

Kursus: M4STI1

Eksamensdato: 04.06.2018 – 09:30 – 13:30 (forlænget prøvetid 14:45 + 15:45)

Eksamenstermin: sommer 2018

Underviser: Allan L. Jensen

Praktiske informationer

Ingeniørhøjskolen udleverer:
4 stk. hvidt papir

Digital eksamen:

Opgaven tilgås og afleveres gennem den digitale eksamensportal.

Håndskrevne dele af opgavebesvarelsen skal digitaliseres og afleveres i den digitale eksamensportal.

Opgavebesvarelsen skal afleveres i PDF-format.

Husk at uploade og aflevere i Digital eksamen til tiden. Du vil modtage en elektronisk afleveringskvittering, straks du har afleveret.

Husk at aflevere til tiden, da der ellers skal indsendes dispensationsansøgning.

Husk angivelse af navn og studienr. på alle sider, samt i dokumenttitel / filnavn

Alle hjælpemidler må benyttes, herunder internettet som opslagsværktøj, men der er **IKKE** tilladt at kommunikere med andre.

Særlige bemærkninger: Det er kun muligt at aflevere elektronisk via Digital Eksamen portalen

Bemærk følgende:

- Decimaltal i opgaverne er angivet med engelsk decimalseparator (.)
- Alle data fra opgaverne kan downloades fra Digital Eksamen portalen i et regneark med navnet Data_M4STI1_2018F.xlsx. I regnearket angiver kolonnenavnet, hvilken opgave data hører til.
- Nogle delopgaver benytter resultatet fra en tidligere delopgave. Hvis du ikke kunne løse den, kan du blot antage en værdi for resultatet og regne videre med det.

Bølgeenergimaskiner



Et eksempel på en bølgeenergimaskine

I et kystnært land som Danmark er det naturligt, at der forskes i vedvarende energikilder som vind- og bølgekraft. Vi har mulighed for at høste masser af gratis energi fra vind og bølger. Danmark har været foregangsland inden for begge energikilder, og vi er førende på verdensplan indenfor produktion af vindmøller. Imidlertid har det vist sig at være en gigantisk ingeniørmæssig udfordring at konstruere en bølgeenergimaskine (også kaldt en bølgemaskine), der kan udvinde energien fra bølgerne i det barske havmiljø.

Opgave 1 – Bølgers variabilitet

Selv i stabilt vejr er der stor variation i enkeltbølgers højde. En gruppe ingeniørstuderende vil undersøge hvordan højden af enkeltbølger fordeler sig. De registrerer 328 bølgers højde på det samme sted i løbet af 10 minutter på en dag med stille vejr. Tabellen nedenfor viser antal bølger fordelt efter højde i intervaller på 20 cm. F.eks. kan man se, at de studerende talte 25 bølger i intervallet mellem 1.0 og 1.2 m.

Bølgehøjde (m)	Antal bølger
0.0 - 0.2	26
0.2 - 0.4	66
0.4 - 0.6	79
0.6 - 0.8	69
0.8 - 1.0	46
1.0 - 1.2	25
1.2 - 1.4	13
1.4 - 1.6	4

- Omregn antal bølger i hvert interval til sandsynligheden for at få en bølge i intervallet. Lav et diagram, der viser sandsynlighedsfordelingen af bølgerne.
- Beregn den kumulerede sandsynlighedsfordeling for bølgehøjden.
- Hvad er sandsynligheden for at den næste bølge er højere end 1.0 m?
- Beregn den gennemsnitlige bølgehøjde (antag at alle bølgerne i et interval har samme højde, nemlig intervallets midterværdi).

Opgave 2 – Sammenhæng mellem bølgerne og bølgemaskinens effekt

Den effekt, som en bølgemaskine kan producere, afhænger af bølgenes højde og hvor langt der er imellem bølgetoppene, d.v.s. bølgelængden. Som vi så på i opgave 1, er der stor variation på bølgenes form i havet, selv under roligt og stabilt vejr. Derfor bliver bølgemaskiner typisk testet i mindre skala i et bassin, hvor man kan skabe mere ensartede bølgetog og måle den producerede effekt.

Tabellen viser data for den målte effekt (E), som en bestemt bølgemaskine producerer, når den rammes af et bølgetog med en fastlagt bølgelængde (L) og bølgehøjde (H).

Længde L (m)	Højde H (m)	Effekt E (kW)
1.0	1.0	12
1.0	2.0	62
1.0	3.0	123
2.0	1.0	17
2.0	2.0	33
2.0	3.0	65
2.0	4.0	92
2.0	5.0	104
2.0	6.0	111
3.0	1.0	9
3.0	3.0	43
3.0	6.0	75

- Lav et plot for hver af de uafhængige variable (hhv. bølgelængde og bølgehøjde), der viser om der er korrelation mellem variablen og den producerede effekt. Diskutér dine plots kort.
- Lav en multipel lineær regressionsanalyse, der beskriver produceret effekt som funktion af bølgelængde og bølgehøjde. Skriv regressionsligningen op.
- Forklar v.h.a. regressionsanalysens statistikker og dine plots fra delopgave a., om modellen beskriver observationerne godt.
- Undersøg om der er 'unormale' datapunkter, d.v.s. outliers, løftestangs- eller indflydelses-punkter.

I resten af opgaven skal du kun bruge de 6 observationer af datasættet, hvor bølgelængden er 2.0 m.

- Lader der til at være en lineær sammenhæng mellem bølgehøjde og effekt, når bølgelængden er fast $L = 2.0$ m?
- Lav en transformation af bølgehøjden med funktion:

$$H_l = \frac{1}{1 + \exp(k - H)}$$

hvor H er bølgehøjden og k er en konstant, der er karakteristisk for bølgemaskinen. For den pågældende bølgemaskine har man estimeret, at $k = 2.5$ m.

Hint: Du skal bruge MatLab operatoren ./ til at lave divisionen i transformationsfunktionen.

Lav en simpel lineær regression med H_l som regressorvariabel og E som responsvariabel.

- Brug den lineære regression fra delopgave f. til at skrive et udtryk for E som funktion af H . Beregn den forventede effekt med en bølgehøjde på 4.7 m?

Opgave 3 – Forbedring af en bølgemaskine

Gruppen af ingeniørstuderende undersøger, om de kan optimere energiproduktionen fra en eksisterende, kommerciel bølgemaskine. De mener, at de vil kunne forbedre bølgemaskinen på flere måder: Dels vil de optimere på formen af bølgemaskinens turbinevinger, dels vil de ændre på mekanikken og stivheden af materialerne. De studerende får lov til at udføre deres ændringer på en skalamodel af den eksisterende bølgemaskine. De har adgang til målinger for energiproduktionen med skalamodellen, så de måler tilsvarende data for den modificerede model af bølgemaskinen i samme bassin og under samme forhold. Tabellen nedenfor viser 11 målinger af energiproduktionen med den oprindelige model og 13 målinger med de studerendes modificerede model.

Model	Energiproduktion (kW)												
Oprindelig	114	121	131	110	100	109	126	127	128	122	125		
Modificeret	124	138	115	134	121	126	135	139	118	142	136	128	127

- Lav og kommenter et parallelt boksplot, der viser energiproduktionen for de to skalamodeller.
- Man ønsker at slå fast med et signifikansniveau på 5 %, om energiproduktionen er højere med den modificerede model end med den oprindelige. Opstil nulhypotese og alternativhypotese for denne hypotesetest.
- Opstil formelen for teststatistikken og beregn dens værdi. Angiv hvilken fordeling den følger.
- Beregn den kritiske region for testen og konkluder på hypotesetesten.
- Beregn et 95 % konfidensinterval for forskellen på materialernes middelværdi.
- Diskuter hvordan boksplot, hypotesetest og konfidensinterval stemmer overens.
- Oplys hvilke antagelser, der er gjort i hypotesetesten, og om antagelserne er rimelige på baggrund af data.