

Kursus: M4STI1

Eksamensdato: 18.12.2015 – 09:00 – 13:00 (forlænget prøvetid 14:15)

Eksamenstermin: Q2 vinter2015

Underviser: Allan Leck Jensen

Praktiske informationer

Ingeniørhøjskolen udleverer:

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

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

Der er printet på begge sider af papiret

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

Bemærk følgende:

- Alle decimaltal i opgaverne er angivet med engelsk decimalseparator (.)
- Alle data fra opgaverne kan downloades fra Blackboard i et regneark med navnet M4STI_2015E_data.xlsx. I regnearket angiver kolonnenavnet, hvilken opgave data hører til. Der er data til opgave 2, 3 og 4.
- Nogle delopgaver benytter resultatet fra en tidligere delopgave. Hvis du ikke kunne løse den tidligere delopgave kan du blot antage en værdi for resultatet og regne videre med det.

Opgave 1

En producent af stålbjælker har et problem i produktionen, som bevirker, at 10 % af stålbjælkerne udviser metaltræthed efter cirka 10 år. Normale stålbjælker udviser ikke metaltræthed, selv efter 50 år. Man kender ikke årsagen til problemet, og den eneste måde man med sikkerhed kan påvise, om en nyproduceret stålbjælke har svagheden, er ved at udsætte den for en destruktiv styrketest. Man er selvfølgelig ikke interesseret i at ødelægge bjælkerne for at undersøge, om deres kvalitet er i orden. Heldigvis har man opdaget, at en ultralydsscanning giver et særligt mønster for de bjælker, der er svage. Desværre giver metoden ikke en sikker indikation: 87 % af de svage bjælker udviser det særlige mønster ved scanningen, men det gør 7 % af de stærke bjælker også.

Lad S betegne hændelsen at en bjælke er svag, og lad R betegne hændelsen at en bjælke udviser det særlige mønster ved ultralydsscanning. Lad S^c og R^c betegne komplementærhændelsen til henholdsvis S og R . Dermed følger det for eksempel af opgaveteksten, at $P(R|S) = 87\% = 0.87$ og $P(R^c|S) = 1 - P(R|S) = 0.13$.

- Angiv yderligere værdien af følgende sandsynligheder:
 $P(S)$, $P(S^c)$, $P(R|S^c)$, $P(R^c|S^c)$.
- Hvad er sandsynligheden for, at en tilfældigt udvalgt stålbjælke vil udvise det særlige mønster, når den bliver scannet?
- En tilfældigt udvalgt stålbjælke bliver scannet, og det viser sig, at den udviser det særlige mønster. Hvad er sandsynligheden for, at den er svag?
- En anden tilfældigt udvalgt stålbjælke bliver også scannet, og her viser det sig, at den *ikke* udviser det særlige mønster. Hvad er sandsynligheden for, at den alligevel er svag?

Opgave 2

I september 2015 blev bilproducenten Volkswagen afsløret i at have installeret et stykke software i mange af deres dieslbiler. Softwaren manipulerede udledningen af de sundhedsskadelige kvælstofoxider, de såkaldte NOx'er, så bilerne kunne bestå den strenge amerikanske miljøtest, selv om de forurenede betydeligt mere i normal trafik. Få dage efter kunne den tyske bilistforening ADAC afsløre, at kun en fjerdedel af 79 testede dieslbiler på det europæiske marked kunne overholde EU grænseværdien på 0.08 g udledt NOx per kørt kilometer. Nogle biler udledte op til 15 gange grænseværdien.

På denne baggrund bliver en europæisk bilproducent bekymret og måler i al hemmelighed NOx udledningen i 10 nye personbiler af samme model og med samme type dieselmotor. Resultaterne vises i følgende tabel:

0.089	0.077	0.082	0.092	0.081
0.083	0.085	0.080	0.081	0.091

- Man ønsker at slå fast med et signifikansniveau på 5 %, om NOx udledningen for bilmodellen er over grænseværdien på 0.08 g/km. Opstil nulhypotese og alternativhypotese for denne hypotesetest.
- Opstil en formel for teststatistikken. Angiv hvilken fordeling den følger.
- Beregn den kritiske region for testen, beregn teststatistikens værdi og konkluder på hypotesetesten.
- Beregn et 95 % konfidensinterval for den sande værdi af bilmodellens gennemsnitlige NOx udledning.
- Beregn et 95 % prædiktionsinterval for den sande værdi af bilmodellens gennemsnitlige NOx udledning.
- Oplys hvilke antagelser, der er gjort i hypotesetesten, og om antagelserne er rimelige på baggrund af data.

Opgave 3

I et eksperiment blev tre missilsystemer testet for, hvor kraftig fremdriftskraft de kunne levere med fire forskellige typer af brændstof. Der blev foretaget to målinger med hver kombination af missilsystem og brændstoftype. Resultatet vises i følgende tabel:

Missil-system	Brændstof-type	Fremdriftskraft
1	1	34.0
1	1	32.7
1	2	30.1
1	2	32.8
1	3	29.8
1	3	26.7
1	4	29.0
1	4	28.9
2	1	33.9
2	1	33.3
2	2	30.3
2	2	31.9
2	3	32.7
2	3	30.3
2	4	31.8
2	4	32.1
3	1	32.0
3	1	33.2
3	2	30.2
3	2	29.8
3	3	28.7
3	3	28.1
3	4	27.6
3	4	27.8

- Lav et parallelt boksplot (kassedigram), der viser fremdriftskraften for de 3 missilsystemer. Lav et parallelt boksplot, der viser fremdriftskraften for de 4 brændstoftyper. Forklar diagrammerne.
- Undersøg i en variansanalyse med signifikansniveau 5 %, om der er forskel på fremdriftskraften for missilsystemerne. Er der signifikant forskel på brændstofferne? Er der signifikant interaktion imellem faktorerne missilsystem og brændstoftype?
- Lav en parvis sammenligning af missilsystemerne med LSD metoden. Hvilke missilsystemer er forskellige på 5 % signifikansniveau? Lav en parvis sammenligning af brændstoftyperne med LSD metoden. Hvilke brændstoftyper er forskellige på 5 % signifikansniveau?
- Hvilken kombination af missilsystem og brændstoftype vil du vælge som det bedste? Argumentér for dit valg.
- Undersøg om modelantagelserne holder, f.eks. med residualplots.

Opgave 4

Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) har indsamlet klimadata i Danmark siden 1768. En af DMI's vigtigste beskæftigelser er dog at beregne vejrudsigten for de kommende dage. Selv om vejret er meget omskifteligt i Danmark, er det efterhånden blevet muligt for DMI at forudsige vejret ret præcist en uges tid frem i tiden, på grund af avancerede prognosemodeller og supercomputere. Mange danskere ønsker vejrudsigter længere ud i fremtiden end en uges tid, f.eks. en prognose for hvid jul eller for en varm sommer.

Du skal undersøge, om det er muligt at lave en god forudsigelse af temperaturen i højsommeren ud fra temperaturen i forsommeren.

I tabellen på næste side vises DMI's årlige målte gennemsnitstemperaturer for forsommeren (maj og juni) og for højsommeren (juli og august), fra 1874 til 2014.

- a. Lav en lineær regressionsanalyse af middeltemperaturen i højsommeren som funktion af middeltemperaturen i forsommeren og skriv regressionsligningen op.
- b. Forklar ved hjælp af regressionsanalysens statistikker, om modellen er god.
- c. Hvad er modellens forventede middeltemperatur for højsommeren 2015, hvor forsommeren var 11.25 grader i gennemsnit?
- d. Lav en eller flere figurer, der illustrerer data og regressionsmodellen.
- e. Lav en residualanalyse.

Årstal	For-sommer	Høj-sommer	Årstal	For-sommer	Høj-sommer	Årstal	For-sommer	Høj-sommer
1874	11.3	15.3	1921	13.2	14.9	1968	12.8	15.5
1875	12.8	15.6	1922	12.2	14.1	1969	12.4	16.0
1876	11.7	15.6	1923	9.8	13.7	1970	13.8	15.9
1877	11.7	15.3	1924	11.6	14.1	1971	12.4	14.7
1878	12.3	14.7	1925	13.1	16.1	1972	12.1	15.3
1879	11.6	14.1	1926	12.1	15.8	1973	12.6	16.1
1880	12.1	15.3	1927	9.9	14.2	1974	12.1	14.2
1881	11.9	14.7	1928	10.7	13.2	1975	12.3	15.4
1882	12.4	15.4	1929	11.5	13.7	1976	12.6	16.0
1883	12.6	15.7	1930	13.1	15.8	1977	12.8	15.0
1884	11.8	15.2	1931	12.4	14.1	1978	13.0	14.6
1885	11.2	14.9	1932	12.5	15.9	1979	12.1	13.8
1886	11.9	14.3	1933	13.5	16.7	1980	12.6	15.2
1887	11.9	15.3	1934	12.8	15.9	1981	12.8	14.3
1888	11.5	13.8	1935	12.5	15.7	1982	12.3	15.5
1889	16.0	17.0	1936	13.4	16.5	1983	12.2	15.6
1890	12.5	13.6	1937	13.4	15.8	1984	12.3	14.1
1891	12.0	15.3	1938	11.9	14.9	1985	12.3	14.5
1892	11.5	13.7	1939	13.0	15.9	1986	12.8	14.8
1893	12.4	15.5	1940	13.7	16.3	1987	10.4	13.1
1894	12.2	15.7	1941	11.9	16.7	1988	13.9	15.9
1895	13.3	14.9	1942	11.4	13.8	1989	13.2	15.8
1896	13.9	17.1	1943	13.3	15.7	1990	13.6	15.2
1897	13.4	16.0	1944	11.4	15.2	1991	10.6	14.6
1898	11.5	13.8	1945	12.8	15.8	1992	15.1	17.4
1899	12.3	16.0	1946	12.5	15.4	1993	13.3	14.0
1900	12.2	15.9	1947	15.0	16.9	1994	12.1	16.3
1901	12.7	16.3	1948	13.2	15.7	1995	12.0	15.7
1902	11.2	14.2	1949	12.7	15.6	1996	11.1	14.1
1903	12.9	15.0	1950	13.9	15.8	1997	12.4	16.3
1904	11.8	15.0	1951	12.5	15.1	1998	13.0	14.3
1905	13.7	16.5	1952	12.1	14.2	1999	12.2	15.5
1906	13.4	15.5	1953	14.1	16.6	2000	13.2	14.3
1907	11.5	13.6	1954	13.6	14.7	2001	12.1	15.1
1908	12.4	15.9	1955	11.0	15.7	2002	14.2	16.4
1909	10.9	13.9	1956	12.3	14.7	2003	13.6	17.0
1910	13.8	16.2	1957	12.2	15.6	2004	12.5	14.4
1911	13.5	15.4	1958	12.0	15.1	2005	12.5	15.7
1912	11.9	16.1	1959	13.4	16.5	2006	13.2	17.4
1913	12.7	14.9	1960	13.3	15.0	2007	13.8	15.9
1914	12.8	16.9	1961	12.9	14.9	2008	13.8	16.3
1915	12.0	14.6	1962	11.1	13.7	2009	12.7	15.6
1916	11.5	14.0	1963	13.0	15.5	2010	11.7	16.3
1917	14.0	16.8	1964	12.9	14.3	2011	13.3	15.8
1918	12.4	14.2	1965	11.7	14.0	2012	12.4	14.3
1919	12.6	14.4	1966	13.5	15.6	2013	13.1	15.7
1920	12.9	15.5	1967	12.4	15.2	2014	13.3	17.2

Årlige gennemsnitstemperaturer for forsommeren (maj og juni) og højsommeren (juli og august) for 1874 til 2014. Kilde: Danmarks Meteorologiske Institut, 2015.

Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet – Maskinteknik

Eksamenstermin: Q2 vinter 2015

Prøve i: M4STI1

Dato: 18.12.2015