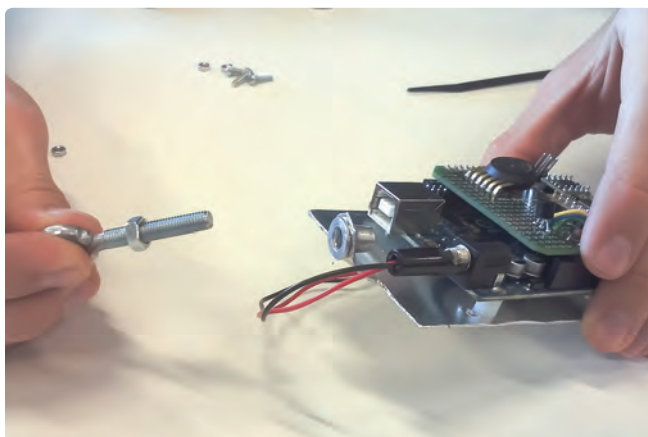


# Rumfysik i Gymnasiet

THOMAS M. AMBY, Marselisborg Gymnasium, Mads Hammerich og Søren Detlefsen, Kolding Gymnasium, AAGE ANDERSEN, Andreas Kring, Bente Jensen og Jens Jacob Thorndahl Lindballe, Silkeborg Gymnasium

Det er ikke raketvidenskab – men det ligner! Her er en mulighed for at lege med udstyr, der kan noget, og som eleverne selv har helt kontrol over, i kortere- eller længerevarende eksperimentelle forløb.

Vi har gennem de seneste måneder lavet et udvalgsarbejde for Fysiklærerforeningen med rumteknologi som omdrejningspunkt. Udvalgsarbejdet har resulteret i, at vi har produceret og samlet noget materiale, der ligger tilgængeligt på nettet.



Figur 1

En næsten færdigmonteret CanSat – der mangler næsten kun dåsen uden om og så faldskærmen.

De fleste af os er nok bekendt med de store linjer i rumteknologiens historie, dens kulturelle betydning og teknologiske landvindinger gennem det sidste halve århundrede. Og næsten

lige så mange er blevet fascineret af de muligheder, rumteknologien har ført med sig og har måske en lille drøm om og så at kunne lege med.

Udstyret, vi anvender her, er legetøj! Det er et modelfly med elastikmotor sammenlignet med en F16. En krystalmodtager sammenlignet med et radioteleskop. Det, der har gjort, at vi alligevel beskæftiger os med det, er, at en 350 grams legetøjs ”satellit” har samme funktionelle elementer som en rigtig miljøsatellit. Og, at det er et stykke teknologi, som man kan bemestre som teenager. I lighed med de to første eksempler.

At man så ydermere let kan integrere væsentlige dele af fysikpensum og samarbejdet med andre fag i forløbene, er det, der gør, at vi varmt vil anbefale mange af jer at inkludere dette i jeres fysikundervisning i gymnasiet.

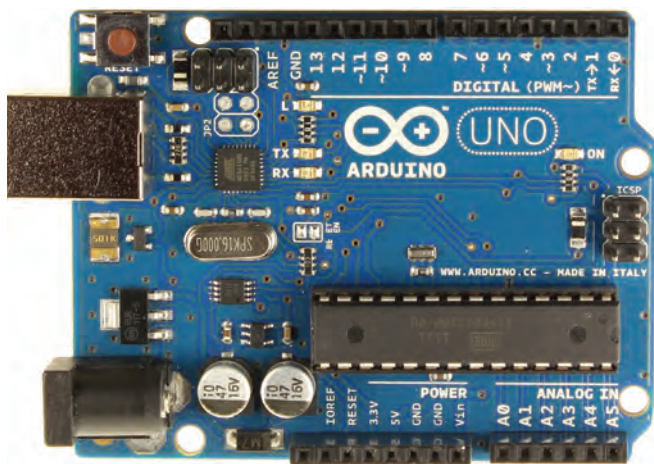
Det handler grundlæggende om en computer (mikrocontroller), som dine elever selv skal programmere og om sensorer, som eleverne selv skal tilkoble og kalibrere samt strømforsyninger, radiolink, faldskærme, der skal integreres og motorer, der skal aktiveres. Det fine er, at en række omstændigheder i tiden konvergerer og letter vores – og dit – arbejde:

- ESA har gennem nogle år støttet det såkaldte CanSat projekt med netop denne type teknologi. (Googl: ”CanSat”)
- Danske raketamatører i Danish Space Challenge, DARK og Copenhagen Suborbitals har dels tiltrukket sig en del opmærksomhed, dels deltaget i mange gymnasiesammenhænge.

- Arduino mikrocontroller-plattformen har spredt sig som en steppebrand i gør-det-selv og open-source miljøet. (Googl: "Arduino", Googl: "Lilypad")
- Universiteter som DTU og Aalborg Universitet udbyder egentlige rumsondeprojekter for deres studerende, og resourcepersoner herfra hjælper ned i gymnasieverdenen. (Googl: "AAUSAT")
- Mange danske børn har en betydelig erfaring med interaktiv teknologi gennem LEGO MindStorms og andre platforme.
- Det er ganske billigt sammenlignet med andet udstyr, der benyttes i fysikundervisningen i gymnasiet, så man for relativt få midler kan have udstyr nok til at lave undervisning i lige front.

### Arduino-UNO platformen

Arduino Uno er en open-source mikrocontroller platform, som vi har valgt at benytte som basis computerenhed. Der findes en del andre Arduinoer med større regnekraft og flere ind- og udgange, og disse kan med fordel benyttes, hvis eleverne efter et indledende forløb vil kaste sig over mere krævende udfordringer. Arduino Uno'en har 20 ben ud af chippen, hvoraf 6 kan bruges til analog spændingsmåling. Alle kan bruges som digitale indgange eller udgange. Som udgange kan de trække en betydelig strøm på 20 mA, der fx kan drive lysdioder eller trække basen på krafttransistorer. Et antal ben kan puls-bredde-moduleres til en simpel analog spændingskilde. Basisdesignet på Arduino UNO-kortet rummer desuden USB kommunikation, strømforsyning og andre hjælpefunktioner.



Figur 2  
Arduino UNO platformen: I en CanSat monteres sensorerne på et lille "shield", der passer til de fire rækker kontakter langs kanten.

Det helt særlige ved Arduino platformen er for det første dens uhyre lave indgangstærskel for programmering og anvendelse, sammen med den store fleksibilitet, som kan opnås. Der er lavet en programmeringsplatform, der kan anvendes på PC, Mac og Linux. Selve programmeringssproget er for nybegyndere

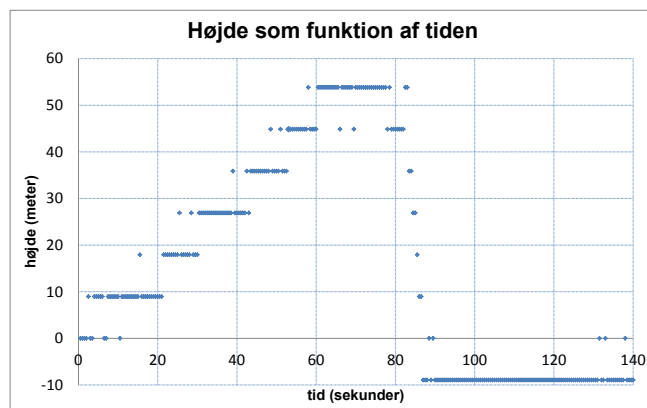
"Arduinosprog", og det er beskrevet på et eneste skærmbillede på Arduinos websted. I virkeligheden sidder man og programmerer i C, men det går først gradvist op for én. Alle essentielle rutiner er forprogrammerede, og mange andre ligger i procedurebiblioteker, man let kan integrere i sit eget program. Derudover er det særlige: Den store udbredelse af systemet og den store generøsitet, der lægges for dagen fra Arduino-samfundets side. Hvis man poster et relevant indlæg på forummet går der ikke lang tid, før man får respons. Alt er, i princippet, offentligt tilgængeligt, hvis det er lavet med Arduinos værktøjer. Fik vi sagt, at alt software er gratis, og at systemet bliver vedligeholdt!

En Arduino har som sagt udgange, der kan styres under programkontrol. Dette giver i modsætning til gængs dataopsamling mulighed for selv at programmere og handle: relæer og motorer kan styres, lamper tændes, pumper startes og stoppes, snore snoes, glødetråde glødes, fyrværkeri fyres.

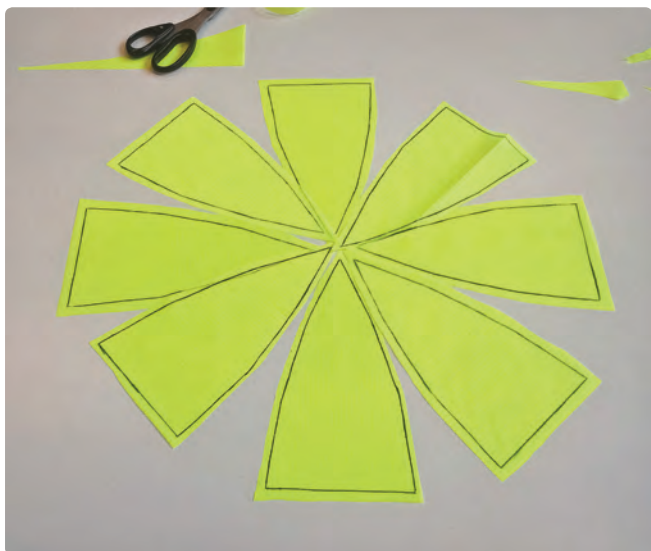
Søgeordet "Arduino" på Youtube gav her i julemåneden 112 khit, herunder de første 6 af en lang række undervisningsvideoer af Jeremy Blum, som vi har valgt at bearbejde til det elev-arduino-kursus, som du kan finde på webstedet.

### CanSat og Arduino

CanSat-ideen stammer oprindeligt fra USA. En CanSat i ESA's definition er en sonde, der skal kunne måle og radio-linke et antal parametre fra flyvningen. Det skal ske med udstyr, der kan rummes i en sodavandsdåse og veje maksimalt 350 g. Derudover skal hver CanSat have sit eget "Secondary Mission"-måleprojekt om bord. I de forløb, vi foreslår, udfoldes dette med en Arduino Uno som hjernen i satellitten. Vi er hjulpet af, at Jens Dalsgaard Nielsen fra AAU har udviklet et lille trykt kredsløb (i arduinosprog et "shield"), der kan rumme de nødvendige sensorer og som passer i kontakterne på arduino Uno-plattformen. På denne måde lettes arbejdet med elektronikken til en samling der er rigt illustreret på vores website.



Figur 3  
Et elevholds beregnede flyvehøjder baseret på temperatur- og trykmålinger foretaget af elevernes CanSat. Der er en opløsning/nøjagtighed på 9 m, hvilket skyldes tryksensorens følsomhed, og at der anvendes et 10-bit digitalt signal til læsning af trykmålingerne.



Figur 4

En faldskærm er klippet ud fra beregninger af luftmodstand og ønsket svævehastighed – Nu skal den bare sys sammen og testes med CanSat'en.

### CanSat og Arduino i didaktisk belysning

At gennemføre et CanSat projektforsøg i fysikundervisningen indebærer for eleverne (og læreren) foruden selve opgaven med at bygge funktionsdygtige satellitter også, at sensorer skal kalibreres, data fra sensorerne skal fortolkes, problemer med flyvningen skal løses. Man skal løse udfordringen i at bringe satellitten til vejrs og få den udløst deroppe samt efterfølgende analysere flyvningen. Alt dette giver materiale til, at alle elever i vores klasser kan få et interessant indblik i rumteknologiens udfordringer – selvom vi bare leger.

Bliver så et par af grupperne så engagerede og interesserede, at de ønsker større udfordringer, kan de i løbet af efteråret sammen med en lærer/vejleder ansøge om at deltage i den årlige europæiske CanSat-konkurrence, der støttes af ESA, og som i april 2013 afholdes i ESTEC i Holland. Ved konkurrencen får man en plads til sin CanSat i en raket, der skydes en kilometer op i luften, hvor CanSat'en så udløses og svæver mod jorden i faldskærm, mens man modtager måledata via radiolinket i sin CanSat. Der har de seneste år været deltagelse af et hold fra Danmark og også i 2013 er Danmark repræsenteret, denne gang med hold fra både Rønde Gymnasium og Silkeborg Gymnasium, der skal konkurrere mod 14 hold fra de øvrige europæiske lande.

Inddragelsen af CanSat/Arduino-udstyret i undervisningen kan også med fordel gøres løbende i fysikundervisningen i forbindelse med behandlingen af mange flere forskellige kernestofområder på både A- og B-niveau som fx elektriske kredsløb, tryk og temperatur/atmosfæren, kinematik i en eller to dimensioner, styring, fx termostatik, voltmetri på brændselsceller og mange andre områder.

På Silkeborg Gymnasium er Arduino Uno'en blevet benyttet med positivt resultat i flere forskellige fysikklasser, fra et kortere forløb i en fysik B-klasse, som fortsættelse/integration af et forløb om ellære til et længere CanSat forløb. At det bliver

vel modtaget hos eleverne er det følgende et eksempel på: I et lille tværfagligt forløb om op- og afladning af kapacitorer i 3.g i en matematik/fysik klasse var eleverne meget begejstrede over selv at have fuld kontrol over og indsigt i måleudstyret og opstillingen – her var der ingen "sorte bokse".

### Hvis du også vil lege med

Gå ind på webstedet [rumfysik.wikispaces.com](http://rumfysik.wikispaces.com) og kig dig omkring. Du kan også få din samlingspasser til at donere: En Arduino UNO, et breadboard, et bundt jumper wires, en servomotor, et potentiometer, en NTC- og en LDR-modstand, en tryk-sensor, nogle lysdioder og resistorer, hvis du ikke har det i samlingen, samt evt. en afstandssensor. I alt ca. 600 kr. Leverandører og bestillingsnumre kan findes under "hardware" på wiki'en. Så er du klar til at prøve de første af Jeremy Blums tutorials med tilhørende ordbog, studiespørgsmål, og studieprojekter. Samme oplevelse som det selvstudium, vi i Kolding vil udsætte vores elever for.

Hvis du hellere vil opleve dette og lære mere sammen med andre, så hold øje med LMFK's hjemmeside. Der kommer, nok, snart et kursus i Silkeborg.



Figur 5

Et par CanSat systemer kalibreres i en glasklokke, der kan "tømmes" for luft. Bemærk det lille gule radiolink med sort antenne, der transmitterer data hjem til basen.