

# Kokemuksia ja näkemyksiä teollisuusmatematiikan koulutuksen kehittämisestä

Erkki Heikkola, Pasi Tarvainen  
Numerola Oy, Jyväskylä

**Teollisuusmatematiikan päivä  
15.10.2009, Helsingin yliopisto**

## Numerola Oy

- Laskennallisen teknologian asiantuntijayritys,
- Toimipisteet Jyväskylässä ja Espoossa,
- Perustettu 1998,
- Yrityksen palveluksessa 17 matematiikan, ohjelmistokehityksen ja insinööritieteiden asiantuntijaa (7 tohtoria),
- Tarjoaa matemaattiseen mallinnukseen, optimointiin ja laskennallisiin menetelmiin perustuvia ohjelmistokehitys- ja analyysipalveluita,
- Toteuttanut satoja mallinnus- ja simulointiprojekteja teollisuudelle.

# Laskennallisen Teknologian Palvelut

Numerolan ja Kuavan yhteistyössä kehittämä palvelukonsepti:

- **Mallinnus ja optimointi**
  - Ilmiöpohjainen mallinnus, tilastollinen mallinnus, optimointi, inversioanalyysi,
- **Tekninen laskenta**
  - Virtauslaskenta, aaltolaskenta, data-analyysi ja signaalinkäsittely,
- **Ohjelmistoratkaisut**
  - Simulaattorit, liitännäisohjelmistot, suurteholaskenta.

## Esimerkki: Waveroller-aaltovoimala

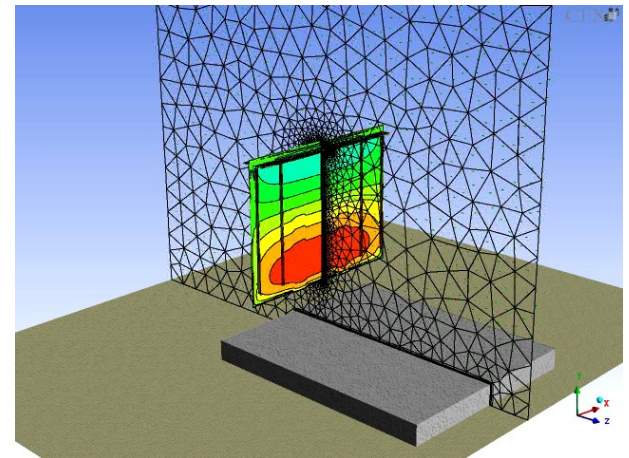
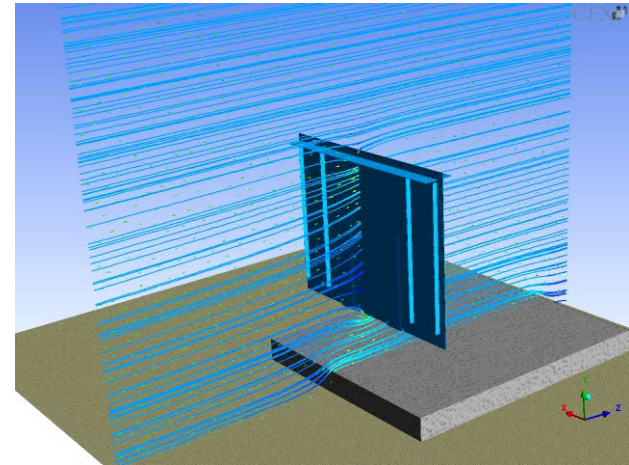
- AW-Energy:n kehittämä pohja-aaltoa hyödyntävä aaltovoimalakonsepti
- Ensimmäiset prototyypit asennettu Portugalin edustalle huhtikuussa 2007
- Laite koostuu pohja-aallon kaappaavasta ”siivestä” ja siihen hydraulisylinterin kautta kytketystä hydrauligeneraattorista



# Waveroller-aaltovoimala

Simuloinnin avulla voidaan arvioida eri konstruktioiden tehontuottoa ja optimoida koko systeemin säätöä.

- Virtauslaskenta
- Ilmiömallinnus
  - Hydraulipiiri
- Data-analyysi
  - Virtausmallien yksinkertaistus
  - Mallien adaptointi mittauksilla
- Ohjelmistotekniikka
  - Suunnittelutyökalu tuotekehitykseen



## Esimerkki: PressSim

Metso Paperille toteutettu simulaattori puristinkonstruktioiden tarkasteluun:

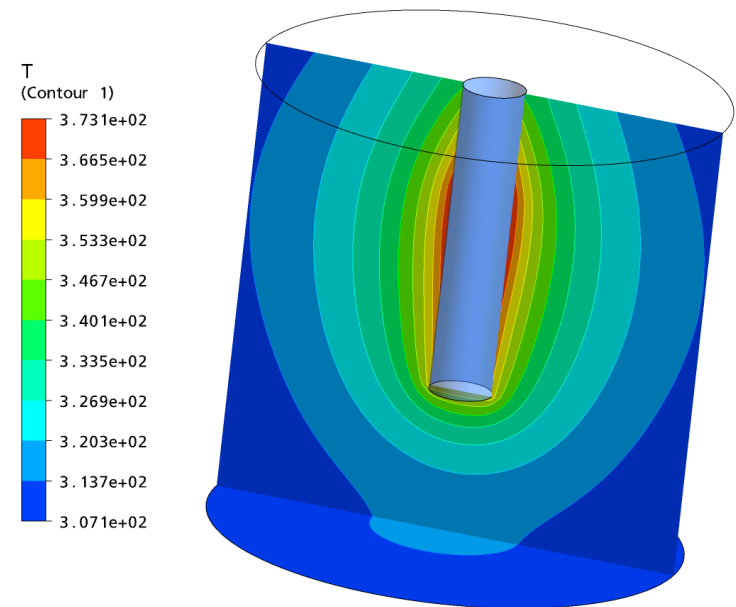
- eri puristinkonseptien tarkka ja havainnollinen vertailu,
- käyttökohteen mukainen optimointi nopeasti ja luotettavasti,
- entistä paremmin sekä asiakasta että Metso Paperia hyödyttäviä ratkaisuja.



## Esimerkki: Bentoniittipuskuri ydinjätteen loppusijoituksessa

Numerola on mukana KYT2010-tutkimusohjelmaan kuuluvassa tutkimushankkeessa:

- Jyväskylän yliopiston ja TKK:n kanssa toteutettava hanke,
- kehitetään bentoniittipuskurin käyttäytymistä kuvaavia ilmiömalleja ja numeerisia menetelmiä.

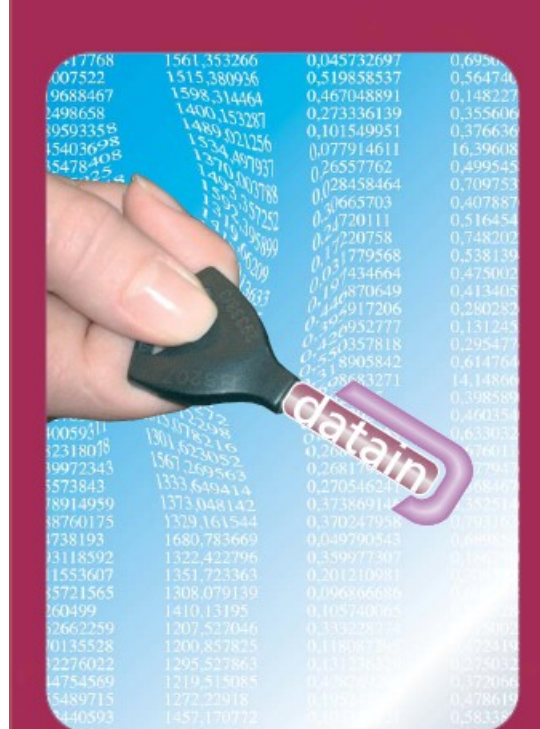




## Datain


Numerolan kehittämä data- ja prosessi-analyysiohjelmisto tuotekehityksen ja prosessinohjauksen asiantuntijoille:

- Tiedonlouhintaan, datan visualisointiin ja raportointiin tueksi,
- Koetoiminnan tehostamiseen tuotekehityksessä,
- Prosessinohjaukseen ja -optimointiin,
- Laadunvalvontaan.



**Avain  
mittaustiedon  
yttimeen**

Engineering Data Analysis Software

 numerola  
www.numerola.fi/datain



## Laskennallisen teknologian merkitys teollisuudessa

- Tuotekehityksen nopeutuminen ja tehostuminen,
- Virheiden ja ongelmakohtien aikainen havaitseminen,
- Voidaan vähentää kalliiden prototyyppien tarvetta,
- Laajemmat mahdollisuudet uusien ideoiden testaukseen,
- Aiempaa tehokkaampi kokeellinen toiminta,
- Työkaluja markkinointiin, koulutukseen, ylläpitoon, laadun valvontaan,...

## Matematiikan hyödyntäminen tuotekehityksessä (1)

- Jatkuvassa kasvussa, mutta ei vielä merkittävää,
  - Suurissa yrityksissä ja tutkimuslaitoksissa matematiikan asiantuntijoita tuotekehityksessä,
  - Pk-yritysten kiinnostus vasta heräämässä,
  - Matemaattiset menetelmät vähäisessä roolissa t&k-hankkeissa,
  - Kokeelliset menetelmät hallitsevat ja matemaattinen osaaminen usein heikkoa.

## Matematiikan hyödyntäminen tuotekehityksessä (2)

- Yliopistojen ja teollisuuden vuorovaikutus vaikeaa
  - Tutkimustulokset eivät sellaisenaan vastaa yritysten tarpeita, ja toisaalta yritykset eivät osaa muotoilla ongelmiaan matemaattiseen muotoon,
  - Asiantuntijayritykset voisivat toimia välittäjinä.
- Mallinnusprojektit usein tehottomia ja odotukset epärealistisia
  - Mallinnuksen ja simuloinnin pitäisi antaa selkeitä vastauksia hyvin määritelyihin kysymyksiin,
  - Epäonnistuneet projektit vievät helposti yrityksiltä motivaation matemaattisten menetelmien käyttöön.

## Teollisuusmatematiikan pätevyysvaatimuksia (1)

- Projektit ovat monitieteisiä, joten koulutustaustoiltaan erilaisia henkilöitä tarvitaan,
- Oman alan hyvä peruskoulutus tärkeää. Kokemus tutkimustyöstä usein hyödyksi, mutta ei välttämätöntä,
  - Ala: matematiikka, tilastotiede, luonnontieteet, tietotekniikka, insinööritieteet,...
  - Peruskoulutuksen puutteita vaikea täydentää teollisuusprojektien yhteydessä,
  - Matemaattinen lukutaito tärkeää: eri alojen teoreettisen/matemaattisen tiedon omaksuminen.

## Teollisuusmatematiikan pätevyysvaatimuksia (2)

- Tärkeää ymmärtää ohjelmistokehityksen tarpeita,
  - Matemaattiset mallit ja menetelmät on liitettävä simulaattorisovelluksiin ja käyttöliittymiin,
  - Sovellusten käytettävyys ja muunneltavuus tärkeää.
- Tilastollisten menetelmien käyttö kovassa kasvussa,
  - Epävarmuuksien huomioiminen mallinnuksessa,
  - Mittausdatan analysointi,
- Tärkeitä yleisiä taitoja
  - Suullinen ja kirjallinen viestintä, kielitaito,...
  - Projektin hallinta, markkinointi, liiketoiminta,...
  - Kaupallisten ohjelmistojen käyttö (CFD, CAD).

## Tohtorin tutkinnon merkitys teollisuudessa

- Suurilla yrityksillä on tutkimustoimintaa, jossa tohtoritason matemaattinen asiantuntemus on välttämätöntä,
- Muuten tohtorin tutkinnon hyödyntäminen teollisuudessa voi olla vaikeaa,
- Tutkimuslaitoksissa (esim. VTT) ja konsulttiyrityksissä on sopivia työtehtäviä teollisuusmatematiikan tohtoreille,
- Teollisuusmatematiikan jatko-opinnot voisivat sisältää harjoittelujakson teollisuudessa tai alan palveluyrityksessä. Tämä edistäisi alan osaajien työllistymistä ja matemaattisen osaamisen leviämistä teollisuudessa.



## Loppupäätelmiä ja kehitysideoita (1)

- Matemaattisten menetelmien käyttö teollisuudessa on ollut viime vuosina jatkuvassa kasvussa,
- Teollisuusmatematiikka ei ole kuitenkaan vielä vakiinnuttanut asemaansa teollisuuden tuotekehityksen menetelmänä, eikä sen mahdollisuuksia ole täydessä mitassa hyödynnetty,
- Asiantuntijayritykset ja tutkimuslaitokset tärkeitä teollisuusmatematiikkojen työllistäjiä,
- Teollisuusyrityksillä harvoin tarvetta täysipäiväiselle matematiikan asiantuntijalle,
  - Mallinnus- ja simulointialan palveluliiketoimintaa pitäisi olla nykyistä laajemmin tarjolla,

## Loppupäätelmiä ja kehitysideoita (2)

- Teollisuusmatematiikan opintoihin olisi hyvä sisällyttää erilaisia projektinhallintaan, liiketoimintaan ja sovellusalueeseen liittyviä osia,
- Oman alan peruskoulutus tärkeintä, mutta yleisiä taitoja (viestintä, raportointi) voisi kehittää sopivilla opetusmenetelmillä,
- Harjoittelujaksot teollisuudessa tärkeitä,