

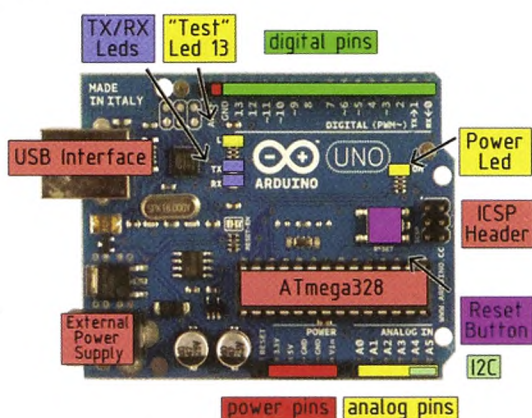
Fysik og Arduino

Af Jan Boddum Larsen, Teknisk Erhvervsskole Center, TEC, HTX-Lyngby

Denne artikel omhandler brug af mikroprocessorer i fysikundervisningen. Den vil kort omtale mikroprocessorens kodning og herefter sensorer og deres anvendelse. Til sidst vil der blive givet lidt inspiration til brug af mikroprocessoren i undervisningen. Det er ikke selve mikroprocessoren, der vil blive omtalt i denne artikel, men mere evalueringsboardet *Arduino* med en mikroprocessor på.

Indledning

Et Arduino evalueringsboard består af en lille printplade med en mikroprocessor og nogle elektroniske komponenter, der sørger for, at mikroprocessoren bliver nem at tilgå. Figur 1 viser boardet.



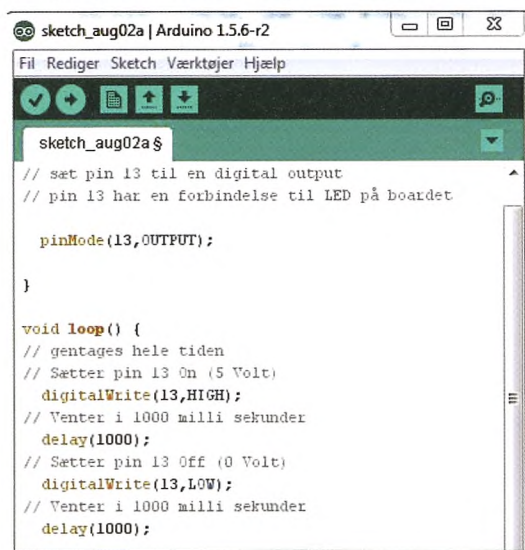
Figur 1. Arduino board.

Det ses af figuren, at der er nogle digitale og analoge pins, der kan benyttes til at læse data ind eller ud. Dette board kan man programmere via en PC. Det betyder, at der er mulighed for, at få boardet til at læse og skrive de ønskede data. I et medfølgende program skriver man noget kode, som man kompilerer (oversætter) og overfører til Arduinoen via USB-interfacet. Arduino fås i en del forskellige udgaver alt efter behovet. I det efterfølgende er det kun Arduino UNO, der er tale om. De andre typer kan benyttes på samme måde. Arduino UNO er billig og opfylder de fleste krav til brug i fysikundervisningen. Der findes en omfattende samling af add-on-prints med vidt forskellig funktionalitet.

Kodningen

For at kunne benytte Arduino er man nødt til at installere noget software og en driver på PC'en. Det kan gøres ved at gå ind på Arduinos hjemmeside [1] og følge instruktionen. På hjemmesiden findes også en del eksempler på kodning med mere, så kodningen vil kun lige blive berørt lidt her. Efter installation af software og nogle få indstillinger er man klar til at benytte Arduinoen, der bare skal tilsluttes via et USB-kabel. I det øjeblik man tilslutter USB-kablet til Arduinoen, vil denne få strøm, og hvis der er et program i hukommelsen på Arduinoen, startes det også. Første gang vil der naturligvis ikke være et program på Arduinoen.

På Arduinoen er der en intern LED (se figur 1, test LED), som man kan benytte til at teste med. Så nu vil vi prøve at få denne til at blinke. Der kodes i et C-lignende sprog, som er meget enkelt i sin syntaks. Figur 2 viser et eksempel på kode skrevet på PC'en til Arduinoen.



Figur 2. Program der får en lysdiode til at blinke.

Programmet er inddelt i to vigtige dele. Den første er "setup", som kun bliver kaldt én gang i det øjeblik man sætter strøm på eller genstarter Arduinoen. Her er det naturligt at have de ting, som kun skal kaldes én gang. Den anden er "loop" som gentager sig selv i det uendelige, når først "setup" er udført. Her kan man læse og skrive data til portene.

Mere viden om kodning kan findes på hjemmesiden [2], der også viser eksempler for opbygning af hardware.

Dataopsamling med Arduino

Man kan få tre typer sensorer (transducere)

- Type 1: opfører sig som en modstand, og modstanden ændrer sig når den påvirkes af en fysisk størrelse (fx Fotomodstand, LDR).
- Type 2: spændingen på udgangen afhænger af den fysiske størrelse (fx Temperatur, LM35).
- Type 3: digitale sensorer som sender et tal afhængigt af den fysiske størrelse (fx GPS EM-411 eller EM-406).

For at komme fra en måling af en fysisk værdi/størrelse, fx tryk, temperatur eller lysintensitet, til målingen er opsamlet og bliver vist på en PC-monitor

eller gemt på et MicroSD-kort, går man generelt igennem følgende trin:

1. Fysisk værdi
2. Sensor i elektrisk kredsløb
3. Analog til digital konvertering i Arduino
4. Display eller MicroSD

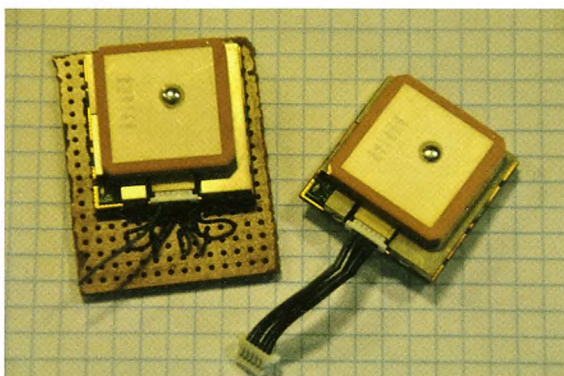
Tallene der gemmes på MicroSD-kortet, kan efterfølgende læses ind i et regneark og bearbejdes. Ofte vil der være behov for en kalibrering, da de rå målinger sjældent er et direkte udtryk for de ønskede fysiske størrelser.

Denne artikel omhandler mest dataopsamling fra analoge sensorer, men først lige et eksempel på en digital sensor, i dette tilfælde en GPS-sensor.

GPS-sensor og data

Der findes også et utal af digitale sensorer. Her er valgt kort at komme ind på GPS EM-411, se figur 3. På Arduinoen, kan GPS-data læses som en tekst.

GPS-enheden tilsluttes Arduinoen, hvor der er tre ben som skal forbindes: Spænding til spænding, jord til jord og Tx til Rx på Arduinoen. Tx står for transmit og Rx for receive. Du vil så efterfølgende kunne modtage GPS informationen på Arduinoen.



Figur 3. GPS EM-411.

Ved at udtrække den rigtige information vil man kunne opsamle mange forskellige oplysninger såsom tiden, positionen, antal satellitter mm. Positionsdata kan flyttes over i en XML-fil, og GPSVisualizer kan så indtegne ruten (figur 4).



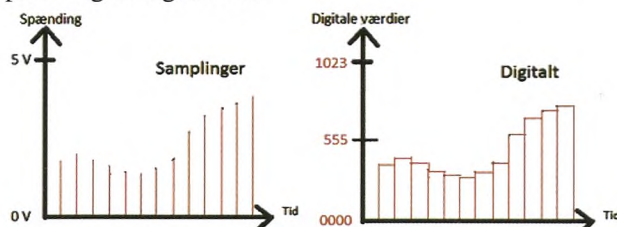
Figur 4. GPS-positionen indtegnet vha. GPSVisualizer (www.gpsvisualizer.com).

Det var meget kort om GPS. Det efterfølgende afsnit omhandler opsamling af analoge data.

Analoge Data

Arduinoen har et antal analoge indgange, se figur 1, som kan benyttes til aflæsning af en spænding. Analoge data kan komme fra mange sensorer, der måler fx tryk, temperatur, lys, afstand, lyd i en mikrofon, luftfugtighed el.lign.

Sensorerne indbygges i elektroniske kredsløb, således at udgangsspændingen varierer med den fysiske størrelse. I figur 5 er vist et eksempel, hvor en temperatur varierer med tiden og, hvordan variationen af spændingen registreres.

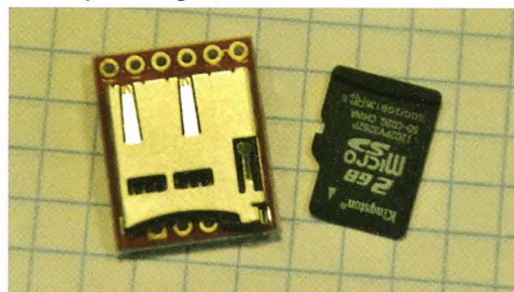


Figur 5. Venstre: Spændingen registreres ved bestemte tider. Højre: Hver registrering omsættes til en digital værdi i A/D-konverteren.

Arduinoens A/D converter omsætter et spændingsinput mellem 0 og 5 V til et heltal mellem 0 og 1023 ($2^{10}=1024$, dvs. 10 bit). En spænding måles således med en opløsning på $5 \text{ V}/1023 = 4,89 \text{ mV}$. Der er dog mulighed for at ændre på den analoge referencespænding, så det ikke nødvendigvis er 5 V, men en anden spænding, der arbejdes med.

Data kan samles op via PC'en igennem USB-porten; det er den mest enkle metode. Der er en seriel monitor i det udviklingsmiljø, der følger med softwaren. Hvis man har USB-kablet i PC'en, kan man direkte sende data til PC'en og få dem vist på skærmen.

I mange tilfælde er man interesseret i, at Arduinoen virker som et selvstændigt måleinstrument. Hvis man tilslutter et batteri (9 V) til Arduinoen og ønsker at gemme data, er man nødt til at have tilsluttet et lagermedie. Det er oplagt at benytte et microSD-kort. Her kan man benytte OpenlogDev-09530, som er en "opensource" datalogger, der kan lagre data på et microSD-kort med op til 32 Gbyte se figur 6.



Figur 6. Datalogger og microSD-kort.

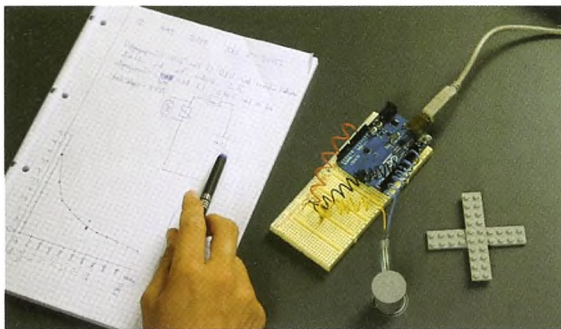
Loggeren har 6 pins:

GRN	Loggeren resettes når denne lægges lav
RXI	Serielle data skrives til Openlog
TXO	Serielle data læses fra Openlog
VCC	Forsyningsspænding (3,3-12 V)
GND	Jord 0 V
BLK	Jord 0 V

Hvis Tx på Arduino UNO er tilknyttet RXI og Rx er tilsluttet TXO, kan man skrive til Openlog ved hjælp af `print()` og `println()` kommandoen. Se mere information i databladet [3].

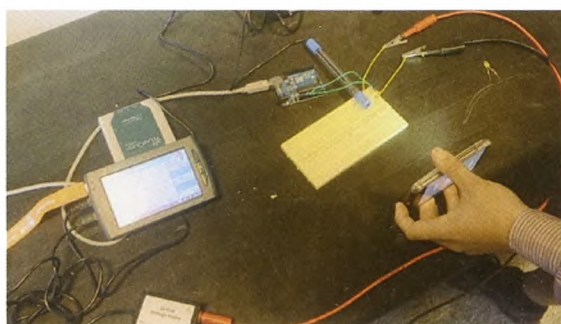
Bygning af måleinstrument med Arduino

Der er rigtig mange aspekter i at benytte Arduinoen. Den kan fint benyttes på fysik B-niveau. Her kan det fx være et måleinstrument eleverne bygger, og som kobles til en PC via USB-kablet. De vælger selv en sensor, typisk ud fra nogle der allerede er købt hjem. Det skal være en type, hvor modstanden ændres ved en fysisk påvirkning, fx af lys (LDR), temperatur (NTC og PTC), tryk, kraft eller nedbøjning. PTC-modstanden er normalt meget ikke-lineær, så den er mest egnet for de dygtige elever. På figur 7 ses en tryk- eller kraftsensor tilsluttet en Arduino.



Figur 7. Kraftsensor og Arduino anvendt i fysik B.

Først skal eleverne, ved en række fysikeksperimenter, finde ud af, hvordan karakteristikken er på modstanden. Efter de har fundet en sammenhæng mellem den fysiske størrelse og modstanden, skal de vælge en fornuftig seriemodstand og prøve at tilslutte kredsløbet til Arduinoen. Nu er der kun tilbage at omregne spændingen til den fysiske størrelse og vise den på PC-skærmen. Der vil igennem forløbet være mulighed for at komme ind på usikkerhedsberegning, måleområde, kalibrering og måleopstilling. På figur 8 udføres kalibrering af en lyssensor.



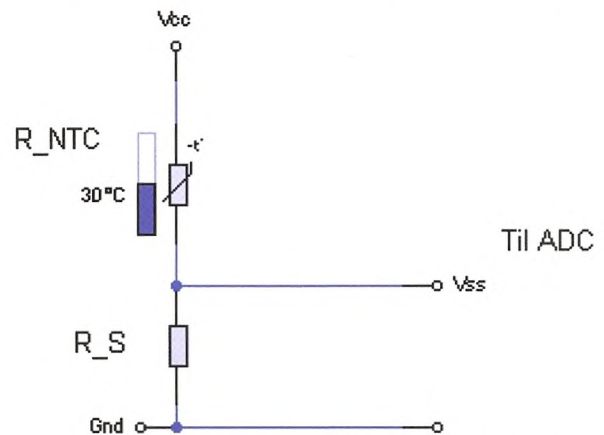
Figur 8. Kalibrering af lyssensor i fysik B.

Eksempel: En temperaturmåler

I det følgende eksempel bruges en sensor, hvis modstand afhænger af en fysisk størrelse dvs. en type 1-sensor. I eksemplet her arbejdes der med en NTC-modstand (Negative Temperature Coefficient resistor).

Dens modstand aftager med stigende temperatur. Type 1-sensorerne er rigtig gode i forbindelse med ellære, og de egner sig godt på fysik B-niveau. En sensor af denne type skal altid tilsluttes i en serieforbindelse med en anden modstand (det kan selvfølgelig gøres mere komplekst med en del mere elektronik).

I det følgende gennemgås, hvorledes man kan bygge et temperatur-måleinstrument og gennemføre de nødvendige teoretiske overvejelser. Der benyttes en NTC-modstand af typen RH16-50 k Ω . Vi ønsker, at instrumentet skal kunne måle mellem 0 og 30 °C og således, at spændingen stiger ved stigende temperatur. Det er nødvendigt at lave en spændingsdeling, da det ikke giver nogen mening bare at tilslutte sensoren mellem den analoge indgang på Arduinoen og 0 V. På figur 9 er der vist et el-diagram med NTC-modstanden tilsluttet.



Figur 9. Seriekobling med NTC-modstanden. ADC: A/D converter (Arduino).

Med denne tilslutning opnår vi, at jo mindre R_{NTC} er, desto større er spændingen V_{SS} . Ved hjælp af Ohms lov fås følgende sammenhæng (med figurens betegnelser):

$$V_{SS} = \frac{R_S}{R_{NTC} + R_S} \cdot V_{CC} \quad (1)$$

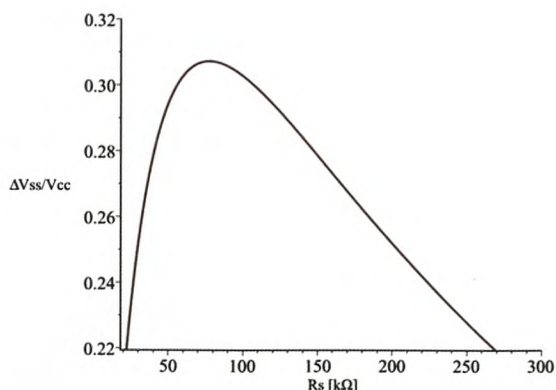
Det svære er at vælge modstanden R_S . Det ses også, at man ikke kan udnytte hele intervallet fra 0 V til forsyningsspændingen V_{CC} (5 V), med mindre NTC-modstanden kan blive 0 Ω .

Fra databladet fås følgende karakteristik for NTC-modstanden:

$$R_{NTC}(T) = (50 \text{ k}\Omega) \cdot e^{\left(\frac{3486 \text{ K}}{T} - \frac{3486}{298}\right)} \quad (2)$$

T er temperaturen i kelvin. Når temperaturen går fra 0 til 30 °C, vil NTC-modstanden gå fra $R_{NTC}(273 \text{ K}) = 146 \text{ k}\Omega$ til $R_{NTC}(303 \text{ K}) = 41 \text{ k}\Omega$, ifølge ligning (2).

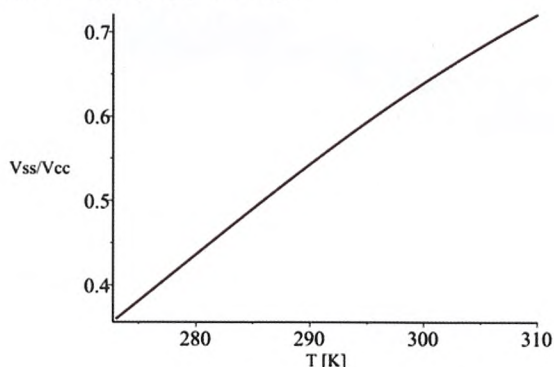
Da Arduinoen "måler" V_{SS} i skridt på ca. 5 mV, skal man nu vælge R_S således, at V_{SS} ændrer sig mest muligt mellem de to yderpunkter af temperatur. Udfra ligning (1) kan man finde forskellen $\Delta V_{SS} = V_{SS}(273 \text{ K}) - V_{SS}(303 \text{ K})$ udtrykt ved R_S . Figur 10 viser ΔV_{SS} (divideret med V_{CC}) som funktion af R_S , og man ser (af figuren eller ved beregning), at maksimum opnås omkring $R_S = 80 \text{ k}\Omega$.



Figur 10. Spændingsudsvinget ΔV_{SS} (divideret med V_{CC}) som funktion af seriemodstanden.

Med dette valg af R_S finder man fra ligning (1), at V_{SS} går fra 1,80 V ved 0 °C til 3,33 V ved 30 °C, altså en ændring på 1,53 V. Da Arduinoens spændingsopløsning (som beregnet tidligere) er 4,89 mV, bliver temperaturopløsningen $\Delta T = (30 \text{ °C}) \cdot 4,89 \text{ mV} / 1,53 \text{ V} = 0,096 \text{ °C}$.

Det kræver dog, at NTC-modstandens temperaturafhængighed opfører sig pænt imellem de to ydertemperaturer. Ved at afbilde spændingsforholdet V_{SS}/V_{CC} som funktion af temperaturen (figur 11), kan man se hvor god en linearitet der er i vores arbejdsinterval, formlerne (1) og (2) er brugt.



Figur 11. Undersøgelse af lineariteten af NTC-modstandens temperaturafhængighed.

Undersøgelse af grafen viser, at afvigelsen fra linearitet højst er 0,02, hvilket er under 5 %. Hvis man synes, at dette er godt nok, kan man opstille en ligning for temperaturen T som funktion af spændingen V_{SS} ud fra de to kendte punkter: temperaturen 0 °C svarer til spændingen 1,80 V og temperaturen 30 °C svarer til spændingen 3,33 V. Linjens ligning bliver:

$$T = (19,6 \text{ °C}) \cdot \frac{V_{SS}}{1V} - 35,3 \text{ °C} \quad (3)$$

Det kan selvfølgelig godt lade sig gøre at bygge et mere komplekst kredsløb, så man udnytter hele området fra 0 til 5 V.

Højdemåling med Arduino

I fysik A ville et forløb, hvor man samler data op på et SD-kort, være aktuelt. Man kunne lade eleverne sende Arduinoen op med en ballon (se figur 12) eller drone

og undervejs måle tryk, temperatur og registrere GPS-data. De kunne benytte data til at finde sammenhængen mellem tryk, temperatur og højde. Nedenfor er vist trykmålinger foretaget af nogle elever (op til ca. 300 m højde).

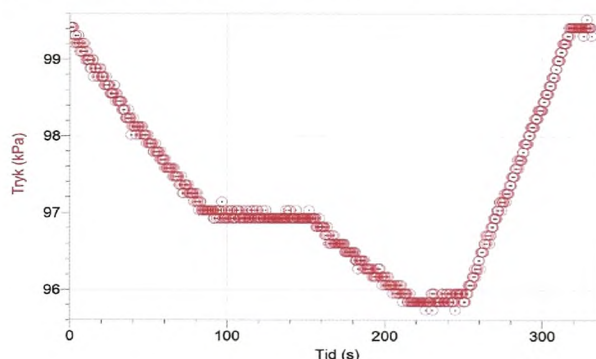


Figur 12. Opsendelse af Arduino med ballon.

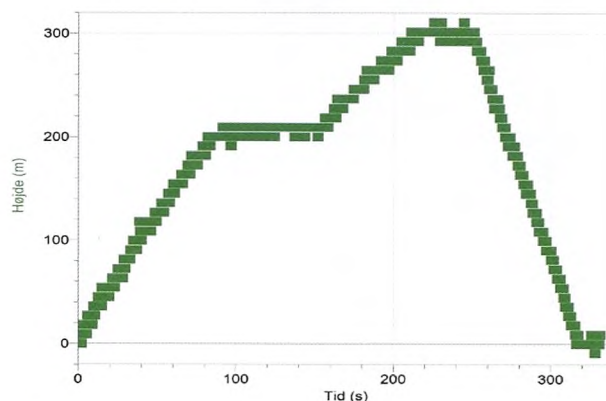
Tryksensoren skal forsynes med 5 V og giver så en udgangsspænding V_{maalt} . Ifølge sensorens datablad [8] varierer V_{maalt} lineært med trykket p efter formelen:

$$p = \frac{V_{maalt}}{0,045 \text{ V/kPa}} + 1,056 \text{ kPa} + p_{offset} \quad (4)$$

Figur 13 viser de beregnede tryk. Kalibreringen er foregået ved at måle trykket ved jordoverfladen og benytte det tilsvarende V_{maalt} til at beregne p_{offset} .



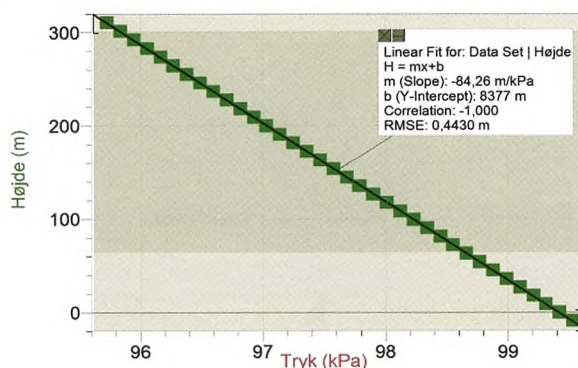
Figur 13. Målt tryk som funktion af tiden.



Figur 14. Højden som funktion af tiden.

Højden i figur 14 er beregnet ud fra formel (5). Det ses af figur 14, at ballonen kommer op i en højde på

omkring 300 m. Det passer godt med, at der var ca. 315 m snor i ballonen. Af figur 13 og 14 kan man også se "kvantiseringen" af målingerne, idet højden har en opløsning på ca. 9 m, hvilket man også kan udregne teoretisk (ikke gjort her).



Figur 15. Højden som funktion af trykket.

Højden kan findes vha. formlen (udledning er ikke gjort her):

$$h = \frac{T_1}{a} \left(\left(\frac{p}{p_1} \right)^{-aR/g_0} - 1 \right) + h_1 \quad (5)$$

Afbilder man højden som funktion af trykket (figur 15) ses noget, der ligner en ret linje, hvilket det dog ikke er.

h er højden; h_1 er starthøjden

p er trykket; p_1 er starttrykket ved højden h_1

T_1 er starttemperaturen ved højden h_1

g_0 er tyndeaccelerationen på $9,81 \text{ m/s}^2$

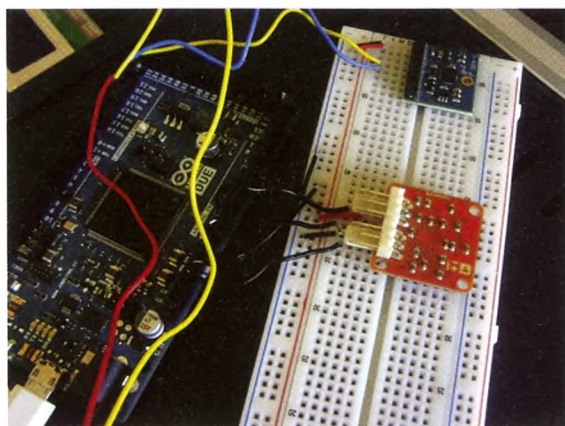
R er gaskonstanten på $287,06 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$

a er højdetemperaturgradienten på $-0,0065 \text{ K/m}$

Med disse tal bliver potensen: $-aR/g_0 = 0,19$.

Flere muligheder i fysikundervisningen

Andre eksempler på brug af Arduino i fysik A, kunne være at lade eleverne bygge en ubåd og måle trykket og sigtbarheden ned gennem vandet i en sø. Eller brug af GPS-data til måling af acceleration eller hastighed i en bil eller karrusel. GPS-data kan efterfølgende læses ind i Google Maps så man kan se ruten direkte på et kort.



Figur 16. Arduino med en digital gyro og xyz-accelerationssensor til positionsmåling.

På figur 16 er vist et forsøg, hvor nogle elever forsøgte at foretage en positionsbestemmelse ud fra en

xyz-accelerationssensor samt en digital gyro til måling af vinkelhastigheden. De så en mulighed i at lave en robotarm. Der benyttes mange sensorer omkring os, blandt andet benyttes xyz-accelerationssensoren i smartphones, tablets og kameraer til at finde ud af om billedet vender korrekt.

Det vil også være muligt at bygge en vejrstation og få eleverne til at måle temperatur, luftfugtighed, tryk, vindhastighed og nedbør over et døgn. Der er mange muligheder i fysik A, og eleverne synes det er spændende, da de kan se brugbarheden af fysikken direkte. Med andre ord kan eleverne i høj grad relatere det til deres hverdag. En vejrstation ville nemt kunne indgå i et samarbejde mellem matematik, fysik og naturgeografi. Det er tit nødvendigt at finde datablade på de forskellige sensorer, så her er angivet nogle datablade for luftfugtighed [6], temperatur [7] og tryk [8]. Det er nogle gange også nødvendigt at være innovativ, når man eksempelvis skal måle vindhastighed til vejrstationen. Det er ganske vist muligt at købe en omdrejningstæller, men eleverne er nødt til selv at bygge en mølle og ud fra mølle og omdrejningstæller udvikle et anemometer (det kan også købes færdigt, men det er ikke nær så sjovt). Det samme gælder regnmåleren og fremstilling af denne. Til en rigtig vejrstation skal man måske også have en sender og modtager samt et display. Et eksempel på en trådløs sender kan være en XBee sender/modtager [9]. Der er lidt konfiguration af XBee, men den er forholdsvis nem at benytte. Det kan så være PC'en der modtager dataene, eller det kan være en anden Arduino med Xbee. Hvis det er en anden Arduino, vil det være nødvendigt med et display til udskrivning af data. Det er altid en god idé at lave nogle små beskrivelser af display og trådløs kommunikation mm. til eleverne. Vejrstationen kan også laves transportabel med en GPS-modtager indbygget, så den kan angive sin position, uanset hvor den befinder sig. Det kan være aktuelt, hvis man i naturgeografi vil indsamle data flere forskellige steder.

Det er også oplagt at benytte Arduinoen i forbindelse med studieretningsprojektet i 3.g, hvor den meget naturligt kan indgå i fagene matematik og fysik. I matematik vil Arduinoen kunne stå for dataopsamling og -behandling. Et eksempel kunne være, at eleverne skulle undersøge afkølingen af en kop kaffe. Her vil det være oplagt, at stille en del temperatursensorer op og prøve at finde ud af, hvordan varmen kommer væk fra koppen. Der vil naturligvis også være andre muligheder, da man også kan programmere algoritmer i selve Arduinoen. Det giver mange muligheder for at foretage styring ud fra data opsamlet igennem én eller flere sensorer. Det kan være en robot, der skal følge en linje, eller en parabol, der skal følge Solen, som vist i video [4]. Kombinationen af at kunne opsamle data, og benytte disse data til at udføre en handling, er rigtig vigtig i undervisningen, da det er meget motiverende.

Det vil også være muligt, at lave et tværfagligt forløb eksempelvis sammen med samfundsfag, hvor man måske kunne få en snak om alle de sensorer der omgiver

os, og hvilke data der bliver overført til internettet. Hele debatten omkring Big Data ville man kunne integrere.

Efterhånden som man får mere erfaring, er der også mulighed for at deltage i forskellige konkurrencer som Robocup eller Cansat [10]. Cansat er en rigtig spændende konkurrence, hvor man kommer al elektronikken ned i en dåse og sender den op med ballon eller raket. Man kan erhverve sig sådanne Cansat kit forskellige steder, blandt andet arbejder AUC med dem [11].

Konklusion

Der har været fokus på Arduinoen i denne artikel. Der findes naturligvis mange andre evalueringsboard til at eksperimentere med. Arduinoen er nu min foretrukne, når det drejer sig om fysik i gymnasiet, da den er simpel at gå til og billig i indkøb. Der er rigtig meget gratis software til den, som man direkte kan benytte. De der laver udviklingssoftwaren til Arduino laver også noget software, der hedder Processing, som nemt kan benyttes til databehandling [12]. Desuden fås Arduino også i en udgave "Arduino Yún", hvor der er net-forbindelse og indbygget tilgang til microSD-kort på boardet. Ved at bruge Arduinoen i fysikundervisningen kommer man ind på rigtig mange kompetencer i fysikken såsom databehandling, usikkerhedsovervejelser samt kalibrering og ikke mindst den eksperimentelle tilgang.

Mange elever synes også det er vældigt sjovt at arbejde med Arduinoen, da det bliver en del mere nørdet, og de kan i mange tilfælde se mulighederne i at lave et produkt, som ingen andre har. Det ville nemt kunne udvikles til mange tværfaglige projekter. For at komme i gang, skal man bare købe et startersæt, som typisk indeholder en Arduino, nogle sensorer, lidt ekstra komponenter, nogle ledninger og et fumlebræt.

Desuden er der ikke så langt til fx at lave en app til en smartphone, hvor man benytter de sensorer, som er indbygget i en smartphone. Det kunne også være en mulighed at lave et forløb i det.

Besøg med klassen på Niels Bohr Institutet

Af Michael Quaade

I mange år har mange af Niels Bohr Institutets forskergrupper taget mod besøg af gymnasieklasser. Sådanne besøg, der typisk indeholder foredrag, øvelser og/eller rundvisning, giver både lidt afveksling i den daglige undervisning og et værdifuldt fagligt udbytte fordi eleverne møder forskere, der er med helt fremme ved videnskabens frontlinje.

Fra 2014 har vi sat det mere i system, så vi kan præsentere en stor del af instituttets alsidige forskning og på den måde give de besøgende klasser noget at vælge mellem. Samtidig håber vi også at kunne fordele besøgene så belastningen på hver enkelt medarbejder og forskningsgruppe mindskes.

På webadressen <http://gymnasiebesoeg.nbi.ku.dk> findes en række foredrag og øvelser for de enkelte forskningsområder – astronomi, partikelfysik mv.

Fremgangsmåden er, at en lærer eller anden kontaktperson udfylder en webbaseret formular med oplysninger om antal, klassetrin, niveau mv. Disse oplysninger sendes videre til bl.a. de undervisere på instituttet, der kan varetage det

Litteratur

- [1] Download af software til Arduinoen samt installations guide: <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>
- [2] Eksempler på kode og tilslutning af sensorer: <http://arduino.cc/en/Tutorial/HomePage>
- [3] Datasheet for Micro SD: <https://github.com/sparkfun/OpenLog/wiki/Datasheet>
- [4] Video fra en elevs SRP-projekt: <http://www.youtube.com/watch?v=CesORYluspo>
- [5] Datasheet af GPS modtageren: <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/motorola/MPX4115.pdf>
- [6] Datasheet for en luftfugtighedssensor: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Weather/SEN-09569-HIH-4030-datasheet.pdf>
- [7] Datasheet for en temperaturføler: <https://www.sparkfun.com/datasheets/DevTools/Lily-Pad/MCP9700.pdf>
- [8] Datasheet for en trykmåler: http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MPX4115.pdf
- [9] Trådløs kommunikations enhed til Arduino og PC: <http://arduino.cc/en/Guide/ArduinoXbeeShield>
- [10] Europæisk konkurrence for dåsesatellitter: <http://www.cansat.eu>
- [11] Ressource-hjemmeside af Jens Dalsgaard Nielsen på AUC til opbygning af dåsesatellitter: <http://www.control.auc.dk/~jdn/edu/cansat-kit/>
- [12] <https://www.processing.org>



Jan Boddum Larsen underviser på TEC, HTX-Lyngby, i fagene matematik, fysik, teknologi og teknikfag. Han er interesseret i rumteknologi, elektronik og 3D-teknologi og tilknyttet Center for Computerbaseret Matematikundervisning på Københavns Universitet.

ønskede foredrag eller øvelse, så de kan aftale indbyrdes hvem af dem, der kan medvirke ved den aktuelle lejlighed. Samtidig får instituttets medarbejdere kontaktoplysninger på gæsterne, så de eventuelt kan aftale om indhold mv. og der er samtidig mulighed for at aftale ændringer af tidspunkt eller lignende, som kan være nødvendigt for at gøre besøget muligt.

Samtidig starter en proces med bestilling af lokale til besøget, så vidt muligt på det sted, hvor de pågældende forskere holder til. Det kan dog ofte være nødvendigt, at flytte et besøg til en anden adresse i nærheden, hvis der ikke er ledige lokaler med tilstrækkelig plads.

Vi sørger så vidt muligt for, at der er flere medarbejdere, der kan varetage hvert enkelt emne således at det er muligt, at imødekomme ønsker selv om folk tit er på fx tjenesterejser.

Yderligere oplysninger fås hos Michael Quaade, på tlf. 2485 1378 eller e-mail mquaade@nbi.ku.dk.