

DEL-EKSAMEN 2 (Ansys teller 40%)

Fil: IRM25016_Ansys_31.05.2019.docx

Del-eksamen 1 og 3 kommer i tillegg for endelig karakter i emnet.

Emnekode: IRM25016	Emnenavn: Konstruksjon med simulering
Dato: 31.05.2019 Sensurfrist: 21.06.2019	Eksamenstid: 9:00 – 12:00
Total antall sider: 5 Antall vedleggsider: 0	Faglærer: Egil Berg Mob.: 957 56 124 Rom: S-214 Oppgaven er kontrollert: Ja
Hjelpemidler: Alle hjelpemidler tillatt. Men det er ikke tillatt å kommunisere med hverandre eller andre. Testen avvikles i datarom N-327 slik at studenten har tilgang til PC. Egen medbrakt PC kan benyttes. Det er ikke tillatt å benytte skriver/plotter under testen.	
Om eksamensoppgaven:	
Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig	

Denne eksamen forutsetter bruk av PC og ANSYS Workbench 19.1

UTLEVERING: Denne oppgaveteksten og
Utleverte_filer_31.05.2019.zip (finnes på Canvas).

Denne zip filen inneholder 4 filer:

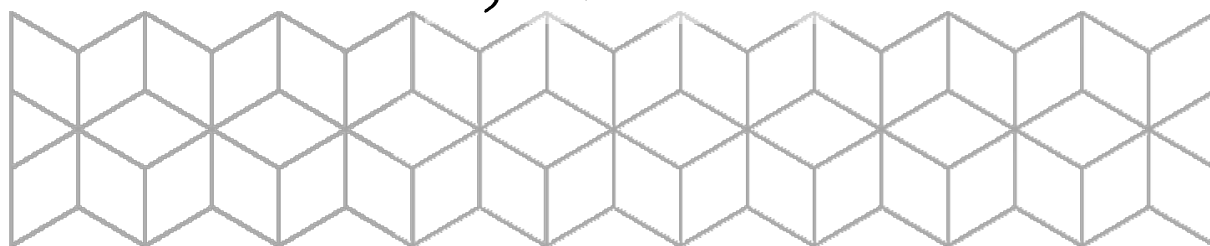
Kule.stp og *Skruer_Syl.stp* skal normalt benyttes.Filene *Kule_2D_Splittet.scdoc* og *Skruer_Syl_splittet.scdoc* benyttes
kun som nødløsning og skal normalt IKKE benyttes.**INNLEVERING:** To filer med ditt kandidat *nr.* leveres på Canvas:

- nr.wbpz* (archived file without Result/solution files)
- nr.pdf* (eller *nr.docx*) inneholder din besvarelse og bilder fra din analyse (se spørsmål).
Verifiser alle verdiene du oppgir med kopier (klipp og lim) fra din analyse.

Det skal IKKE leveres håndskrevne ark.

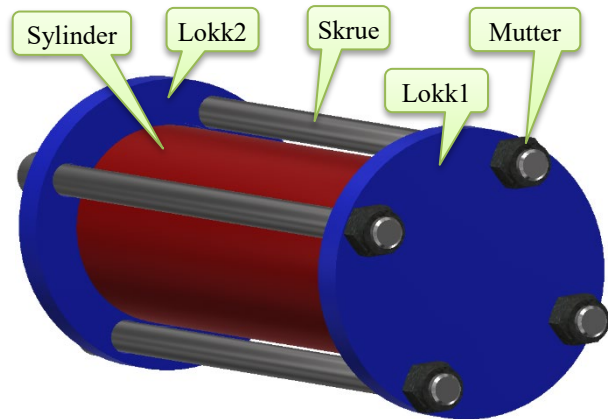
NB: Lagre ofte, datasystemer kan kollapse.

Du MÅ levere før tiden utløper.

LYKKE TIL!!!!

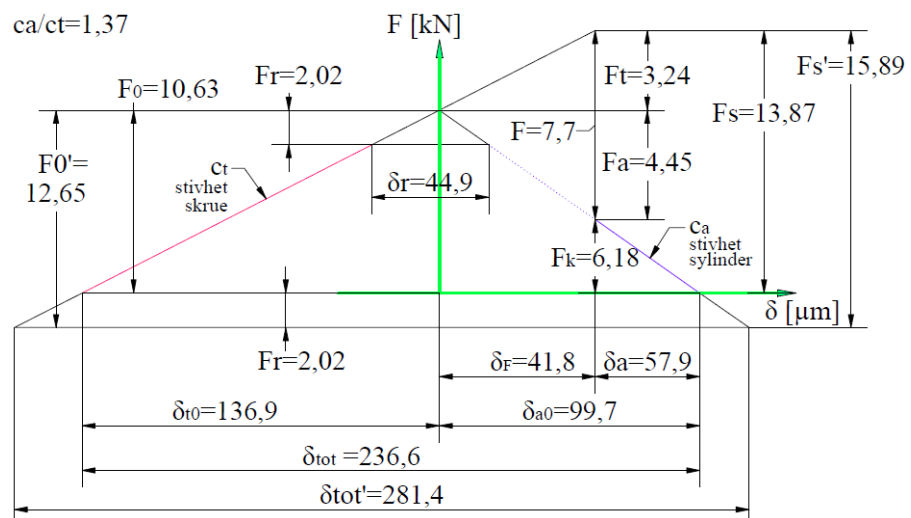
Oppgave 1.

En trykksylinder av stål er lukket med to endelokk og har innvendige overtrykket på $p = 80 \text{ bar}$. Disse holdes på plass av fire stagbolter med diameter 12 mm. Se figuren. Vi regner med samme elastisitetsmodul i skruer og sylinder:
 $E = 206\,000 \text{ N/mm}^2$.
 $\nu = 0,3$ (Poissons tall).



Teoretiske beregninger gir følgende skruediagram.

Disse teoretiske verdiene kan du sammenligne med verdier i Ansys.



Oppgave 1a.

Start en analyse i Workbench og kall den *1a*.

Vi definerer 2 materialer: **Structural Steel** og **Stivt**. Begge materialene tar utgangspunkt i Default materiale: **Structural Steel**, (dvs. Duplicate). E-modulen for de to materialene settes slik:

Structural Steel:

$$E = 206\,000 \text{ N/mm}^2$$

Stivt mat. :

$$E = 1 \text{ E}+8 \text{ N/mm}^2$$

Importer geometrifilen: **Skrue_Syl.stp**. (finnes i Canvas).

Gå inn i *SpaceClame* og del konstruksjonen på 4 slik at vi står igjen med $\frac{1}{4}$ av konstruksjonen.

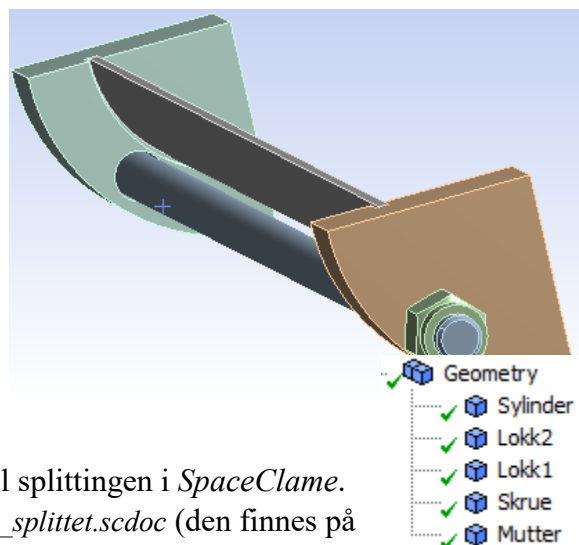
Alternativt: Gjøres **KUN** dersom du ikke får til splittingen i *SpaceClame*. Da kan du benytte filen *Skrue_Syl_splittet.scdoc* (den finnes på Canvas).

Dette vil gi trekk i karakteren.

I Mechanical kan du endre navnene på de 5 objektene, slik (se til høyre):

Sett på **Stivt mat.** på de to lokkene og mutteren.

Sylinder og Skruer skal ha Default materialet (Structural Steel).



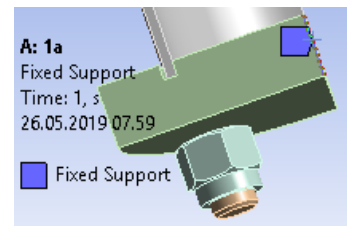
Vi benytter Default Mesh.

Sett på Fixed Support på en edge på Lokk1 (se figur).

Sett på symmetriegenskaper på 6 faces.

Sett på totalt 4 LoadStep.

Forspenningskraft på skruen $F_0' = 12,645 \text{ kN}$ i Step 1 og Lock i de tre andre.



Sett på trykket $p = 80 \text{ bar}$ (= 8 MPa), først bare på sylindere (Step 2), deretter bare på de to lokkene (Step 3), og til slutt begge deler (Step 4).

På Sylinder

Tabular Data			
Steps	Time [s]	✓	Pressure [MPa]
1	1	0,	0,
2	1	1,	0,
3	2	2,	8,
4	3	3,	0,
5	4	4,	8,

På Lokkene

Tabular Data			
Steps	Time [s]	✓	Pressure [MPa]
1	1	0,	0,
2	1	1,	0,
3	2	2,	0,
4	3	3,	8,
5	4	4,	8,

Dvs. Pressure settes inn to ganger, se til høyre:

Trykket på Sylinder virker innvendig på en Face.

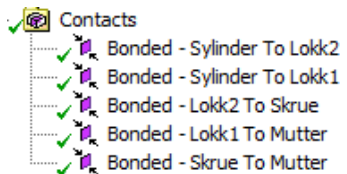
Trykket på Lokkene virker også innvendig på to Faces.

Vi lar alle kontakten være Bonded (Default).

Men vi har en kontakten som ikke er fornuftig. Det er kontakten mellom Lokk1 og Skruen.

Denne slettes.

Vi skal stå igjen med 5 kontakten. Sett fornuftige navn på disse (se fig).



Sett inn nødvendige Solutions for å svare på de spørsmålene som blir stilt. (Her må du avgjøre selv hva du trenger.)

Kjøre Solve .

- 1a) **Finne skruelastningen (*Force Reaction*) $F_s = ?$**
Hva blir $ca/ct = F_a/F_t = ?$ ved totalbelastningen (dvs. Step 4)?
 ($ca/ct = F_a/F_t$ er forholdet mellom stivheten på A-deler og T-deler?)
Ta bilde fra Ansys for å verifisere.

Oppgave 1b.

Lag en Duplicate av forrige oppgave og kall denne **1b**.

Vi skal nå forandre kontakten slik:

No Separation - Sylinder To Lokk2: Her skal vi ha **en** Face mot **en** Face (endeflaten på sylindere mot tilsvarende flate på lokk).

No Separation - Sylinder To Lokk1: Tilsvarende som over: **en** flate (Face) mot **en** flate (endeflaten på sylindere mot tilsvarende flate på lokk).

Bonded - Lokk2 To Skruen: En flate på lokk mot en flate på undersiden av skruenode.

Bonded - Lokk1 To Mutter: Denne er antagelig riktig: En flate på lokk mot en flate på undersiden av mutter.

Bonded - Skruen To Mutter: Dette representerer gjengene. Er antagelig riktig: En flate på skruen mot en flate på mutteren

Kjøre Solve .

- 1b)** Hva blir klemkraften $F_k = ?$ mellom sylinder og Lokk når vi kun har forspenningskraften og når vi har satt på trykket på alle flatene?
 Hva blir $ca/ct = F_a/F_t = ?$ ved totalbelastningen (dvs. Step 4) nå?
 Ta bilde fra Ansys for å verifisere.

Oppgave 1c.

Lag en Duplicate av forrige oppgave og kall den: **1c**.

Nå skal vi prøve få et resultat på ca/ct som er nærmere det teoretiske.

Vi skal derfor endre skruen i SpaceClame ved at den splittes i tre deler.

I Mechanical setter vi sette navn på de tre skruedelene slik:

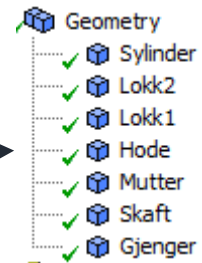
Kun Sylinder og Skaft skal være **Structural Steel**. Alle andre skal være stive.

Rydd opp i kontaktene. De skal være som tidligere bortsett fra de to nye kontaktene som er knyttet til Skaft. De skal være **No Separation**

Husk å sette på **Weak Springs**

Rydd også opp i de øvrige input-verdiene.

Kjør så en Solve.



- 1c)** Hva blir $ca/ct = F_a/F_t = ?$

Hva blir spenningen i skaftet på skruen Ved forspenningen (Step 1), og ved full belastning (Step 4)? Angi svaret i MPa og med et desimal.

Finn $F_r = ?$ (se skruediagram), dvs. reduksjon i kraft i skruen når vi setter trykket på sylinderveggen (se Step 2). Trykket på sylinderveggen fører til at vi får tangentialspenninger som fører til lendereduksjon av sylindere, og dermed reduserte krefter på skruene.

Oppgave 2.

Oppgave 2a.

Vi skal gjøre en 2D analyse av en *Kule* som blir klemt sammen 1 mm av *Topp* og *Bunn*. Bunn sitter fast mens Topp beveges nedover.

Start en ny analyse og kall denne **2a**.

Importer geometrifilen **Kule.stp** (finnes på Canvas).

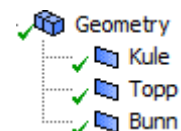
Denne 3D modellen skal gjøres om til en 2D modell i SpaceClaim.

Splitt geometrien og lag de tre flate-objektene slik som vist i figuren til høyre.

Alternativt: Gjøres **KUN** dersom du ikke får til å lag 2D objektene som forklart over. Da kan du benytte filen *Kule_2D_Splittet.scdoc* (den finnes på Canvas). Dette vil gi trekk i karakteren.

NB! De 3 flate-objektene er 2 dimensjonale og symmetrisk om z-aksen, dvs.

Axisymmetric.



Gå så over i Mechanical. Forandre navnene på geometrien slik som angitt.

Vi benytter Default Materiale

Sett **Mesh Size** til **0,3 mm** på alle tre objektene.

Velg at nedre kant (Edge) på Bunn skal være fast (Fixed), slik.

Sett så inn en forskyvning (Displacement) på øvre kant på Topp, slik

Forskyvningen skal bevege topp **1 mm nedover** i TimeStep 1.

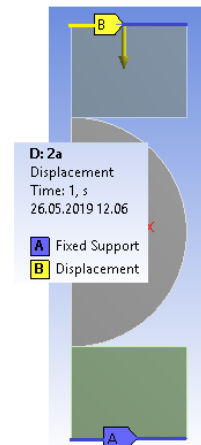
Slå på Large Deflection.

Sett begge kontakten til å være Frictionless.

Vi setter på **10 SubStep** i TimeStep 1

Sett inn nødvendige Solutions for å svare på de spørsmålene som blir stilt.
(Her må du avgjøre selv hva du trenger.)

Kjør Solve.



- 2a) **Hvor stor kraft trengs for denne sammentrykningen?**
Hva blir største spenningen (von Mises) i kula?
Hvor mange iterasjoner har Ansys benyttet?

Benytt bilder for å verifisere svarene.

Oppgave 2b

Gjør en Duplicate av forrige oppgave og kall denne **2b**.

Vi ønsker å lage et materiale med en plastisk materialprofil.

Lage et plastisk material ved å ta en kopi av Default materialet *Structural Steel* og gi det nye materialet navnet

«**Plastisk materiale**». Deretter velger vi:

Multilinear Isotropic Hardening og angi verdiene som angitt i figuren til høyre.

Kun Kule skal ha det nye materialet.

Kjør Solve.

A		B		C	
1	Temperature (C)				
2	22				
1	Plastic Strain (mm mm ⁻¹)			Stress (MPa)	
2	0			355	
3	0,002			450	
4	0,3			600	

- 2b) **Hvor stor kraft trengs nå?**
Hva blir den største spenningen i kula nå, og hvor er den?
Hvorfor er spenningen mye mindre?

Benytt bilder for å verifisere svarene.

Oppgave 2c

Gjør en Duplicate av forrige oppgave og kall denne **2c**.

Nå skal vi sette inn 3 Step. Bevegelsen (Displacement) skal foregå slik:

Endre antall substep slik at analysen fungerer greit.

Tabular Data			
	Steps	Time [s]	Y [mm]
1	1	0,	0,
2	1	1,	0,
3	2	2,	-1,
4	3	3,	0,

- 2c) **Hva blir spenningen i Step 2 (von Mises)?**
Hvor store er de indre spenningene i kula etter at den er deformert.
Hva er høyden på kula (i y retning) etter at den er plastisk deformert, og etter at den er avlastet. Angi svaret med to desimaler.
 Benytt bilder for å verifisere svarene