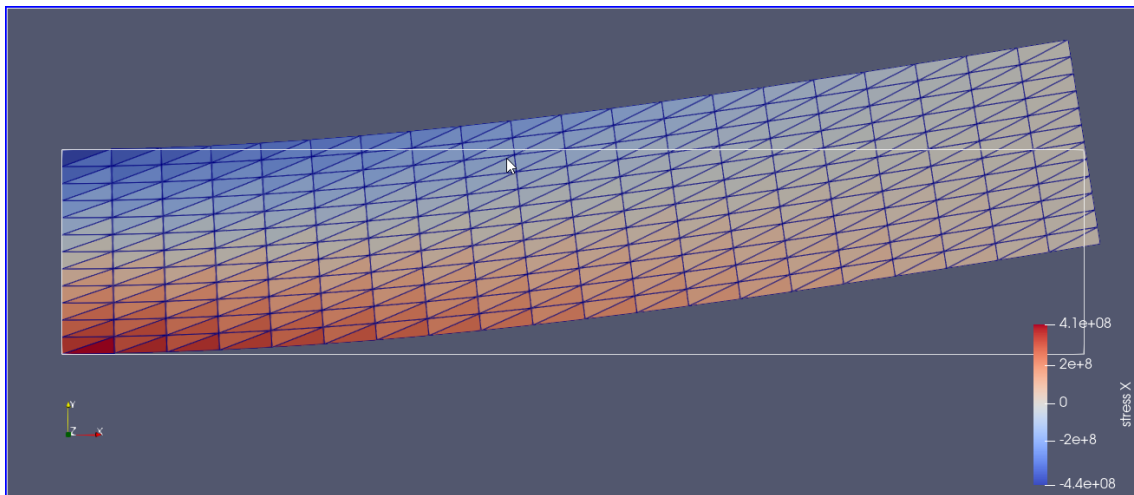


TMM4135 Dimensjonering basert på elementmetoden, grunnkurs

Deloppgave 1: Implementering av skive-elementer

2023, Versjon 1

Deloppgaven tar sikte på å implementere forskjellige membran (skive) elementtyper i et eksisterende testprogram og sammenligne disse mot hverandre. Implementasjonen gjøres i Python. Utgangspunktet for arbeidet er kildekoder (med mange TODO) som lastes ned fra BlackBoard.



Figur 1: Deformasjon av skjærbelastet utkrager. Resultatfil “Results.vtu” lastet inn i ParaView

Mal for elementimplementering

Alle element implementeringene kan testes etter den angitte ”malen”:

1. Implementere forskyvingsinterpolasjon (\mathbf{N}) og tøyning-forskyvningsmatrise (\mathbf{B}).
 - (a) Sjekke stivlegemebevegelser på tøyning-forskyvningsmatrisen, ta utgangspunkt i f.eks. `Test_6node_triangle.py`
 - (b) Sjekke konstant tøyning på tøyning-forskyvningsmatrisen, se f.eks `Test_6node_triangle.py`
2. Implementere stivhetsmatrisen.

- (a) Sjekke stivlegemebevegelser på stivhetsmatrisen, se f.eks `Test_3node_triangle.py`
 - (b) Gjør analyse med elementet i `Cantilever_FEM_main.py`
3. Implementere spenningsberegninger i hjørnenoder.

Rekkefølge for elementimplementering

Prosjektet tar sikte på å implementere nye elementtyper og i et eksisterende , `Cantilever_FEM_main.py`, og teste og sammenligne disse. Implementasjonen gjøres i Python.

Prosjektet kan bygges opp etter følgende plan (ikke alle punkter trengs å gjøres, nødvendigvis):

1. Trekant skivelement

- (a) Sette seg inn i koden for det 3 noders trekant element presentert i `triangles_with_TODO.py`. Se også på testprogrammet `Test_3node_triangle.py`
- (b) Implementere 6 noders trekantelement og sammenligne med 3 noders elementet. En systematisk måte å sjekke implementeringen underveis er:
 - Implementere forskyvingspolynom og tøyning-forskyvningsmatrise.
 - Sjekke stivlegemebevegelser på tøyning-forskyvingsmatrisen ved hjelp av `Test_6node_triangle`
 - Sjekke konstant tøyning på tøyning-forskyvingsmatrisen (også ved hjelp av `Test_6node_triangle.py`).
 - Implementere stivhetsmatrisen.
 - Sjekke stivlegemebevegelser på stivhetsmatrisen. (Dette sjekker egentlig likevekt)

2. Firkantet skivelement

- (a) Implementere 4 noders firkant-element og sammenligne med eksisterende element.
- (b) Implementere 9 noders firkantelement og sammenligne med 4 og elementet. Igjen; En systematisk måte å sjekke implementeringen underveis er:
 - Implementere forskyvingspolynom og tøyning-forskyvningsmatrise.
 - Sjekke stivlegemebevegelser på tøyning-forskyvingsmatrisen.
 - Sjekke konstant tøyning på tøyning-forskyvingsmatrisen.
 - Implementere stivhetsmatrisen.
 - Sjekke stivlegemebevegelser på stivhetsmatrisen.

3. Elementene sammenlignes med tanke på forskjellige antall elementer (konvergens-studie) ved beregning av utkrageren i programmet `Cantilever_FEM_main.py`. Dette programmet håndterer både fordelt volumlast og last på enden av utkrageren.