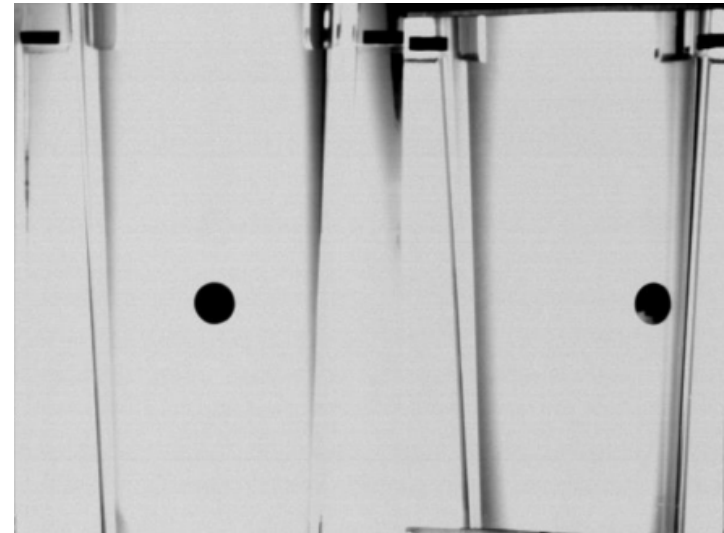
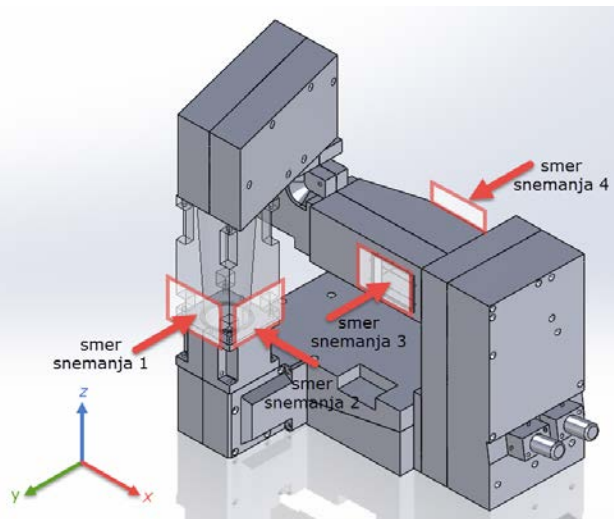
Ventilatorja nadomeščata pogonska vijaka ladijskih modelov.



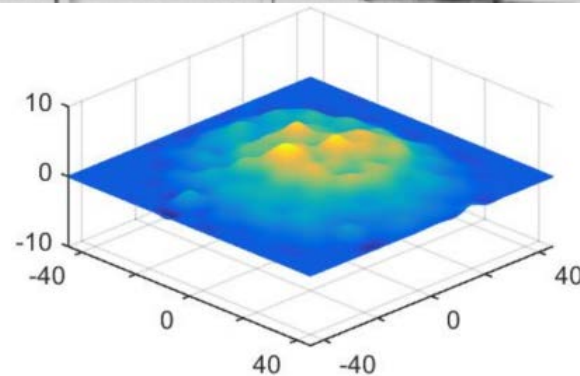


6. Eksperimentalna validacija modela

V modelu vetrovnika je mogoče izvajati meritve:
-kinematike toka in
-kinematike togih teles v toku fluida



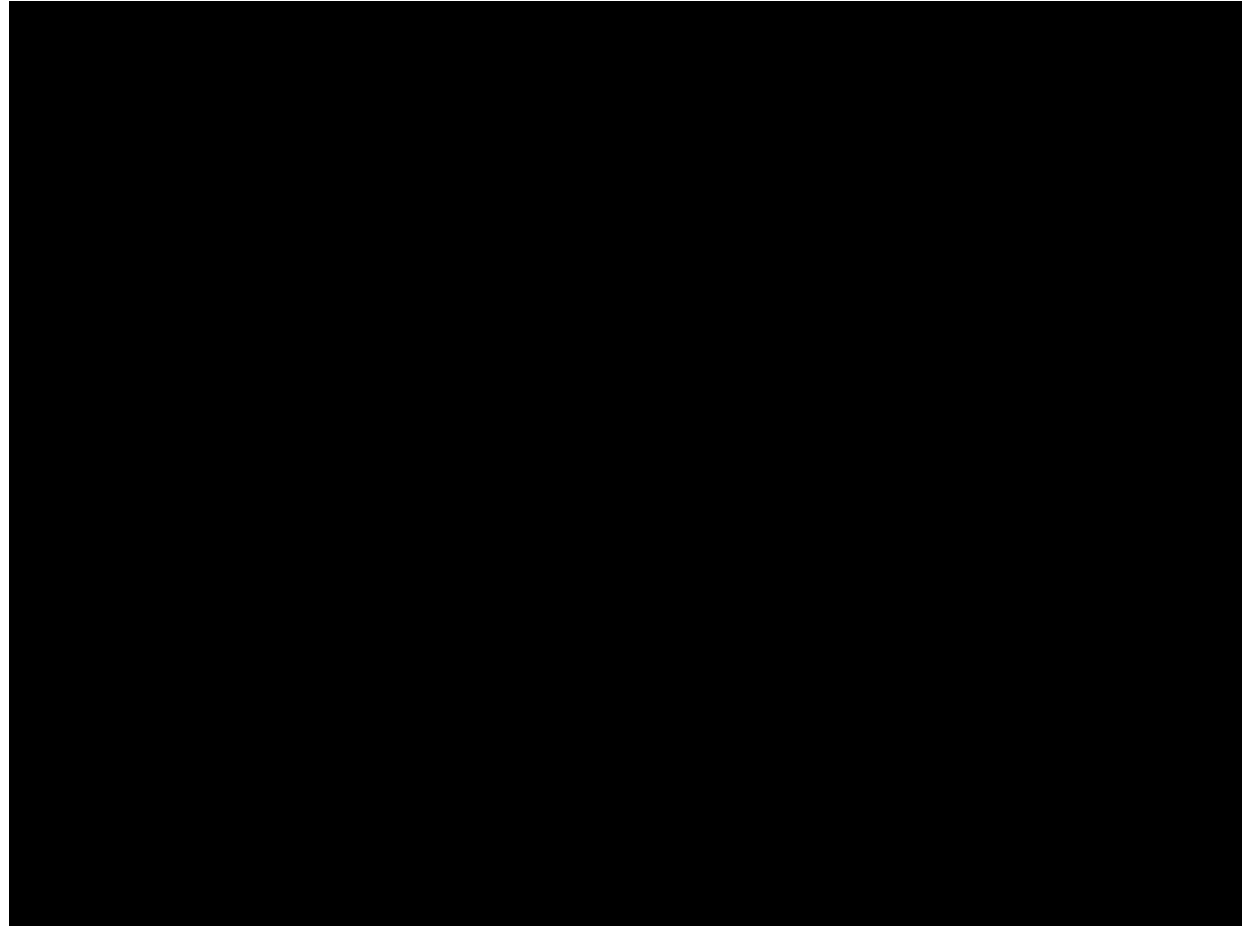
Področja opazovanja





6. Eksperimentalna validacija modela

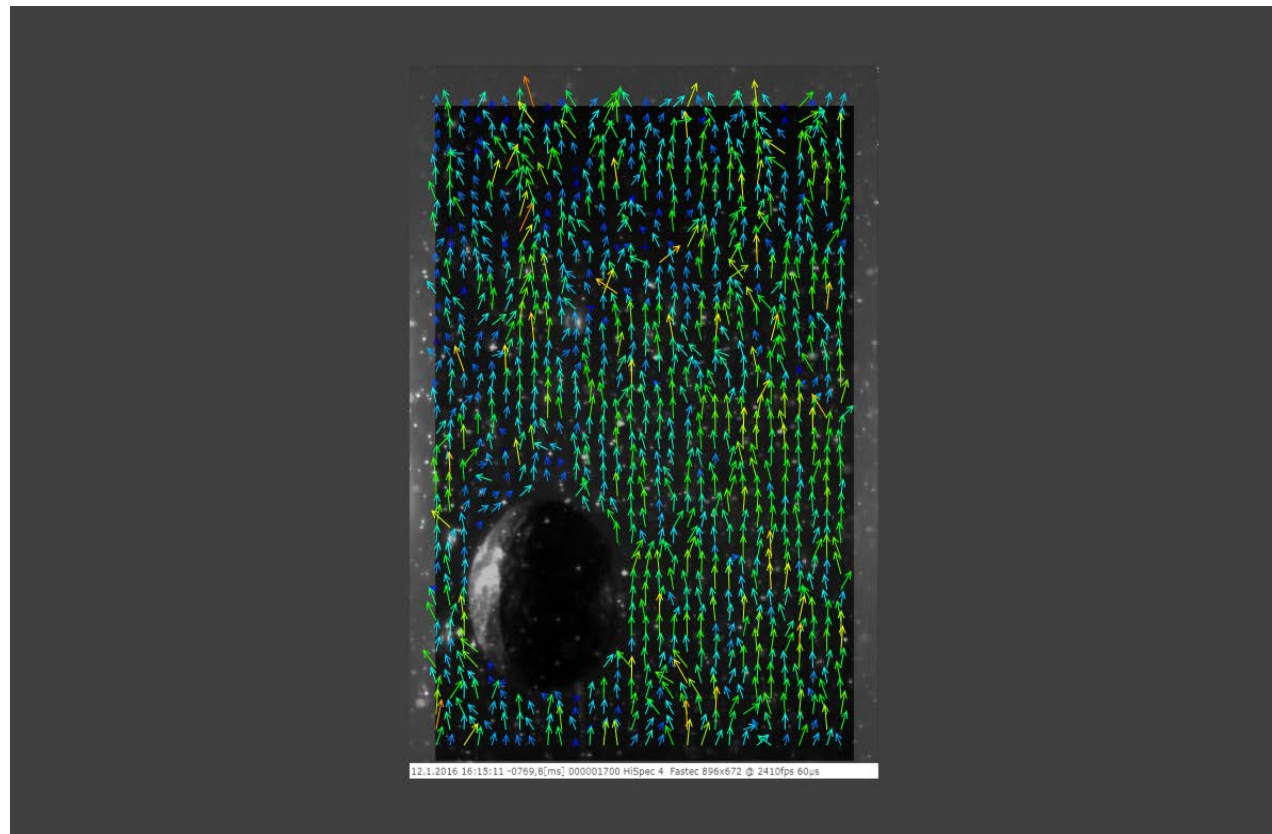
Trajektorije gibanja kroglice





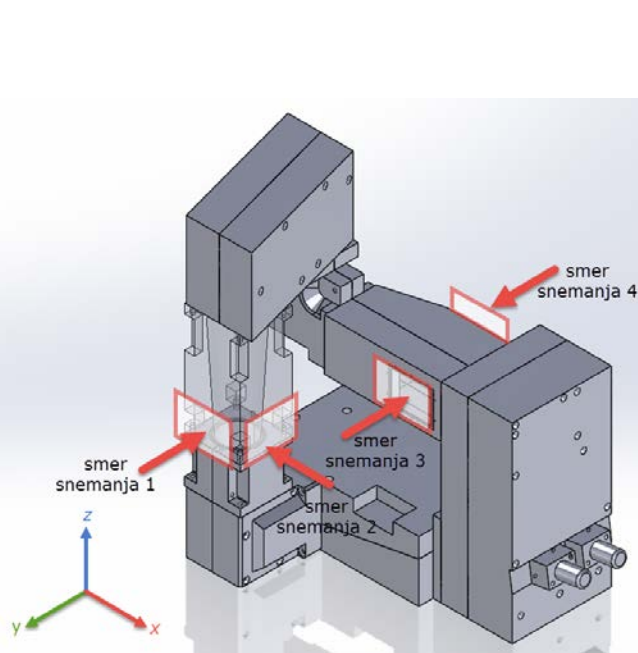
6. Eksperimentalna validacija modela

Hitrostno polje vodnega toka v vertikalnem kanalu okoli gibajoče se kroglice



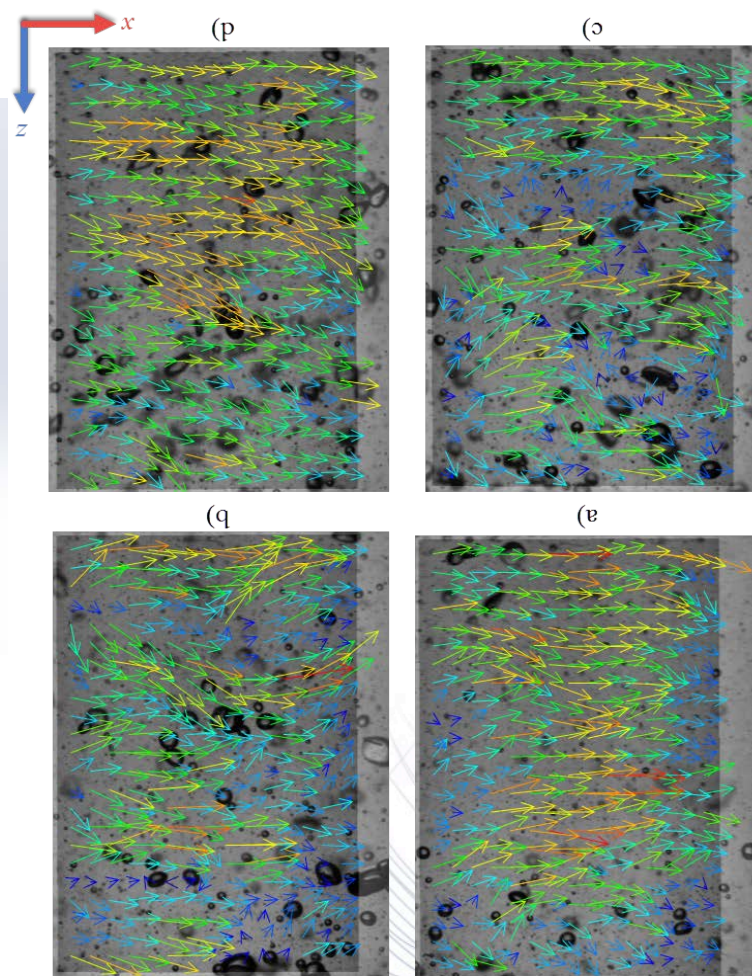


6. Eksperimentalna validacija modela



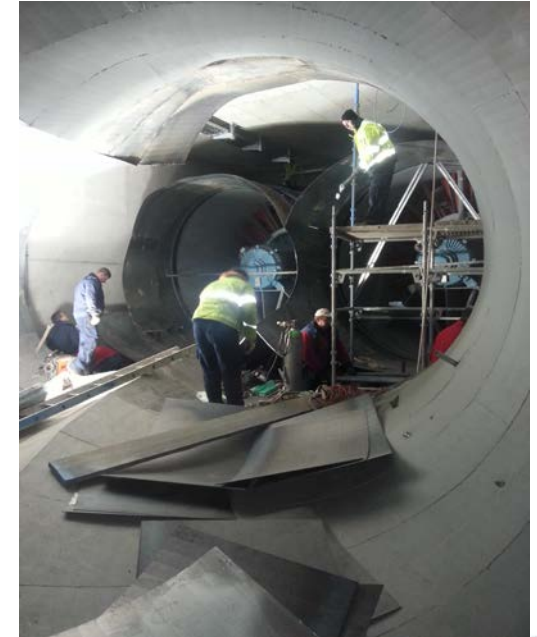
Področja opazovanja

Tokovne strukture v horizontalnem kanalu





7. Izdelava vetrovnika



Gradnja vetrovnika zahteva od inženirja strojništva določiti:

- oblike kanalov,
- izbor pogonskih ventilatorjev,
- podatki sile na nosilne konzole objekta,
- izračun mehanskih obremenitev in trdnostnih karakteristik konstrukcije elementov vetrovnika
- tehnologije izdelav elementov vetrovnika



7. Izdelava vetrovnika

Za vzpostavitev zračnega toka v obtočnem sistemu vetrovnika sta vgrajena aksialna ventilatorja moči 1,1 MW.

Regulacija hitrosti zračnega toka v vetrovniku je izvedena z nastavljivo vrtilno frekvenco rotorjev vgrajenih ventilatorjev.





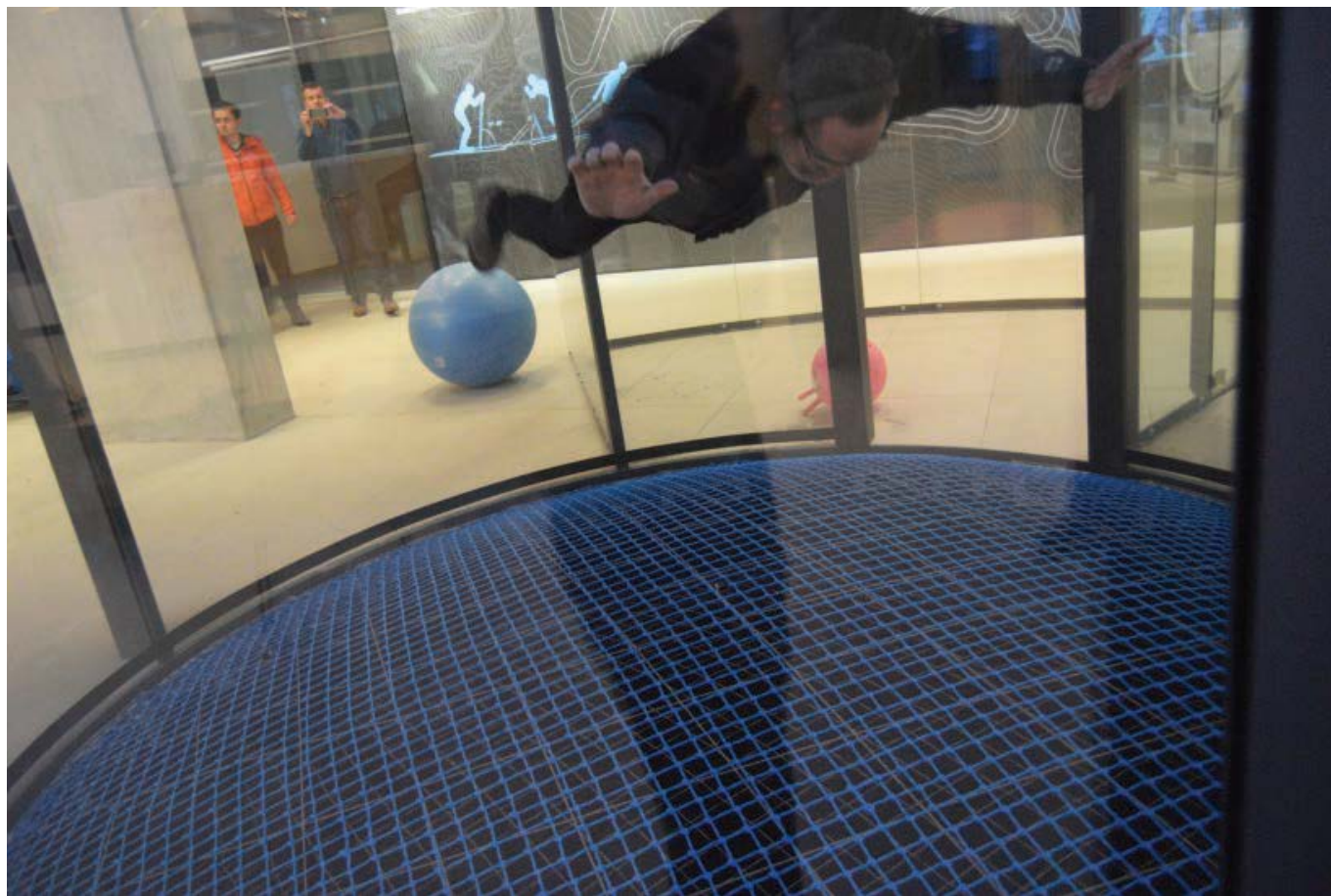
7. Izdelava vetrovnika

Vetrovnik nordijskega centra v Planici bo omogočal trening skakalcem s smučmi in športnim padalcem, odprt pa bo tudi za vse ostale, ki bi ga želeli preizkusiti.



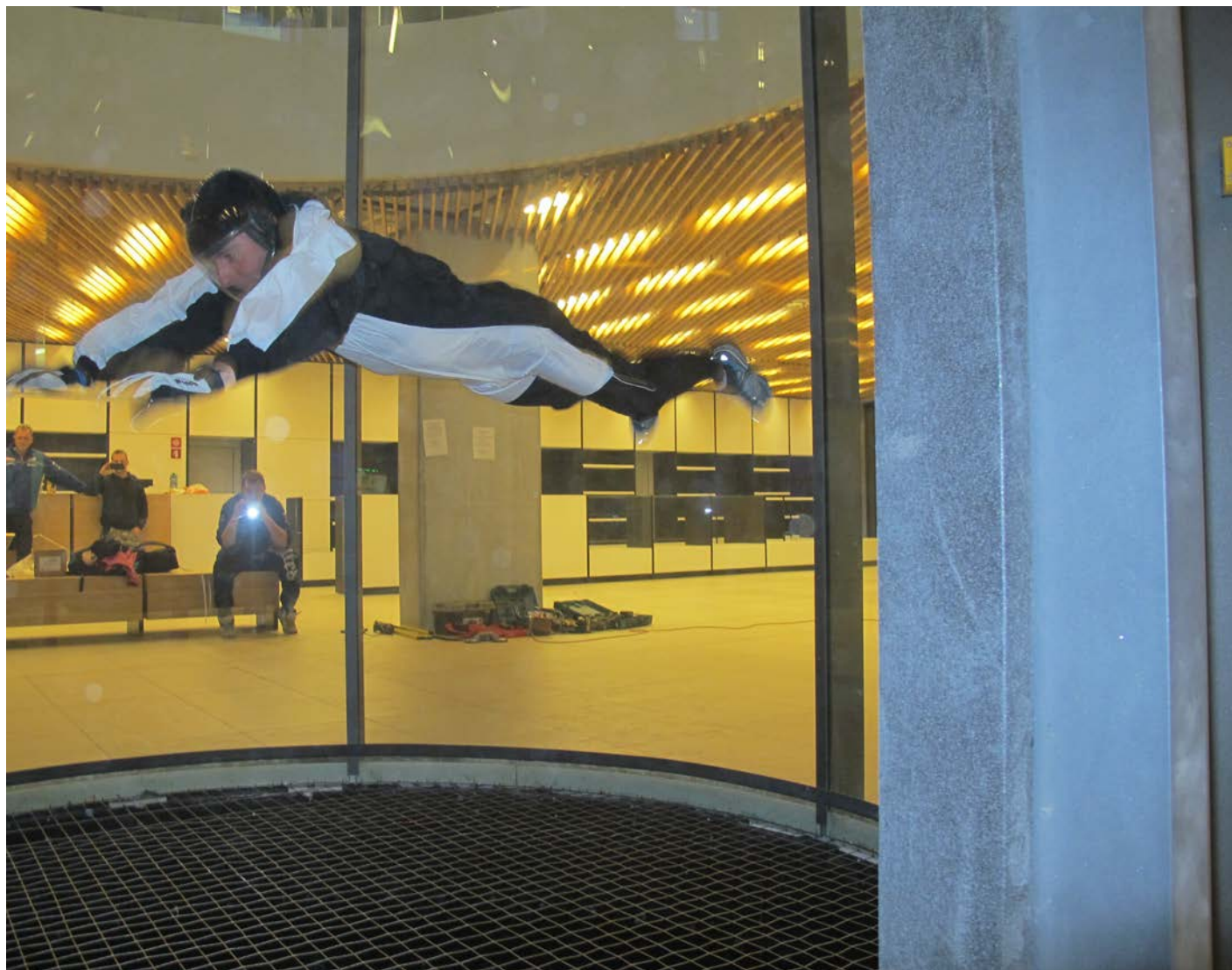


8. Prvi poizkusi funkcionalnosti vetrovnika





8. Prvi poizkusi funkcionalnosti vetrovnika



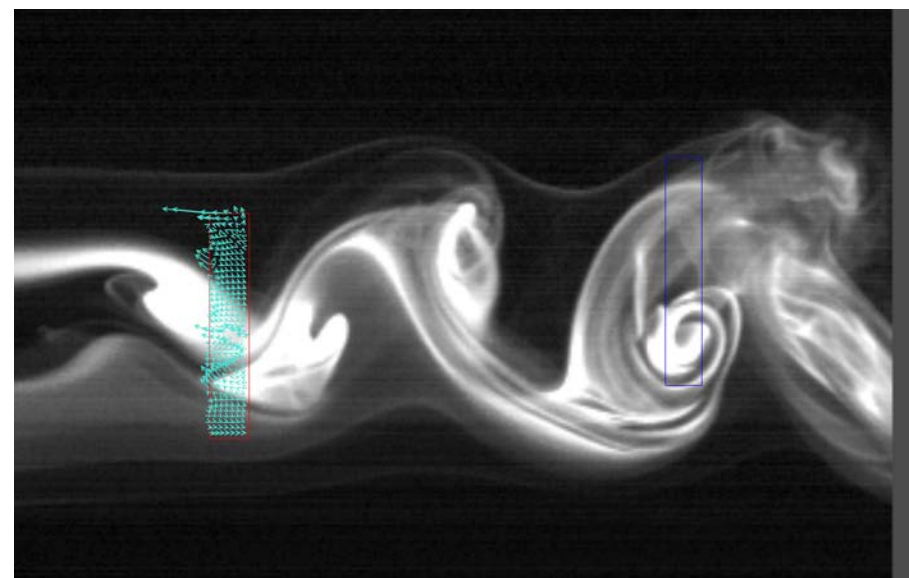
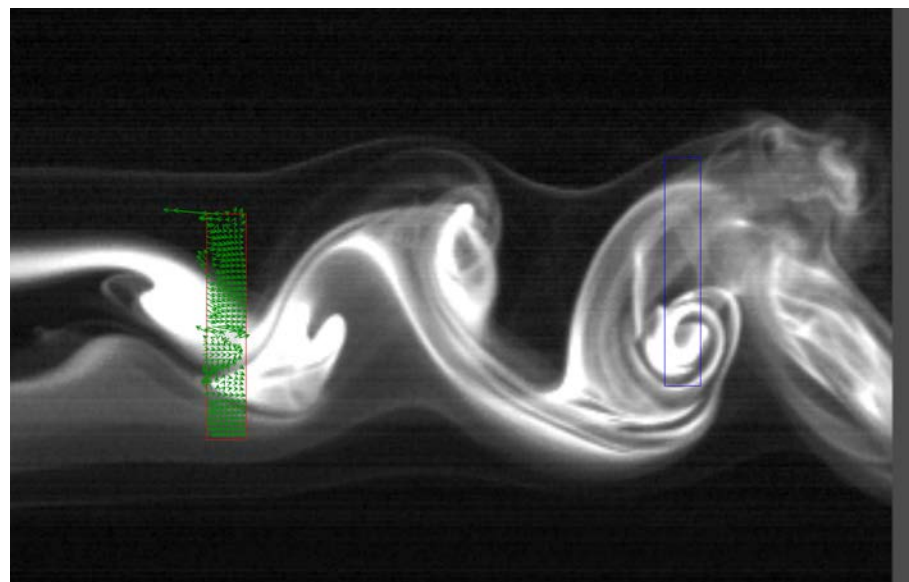


8. Prvi poizkusi funkcionalnosti vetrovnika



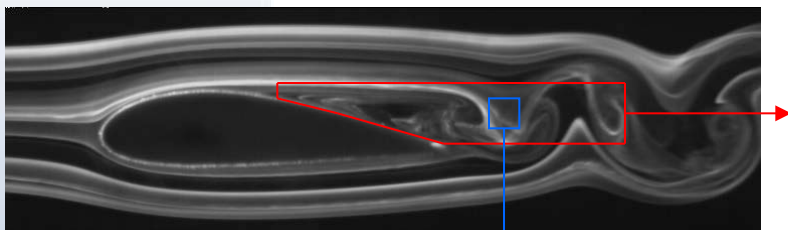


8. Raziskovalni izzivi

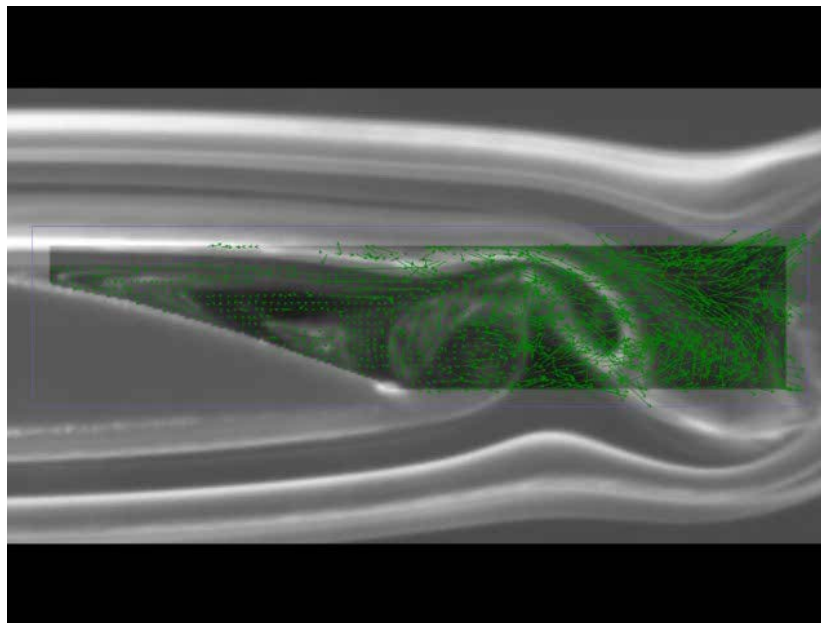




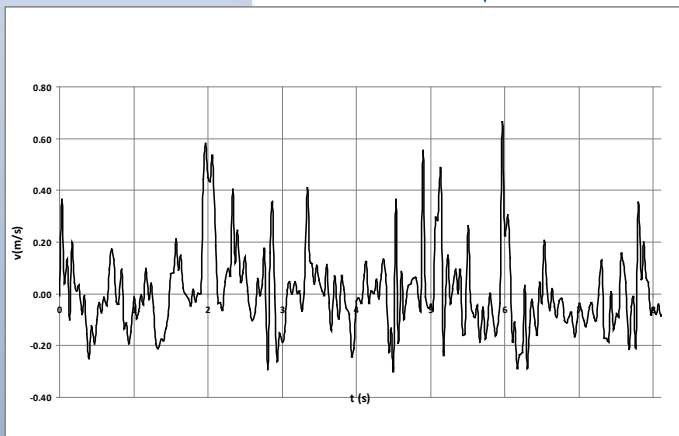
8. Raziskovalni izzivi



9.9.2011 12:42:25 -1544.2[ms] 00000030 HiSpec 4 Fastec 752x224 @ 8103fps 121μs

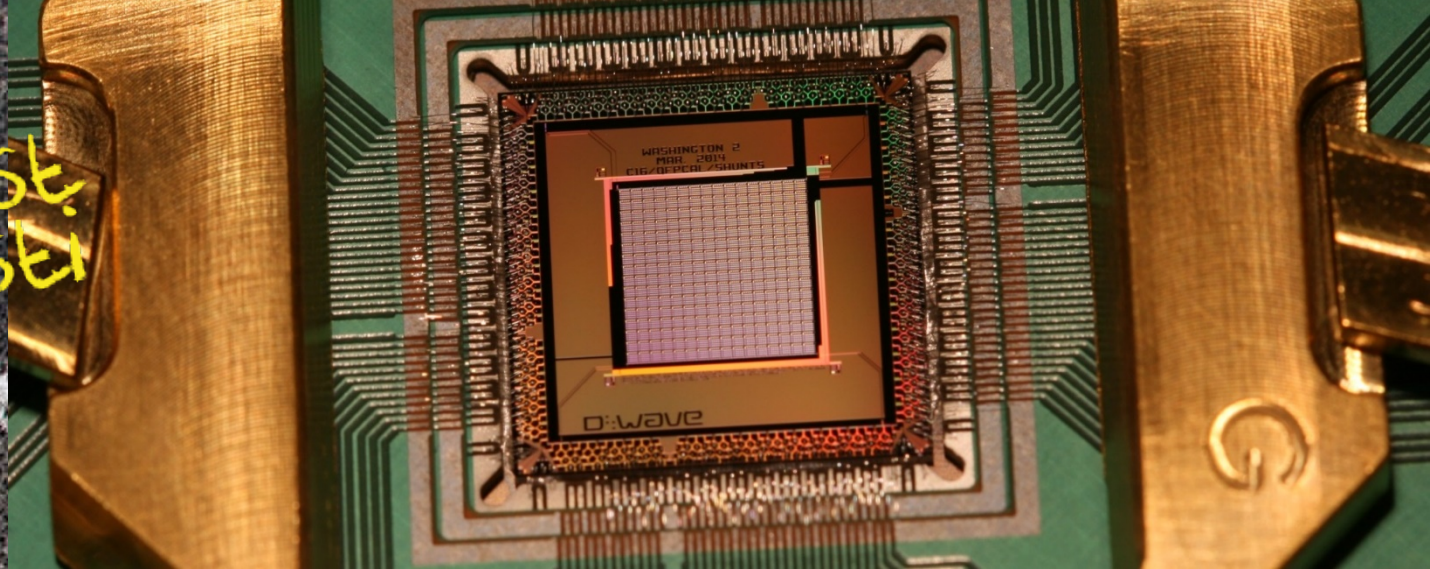


Hitrostno polje za profilom



Fluktuacije hitrosti zračnega toka v področju odcepljenega toka

Znanost
na cesti



14. april 2016 ob
19h

Kvantni triki: teleportacija, kriptografija, kvantni računalniki

izr. prof. Marko Žnidarič, Fakulteta za matematiko in fiziko, UL
Lenart J. Kučič, DELO

