

Tåg e gött

Johannes Bonerfält, Viktor Borg och Marcell Ziegler

24 maj 2024

Innehåll

1	Projektplan	3
1.1	Teoretisk bakgrund	3
1.2	Syfte	3
1.3	Frågeställning och hypotes	4
1.4	Empirisk metod	5
1.5	Tidsplan	7

Sammanfattning

1 Projektplan

1.1 Teoretisk bakgrund

Skriv en teoretisk bakgrund som sammanfattar forskningsläget och beskriver det man redan vet och inte vet om ämnesområdet. Börja ganska allmänt med ett generellt problem som sätter in er undersökning i ett större sammanhang. Bli sedan mer specifika och inriktade mot er frågeställning. Källhänvisa till böcker, artiklar, hemsidor etc. i texten. Skriv den teoretiska bakgrunden utan underrubriker.

Längd: $\frac{1}{2}$ -1 A4 (Times New Roman, 12 p, 1,5 radavstånd)

När ett tåg ska svänga finns det flera aspekter som måste tas hänsyn till, där kurvradien och hastigheten är två av dem. Om denna radie är för liten eller om tågets hastighet är för hög kommer tåget vältras. Detta eftersom centrifugalkraften flyttar tyngdpunkten så den överskrider rotationsaxeln.

1.2 Syfte

Beskriv här syftet, alltså varför ni vill göra just i den här undersökningen, vad ni vill uppnå med resultaten eller hur resultaten kan bidra till förståelsen av det generella problem ni skrivit om i den teoretiska bakgrunden. Här skriver ni vad ni vill uppnå med ert gymnasiearbete. Ni kan till exempel börja med: Syftet med vårt gymnasiearbete är att beskriva/förklara/utvärdera/förstå ... Beskriv också här kort hur ni planerar att uppnå syftet med arbetet. Ni kan

till exempel skriva: I det här arbetet kommer vi att undersöka ... Längd:
Ett par meningar

1.3 Frågeställning och hypotes

Fråga: "Vad är den maximala hastigheten ett modelltåg i skala 1:40 kan uppnå vid en given kurvradie utan att spåra ur?"

Hypotes: Betrakta en järnvägsvagn i en vänstersväng. Utgående från tågets referenssystem kommer kraftsituationen se ut som i fig. 1. Tyngdkraften ges som $F_g = mg$ där m är tågets massa och tyngdaccelerationen $g \approx 9,82 \text{ m/s}^2$. Tågets centripetalacceleration a_c ges som

$$a_c = \frac{v^2}{r} \quad (1)$$

där v är tågets hastighet tangent med svängen och r är svängens radie. Därefter ges centripetalkraften $F_{\text{centripetal}}$ genom att sätta $F = ma$ som

$$F_{\text{centripetal}} = ma_c = \frac{mv^2}{r}. \quad (2)$$

I tågets accelererande referenssystem kommer även centrifugalkraften F_c finnas som

$$\vec{F}_c = -\vec{F}_{\text{centripetal}} \quad (3)$$

där sambandet $|\vec{F}_{\text{centripetal}}| = |\vec{F}_c|$ gäller.

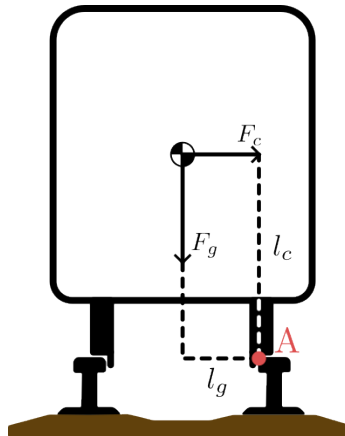
Både F_c och F_g utgör moment på fordonet kring en axel (se fig. 1). Dessa ges som

$$M_g = F_g l_g \quad (4)$$

$$M_c = F_c l_c. \quad (5)$$

Man kan sedan intuitivt lista ut att tåget kommer välla när $M_g < M_c$ om positivt moment är utåt svängens riktning. Detta ger följande samband:

$$\begin{aligned}
 M_g &< M_c \\
 F_g l_g &< F_c l_c \\
 m g l_g &< \frac{m v^2}{r} l_c \\
 g l_g &< \frac{v^2}{r} l_c \\
 g r \frac{l_g}{l_c} &< v^2 \\
 \left\{ \begin{array}{l} v > \sqrt{g r \frac{l_g}{l_c}} \\ v < -\sqrt{g r \frac{l_g}{l_c}} \end{array} \right.
 \end{aligned}$$



Figur 1: Kraftsituationen på en järnvägsvagn vid en vänstersväng där F_g är tyngdkraften, F_c är centrifugalkraften och l_g respektive l_c är deras momentarmar till rotationsaxeln A.

1.4 Empirisk metod

Skriv en kortfattad beskrivning av hur ni planerar att genomföra undersökningen och vilket material ni tänker att använda. Skriv också om, och i så

fall hur, ni tänker använda kontroller och hur många upprepningar, replikat, ni kommer att ha. Källhänvisa om ni har hittat metoden i någon annans arbete. För att göra metodbeskrivningen tydlig, använd ord som: sedan, efter, därefter, slutligen, för det första, för det andra, för det tredje, etc. Skriv i löpande text och inte i en punktlista. Skriv om olika metoder under var sin underrubrik. Längd: $\frac{1}{2}$ -1 A4 Analytisk metod Beskriv hur ni planerar att analysera de data ni samlat in samt vilka beräkningar och formler ni då kommer att använda. Källhänvisa om ni har hittat analysmetoden i någon annans arbete. Längd: Ett par stycken.

Materialen som kommer användas under undersökningen kommer vara: ett 3D printad tåg som väger ca 1,4 kg, en kamera som filmar i minst 240 FPS, ett stativ för att hålla kameran, rutat papper (med sidlängd 1 cm), 3D printade rälssegment.

Undersökningen kommer ske genom att det först väljs en viss radie. Därefter kommer tåget placeras på toppen av en backe med bestämd höjd. Målet med detta är att ge tåget en bestämd hastighet baserad på potentiell energi överförd till kinetisk energi. Sedan släpps tåget och resultaten från kameran och om den spårade ur eller ej skrivs ned. Om tåget inte har spårat ur kommer tåget placeras på en högre höjd och denna process repeteras tills tåget spårar ur. När tåget spårat ur välj en ny radie på kurvan och hela processen börjar om från början. Utöver detta kommer vi även variera masscentrumet genom att placera vikter på olika höjder i modelltåget, detta kommer ske i flera replikat. När alla radier har testats kommer data skrivas in i en graf där hastigheten och radien är grafens axlar.

1.5 Tidsplan

Här anger ni vad som ska göras, när det ska göras och vem som gör det.
vecka 40: göra klart Projektplans utkastet och beställa kullager samt axlar till tågmodellen

Vecka 41: senaste dagen att lämna in projektplanen (måndag kl 1200) samt renskrivning av projektplan och mer inläsning av fysikaliska och matematiska modeller. utöver detta kada klart tågmodellen

vecka 42: samma som tidigare

vecka 43: inlämning av slutlig Projektplan

Vecka 44: höstlov

vecka 45: slutliga förberedelser för labben och ihopsättning/ kontrollering av modellens kvalite

vecka 46: om modellen visar sig vara av sämre kvalite; bygg om modellen, annars påbörja labben

vecka 47: simulering av expriment på KTH

vecka 48: analys av data

vecka 49: formulera resultat

vecka 50: workshop statistik med excel

vecka 51-1: lov

vecka 2: genomgång felanalys

vecka 3: fortsatt bearbeta resultat och börja med att skriva ned dem

vecka 4: skriva resultat och diskussion

vecka 5: genomgång av naturvetenskaplig rapport och börja skriva resultat och diskussion

vecka 6: fortsatt skriva och börja med abstrakt när vi blir klara med tidigare delar

vecka 7: fortsatt skriva

vecka 8: fortsatt skriva

vecka 9: lov/kris skrivning

vecka 10: genomgång av hur oppositionen går till samt skrivning

vecka 11: inlämning av rapport inför oppositionen

vecka 12: förberedelse av oppositionen

vecka 13: oppositioner

vecka 14: oppositioner

vecka 15: lov

vecka 16: revidering av rapport

vecka 17: gymnasiearbets dag med åk 2

vecka 18: slutinlämning av rapport och allt annat (slut)

Referenser

- [1] Theingi Nwe och Monsak Pimsarn. “Railway Axle and Wheel Assembly Press-Fitting Force Characteristics and Holding Torque Capacity”. I: *Applied Sciences* 11.19 (sept. 2021), s. 8862. ISSN: 2076-3417. DOI: [10.3390/app11198862](https://doi.org/10.3390/app11198862).