

Hur kan en raket bildas med kaliumnitrat och socker?



Termin: VT 23

Elev: Mohamad Alzein

Abstract

This project aims to investigate how a rocket can be created using a mixture of Potassium Nitrate (KNO_3) and sugar as fuel. The project involves mixing the two substances in different proportions, igniting the mixture to observe the resulting reaction and measuring the rocket's thrust using a scale connected to an Arduino. The goal is to gain a deeper understanding of the chemical reactions that govern the motion of rockets and to investigate the factors that affect rocket performance, such as the ratio of KNO_3 to sugar in the fuel mixture. The project also aims to explore methods for adjusting the fuel mixture and rocket design to improve performance. The rocket's propulsion is based on a chemical reaction between KNO_3 and sugar, which produces heat and gases. The resulting gas flow propels the rocket upwards. The reaction between KNO_3 and sugar is an example of an oxidation-reduction reaction. KNO_3 is an oxidation agent that accepts electrons during the reaction, while sugar is a reducing agent that donates electrons. During the reaction, KNO_3 accepts electrons from sugar, causing the sugar to break down into smaller molecules and release energy in the form of heat. KNO_3 is reduced, while sugar is oxidized. The velocity, and acceleration of the rocket can be calculated using Newton's second law and measurements from a scale connected to an Arduino unit. The acceleration and velocity of the rocket can be integrated over time to analyze and plot the rocket's motion.

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Raketer har fascinerat människor i århundraden och används idag inom en rad olika områden, från rymdforskning till fyrverkerier. För att en raket ska kunna förflytta sig krävs det att den kan skapa tillräckligt med kraft för att övervinna gravitationen. Raketer fungerar genom att generera en motkraft i form av en utströmning av gas eller annan massa i motsatt riktning av den önskade rörelseriktningen. Bränslet som används i raketer är därmed avgörande för deras prestanda och effektivitet.

En populär typ av bränsle för amatörraketer är en blandning av kaliumnitrat (KNO_3) och socker, som ofta kallas "sugar rocket motor". Denna blandning genomgår en kemisk reaktion när den antänds, vilket skapar en stor mängd gas som driver raketerna uppåt.

1.2. Syfte

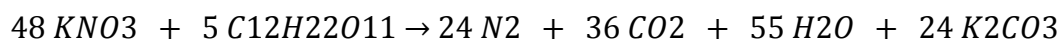
Syftet med detta gymnasiearbete är att undersöka hur en raket kan skapas med hjälp av KNO_3 och socker som bränsle. Experimentet kommer att involvera att blanda de två ämnena i olika proportioner och sedan antända blandningen för att observera reaktionen som uppstår och mäta raketens dragkraft med hjälp av en våg kopplad till en Arduino. Målet är att få en djupare förståelse för kemiska reaktioner som styr raketens rörelse och att undersöka vilka faktorer som påverkar prestandan hos raketerna, såsom förhållandet mellan KNO_3 och socker i bränsleblandningen.

Genom att genomföra detta projekt hoppas jag kunna bidra till kunskapen om raketvetenskapen och inspirera till ytterligare utforskning inom detta spännande område. Jag kommer också att undersöka hur jag kan förbättra prestandan hos min raket och utmana mig själva genom att prova olika metoder för att justera bränsleblandningen och raketens design.

2. Kemiska och fysikaliska principer

Raketen drivs av en kemisk reaktion mellan KNO_3 och socker. När dessa två ämnen kombineras och värms upp, reagerar de exotermt för att producera värme och gaser. Detta gasflöde är vad som driver raketerna uppåt.

Reaktionen mellan KNO_3 och socker är ett exempel på en oxidations-reduktionsreaktion. KNO_3 är en oxidationsmedel, vilket innebär att det accepterar elektroner under reaktionen. Socker är en reduktionsmedel, vilket innebär att det donerar elektroner under reaktionen. Under reaktionen accepterar KNO_3 elektroner från socker, vilket orsakar att sockret bryts ner till mindre molekyler och frigör energi i form av värme. KNO_3 reduceras och socker oxideras.



Mängden dragkraft och acceleration som genereras av raketerna beror på mängden gas och dess hastighet som produceras av reaktionen mellan KNO_3 och socker.

$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$

Där m_1 är massan av raketerna, v_1 är hastigheten av raketerna, m_2 är massan av gaserna och v_2 är hastigheten av gaserna.

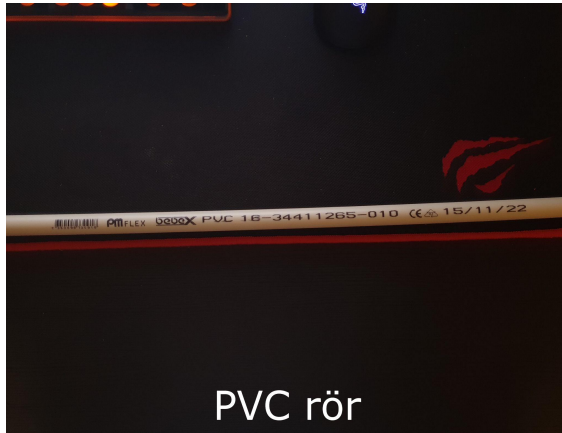
Accelerationen och hastigheten hos raketerna kan beräknas med hjälp av en våg som är ansluten till en Arduino-enhet som används för att logga kraften som en funktion av tid. Detta kan göras med hjälp av Newtons andra lag, som kräver kännedom om raketens massa.

Genom att använda vågens avläsningar och raketens massa kan accelerationen och hastigheten av raketens rörelse analyseras och plottas.

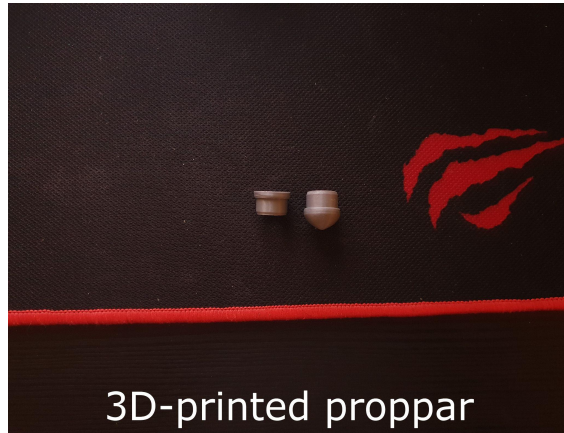
$$F = m * a$$

Där F är kraften som mäts av vågen, m är raketens massa och a är accelerationen. Sen kan jag integrera accelerationen över tiden för att beräkna hastigheten.

3. Materiel



PVC rör



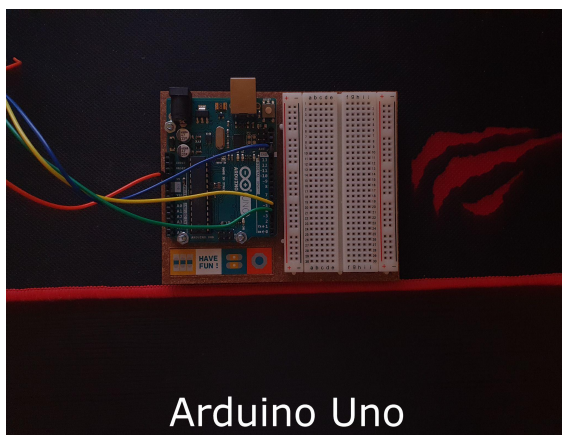
3D-printed proppar



Socker



kaliumnitrat (KNO₃)



Arduino Uno



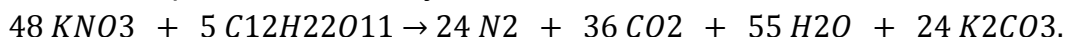
HX711 modul + 5kg
töjningsgivare

4. Metod

4.1. Teori

Bränsle:

Reaktionen kan representeras av följande kemiska ekvation:



Molarmassan för KNO_3 är 101.1 g/mol och 342.3 g/mol för $(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})$.

Detta betyder att $48 \cdot 101.1 \text{g}$ av kaliumnitrat behöver $5 \cdot 342.3 \text{g}$ av socker och kvoten blir 74% kaliumnitrat och 26% socker.

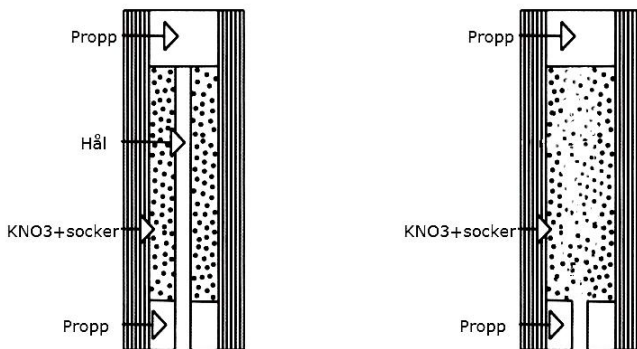
Eftersom flera källor på internet säger att den bästa kvoten är 66.6% KNO_3 , och för att säkra att allt kaliumnitrat brinner ska jag ha den som begränsande ämne och testa kvoten 65% kaliumnitrat och 35% socker också.

Design:

För att testa effekten av olika raketdesigner har två olika designar implementerats. En av designerna har ett djupt hål genom bränslet för att maximera bränsleytan som bränns, medan den andra designen är utan hål och fylld med så mycket bränsle som möjligt.

Totalt har fyra raketer tillverkats och testats med följande specifikationer:

1. Med hål med 74% KNO_3 .
2. Med hål med 65% KNO_3 .
3. Utan hål med 74% KNO_3 .
4. Utan hål med 65% KNO_3 .



4.2. Förberedelse

1. Fyra 7cm segment klipptes ifrån pvc-röret.
2. Raketbränslet gjordes genom att blanda respektiva kvoter i en mixer och bevarades i två små flaskor med en lapp klistrat på dem med förhållanden.
3. Fyra toppproppar och fyra bottenproppar 3D printades.
4. Fyra stubintrådar skapades genom att rulla bränslet i en servett.
5. HX711 modulen anslutades till töjningsgivaren och Arduino-enheten.
6. En kod för att plotta vikten genom tiden laddades till Arduino-enheten.

5. Genomförande

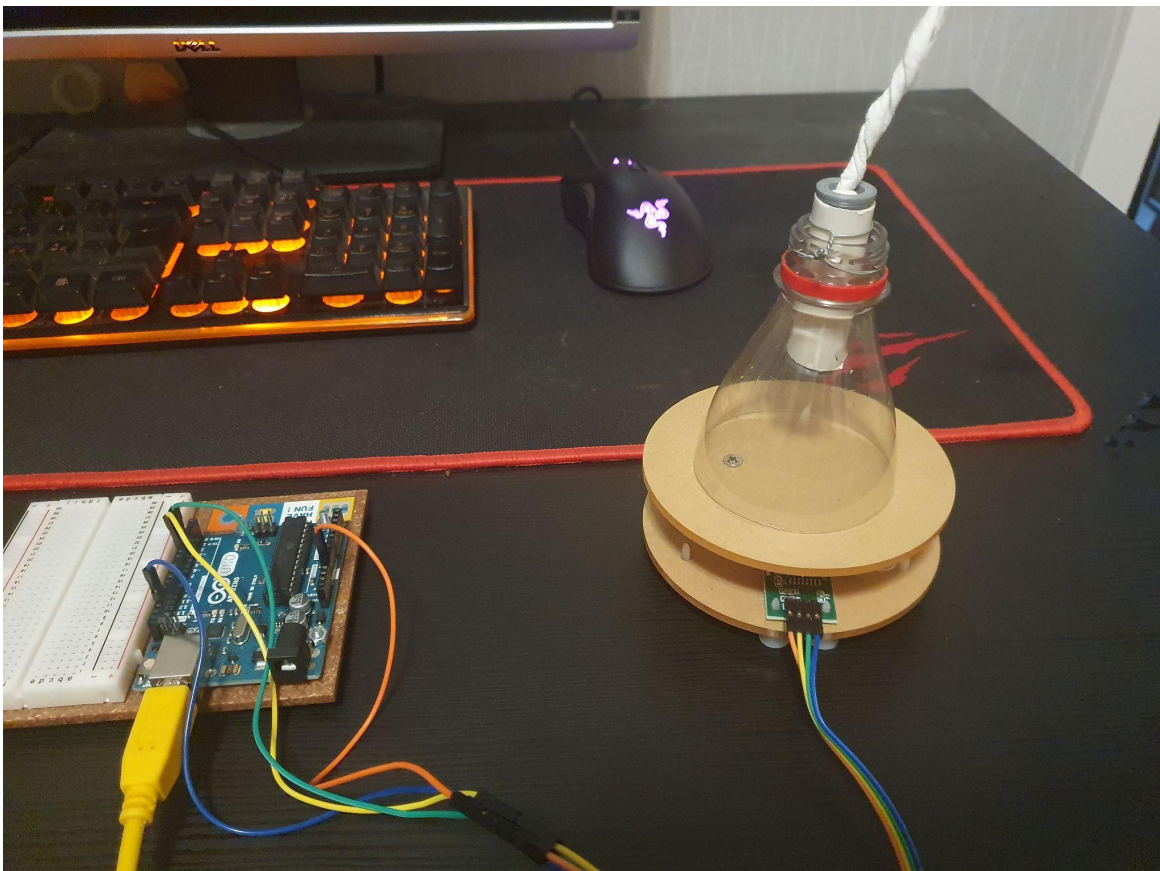
5.1. Raketbyggande

Topppropparna infördes i de fyra PVC-segmenten. Två av segmenten fylldes med bränslet som hade en koncentration av 74% KNO_3 och de andra två fylldes med bränslet som hade en koncentration av 65% KNO_3 . Varje segment markerades med en etikett som indikerade dess bränslekoncentration. Därefter borrades ett hål i en av raketer som hade en bränslekoncentration av 65% KNO_3 och ett hål borrades också i en av raketer som hade en bränslekoncentration av 74% KNO_3 och slutligen fördes bottenpropparna och stubintrådar i raketerna. Alla raketer vägde 20 gram.

5.2. Testbänk-byggande

Toppen av en flaska klipptes och klistrades på vågen. Raketen fästes sedan med hjälp av en ståltråd i flaskans hals.

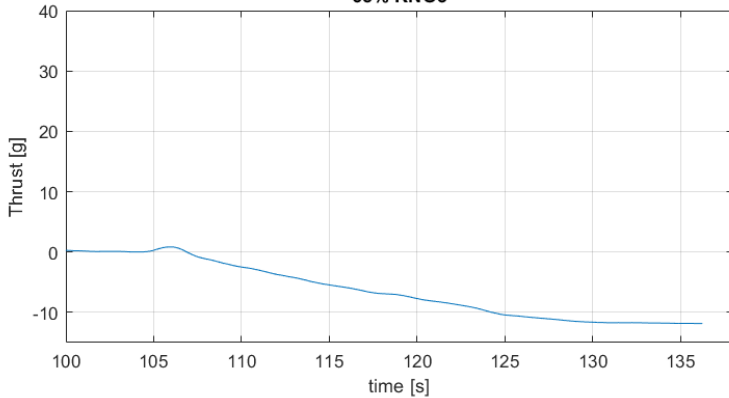
När raketen tänds kommer den att utöva ett tryck på vågen som är ansluten till datorn som kommer då att generera en graf som visar viktökningen över tiden.



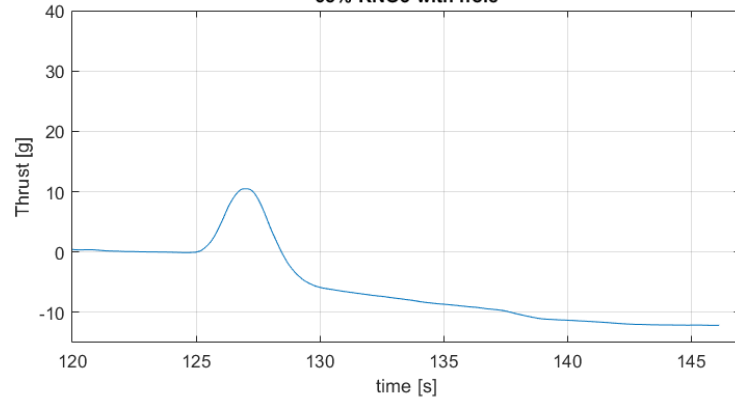
6. Resultat

6.1. Resultat från vågen

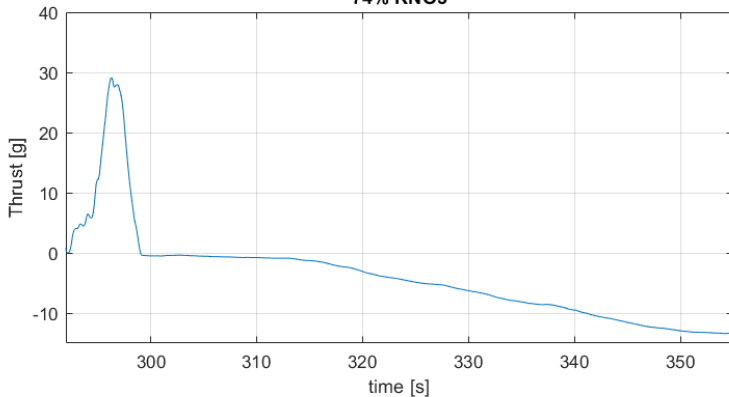
65% KNO₃



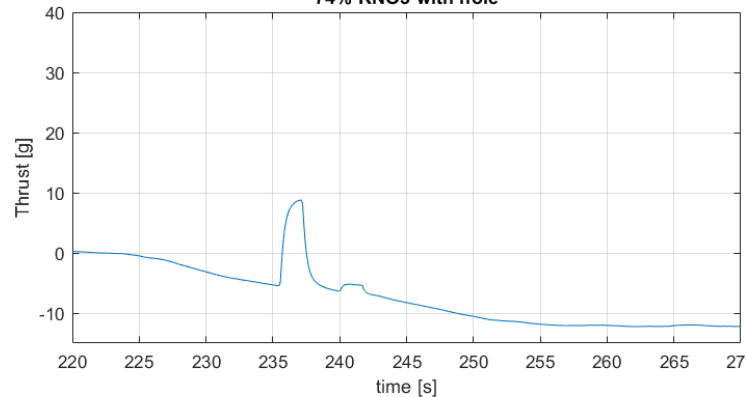
65% KNO₃ with hole



74% KNO₃



74% KNO₃ with hole



Alla raketer slutar på -12 gram på grund av allt bränslet som bränts och enligt observation så är minskningen inte linjärt utan exponential med 0.2 och kan beräknas med denna formel

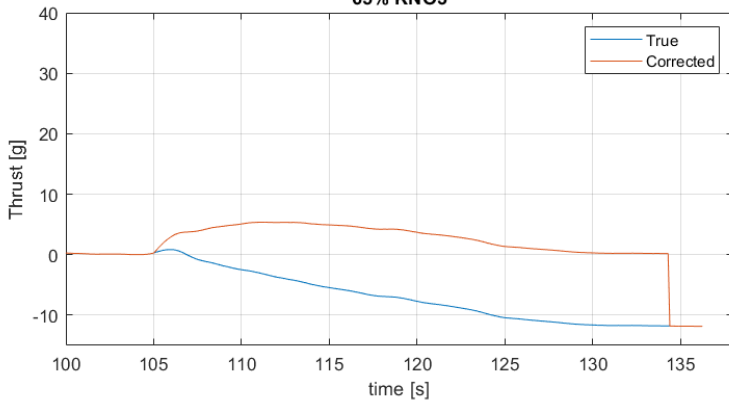
$$- 12e^{-0.2t} + 12$$

Raketens massa utgör en ökande andel av den totala massan under förbränningen; därför kan korrektion formeln användas.

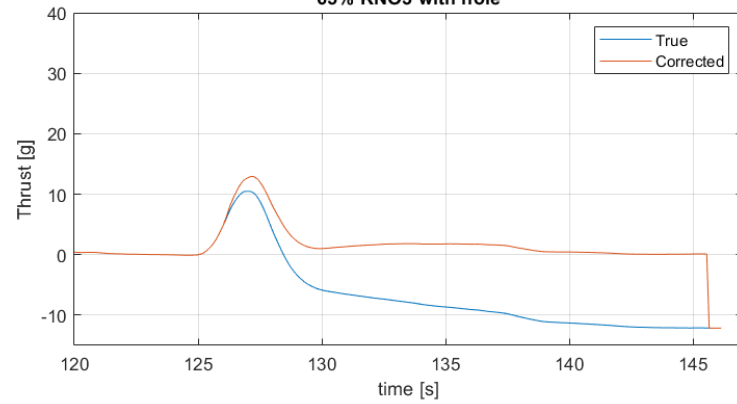
När man implementerar formeln till grafen får man den riktiga dragkraften som genererades av raketerna.

6.2. Resultat från vågen efter korrektionen

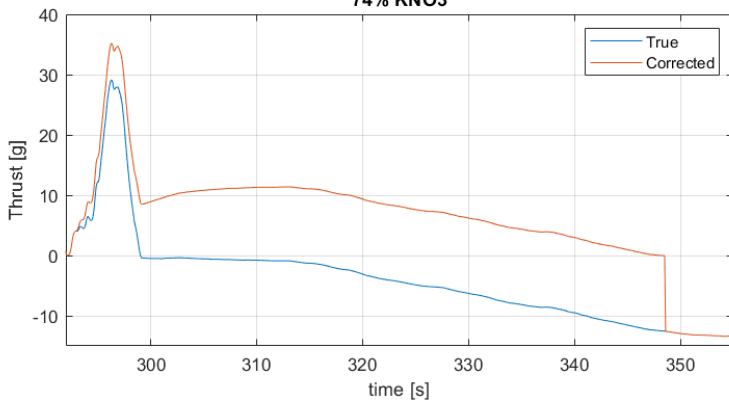
65% KNO₃



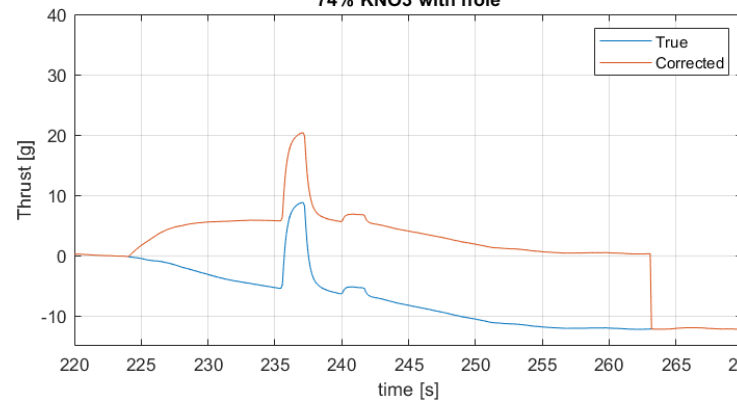
65% KNO₃ with hole



74% KNO₃

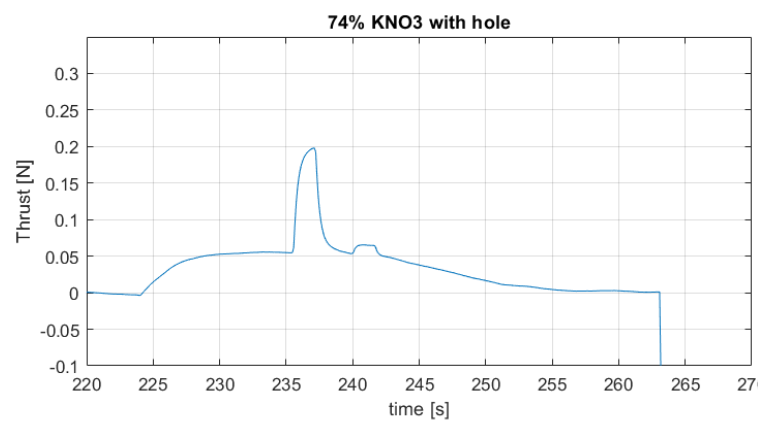
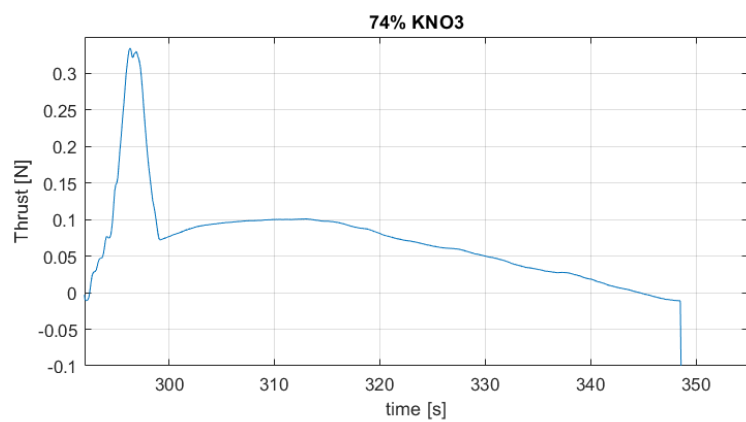
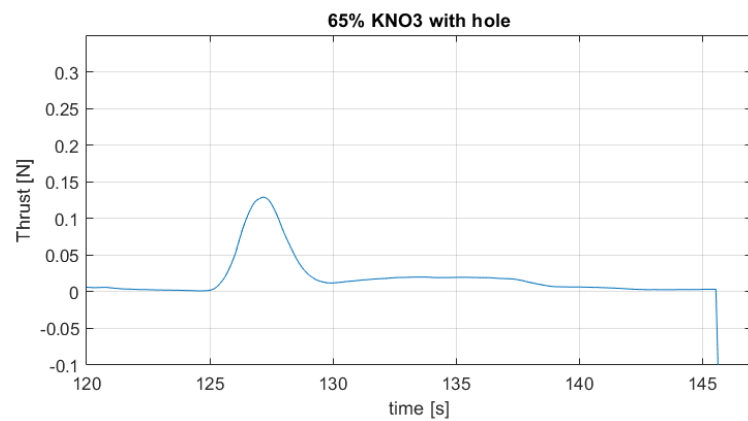
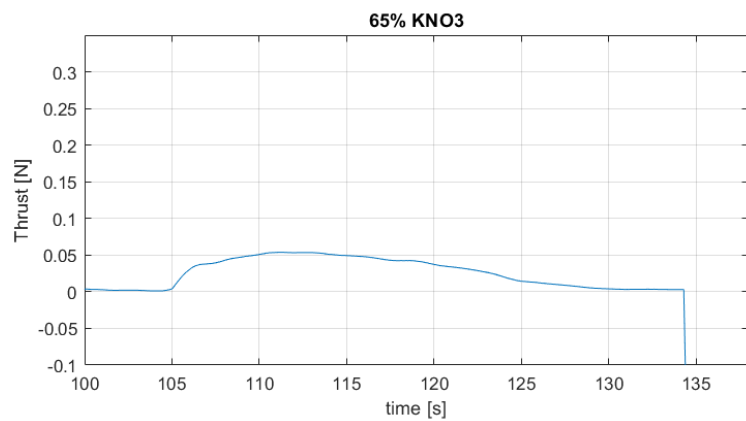


74% KNO₃ with hole



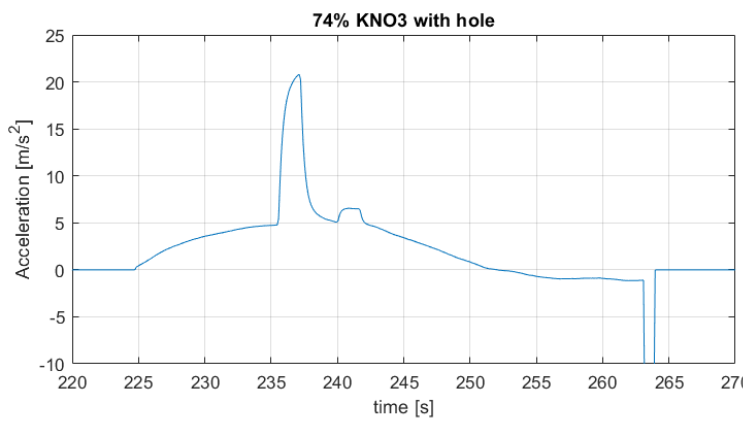
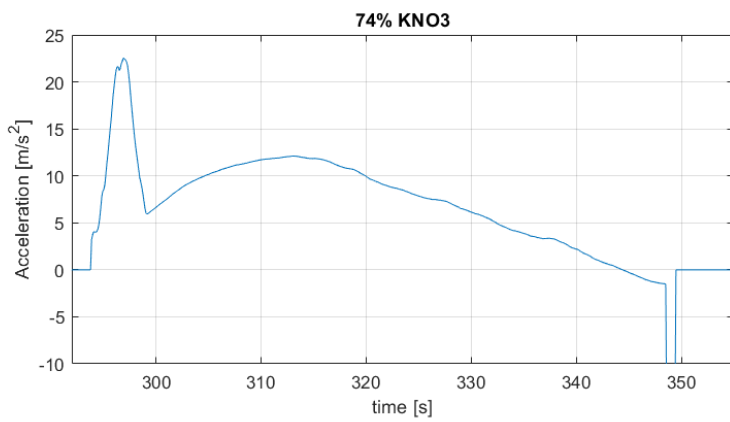
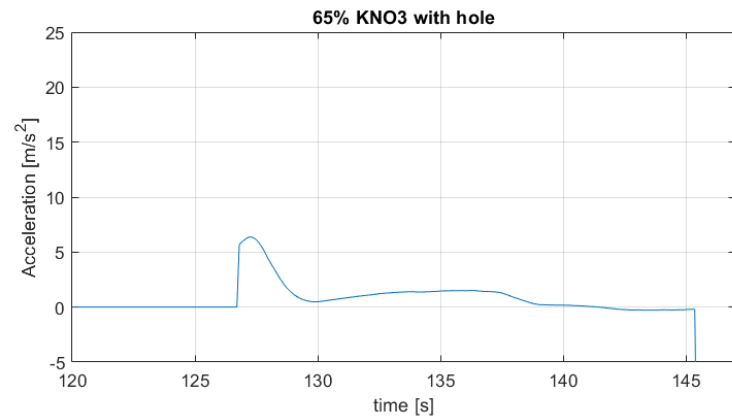
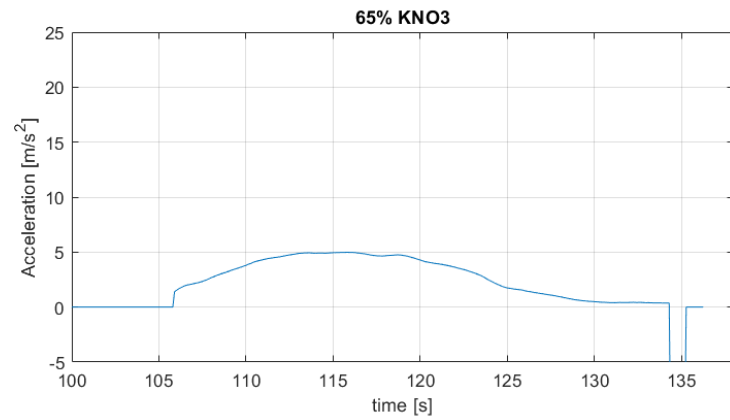
Nu kan man dela med 1000 och multiplicera med 9.81 för att omvandla från gram till newton i den orangea grafen och tillämpa $F = ma$.

6.3. Resultat i newton



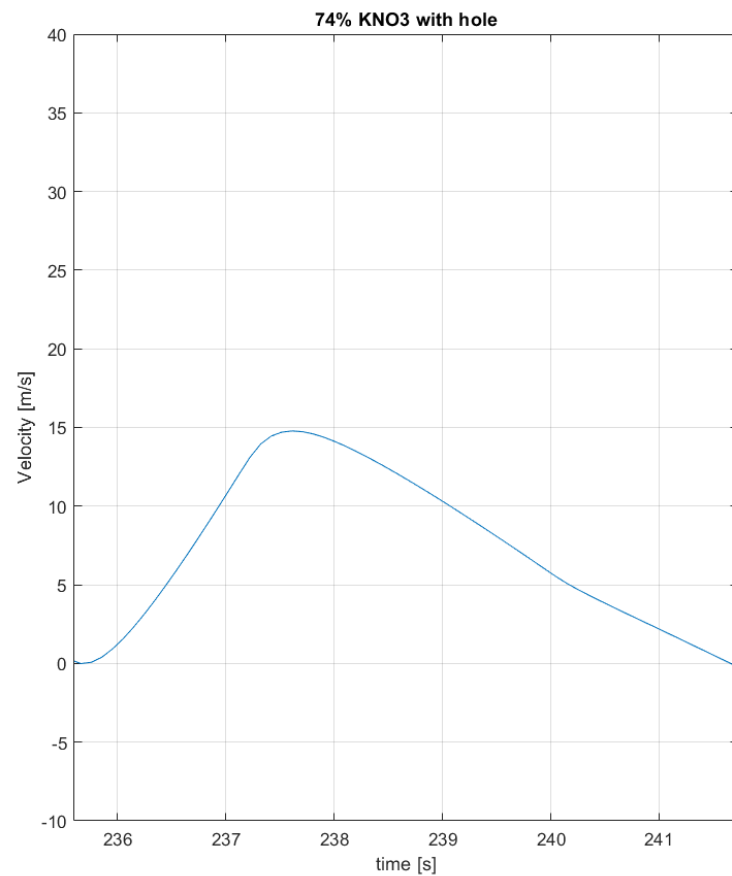
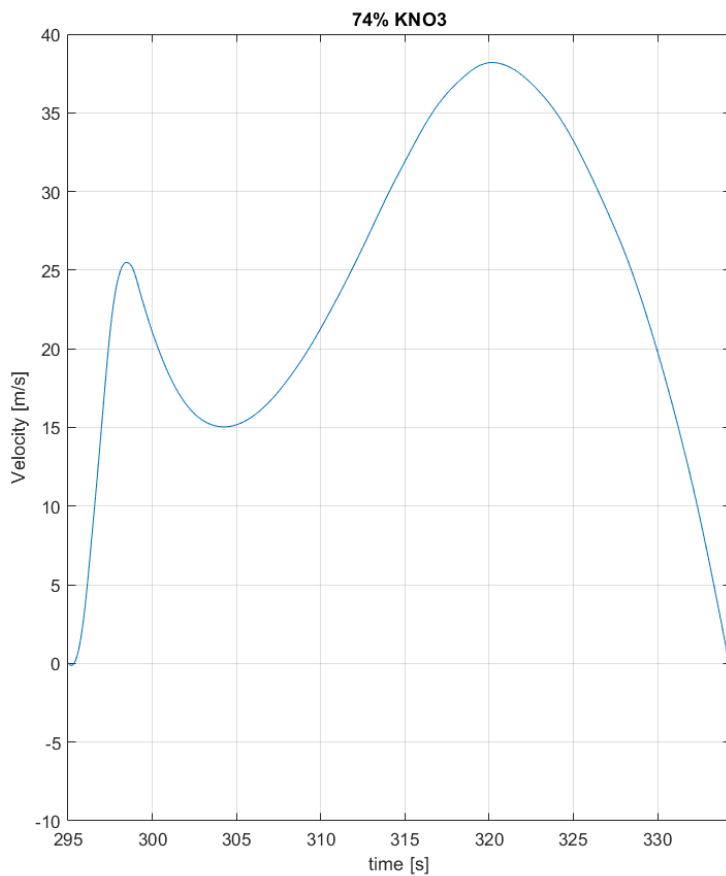
Eftersom massan av raketerna varierar över tiden, en MATLAB kod används med formeln $(-12e^{-0.2t} + 12)$ för att beräkna massan vid varje sample för att kunna tillämpa $F=ma$ och få accelerationen.

6.4. Resultat i m/s^2



Eftersom de första två raketerna har acceleration mindre än g (9.81) så kommer de inte att flyga.

6.5. Resultat i m/s



Efter att ha tagit hänsyn till gravitationsaccelerationen genom att subtrahera 9,81 från accelerationen som ges av raketen och sedan integrera den, erhöles följande värden för hastigheten hos de raketer som kommer att flyga.

7. Diskussion och slutsats

Baserat på graferna som presenterats kan det konstateras att en sammansättning av 65% KNO_3 och 35% socker var mindre effektiv än en sammansättning av 74% KNO_3 och 26% socker. Det noterades också att den extra mängden av socker som inte bränts bidrog till en ökad massa vilket förhindrade raketerna från att kunna flyga.

När det gäller det svagare bränslet, så hade hålet i bränslet en större effekt än när det gällde det starkare bränslet. Detta kan möjligen bero på att det svagare bränslet behöver mer luft för att brinna effektivt.

Hålet möjliggörs en ökad luftström in i bränslet, vilket kan öka hastigheten för förbränningen och därigenom öka bränsleeffektiviteten. Eftersom det svagare bränslet kräver mer luft för att brinna ordentligt, kan detta förklara varför hålet i bränslet hade en större effekt på det svagare bränslet jämfört med det starkare bränslet.

Det noterades också att raketerna med ett hål i bränslet brände snabbare jämfört med raketerna utan hål i bränslet.

För att förbättra noggrannheten och effektiviteten i beräkningen skulle det ha varit mer lämpligt att mäta horisontellt snarare än vertikalt. Genom att mäta horisontellt skulle man ha kunnat få mer exakta data och mindre krångligt att beräkna.

Ett bredare PVC-segment skulle innebära en större volym, vilket skulle möjliggöra bättre resultat.

Slutligen så går det absolut att bygga en raket som flyger uppåt upp till 40 sekunder med Kaliumnitrat och socker som bränsle.

Bilagor

MATLAB koden, 3D propparna, graferna och videorna hittas på
<https://www.alzeine.com/Rocket>

