

Kursus: M4STI1 re-eksamen fra Q2 V15

Eksamensdato: 30.03.2016 – 09:00 – 13:00 (forlænget prøvetid 14:15)

Eksamenstermin: Q3 forår 2016

Underviser: Allan Leck Jensen

Praktiske informationer

Ingeniørhøjskolen udleverer:

2 omslag samt papir til kladde og renskrift. Der skal udfyldes og afleveres **2** omslag.

Opgaven er printet på begge sider

Denne eksamen inkluderer muligheden for elektronisk aflevering. Opgaven skal afleveres i **PDF**-format. Du bedes krydse af på omslaget, om du har afleveret håndskrevet, elektronisk eller begge dele.

Husk angivelse af navn og studienummer på alle sider, samt i dokument-/filnavn

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

Særlige bemærkninger: Det er muligt at aflevere elektronisk via Blackboard

Opgave 1

Når et emne af et bestemt materiale udsættes for gentagen cyklisk belastning, vil det pludselig knække i det, der kaldes et udmattelsesbrud. Historisk set er der observeret udmattelsesbrud med katastrofale følger, f.eks. i form af afbrækkede vinger på fly, knækkede hjulaksler på togvogne, og endda store stålskibe, der er brækket midt over. Fænomenet kaldes også materialetræthed, fordi udmattelsesbruddet sker som følge af en påvirkning, som materialet har kunnet holde til i årevis, men pludselig ikke kan længere.

Tabellen nedenfor vises målinger af udmattelsesbrud for en række ens emner af den samme type metal. Hvert emne er blevet udsat for cyklisk belastning (S), d.v.s. skiftevis træk på $-S/2$ og tryk på $S/2$ (MPa). For forskellige værdier af S har man talt antal perioder, N , indtil emnet fik udmattelsesbrud.

S (MPa)	N (antal)
130	29101
150	10414
170	3877
190	1536
210	661
230	319
250	75

- Lav en lineær regressionsanalyse af sammenhængen mellem S og N og skriv regressionsligningen op.
- Forklar ved hjælp af regressionsanalysens resultater, om modellen er god til at beskrive observationerne.
- Lav de tre andre lineære regressionsmodeller, hvor du har lavet en logaritmisk transformation af S , N eller dem begge
- Hvilken lineær model, vurderer du, er bedst? Argumentér for dit valg.
- Skriv regressionsligningen for din foretrukne model op, og beregn det forventede antal perioder til udmattelsesbrud, hvis emnet udsættes for 180 MPa.
- Lav et eller flere plots, der illustrerer data og regressionsmodellen.
- Undersøg om der er unormale dataværdier, f.eks. outliers.

Opgave 2

En virksomhed producerer cirkulationspumper på tre fabrikker i henholdsvis Tjekkiet (fabrik 1), Ungarn (fabrik 2) og Polen (fabrik 3). Hver af fabrikkerne arbejder i treholdsskift med 100 medarbejdere på hvert skiftehold, således at dagholdet (hold 1) arbejder fra kl. 7:00 til 15:00, aftenholdet (hold 2) fra kl. 15:00 til 23:00 og nattholdet (hold 3) fra kl. 23:00 til 7:00. Over en årrække har virksomheden registreret i alt 1039 arbejdsulykker i produktionen. Tabellen nedenfor viser antal arbejdsulykker fordelt på fabrik og skiftehold.

Hold	Fabrik			Sum
	1	2	3	
1	89	99	82	270
2	118	89	100	307
3	182	113	167	462
Sum	389	301	349	1039

Lad F_1 betegne hændelsen, at en tilfældigt udvalgt arbejdsulykke skete på fabrik 1, og lad tilsvarende F_2 og F_3 betegne, at den skete på henholdsvis fabrik 2 og 3. Lad os ligeledes betegne hændelsen, at arbejdsulykken skete i skiftehold 1, med H_1 og tilsvarende H_2 og H_3 for skiftehold 2 og 3. Dermed kan sandsynligheden for, at arbejdsulykken skete i fabrik 1 beregnes som $P(F_1) = \frac{89+118+182}{1039} = 0.37$.

- Beregn $P(F_2)$, $P(H_1)$, $P(F_2 \cap H_1)$, $P(F_2|H_1)$ og $P(H_1|F_2)$.
- Det antages, at arbejdsulykkerne også i fremtiden vil fordele sig som de har gjort i tabellen ovenfor. Hvad er så sandsynligheden for, at den næste arbejdsulykke sker på skiftehold 1, men ikke på fabrik 2?

Delspørgsmål c til f skal lede frem til en hypotesetest, der skal vise om der mht. arbejdsulykker er uafhængighed mellem fabrik og skiftehold på 5% signifikansniveau.

- Beregn det forventede antal arbejdsulykker for hver kombination af fabrik og skiftehold, under antagelse af, at der er uafhængighed mellem de to faktorer (fabrik og skiftehold).
- Opstil nulhypotese og alternativhypotese for hypotesetesten.
- Opstil en formel for teststatistikken. Angiv hvilken fordeling den følger.
- Beregn den kritiske region for testen, beregn teststatistikens værdi og konkluder på hypotesetesten.
- Hvilken kombination af skiftehold og fabrik er mest sikker og hvilken er mindst sikker?

Opgave 3

Et Formel 1 teams ingeniører tester, hvordan 3 forskellige typer af dæk og 3 forskellige opsætninger af affjedringen indvirker på racerbilens vejgreb. De lader den samme racerfører køre hurtigst muligt igennem det samme sving i den samme racerbil, men med forskellige kombinationer af dæk og affjedring. De måler vejgrebet som den gennemsnitlige g-force, som fører og bil er blevet påvirket af igennem svinget. Jo højere g-force, desto bedre er vejgrebet for den pågældende kombination af dæk og affjedring. De foretager 4 gentagelser af hver kombination og får de følgende resultater:

Dæk-type	Affjedrings-type	Vejgreb (g-force)
1	1	4.4
1	1	4.9
1	1	3.2
1	1	5.4
1	2	2.4
1	2	2.5
1	2	3.4
1	2	3.2
1	3	2.1
1	3	3.1
1	3	3.4
1	3	2.9
2	1	4.8
2	1	5.6
2	1	5.0
2	1	4.3
2	2	4.5
2	2	4.2
2	2	3.9
2	2	4.1
2	3	2.2
2	3	3.1
2	3	2.9
2	3	2.6
3	1	4.6
3	1	4.0
3	1	5.2
3	1	5.0
3	2	5.3
3	2	4.2
3	2	4.8
3	2	4.6
3	3	3.7
3	3	3.9
3	3	3.4
3	3	2.9

- a. Lav et parallelt boksplot (kassediagram), der viser vejgrebet for de 3 dæktyper. Lav et parallelt boksplot, der viser vejgrebet for de 3 opsætninger af affjedring. Hvilken kombination af dæk og affjedring ville du vælge ud fra boksplottene, for at opnå bedst muligt vejgreb?
- b. Lav en to-faktoriel variansanalyse (ANOVA) på signifikansniveau 5 %, der belyser følgende:
 - Er der signifikant forskel på vejgrebet for de forskellige dæktyper?
 - Er der signifikant forskel på vejgrebet for de forskellige opsætninger af affjedring?
 - Er der mht. vejgreb signifikant interaktion imellem faktorerne dæktype og affjedring?
- c. Hvor mange frihedsgrader er der for testen for interaktion imellem de to faktorer, og hvordan er antallet beregnet?
- d. Lav en parvis sammenligning af dæktyperne med LSD metoden. Hvilke dæktyper er forskellige på 5 % signifikansniveau? Lav en parvis sammenligning af affjedringsopsætningerne med LSD metoden. Hvilke affjedringsopsætninger er forskellige på 5 % signifikansniveau?
- e. Er der noget i variansanalysen i delspørgsmål b, der kan få dig til at overveje en anden kombination af dæktype og affjedringsopsætning, end du valgte i delspørgsmål a?
- f. Hvilke antagelser for residualerne er der gjort i denne statistiske model? Undersøg med plots om antagelserne holder.