

Fackverksuppgift i Statik och Hållfasthetslära

Mats Ander och Elias Börjesson

February 14, 2025

Bakgrund

Syftet med denna uppgift är att möjliggöra för dig som student att skapa en bättre känsla för krafter, spänningar och deformationer hos belastade stångbärverk eller fackverk. Genom att tillämpa det teoretiska innehållet i kursen på realistiska konstruktioner erhålls en fördjupad kunskap i ämnet.

Fackverk är mycket vanliga i våra ingenjörskonstruktioner. Vi hittar dem i lyftkranar, traverser, broar och farkoster. Genom stångverkan (ren tryck- eller dragbelastning) så utnyttjas materialet mest effektivt. Fackverken blir på så sätt väldigt styva i förhållande till materialvikten (resurssnålhet för ett hållbart samhälle).

Här ska vi studera/analysera problemställningar för ett statisk obestämt fackverk. För ”stora” fackverk (säg > 10 stänger), så är det för jobbigt att göra handberäkningar. Vi ska därför låta datorn göra det mesta av jobbet i denna uppgiften, genom att skapa ett beräknings-script i Python. Beräkningsmetoden som vi kommer att använda ligger till grund för liknande beräkningsmetoder som används för att konstruera byggnader, broar och andra strukturer.

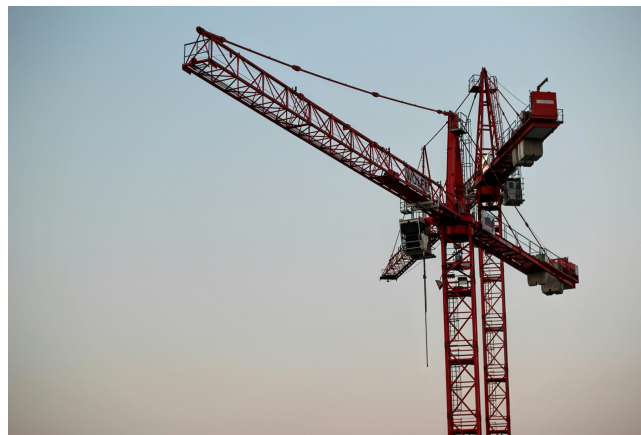


Figure 1: Bild på en fackverksstruktur i en lyftkran.

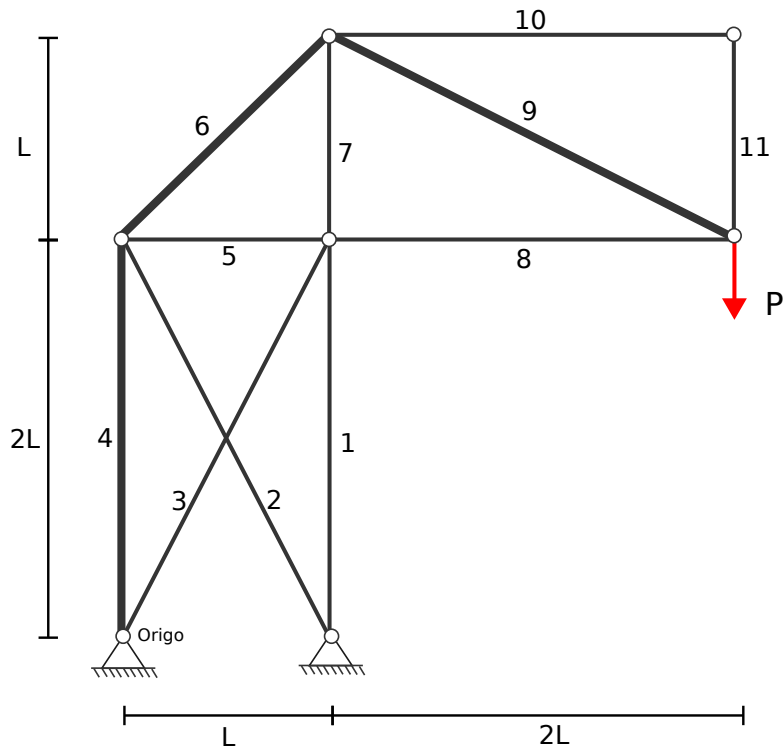


Figure 2: Beräkningsmodell för statiskt obestämt fackverk.

Statiskt obestämt fackverk

Er uppgift är att analysera det statiskt obestämda (plana) fackverket i Figure 2. Samtliga stänger är tillverkade av stål som kan betraktas som ett elastiskt material med elasticitetsmodulen $E = 210$ GPa och flytspänningen $\sigma_s = 230$ MPa. Längder för stängerna och koordinater för knutpunkter är indikerade från figuren, där $L = 2$ m. Stängerna med numrering 4, 6, 9 har cirkulära tvärsnitt med tvärsnittsarean $2A_0$, medan resterade stänger har tvärsnittsarean $A_0 = 78.5$ cm². Den pålagda lasten P har beloppet 150 kN (stängernas egentyngder försummas i förhållande till de pålagda lasterna).

Uppgiften ska lösas med hjälp av Python och element-baserad förskjutningsmetod som vi har gått igenom på föreläsningar och räkneövningar, som även finns beskrivit i kursboken *Hållfasthetslära, Allmänna Tillstånd*, kapitel 11.

Uppgifter

1. Numrera de sju knutpunkterna (noderna) och tillhörande frihetsgrader (förskjutning i x och y). Börja numrera från index 1. Observera att stängerna (elementen) redan är numrerade.
2. Skapa ett python script som beräknar knutförskjutningarna och plottar principiell deformationsfigur. Som hjälp har ni fått ett script-skelett och hjälp-funktioner som finns uppladdade på kurshemsidan.
3. Med hjälp av de uträknade knutförskjutningarna, beräkna stångkrafterna N och spänningarna σ för varje stång. Vilken stång får störst dragspänning/tryckspänning?

4. Skapa en plott av fackverket som visualiserar de stänger som är i drag respektive tryck. Stänger i tryck ska färgläggas röda, och de som är i drag ska färgläggas blåa. *Tips: kolla på hur funktionen `eldraw2` i `utils.py` fungerar.*
5. Dimensionering av fackverket.
 - (a) Hur stor får den pålagda lasten P max bli innan någon av stängerna plasticerar?
 - (b) Med $P = 150$ kN, vad är minsta möjliga värde på A_0 för att fackverket inte ska plasticera?

Redovisning

Projektet redovisas muntligt vid datorn. Vi kommer att kontrollera att ni har fått rätt svar (stångkrafter, förskjutningar osv.), samt ställa frågor om koden för att se att ni har förstått uppgiften. Båda gruppmedlemmarna måste vara närvarande och delaktiga i redovisningen.