

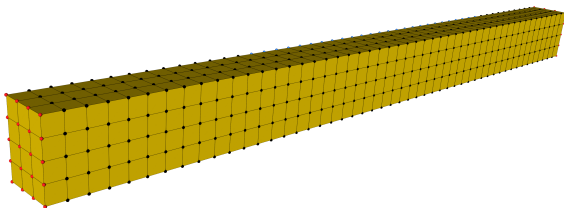
Utveckling av visualiseringsfunktioner i CALFEM för Python

Examensarbetare: Andreas Åmand

Visualisering är ett viktigt verktyg för förståelsen av olika fenomen inom mekaniken. Vid datormodellering med finita elementmetoden utförs flera steg som med hjälp av visualisering kan underlätta förståelse och inläring. CALFEM är ett finita elementverktyg utvecklat vid LTH, med fokus på utbildning. För att verifiera att en finita elementmodell är korrekt utformad är det viktigt att kunna visualisera exempelvis geometri, elementindelning, krafter och randvillkor. Ett annat viktigt syfte med visualisering är en förståelse för de resultat som kommer fram vid beräkningen.

För att implementera visualisering i versionen av CALFEM som implementerats i Python finns många kraftfulla Python-bibliotek som kan användas. Examensarbetet har innefattat att undersöka de existerande visualiseringsfunktionerna i CALFEM för Python, undersöka vilka visualiseringsfunktioner som efterfrågas på LTH, och vilka Python-bibliotek som kan användas för att implementera dessa. En brist som identifierades var visualiseringsfunktioner för 3D-problem. För att implementera dessa användes Python-biblioteket Vedo, som bygger på det kraftfulla underliggande VTK-biblioteket. Med detta har en rad visualiseringsfunktioner skapats för olika typer av problem inom mekanik samt olika finita elementtyper.

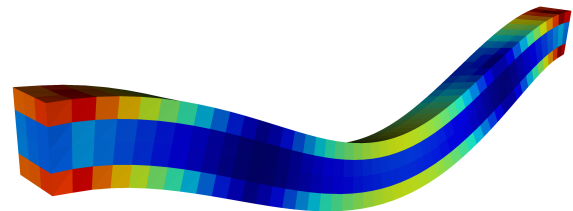
För visualisering av en modell lades stor vikt vid att kunna interagera med modellen och enkelt se element-/nodnummer samt krafter och randvillkor som appliceras på dessa. Det är också viktigt att användaren inte får för mycket information på samma gång, utan en enkel översikt initialt. Figur 1 visar en balk modellerad med 600 st. solidelement där noder med krafter/randvillkor är färgkodade i blått respektive rött. Här kan användaren sedan klicka på noder/element för att få ut information om krafter/randvillkor.



Figur 1: Odeformerat finita elementnät, krafter och randvillkor visas m.h.a. färgkodning i noder

För att visualisera beräkningsresultat från modellen kan ett deformerat elementnät ritas upp med färgläggning av element/noder efter skalärer. Färgläggning i noder möjliggör även visualisering av konturer. Flödesvektorer samt huvudspänningar kan också visualiseras. För balkar kan snittkrafter ritas upp längs med dessa i 3D-

rummet. Figur 2 visar resultatet från modellen i tidigare figuren, där balkens vikt samt en excentrisk linjelast appliceras i ett antal noder. Detta ger en utböjning samt liten rotation som visualiseras, tillsammans med von Mises-spänningarna i elementen.



Figur 2: Deformerat finita elementnät med färgskalning enligt von Mises-spänning i element

En del av arbetet innebar även att implementera import av data från MATLAB-versionen av CALFEM, vilken i dagsläget används mycket av studenter, till Python-versionen. Även exportfunktioner till det vetenskapliga visualiseringsverktyget ParaView har skapats, vilket möjliggör för ytterligare visualiseringar. Sammantaget innebär det att det nu finns möjlighet att visualisera modeller från MATLAB i ParaView m.h.a. verktygen.

Ett annat behov som identifierades var animationer. Stöd för detta utvecklades, dels direkt i CALFEM, men även för export till ParaView. Den utvecklade funktionaliteten för animationer i CALFEM är begränsad, men lägger grunden för potentiella visualiseringar av icke-linjära och tidsberoende problem i CALFEM framöver.

För att förbättra möjliga visualiseringar finns det stöd för ytterligare funktionalitet som kan vara användbar, såsom 2D-projektioner, mått, textmarkering mm. Verktygen är flexibla för att kunna skapa visualiseringar efter behov. Stöd finns för fjäder-, stång-, flödes-, solid-, balk- och plattetelem. Samtliga element går att visualisera i 3D, men det finns även ett 2D-läge inbyggt. En användare kan också visualisera flera figurer för sin modell.