

Inlämningsuppgift 3 - Kraftanalys

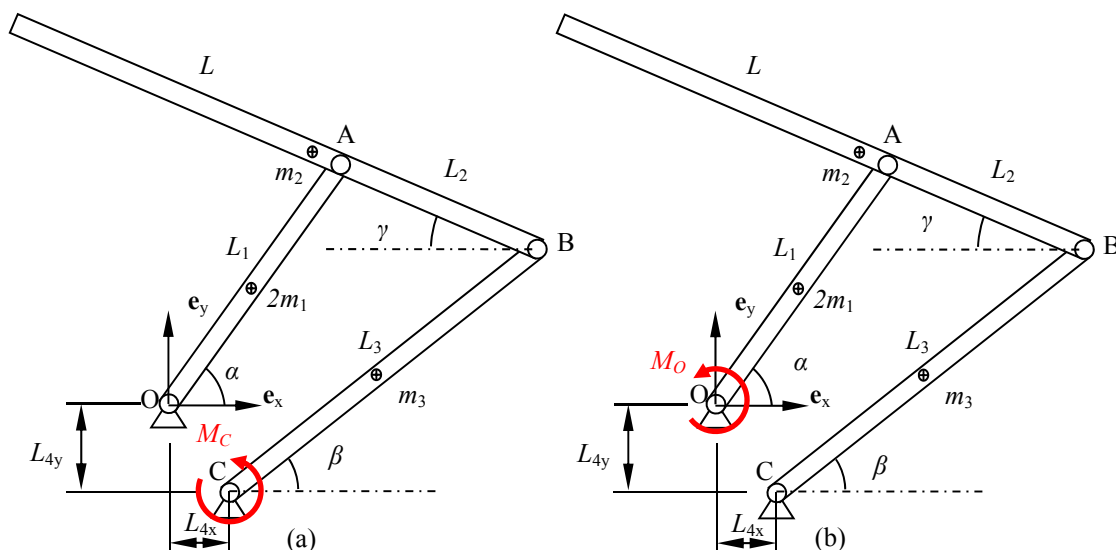
Resultatet av er geometrianalys var så lovande att vi har beslutat oss för att gå vidare med utvecklingsprojektet ytterligare ett steg. Ert uppdrag denna gång är att göra en kraftanalys med syfte att bestämma det drivande moment och effekt som krävs för att fälla upp taket, samt beräkna reaktionskrafterna i lederna. Mekanismen kan antingen drivas via bakrutan eller via styrarmarna. Vi vill att ni utvärderar båda fallen. Er modell ska verifieras genom att ni studerar rörelsen hos mekanismens masscentrum och kontrollerat att det utförda mekaniska arbetet motsvarar förändringen i mekanismens lägesenergi.

Mekanismen är schematiskt illustrerad i Figur 1. Precis som tidigare består den av taket, bakrutan och en styrarm på vardera sidan av taket. Mått och vikt för de ingående delarna är givna i Tabell 1. L_i är längderna mätt från centrum på lederna, h_i är kropparnas tvärsnittshöjd och m_i betecknar dess massa. De två momenten M_C och M_O representerar den tänkta drivningen. Gränsvärdena för vinkeln på styrarmarna hämtar ni från er geometrianalys och ni kan anta styrarmarna roterar med varvtalet 2,5 rpm.

Analysen med efterfrågade grafer och resultat ska redovisas i en kortfattad rapport. Vi vill även att ni besvara följande frågor:

- Hur stort är maximalt erforderligt drivande moment för respektive fall?
- Hur stor är maximalt erforderlig drivande effekt för respektive fall?
- Hur stora är de maximala reaktionskrafterna i lederna för respektive fall?
- Hur påverkas resultatet om vikten hos styrarmarna försummas?
- Var rekommenderar ni att motorerna placeras?
- I vilken led uppstår de största reaktionskrafterna med er valda placering av motorn?

I era modeller så kan ni försumma tröghetseffekter och eventuella friktionsförluster i ledlagringarna. Den rekommenderade arbetsgången redovisas på nästa sida.



Figur 1 Mekanismen kan drivas antingen via bakrutan (a) eller genom styrarmarna (b)

Tabell 1 Parametervärden för de 4 olika konfigurationerna

Grupp XY	L_1 [mm]	L_2 [mm]	L_3 [mm]	L_{4x} [mm]	L_{4y} [mm]	L [mm]	h_1 [mm]	h_2 [mm]	h_3 [mm]	m_1 [kg]	m_2 [kg]	m_3 [kg]
01, 05, 09, 13, 17	657	50	670	35	44	500	20	50	50	3	10	16
02, 06, 10, 14, 18	654	150	670	132	55	500	20	50	50	2	12	16
03, 07, 11, 15, 19	657	50	670	35	44	600	20	50	50	3	10	20
04, 08, 12, 16, 20	654	150	670	132	55	600	20	50	50	2	12	20

a) Städa upp i er MATLAB-kod från geometrianalysen

Börja med att skapa en kopia av programmet som ni använde för geometrianalysen och döpa den till `Kraftanalys.m`. I den nya filen så tar ni bort animeringen och all kod som behandlar punkten T:s rörelse. Ni kommer fortfarande behöva beräkna vinklarna och vinkelhastigheterna. Passa även på att lägga till de olika kropparnas massor bland de givna parametrarna. Kontrollera även att ni har satt korrekta värden på övriga givna parametrar och variabler.

b) Studera rörelsen hos mekanismens masscentrum

Ställ upp Ortsvektorn för mekanismens masscentrum. Ni kan anta att delarnas individuella masscentrum ligger mitt i respektive kropp. Tänk på att det finns en styrarm på förarsidan och en på passagerarsidan. Bygg ut er MATLAB-kod så att ni:

- Beräknar koordinaterna för mekanismens masscentrum under rörelsen.
- Plottar en graf som beskriver hur masscentrum rör sig i xy-planet.
- Plottar en graf som visar både x- och y-koordinaten som funktion av α .

c) Frilägg systemet och ställ upp statiska jämviktsekvationer

Frilägg de rörliga kropparna i mekanismen och ställ upp statiska jämviktsekvationer för respektive kropp. Inför drivande moment samtidigt på både styrarmen och på bakrutan, istället för att göra två olika friläggningar och uppsättningar med jämviktsekvationer. Ta med egentygngden från samtliga kroppar, men försumma friktionsmomenten i lederna. Ställ även upp samband för att beräkna erforderlig drivande effekt för respektive fall.

d) Analysera systemets beteende om det drivs via bakrutan

1. Matrisformulera jämviktsekvationerna så att ekvationssystemet kan lösas med avseende på reaktionskrafter och erforderligt drivande moment på bakrutan, om momentet på styrarmarna är 0 Nm. Bygg sedan ut er MATLAB-kod så att ni:
 - Tydliggör vilket fall ni behandlar genom att ändrar filnamnet till `KraftanalysMC.m`.
 - Beräknar de sökta krafterna och momentet under rörelsen genom att lösa det erhållna linjära ekvationssystemet med \-operatorn. (Tips: Skriv en funktion med matrislösaren och anropa den i en for-slinga som stegar sig igenom rörelsen).
 - Kontrollerar att de beräknade krafterna och momentet uppfyller statisk jämvikt.
 - Beräknar resultanten av reaktionskraften i respektive led under rörelsen.
 - Beräknar den erforderliga drivande effekten under rörelsen.
 - Plottar en graf som visar erforderligt drivande moment som funktion av α .
 - Plottar en graf som visar erforderligt drivande effekt som funktion av α .
 - Plottar grafer som visar reaktionskraften (både komponentvis och resultanten) i respektive led som funktion av α .
2. Gör en energibetraktelse för att kontrollerar att arbetet som det drivande momentet utför under öppningssekvensen motsvarar förändringen av lägesenergin hos systemet. Ställ upp de ekvationer som krävs för energibetraktelsen och bygg sedan ut er MATLAB-kod så att ni:
 - Beräknar förändringen i lägesenergin under en öppningssekvens.
 - Beräkna utfört arbete genom att integrera momentet numeriskt med avseende på vinkeln som momentet verkar över. (Tips: Skriv en funktion för numerisk integrering som ni kan återanvända.)
 - Kontrollerar att energibalans gäller.

e) Analysera systemets beteende om det drivs via styrarmarna

Modifiera matrisformuleringen av jämviktsekvationerna så att ni kan lösa ekvationssystemet med avseende på reaktionskrafterna och erforderligt drivande moment via styrarmarna, om momentet på bakrutan är 0 Nm. Gör sedan en kopia på MATLAB-programmet som ni har använt hittills och döp den till `kraftanalysMO.m`. Modifiera sedan koden i den nya filen så att ni gör kraftanalysen för det nya lastfallet istället för det gamla. Ni ska ta fram motsvarande resultat och grafer som tidigare. Även här kontrollerar ni att den erhållna lösningen uppfyller statisk jämvikt och gör en energibetraktelse för att kontrollera att arbetet som momentet utför motsvarar förändringen i lägesenergin hos systemet.

f) Använd MATLAB-modellerna för att göra de simuleringar som krävs för att besvara uppdragsgivarens frågeställningar.

g) Presentera analysen och resultatet i en teknisk rapport enligt de instruktioner som finns i dokumentet med allmän information om inlämningsuppgifterna

Uppgiften redovisas genom att följande filer ska laddas upp på Canvas:

- Rapporten som pdf-fil
- Kommenterad och exekverbar (körbar) MATLAB-kod som m-filer

Efter inlämningen så kommer ni att tilldelas två rapporterna som ni förväntas kamraträtta och kommentera. Ni kommer sedan att få diskutera varandras rapporter vid det avslutande seminariet.