

**Kursus:** M4STI1

**Eksamensdato:** 02.01.2019 – 09:30 – 13:30 (forlænget prøvetid 14:45 / 16:45)

**Eksamenstermin:** Januar 2019

**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 det 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\_2018E.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.

## **Eksoskelettet SwiftLift**

Et lille aarhusiansk spinoff firma med to maskiningeniører ansat er i gang med at udvikle et eksoskelet, som de kalder for SwiftLift.



*Et eksempel på et eksoskelet*

Et eksoskelet er et mekanisk apparat, som et menneske kan spænde på kroppen og herefter kontrollere med sine bevægelser. Eksoskelettet kan bl.a. give personen, der bærer det, øget styrke og sikre ergonomiske løft.

Forretningsplanen for SwiftLift er, at det skal kunne bruges i forskellige brancher til at give medarbejdere øget styrke og beskytte dem mod arbejdsskader og nedslidning som følge af gentaget ensidigt arbejde.

For eksempel forestiller firmaet sig, at SwiftLift kan anvendes af håndværkere i byggeindustrien til at bære tunge byggematerialer på trange steder, hvor der ikke er plads til en kran. Tilsvarende kan SwiftLift benyttes af sygeplejere og portører, der skal foretage tunge løft på patienter.

### Opgave 1 - Hydrauliske pumper til eksoskelettet

SwiftLift skal benytte små hydrauliske pumper, der kan drives af et 12 V batteri. Ingeniørerne har fundet en leverandør, der sælger pumper med de ønskede specifikationer. Leverandøren oplyser, at pumperne kan levere et maksimalt tryk på 105 bar med en standardafvigelse på 5.0 bar. Ingeniørerne køber 8 pumper for at teste, om specifikationerne er troværdige. De måler pumpernes maksimale tryk og får følgende resultater:

Maksimalt tryk for 8 hydraulikpumper [bar]			
106	97	102	96
102	110	108	104

- Beregn stikprøvens gennemsnit  $\bar{y}$  og standardafvigelse  $s$ . Vurdér ud fra resultaterne, om leverandørens specifikationer virker troværdige.
- Præsenter data fra stikprøven med et stem-and-leaf diagram, et boksplot og et histogram. Hvad fortæller diagrammerne om stikprøven?
- Forhold dig til stikprøvens plausibilitet. Med andre ord: Hvor sandsynligt er det at få en stikprøve med den målte stikprøvemiddelværdi ( $\bar{y}$ ) eller mere ekstrem, under forudsætning af, at leverandørens oplyste middelværdi og standardafvigelse er korrekt?
- Hvad kan du konkludere om pumperne på baggrund af stikprøven, og under hvilke antagelser?

I de følgende delspørgsmål skal du benytte stikprøven og se bort fra leverandørens specifikationer af middelværdi og standardafvigelse for pumperne.

- Beregn et 99 % konfidensinterval for middelværdien.
- Beregn et 99 % prædiktionsinterval.
- Beregn stikprøvestørrelsen, hvis 99 % konfidensintervallet skal have en total bredde på højst 6.0 bar (dvs. 99 % konfidensintervallet kan skrives som  $\bar{y} \pm 3.0$ ).

## Opgave 2 - Batterier til eksoskelettet

En af de største udfordringer med udviklingen af SwiftLift er at gøre eksoskelettet fuldstændigt mobilt. Firmaet ønsker, at SwiftLift skal drives af genopladelige batterier, der skal bæres på ryggen af personen. Batterierne skal være enkle at udskifte i løbet af arbejdsdagen.

Firmaet tester kvaliteten af tre typer 12 V batterier, der alle har den samme nominelle energikapacitet (50 Ah). For hver type batteri måles, hvor længe (antal sekunder) en motor kan drives, før batteriet løber tør for strøm. Hver batteritype måles med 5 gentagelser. Resultatet af målingerne ses i følgende tabel:

Batteritype	Driftstid [s]				
1	11453	8850	10451	8317	10915
2	9027	9794	7493	9204	8319
3	10030	8968	10679	11446	10433

- Lav og kommenter et parallelt boksplot, der viser driftstiden for hver batteritype.
- Undersøg i en variansanalyse med 5 % signifikansniveau, om batterierne har samme driftstid.
- Lav en parvis sammenligning af batterierne, stadig med 5 % signifikansniveau.
- Hvilke antagelser er der gjort for residualerne i variansanalysen? Undersøg om antagelserne er overholdt.
- Hvilken type batteri vil du vælge som det bedste? Argumentér for dit valg.

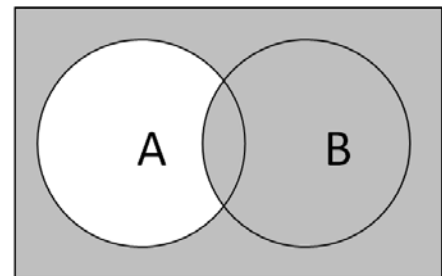
### Opgave 3 - Kvinders og mænds foretrukne design

Firmaet har planer om at kunne sælge SwiftLift både i byggesektoren og i sundhedssektoren. I byggesektoren er de fleste ansatte mænd, mens der er flest kvinder i sundhedssektoren. Firmaet forestiller sig, at der kan være kønsforskelle på præferencerne. Derfor udvikler de to prototyper af SwiftLift med forskellige designs, som de kalder for SL1 og SL2. De samler et testhold bestående af 19 kvinder og 18 mænd. Hver testperson afprøver begge prototyper og bliver bedt om at vurdere, om de foretrækker designet af SL1 eller SL2. Det viser sig, at 6 kvinder og 11 mænd foretrækker SL1, mens 13 kvinder og 7 mænd foretrækker SL2. Resultatet af brugerundersøgelsen vises i følgende tabel:

Foretrukket design	Køn		I alt
	Kvinder	Mænd	
SL1	6	11	17
SL2	13	7	20
I alt	19	18	37

Lad hændelsen  $A$  angive at en tilfældigt udvalgt testperson foretrækker prototypedesignet SL1, og lad hændelsen  $B$  angive at en tilfældigt udvalgt testperson er kvinde.

- Beregn sandsynlighederne  $P(A)$ ,  $P(A^c)$ ,  $P(B)$  og  $P(B^c)$  på baggrund af data fra brugerundersøgelsen.
- Beregn sandsynlighederne  $P(A \cap B)$  og  $P(A | B)$ .
- Lader  $A$  og  $B$  til at være uafhængige hændelser?
- Nedenfor vises et Venn diagram med hvide og grå områder:
  - Beskriv med ord de testpersoner, der svarer til det hvide område i Venn diagrammet.
  - Hvilken eller hvilke af følgende hændelser svarer til det grå område?:
    - $(A \cap B) \cup B$
    - $(A \cap B) \cup A^c$
    - $B \cup A^c$
    - $A^c \cap B$



Firmaet ønsker en dybere statistisk undersøgelse af, om præference for design af SwiftLift er uafhængigt af køn. I det følgende skal du undersøge dette med en hypotesetest på baggrund af data fra brugerundersøgelsen. Der vælges et signifikansniveau på 5 %.

- Beregn hvor mange af de 37 testpersoner, man vil forvente for hver kombination af prototype-design og køn, hvis man antager, at de to faktorer (prototypedesign og køn) er uafhængige.
- Opstil nulhypotese og alternativhypotese for hypotesetesten.
- Opstil en formel for teststørrelsen og angiv, hvilken fordeling den følger.
- Beregn den kritiske region for testen, beregn teststørrelsens værdi og konkluder på hypotesetesten.