

Robotter på gymnasieskemaet

– brug af robotter til faglig læring i matematik og fysik

NIELS ERIK WEGGE, OLE DÜNWEBER, LAURITZ CARLSEN, CHRISTIAN ULRIK BALSLOV, Birkerød Gymnasium

Ordet ”robot” forekommer ikke i hverken læreplan eller vejledning for matematik eller fysik i STX. Til gengæld er der efter 2017-reformen et øget fokus på at inddrage *Computational Thinking*, styring og simulering i de to fag. Hensigten synes at være, at eleverne skal dannes til et samfund, hvori det er tiltagende vigtigt at kunne navigere digitalt og mestre endnu et fremmedsprog: computerprogrammering. Som konsekvens heraf har ledelsen på Birkerød Gymnasium allerede i 2016 valgt at igangsætte et udviklingsarbejde, hvor der er blevet afsat ressourcer til, at en gruppe på fire STEM-lærere har kunnet mødes regelmæssigt og skemalagt for at lave undervisningsforløb med brug af robotter.

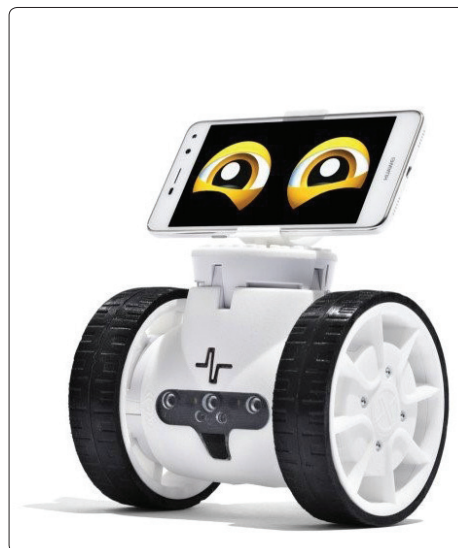
Vi valgte tidligt at benytte det robuste robotsystem Fable fra det unge danske firma *Shape Robotics*. Enhederne i dette system lader sig hurtigt klikke sammen til en brugbar robot, og på den måde kommer eleverne meget hurtigt frem til programmeringen og det faglige. Det mener vi er vigtigt, og i det hele taget er vores mantra, at hvis man introducerer robotter og programmering i matematik- og fysikundervisningen, så skal det være fordi robotterne understøtter en faglighed, man ellers skulle have brugt traditionel undervisningstid på. Eleverne arbejder altså ikke med robotter bare for sjov, men lærer matematik og fysik ved at have det sjovt med robotarbejde.

I denne artikel giver vi et par eksempler på konkrete undervisningsforløb, som vi allerede har udviklet og implementeret bredt i vores STX-undervisning. Udviklingsarbejdet på Birkerød Gymnasium fortsætter og støttes nu af Novo Nordisk Fonden over de næste tre år. I den forbindelse inviterer vi til en konference i Birkerød fredag den 29/5 2020, hvor alle interesserede gymnasielærere og -ledere er velkomne til at deltage i hands-on workshops og til at høre oplæg om brugen af robotter i undervisningen. Der er udsendt invitation til denne konference til alle landets gymnasier i januar.

Undervisningsforløb #1

Naturvidenskabeligt grundforløb, kalibrering

Robottens hjulmodul programmeres til at køre ligeud med konstant fart. Hvilken sammenhæng er der mon mellem programmeringsfarten x (som er et tal mellem 0 og 100) og den faktiske fart målt i m/s? Eleverne måler afstand og køretid ved 4–5 forskellige fartindstillinger og laver lineær regression. Dette kalibreringsforløb træner basal måleteknik, indsamling af data, proportionalitet og brug af CAS til lineær regression. Man kan også bruge forløbet til at diskutere usikkerhed med eleverne (lange kørefastande giver mere præcise måleresultater end korte). *Varighed: 1,5 time.*



Figur 1

Hjulmodul i Fable-serien fra Shape Robotics. Øjnene på den påmonterede mobiltelefon kan styres fra Fable-programmet. De er ikke strengt nødvendige for vores forløb, men eleverne kan godt lide at få ansigtsudtrykket til at skifte!

Undervisningsforløb #2

Matematik i grundforløbet, lineære funktioner

Robotarmen styres af signalet fra computerens mikrofon og fungerer på den måde som et gammeldags viserinstrument i en lydmåler: kraftig lyd = stort udslag, svag lyd = lille udslag. Det matematiske problem er her at finde en formel, der over-



Figur 2

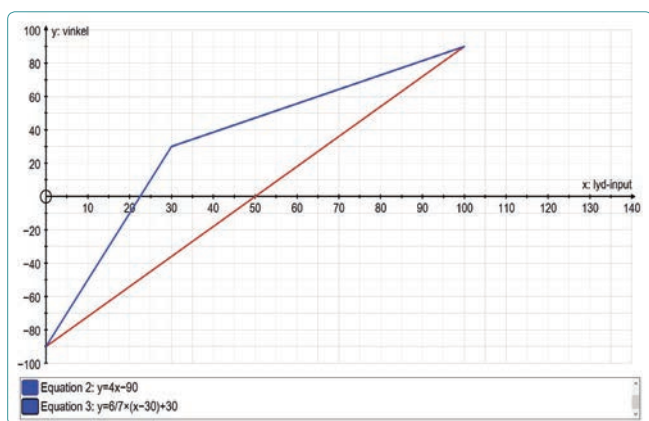
Robotarmen programmeres som viserinstrument til måling af lydstyrke. Her monteret med to arme, så robotten ligner en person.

sætter lydinputtet x med definitionsmængde $[0;100]$ til en vinkel y med værdimængde $[-90^\circ;90^\circ]$. Lydmålerens "viser" skal jo pege vandret til venstre, når der er stille, og vandret til højre når der er max larm. Forløbet træner altså matematikkens variabel- og funktionsbegreb; specielt de lineære funktioner, som eleverne har lært om i grundforløbet. Hurtige elever bliver udfordret til at programmere robotten med stykvist lineære funktioner for at give lydmåleren større følsomhed ved svage lyde, se Fig. 4.

Varighed: 2 – 3 timer.



Figur 3
Eksempel på blokprogrammering af en lineær funktion.



Figur 4
Omregning af lydinputtet (x mellem 0 og 100) til lydmålerens vinkel (y mellem -90° og 90°). Den stykvist lineære blå graf giver lydmåleren større følsomhed for lydinput mellem 0 og 30.

Undervisningsforløb #3

Fysik B, friktionskraft

Robottens hjulmodul bruges til at undersøge friktionskraft ved at trække en træklods hen ad gulvet med konstant fart. Trækraften (som jo har samme størrelse som friktionskraften, når farten er konstant) måles med en trådløs kraftmåler. Man kan undersøge friktionskraftens (μ)afhængighed af trækfarten og også etablere proportionaliteten mellem friktionskraften og normalkraften på træklodsens.

Varighed: 1,5 time.



Figur 5
Robotten trækker en træklods ved konstant fart, mens friktionskraften måles. Her vist med trådløs kraftmåler, men et almindeligt Newtonmeter kan også bruges.

Undervisningsforløb #4

Matematik A eller B, cirkler og spiraler

Robottens hjulmodul kører selvfølgelig i cirkler, når de to hjul programmeres med forskellig fart. Forløbet træner eleverne i at opstille og løse de ligninger, der kan få robotten til at køre i en cirkel med en given konstant radius og given konstant fart. Konkurrence! En udbygning af forløbet undersøger spiraler og andre parameterkurver.

Varighed 1,5 – 3 timer.

Go Direct™

Digital dataopsamling



Kompatibel med LabQuest2



Bluetooth SMART

USB

Nu over 40 trådløse sensorer - tilslut via Bluetooth eller kablet via USB

Nu kan eleverne dataopsamle direkte i felten på mobilen, iPad, tablet eller PC/Mac via Verniers gratis App Graphical Analysis 4 der findes på alle platforme. Anvendes direkte på mobilen eller som trådløs sensor til LabQuest2, som så kan deles via Wi-Fi

- Kompatibel med Vernier datalogger LabQuest2
- Gratis app: Graphical Analysis™ 4 til alle platforme
- Mulighed for datadeling - intet interface nødvendig
- Alle 40 sensorer med genopladelige batterier
- Oplades via medfølgende USB kabel eller ladestation
- ID mulig for alle sensorer via App - 5 års garanti!

Go Direct™

Centripetal kraftapparat

NYHED

Apparat til jævn cirkelbevægelse incl. vogn og lodder

Giver mulighed for undersøgelse af sammenhængen mellem centripetalkraft, vinkelhastighed, masse og radius - og få de målte data gemt via Graphical Analysis™4-appen eller trådløst til LabQuest2.

Forskellige masser kan tilføjes og monteres i forskellige radii. Systemet drives af en faldende masse og kræver således ikke motor. Anvendes sammen med GDX-FOR kraft- og accelerations-sensor!

Best.nr. GDX-CFA

BESTSELLERPRIS kr. 3.738,-

Motorkit

NYHED

Go Direct motorkit til GDX-CFA for en konstant jævn hastighed

Hastigheden kan justeres trinløs.

Kitet omfatter: Motor, beslag til fastgørelse til apparat, O-ring, strømforsyning og variabel hastighedskontrol.

Best.nr. GDX-CFA-MAK

BESTSELLERPRIS kr. 2.363,-

Inerti-moment

Vernier's Inerti-moment tilbehørssæt til Centripetalkraftapparat

Tilbehørssættet passer til de to centripetalkraftapparater CFA og GDX-CFA. Kitet omfatter: 2 skiver, 1 ring, remskive og beslag til fastgørelse til apparat m.v.

Best.nr. CFA-MIK

BESTSELLERPRIS kr. 2.238,-

Go Direct™

Kraftsensor

Go Direct kraft- og accelerations-sensor

Kraftmåleområde: +/- 0,1 N til +/- 50 N
Accelerationsmåleområde: 3 akser +/- 16g
Gyroskop: 3 akser 2000°/s

Best.nr. GDX-FOR

BESTSELLERPRIS kr. 1.195,-

Kastekanon

Go Direct™



Kastekanon til undersøgelse af skråt kast

Kan afskyde en stålkugle i en vinkel fra 0-90 grader med en max. længde 2,5m. Indbygget dobbelt fotocelle med indbyrdes afstand på 50mm.

Pneumatisk afskydning som muliggøre udgangshastighed på 0-6 m/s. Tilslutning via Bluetooth Smart til mobile enheder eller via medfølgende USB-kabel. Kan også tilsluttes trådløst til LabQuest2

Brug den gratis Vernier Graphical Analysis™4 app til at analysere data. Genopladeligt batteri og 5 års garanti.

Best.nr. GDX-PL

BESTSELLERPRIS kr. 5.613,-



NYHED

Alle priser er excl. moms og gældende indtil andet angives

skolebutik.dk

Se mere på vores webshop
www.skolebutik.dk
- eller ring 4470 4000

Familiedrevet siden 1987...



Godkendt af e-handelsfonden

Undervisningsforløb #5

Matematik A eller B, trigonometriske funktioner

Hele emnet om trigonometriske funktioner forankres her i robotterne, som inddrages til at udforske egenskaber ved sin og cos (radianer, svingninger og trigonometrisk modellering). Ud over arbejdet med robotenhederne indeholder materialet også et element med CAS-værktøjet TI-Nspire, og til sidst arbejdes med et stringent bevis, hvor eleverne skal lave en videoaflevering.

Varighed: 4 undervisningsmoduler á 1,5 time.



Figur 6
"Kør en vinkel": konkurrence om sammenhængen mellem grader og radianer

Erfaringer med robotforløbene på Birkerød Gymnasium

- Eleverne er hurtige til at fange den grundlæggende algoritmiske tankegang og til at få programmerne til at virke. Blokprogrammeringen i Fable er intuitiv og nem at arbejde med.
- Den faglige læring sker undervejs i forløbene – men bør italesættes ved en efterfølgende opsamling.
- Robotterne kan både perspektivere og understøtte gennemgåede faglige emner i tilgængeliggørelse af en ny repræsentation for eleverne, men også indlede, motivere og styre nye faglige emner.
- Eleverne er generelt begejstrede ("Det var den bedste matematiktime, jeg nogensinde har haft!").
- Robotterne kan motivere elever, der normalt ikke er så lette at motivere til at arbejde med matematik.
- I arbejdet med robotterne kommer nye sider af eleverne frem. Det viser sig også ofte, at der er et par dygtige programmører i klassen; elever som har en særlig interesse for computere og som så får mulighed for at bidrage ekstra.

- Det kræver god plads at afvikle robotforløbene – de fylder. Men det er godt for læringen, at eleverne kommer op af deres stole og ud i landskabet.
- Som med al IT skal man være forberedt på, at der kan opstå irriterende kompatibilitetsproblemer mellem robotsystemet og elevernes computere og mobiltelefoner (fx i forbindelse med systemopdateringer). I undervisningssituationen løses problemet typisk ved at man bruger en anden elevs computer.
- Vores undervisningsforløb er relativt stramt styret, men eleverne finder alligevel lynhurtigt rum til at tænke innovativt og få robotterne til "alt muligt". Fables tillægsmoduler er glimrende til at understøtte bygning af sjove robotopstillinger og på den måde er arbejdet med robotterne naturligt differentierende.

Videre udviklingsarbejde

Lige nu arbejder vi på at udvikle og implementere fysikforløb med acceleration (lineær og centripetal), med random walk og med dopplerforskydning samt matematikforløb med differentierbarhed, parameterkurver og sandsynlighedsregning. Vi skal også i gang med at bruge modulernes indbyggede sensorer (lys, farve, afstand) såvel som koblingen til mobiltelefonens sensorer (fx accelerometer og magnetfeltmåler).

Vi er overbeviste om, at der er utallige muligheder for at bruge robotterne til at motivere, understøtte og træne den fagfaglige læring i store dele af matematik- og fysikpensum (og sikkert også i andre STEM-fag). Endvidere vil robotterne kunne bruges til at træne tværfaglige og innovative kompetencer, fx i forbindelse med SRO eller SRP.

Som en del af det Novo Nordisk Fond-finansierede projekt ønsker vi nu at gennemføre en systematisk evaluering af brugen af robotter i undervisningen. Virker det virkelig? Endvidere glæder vi os til at mødes og vidensdele med kollegaer fra hele landet på vores konferencer på Birkerød Gymnasium, første gang i maj i år. Se programmet andetsteds i bladet. Velkommen!



Robotgruppen på Birkerød Gymnasium. Fra venstre: Christian Ulrik Balsløv, Ole Dünweber, Niels Erik Wegge, Lauritz Carlsen