

Velkommen til MEK1100

Matematisk institutt, UiO

MEK1100 – FELTTEORI OG VEKTORANALYSE Våren 2016

Foreleser: Karsten Trulsen

Øvingslærere: Susanne Støle–Hentschel (2 grupper), Lars Magnus Valnes (2 grupper), Tore Magnus Taklo (1 gruppe), Diako Darian / Tormod Landet (1 gruppe på deling)

MEKANIKK

=

LÆREN OM BEVEGELSE OG KREFTER
SOM KAN FORÅRSAKE BEVEGELSE

Dessverre er det mange som tror at mekanikk kun omfatter

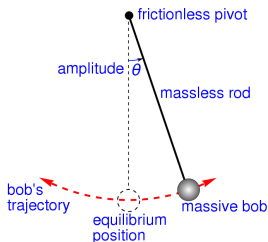
- Å reparere biler.
- Pendel, kulestøt, vektstang, . . .

Fysisk grunnlag

I hovedsak Newtons lover

Enkle fysiske systemer

- Pendel (bilde)
- Legeme med (lineær) elastisk fjær
- Kloss på skråplan
- Enkle støt (bevaring av bevegelsesmengde)
- Partikler i gravitasjonsfelt
- Stive legemer i rotasjon



Utgangspunkt

Newtons 3 lover

+ avledninger slik som bevaring av bevegelsesmengde og energi

Matematiske teknikker

- Vektorregning
- (Skolen) Integrasjon av konstant akselerasjon, enkel bruk av energilikning og bevaring av bevegelsesmengde. Litt bruk av differensiallikninger.
- (FYS-MEK1110) Ordinære differensiallikninger
- Numerisk løsning av ordinære differensiallikninger

MEK1100 forutsetter ikke fysikk fra videregående skole!

Fokus i MEK1100 er å beskrive kontinuerlige medier.

Noen begreper

- Kontinuum = Noe som kan deles i stadig mindre biter som har de samme egenskapene som det vi startet med.
- Fast stoff = Kontinuum hvor partiklene har faste plasser.
- Fluid = Kontinuum hvor partiklene kan flyte fritt omkring.
- Væske = Fluid som praktisk talt ikke lar seg presse sammen.
- Gass = Fluid som lett lar seg presse sammen.

Matematiske teknikker

- Skalar- og vektorfelt.
- Visualisering av felt.
- Partielle differensiallikninger.

Emnets innhold

- Matematikk: Feltteori.
- Fysikk: Fluidmekanikk.
- Modellering: Hvordan bruke feltteori for å beskrive fluider.
- Visualisering på datamaskin.
- Numerisk løsning av partielle differensiallikninger.
- Demonstrasjonsforsøk.

Hva er et felt?

Felt = Entydig funksjon av posisjon og tid

Eksempler på felt:

- Skalarfelt: Temperatur (i rom og tid)
- Vektorfelt: Vindhastighet (i rom og tid)

Eksempler på noe som ikke er felt:

- Friksjonskraft (på legeme i bevegelse)
- Lorentzkraft (på elektrisk ladning i magnetfelt)
- Corioliskraft (på masse i roterende referansesystem)

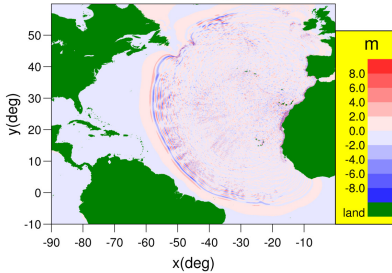
Disse tre avhenger også av hastighet, og er derfor ikke entydig definert som funksjon av posisjon og tid.

HVA GJØR MEKANIKERE EGENTLIG?

Eksempler relevante for
Seksjon for mekanikk på Matematisk institutt
Temaer for master- og doktoroppgaver

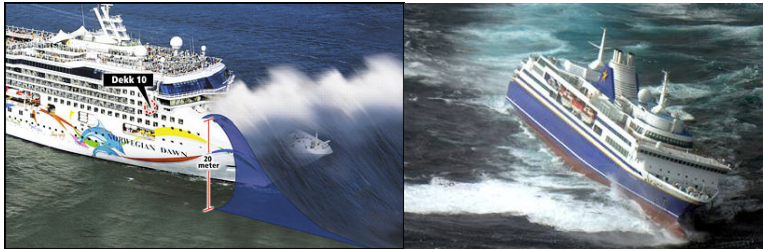
Geohazard/tsunami, havmodellering

Time: 5h 15.0min; grid: 2.0min



- Beregninger
- Observasjon, laboratorium
- Tidevann, stormflo

Bølger, vind og strøm



- Ekstrembølger, havmiljø
- Fornybar energi
- Indre bølger

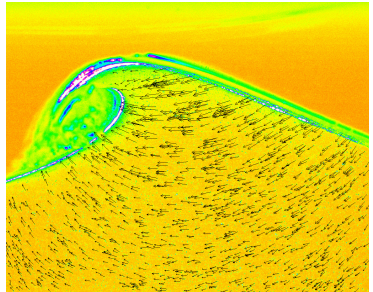
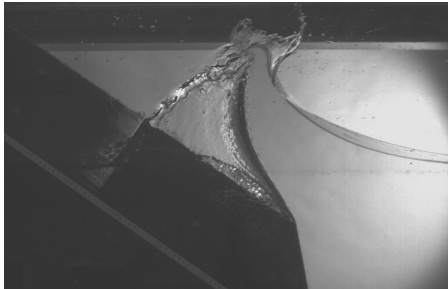


- Hva er sannsynligheten for at dette skjedde på grunn av en ekstrembølge?

Marin fornybar energi

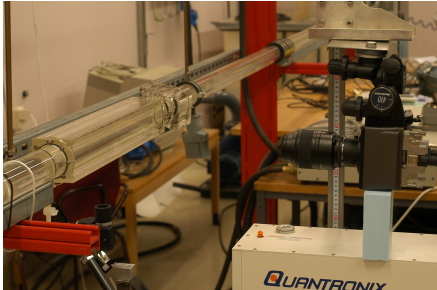
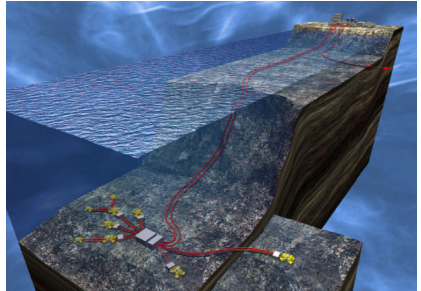


Ekspérimentell hydrodynamikk



- Siste 10 år: revolusjon i labteknikker
- Viktige problemer står i kø
- Vekt på bildebaserte måteknikker
- Stort og bredt innslag av databehandling og analyse

Fluidmekanikk; strømningsteknikk



- Målinger og teori
- Flerfasestrømning
- Indre bølger

Faststoffmekanikk, komposittforbindelser

- Analyse av lettvektskonstruksjoner



MEKANIKK

=

LÆREN OM BEVEGELSE OG KREFTER
SOM KAN FORÅRSAKE BEVEGELSE

METODE — PROSESS — FENOMEN

- MAT1100, MAT1110, MAT-INF1100, INF1100, MAT-INF1100L
- FYS-MEK1110, MEK1100

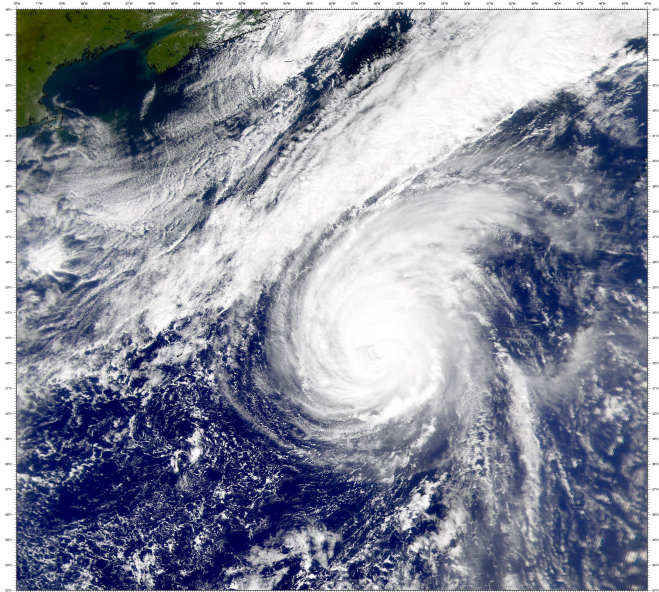
METODE — PROSESS — FENOMEN

- MAT1100, MAT1110, MAT-INF1100, INF1100, MAT-INF1100L
- FYS-MEK1110, MEK1100

NYTT TEMA

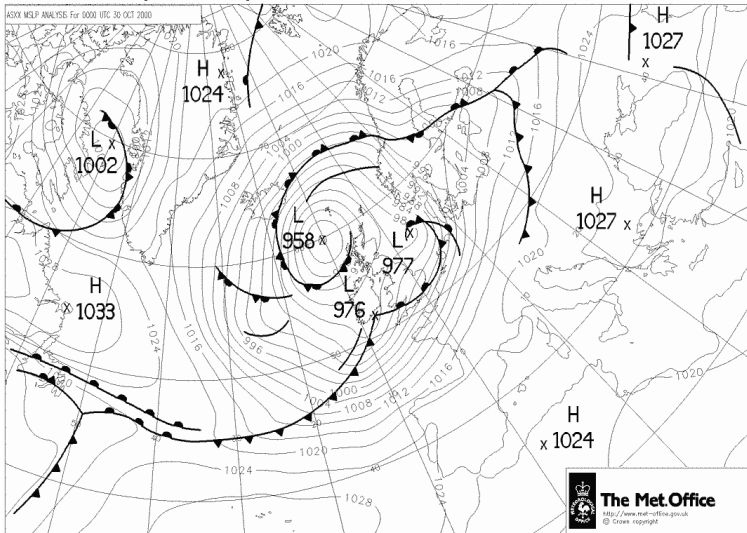
Eksempler på fysiske felter og deres grafiske framstilling

Stormsenteret Isak

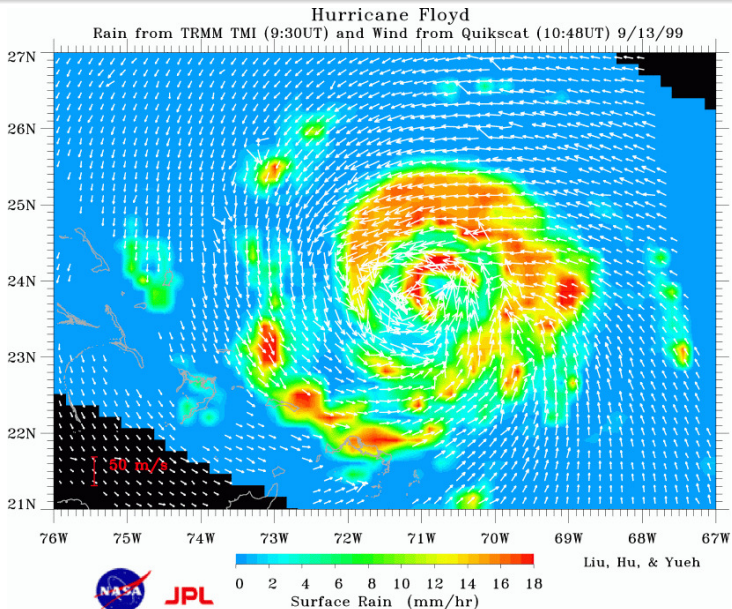


Trykkfelt – isobardiagram

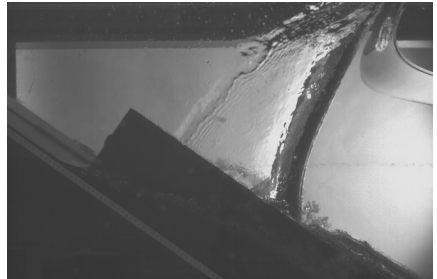
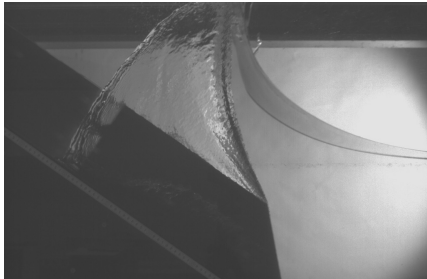
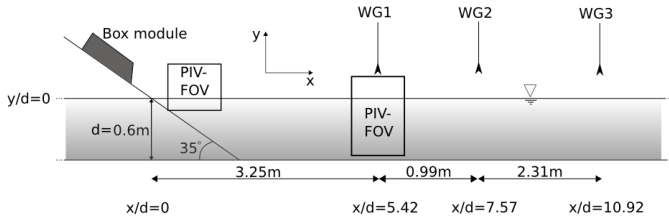
Comes to you via Top Karten (<http://www.wetterzentrale.de/topkarten/>)
Source (TIFF-Files): <ftp://weather.noaa.gov>



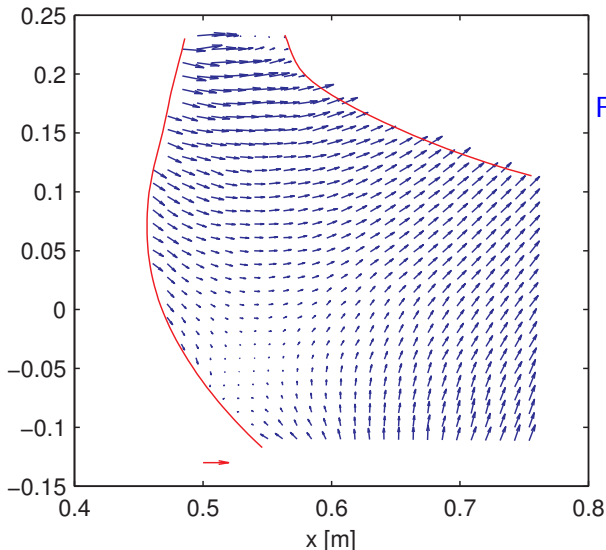
Nedbørstetthet (skalar) og vind (vektor)



Skredforsøk knyttet til Åkneset (Sælevik et al.)



Hastigheter målt ved partikkelforformasjoner i bilder

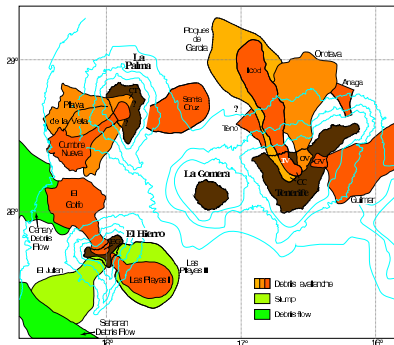


Fra Hydro. lab. Mat. inst.

- Partikler tilsettes
- Høyhast. video ($\sim 1000\text{Hz}$)
- Korrelasjon mellom bilder: *vektorfelt*
 \Rightarrow hastighet i pilplott
- Rød pil er 1 m/s;
full skala 80 km/t

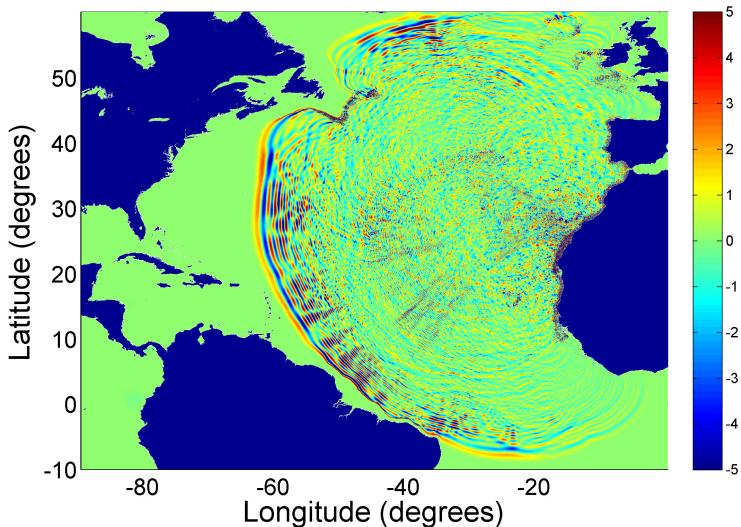
Senasjonsoppslag 2001: Tsunami fra Kanariøyene

Masson et al. 2006; Store skred, lav hyppighet (100 000år)



- Ward & Day (2001): Nytt skred fra La Palma, katastrofe i Amerika. Sannsynlighet senere betvilt.

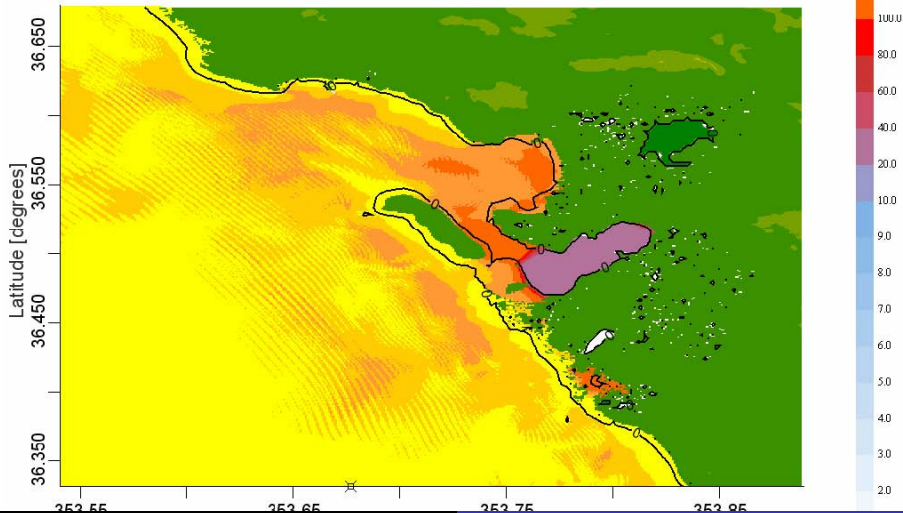
Overflate i m, $t = 5$ h 45 min, *skalarfelt*



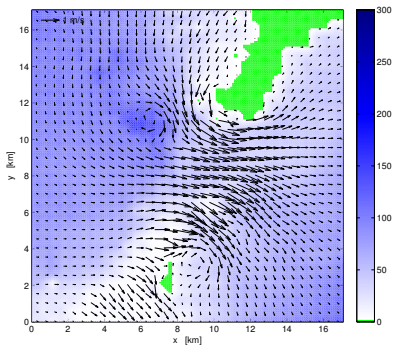
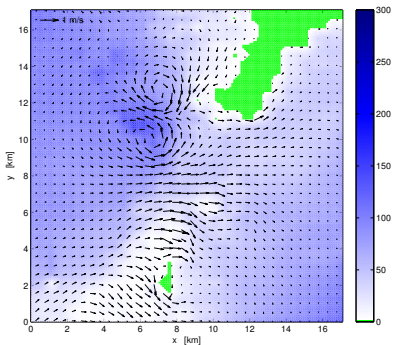
Maksimum høyde ved Cadiz (Spania), overflate i cm;

lapalma01: Maximum Wave Amplitude in run [cm]

Max amplitude in grid: 938.2cm, at Lat: 36.3312 Lon: 353.6771



Moskenstrømmen i Lofoten



Beregnete hastighetsfelter pga. tidevann (B.K. Lyngse).
Målinger i 2009.

Moskenstrømmen tidligere beskrevet i *Nature* (Gjevik et al).
Kjent fra "A descent into the Maelstrom" av E. A. Poe

Forklar hva vi mener med følgende begreper:

- Mekanikk
- Kontinuum
- Fast stoff
- Fluid
- Væske
- Gass
- Felt