

Hvor langt flyver vandraketten?

□ Introduktion+

□□ 2 lektioner

□ 5. -9. klasse

□ Natur/teknologi, Fysik/kemi, Teknologiforståelse

Hvordan kan vi optimere fremdriften på en vandraket ved at finde den perfekte balance mellem masse (vand) og oplagret energi (trykluft)?



□ Sikkerhed+

Opmærksomhed

- **Trykflaskens tilstand:** PET-flasker kan blive slidte eller møre efter mange affyringer eller overdreven sol i fysikdepotet. Eleverne skal holde skarpt øje med ridser, buler eller hvide strækmærker i plasten. Defekte flasker skal kasseres med det samme.
- **Retningen på rampen:** Raketten accelererer ekstremt hurtigt på de første få meter. Eleverne skal konstant have øje på, om rampen peger mod andre grupper, bygninger, parkerede biler eller cykelstier.
- **Uforudsigelig bane:** En raket kan nemt dreje skævt, hvis underlaget er ujævnt, eller hvis hjulene sidder en smule skævt. Man må aldrig vende ryggen til en bane, hvor der affyres.

Forholdsregler

- **Sikkerhedsafstand:** Kun den elev, der pumper og udløser mekanismen, må være tæt på rampen (inden for en sikkerhedszone på ca. 3-4 meter). Resten af gruppen skal stå bagved eller langt ude til siden.
- **Bær altid sikkerhedsbriller:** Selvom der kun skydes med vand, sker udløsningen under højt tryk. Hvis en slange hopper af, eller en prop svigter, kan vandstrålen eller småsten fra jorden ramme øjnene med stor kraft.
- **Maksimumtryk (3-4 bar):** Sæt en klar, øvre grænse for, hvor meget der må pumpes. Almindelige sodavandsflasker kan holde til meget, men cykelpumpens slanger eller rampens fittings risikerer at sprænge ved for højt tryk.
- **Gå aldrig hen til en "blindgænger":** Hvis raketten er pumpet op, men mekanismen binder, så den ikke flyver afsted, må man **aldrig** gå hen og kigge ned i dysen eller røre ved raketten, mens der er tryk på. Lufttrykket skal lukkes langsomt ud via pumpens ventil (hvis muligt), eller man skal vente på lærerens instruks.

Førstehjælp

- **Sammenstød:** Sker der et sammenstød under høj fart, kan det give voldsomme knubs eller hudafskrabninger. Sørg for plaster og koldt vand/en ispose til at dæmpe hævelser.
- **Vand/skidt i øjnene:** Hvis trykket spuler vand eller løst grus op i ansigtet på en elev, skal øjnene straks skylles grundigt med en øjenskyllerflaske eller rindende vand.
- **Sprængt slange:** Hurtig håndtering af mekaniske dele kan give mindre klem- eller friktionssår på hænderne. Hav en basal førstehjælpskasse med ud på banen.

Oprydning

- **Gør området sikker:** Banen vil hurtigt blive våd af det meget vand, der skydes ud. Vær opmærksom på, at våd asfalt eller fliser kan blive glatte.
- **Opsamling af vragdele:** Hvis en raket flyver galt, kan raketten splintres. Eleverne skal samle alt plastikaffald op, så der ikke efterlades mikroplast i skolens udemiljø.
- **Tømning og tørring:** Flaskerne skal tømmes helt for vand, og alt udstyr skal tørres af med et håndklæde, inden de pakkes ned i fysiklokalet.

☐ Vejledning+

1) Variabelkontrol (vigtigt!)+

For at forsøget er gyldigt, må vi kun ændre på **én variabel ad gangen**.

- **Uafhængig variabel (Den vi ændrer):** Vandmængden (måles i ml).
- **Afhængig variabel (Den vi måler):** Distancen (måles i meter).
- **Kontrollerede variabler (Dem vi skal holde HELT ens):** Lufttrykket (pumpe altid til præcis 3 bar), rakettenes hældning, rakettenes vægt/form og dysens størrelse.

2) Fremgangsmåde+

1. **Hypotese:** Inden I starter, skal gruppen nedskrive en hypotese som eksempel: *Hvilken vandmængde (ml) tror I, får raketten til at køre længst, og hvorfor?*
2. Gør raketten klar uden vand (0 ml). Monter den på affyringsrampen.
3. Pump flasken op til præcis **3 bar**.
4. Affyr raketten og mål med målebåndet, hvor mange meter den fløj (mål fra rampen til rakettenes bagende, hvor den landede). Notér resultatet.
5. Gentag forsøget med 0 ml vand to gange mere, så I har 3 målinger i alt. (Dette mindsker måleusikkerheden).
6. Fyld nu **50 ml vand** i flasken og gentag punkt 3-5.
7. Fortsæt processen med hhv. **100 ml, 150 ml, 200 ml, 250 ml og 300 ml** vand.
8. Notér jeres målinger på papir

Vil man bygge den ideelle vandraket til denne undersøgelse, skal man bruge en 2-liters flaske med bunden af en anden 2-liters flaske i toppen, som micro:bitten kan gemmes i med lidt bobleplast omkring. Styrevinger til denne type flaske kan laves af fx lamineringsplastik, som formes til 3 trapezformede vinger med målene: 15 cm x 7 cm x 3 cm. Den lange side tapes fast med gaffatape som et hængsel i bunden af flasken. Vil man have lidt spind, kan man vinkle vingerne max 3 grader under monteringen præcis samme vej.

□ Opsamling+

1) Databehandling+

Ved at undersøge sammenhængen mellem **vandmængden** i vandraketten og den samlede distance, raketten tilbagelægger, kan vi finde bilens “sweet spot” ved hjælp af dataopsamling i regneark.

- Indtast alle jeres målinger i Excel-skabelonen.
- Skabelonen udregner automatisk **gennemsnittet** og **standardafvigelsen** (fejlafrvigelsen) for hver vandmængde.
- Lav et diagram: Vælg kolonnen med *Vandmængde (ml)* og kolonnen med *Gennemsnitlig distance (m)*. Indsæt et **XY-punkplot** (med kurver).
- Tilføj evt. fejlbjælker til jeres datapunkter baseret på standardafvigelsen og tendenslinje.

[+ Hent regneark](#)

2) Spørgsmål+

- Ud fra jeres graf, hvilken vandmængde var det optimale “sweet spot”? Stemte det overens med jeres hypotese?
- Forklar med fysikbegreber (Newtons 2. og 3. lov, impuls og acceleration), hvorfor raketten fløj kortere, hvis der er *for lidt* vand i, og hvorfor den fløj kortere, hvis der er *for meget* vand i.
- Kig på jeres fejlbjælker. Ved hvilke målinger var der størst usikkerhed (længst fejlbjælke)? Hvad kan der være sket i de forsøg (fejlkllder)?

3) Teori+

☐☐ Materialer+

- Vandraket (fx [Rokit](#) eller bygget af en 1.5-2 L sodavandsflaske)
- Affyringsrampe
- Cykelpumpe med trykmåler (manometer)
- Målebæger med ml
- Langt målebånd/målehjul
- Computer

☐ Lærervejledning+

Dette forsøg fokusere udelukkende på vandmængden uden datalogger (man kan evt. monterer en micro:bit i spidsen – se guide unde kreditering), men hvis man i stedet havde holdt vandmængden konstant (f.eks. på 300 ml), kunne man have undersøgt:

- **Rakettens aerodynamik/masse:** Hvordan påvirker det topfarten og distancen, hvis vi gør raketten tungere (f.eks. taper vægte fast) eller tilføjer en vindskærm?
- **Lufttrykket (Potentiel energi):** Hvad sker der med distancen, hvis vi ændrer trykket (f.eks. tester 2 bar, 3 bar og 4 bar)?
 - *Teori: Højere tryk betyder mere oplagret energi til at presse vandet ud med højere fart.*
- **Dysens diameter (kraft over tid):** Hvis man sætter indsatser i flaskehalsen for at gøre hullet mindre.
 - *Teori: En stor dyse giver voldsom acceleration i kort tid. En mindre dyse giver et lavere, men mere langvarigt skub.*

☐ Kreditering+

- <https://astra.dk/aktiviteter/hvor-meget-vand-skal-der-i-en-vandraket/>

- <https://makecode.microbit.org/courses/ucp-science/rocket-acceleration>