



CFD mallien validointi PIV-mittausten avulla

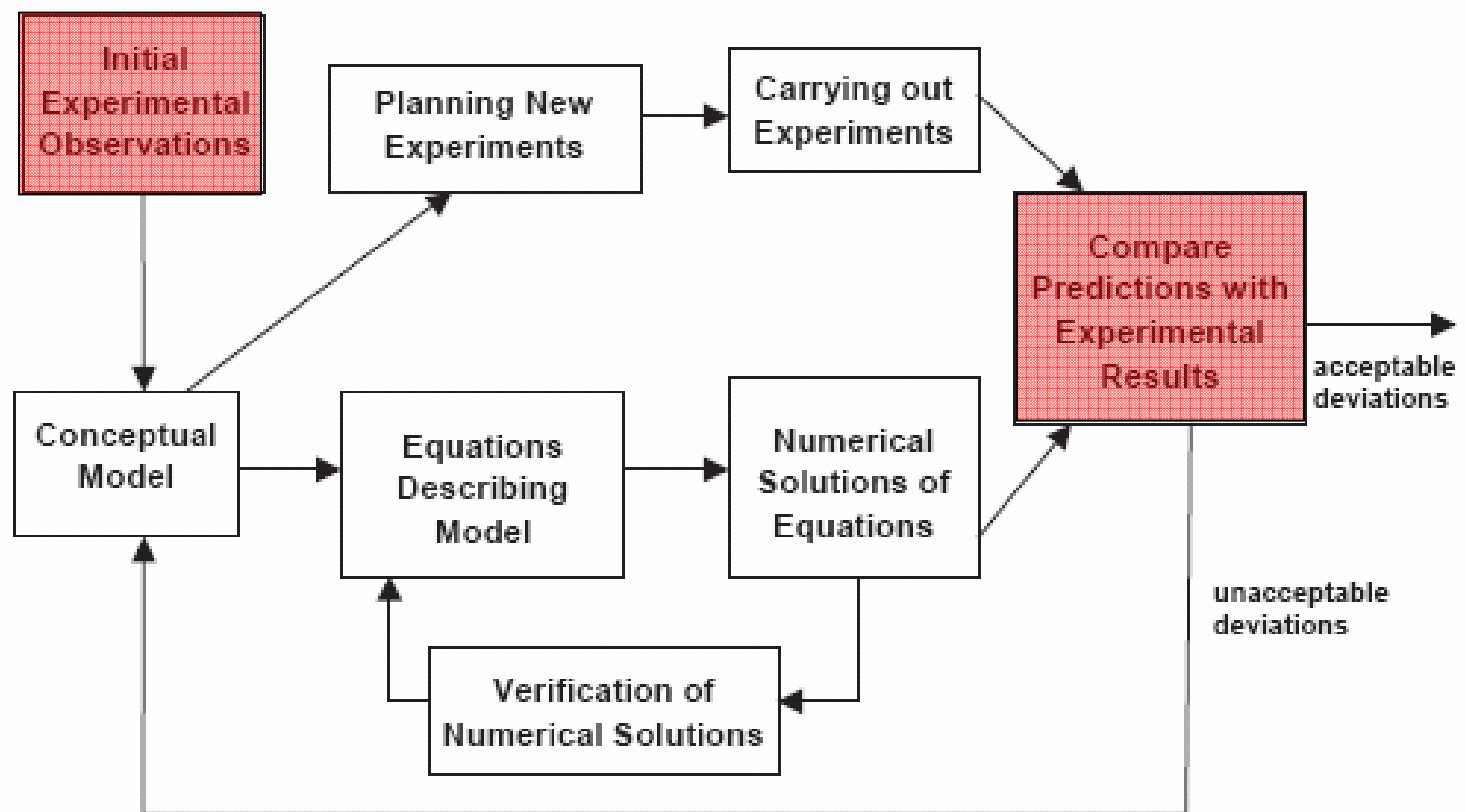
29.3.2007

Markus Honkanen

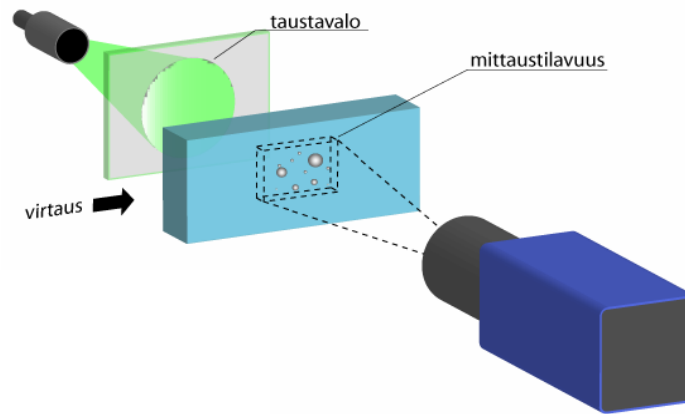
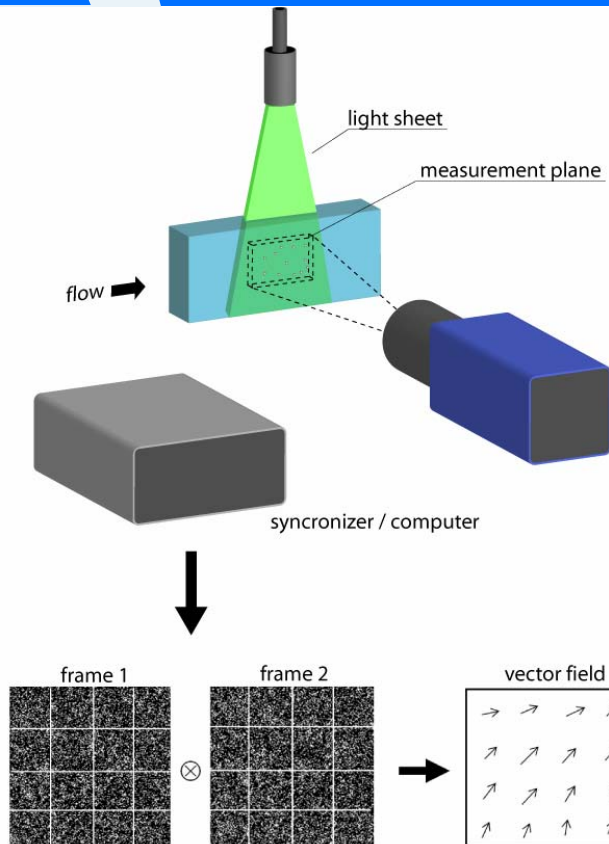
Pentti Saarenrinne



Mallivalidointi



PIV mittaustekniikka

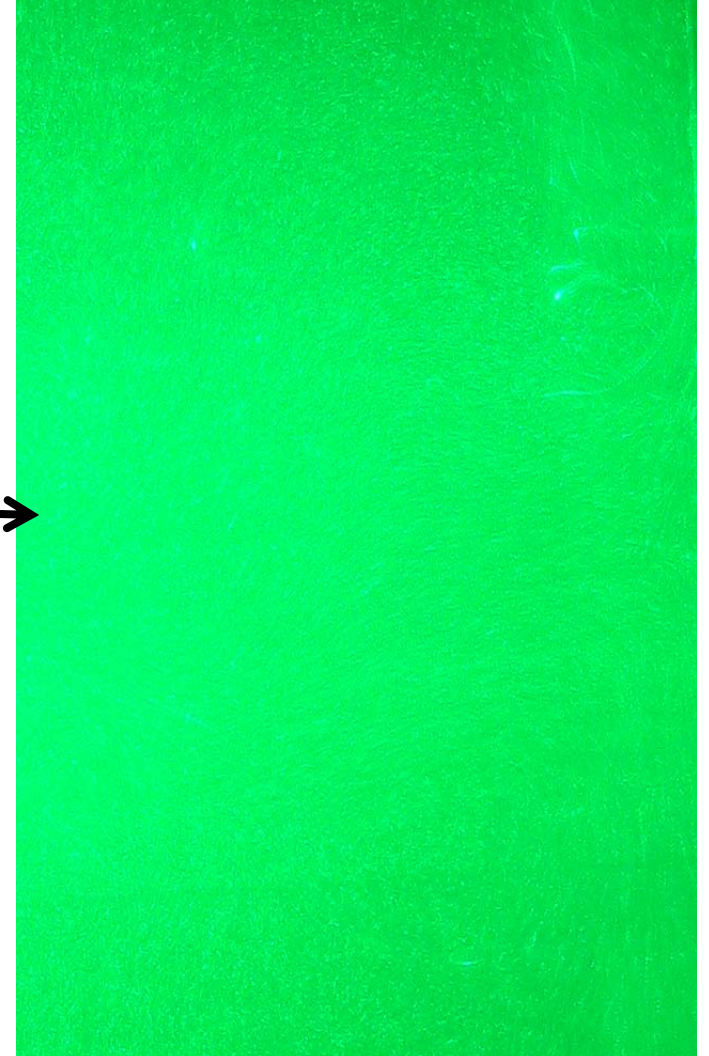
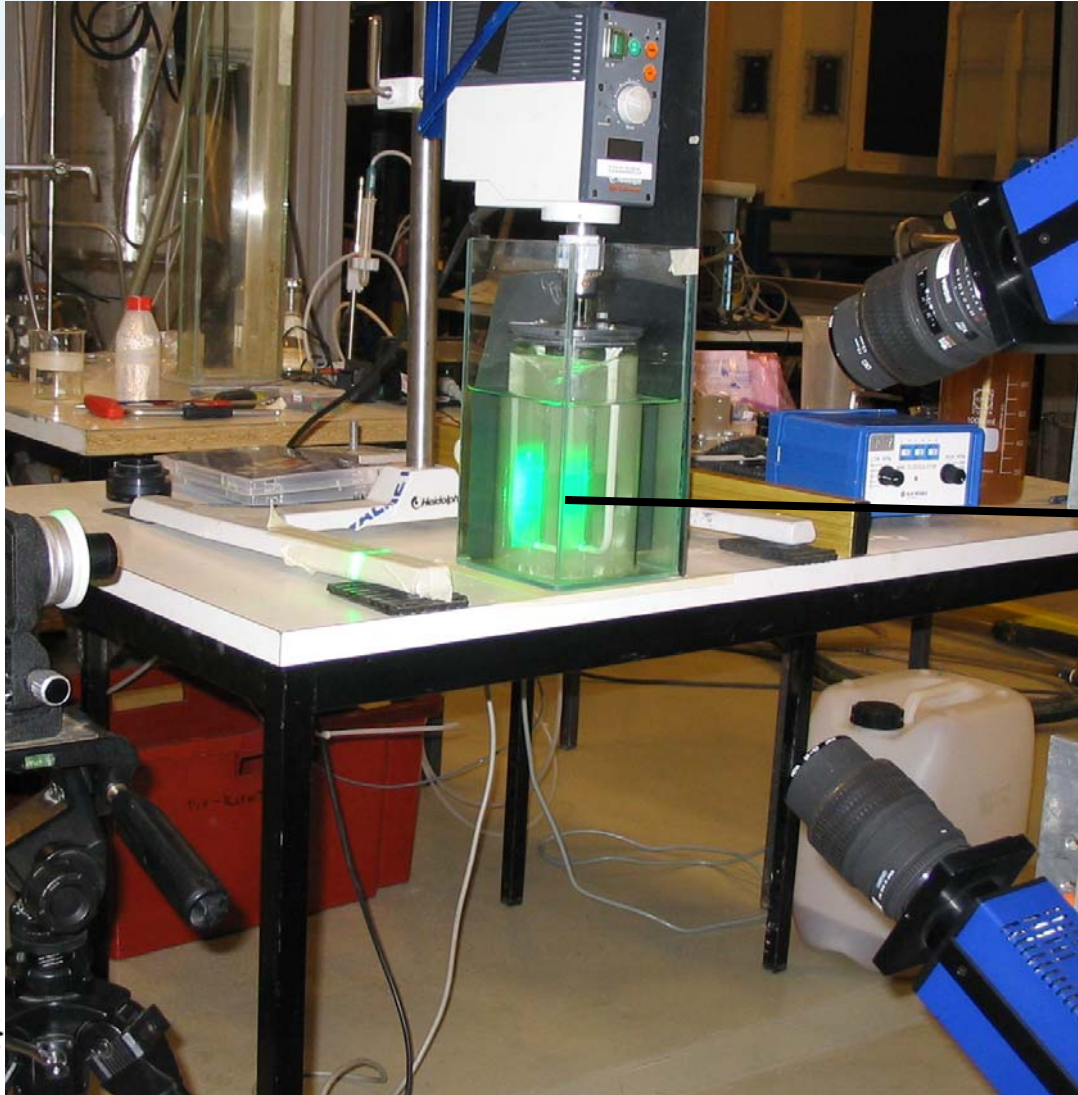


Rajoitteet:

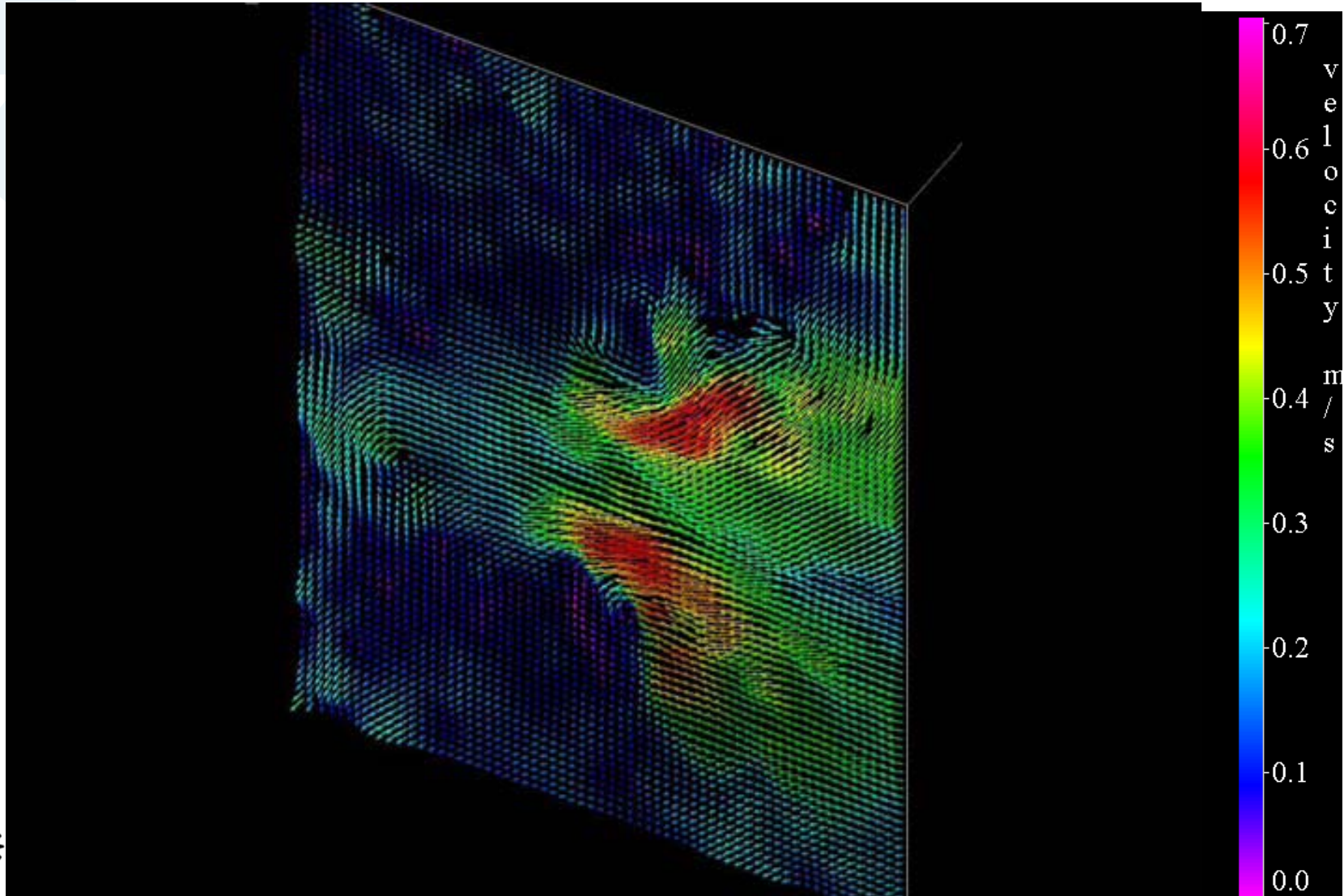
- läpinäkyvyysehto
- geometrian mitattavuus
- merkkiainepartikkelien vaikutus
- 2D kuvaus <-> 3D maailma
- näytekieskiarvo vs. aikakeskiarvo
- skaalautuvuus



Esimerkki CFD-mallivalidoinnista stereo-suurnopeus-PIV mittauksin



2d-3c nopeuskentät sekoittimen lavan jättöpyörteissä (160 rpm)

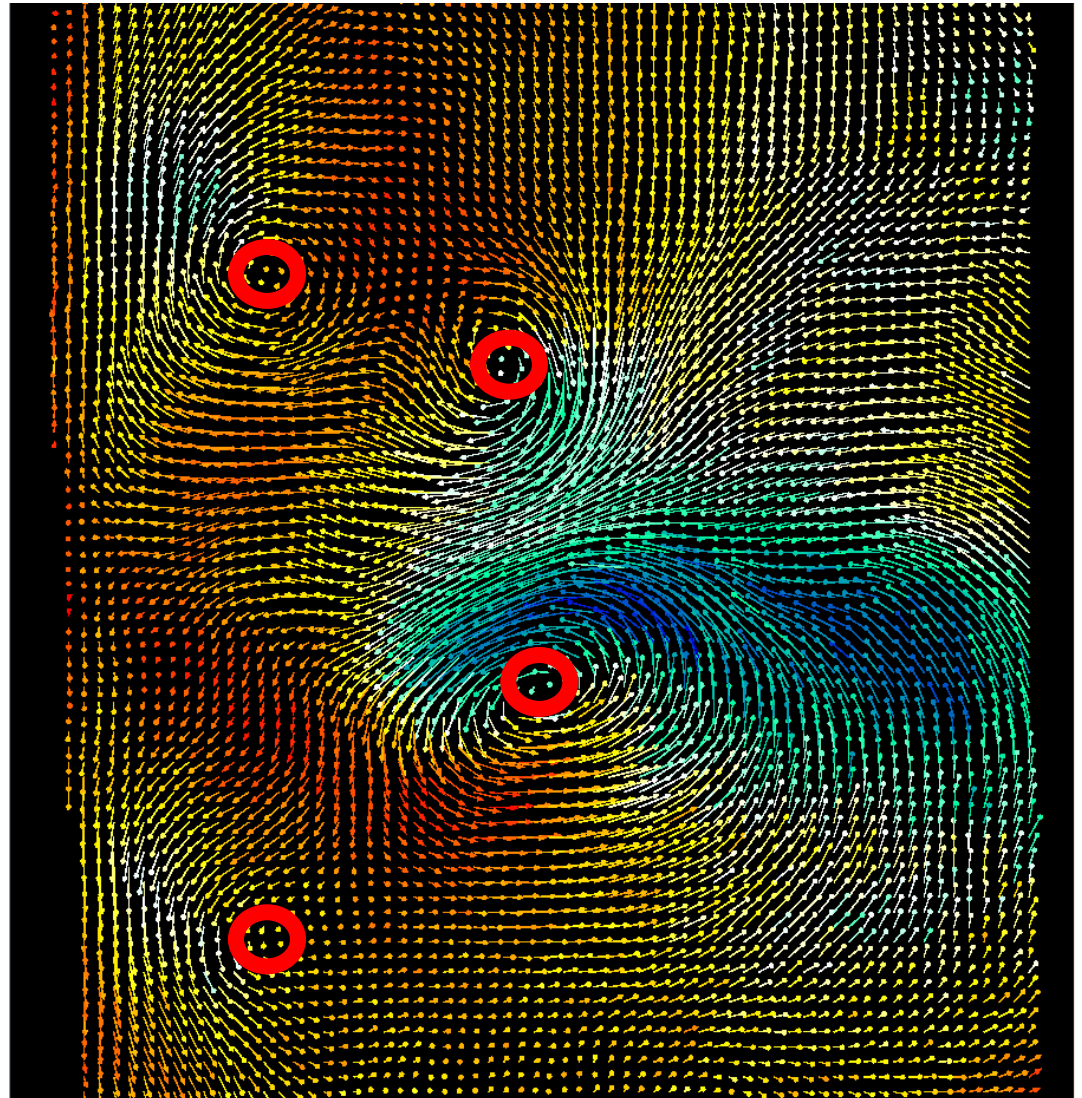
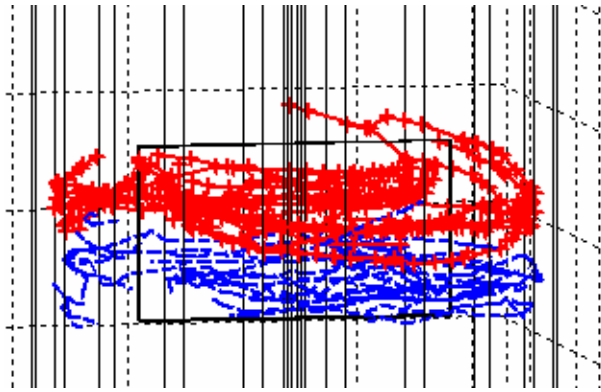


Pyörteiden tunnistus ja jäljitys

- POD analyysistä valitaan suurienergiset virtausskaalat
- pyörteiden keskipisteiden tunnistus:

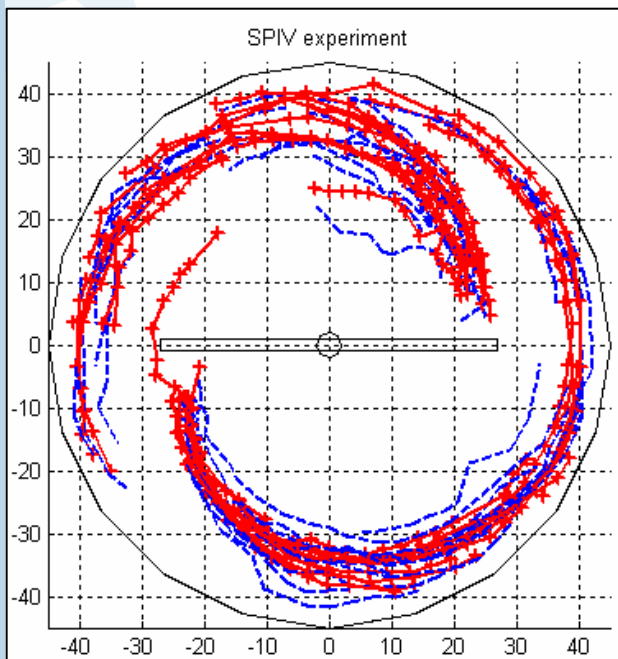
$$swirling = 4 \left(\frac{du}{dx} \cdot \frac{dv}{dy} - \frac{du}{dy} \cdot \frac{dv}{dx} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} \right)^2$$

- jäljitetään pyörteiden liikeradat peräkkäisistä nopeuskentistä.

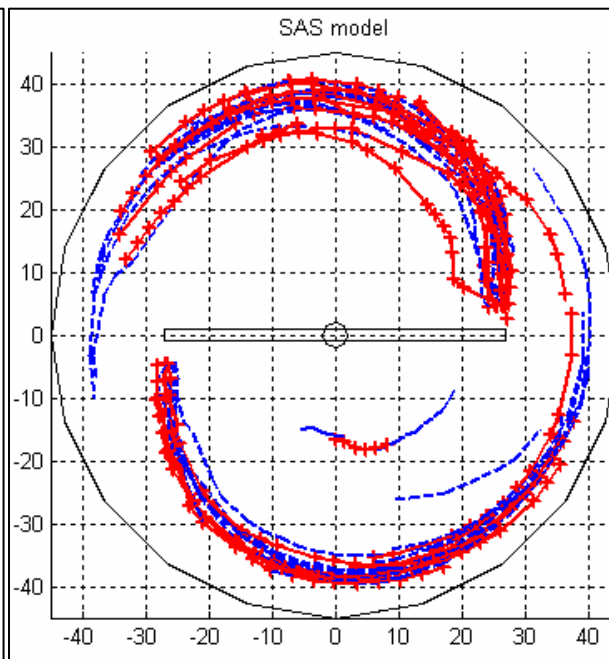


Pyörteiden 3D liikeradat

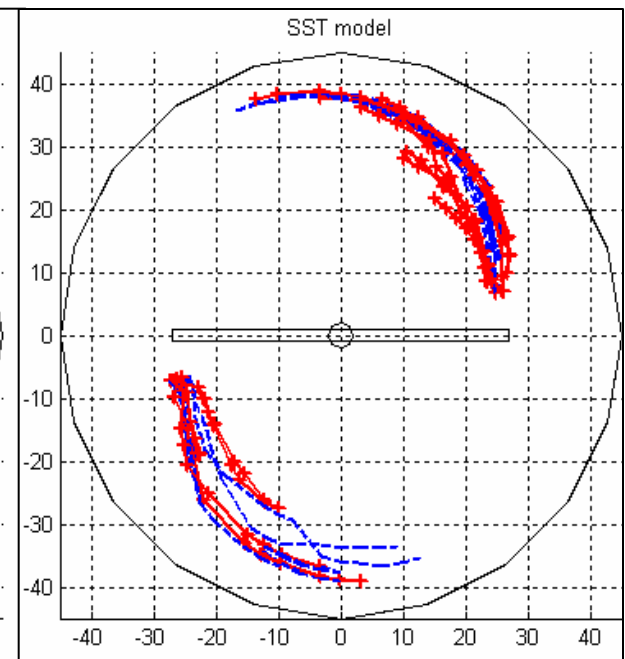
Mittaus



SST-SAS



SST $k-\omega$



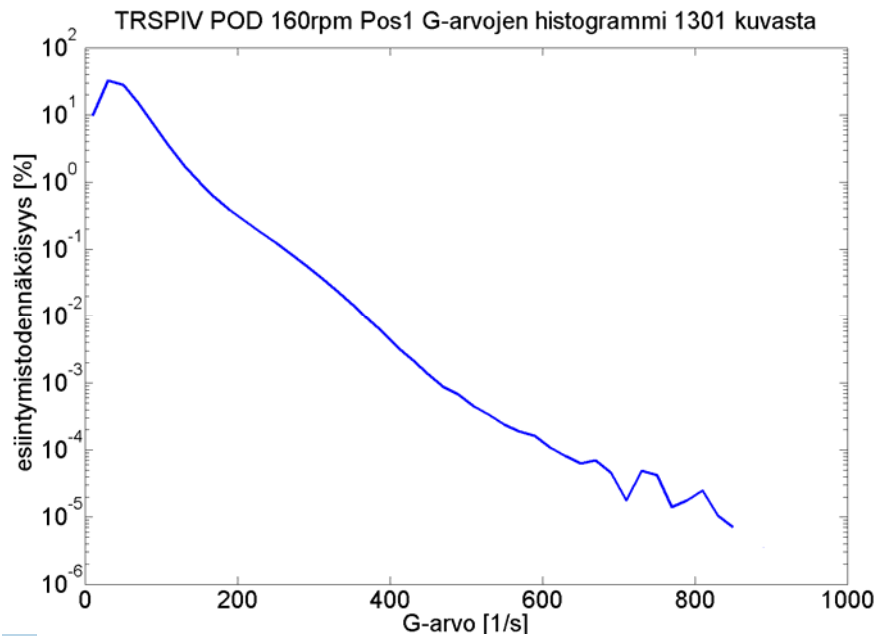
SST $k-\omega$ model yliarvioi dissipaation
→ pyörteet vaimenevat liian nopeasti.



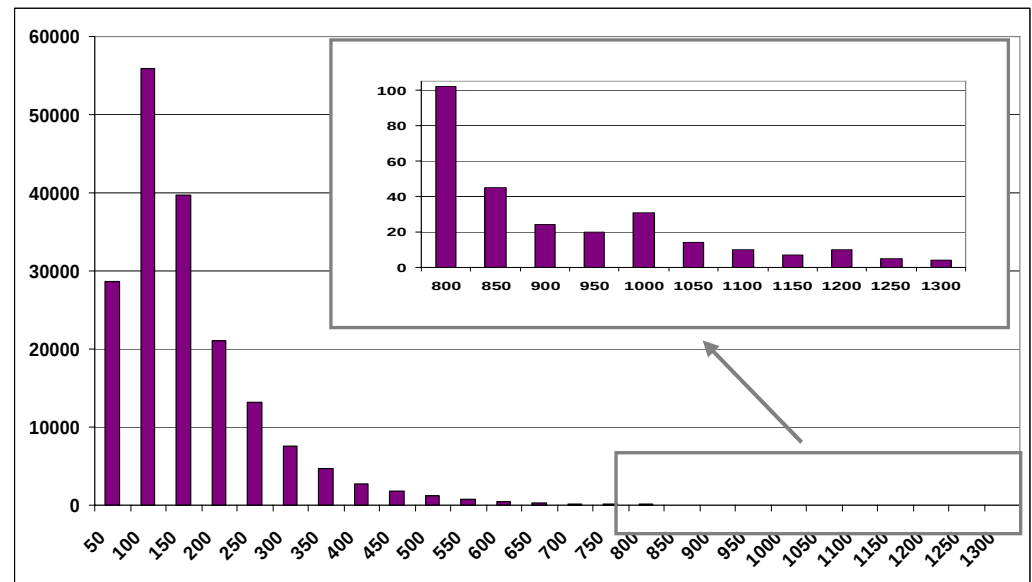
Turbulenssin G-arvo

[s ⁻¹]	TRSPIV	Frozen rotor		Transient	
	mittaus	k-ε	SST	SST	SAS
G _{diss}	57	115	96	102	61

$$G_{diss} = \sqrt{\frac{\rho \varepsilon}{\mu}}$$

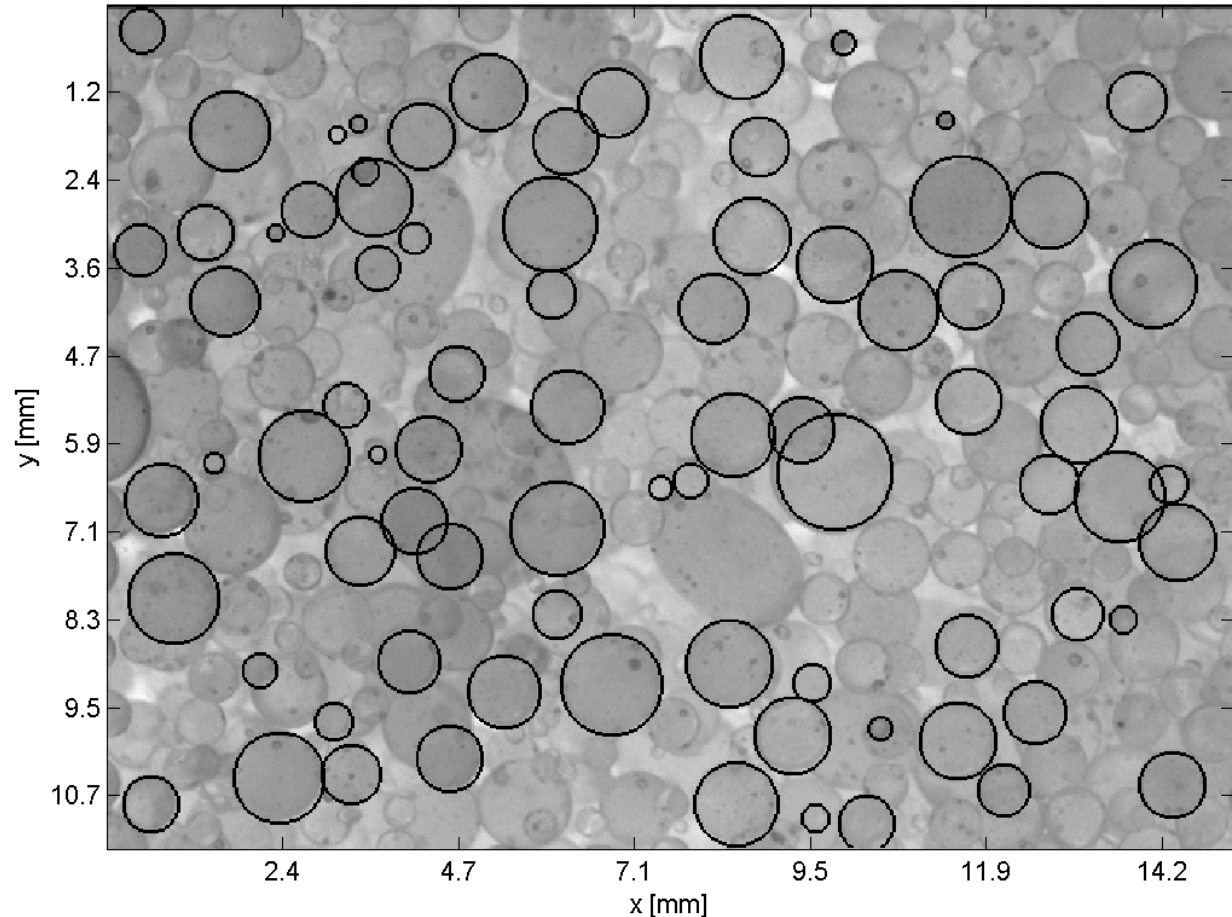


Transient SAS

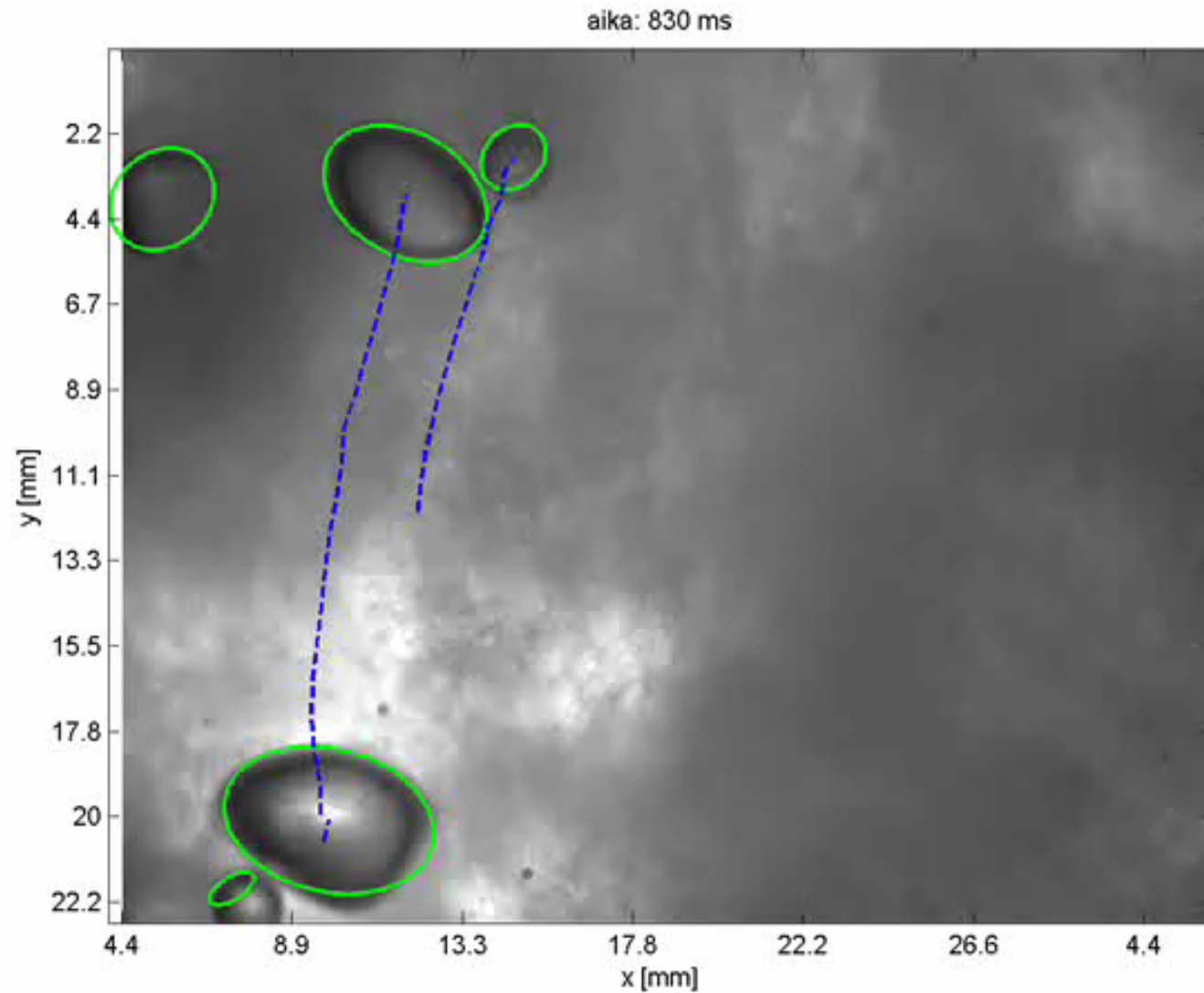


Monifaasivirtaukset

- Optinen mittaus onnistuu myös tiheissä suspensioissa joko kapeassa kanavassa tai upotettavan mittalaitteen avulla



Kuplat 1% kuitususpensiossa



Mikrokuplia kuitususpensiossa

time: 300000 microseconds

Kiitokset mielenkiinnostanne!

Lisätietoja:

pentti.saarenrinne@tut.fi

markus.honkanen@tut.fi



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Energia- ja prosessiteknikka

