

## KROPPEN VÅR DATALOGGING I GRUNNSKULEN



# Datalogging – ein naturleg del av naturfagundervisninga i grunnskulen

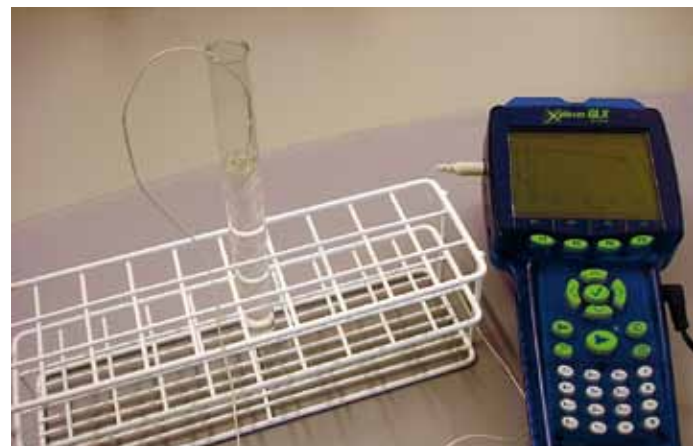
For å drive god naturfagundervisning er det viktig at læraren sjølv har kunnskap i faget på eit høveleg nivå og i alle delane av faget, ikkje minst fysikk. Ein fagkompetent lærar kan sleppe seg meir laus frå læreboka og heller nytte læreplanen som rettesnor.

Ein slik lærar har grunnlag for å vere kreativ i undervisninga si fordi han/ho kjenner seg trygg. Fagleg kreativitet og tryggleik er to vesentlege stikkord når vi skal stimulere elevane til ein meir undersøkjande læringsform – ”forskarspiren”. Det er moro å vere naturfaglærar når ein kan få mange av elevane sine til å bli faglege ”nysgjerrigperar”. I denne samanhengen er ein dataloggar og nokre passande sensorar eit flott hjelpemiddel.

Ei lita historie: For eit par år sidan, då dottera vår gjekk i femte klasse, kom eg til å spørje ho om dei gjorde målingar i naturfagtimane. Ho forstod ikkje spørsmålet mitt, så eg måtte forklare: *Brukar de termometer og målar temperatur? Brukar de vekt til å finne ut kor mykje ulike gjenstandar veiger? Brukar de målbånd og klokke til å finne fart?* Ho forstod framleis ikkje spørsmålet mitt, men så etter litt tid lyste ho opp. *Pappa, du forstår ingen ting! Måling er matematikk. Naturfag er noko anna.* Denne utsegna frå dottera vår fekk meg verkeleg til å fatte interesse for naturfagundervisning i grunnskulen. Det fekk meg også til å sjå kopling mellom matematikk og naturfag som noko naturleg som ikkje skal utsetjast til vidaregåande skule. For lærarar som underviser naturfag på mellom- og ungdomssteget bør målingar og datalogging vere ein heilt naturleg elevaktivitet.

### Dataloggaren

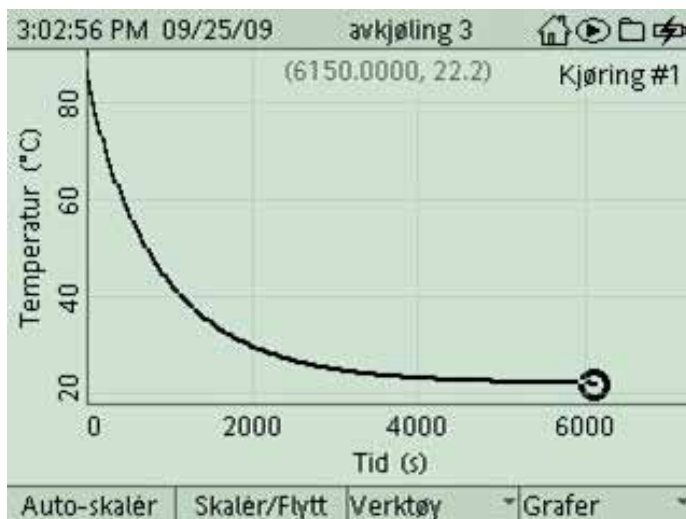
Saman med ein sensor er ein dataloggar eit måleinstrument som både kan utføre måling og lagre måleresultata i eit elektronisk minne. Sidan det finst mange ulike typar av sensorar etter kva vi er interessert i å måle, blir ein dataloggar såleis eit multimåleinstrument. Dataloggarar har eksistert om lag like lenge som den moderne datamaskina og har vore nytta i vitenskapelig og teknisk



Figur 1: Avkjøling av varmt vatn. Måling med Xplorer GLX dataloggar frå Pasco og ein temperatursensor. NB! Bruk av reagensglas gjev best resultat.

teneste i nokre tiår. Dataloggarar for skulebruk er kjenneteikna spesielt ved at dei har ein skjerm (display) som kan vise måleverdiar direkte (i sann tid), og vidare kan dei vise utvikling (ending) av ein eller fleire målte storleikar grafisk også i sann tid. Det å sjå ein graf ”sno” seg fram på skjermen mens ein målar, er fascinerande for alle. Ein dataloggar for skulebruk er også kjenneteikna ved at den er enkel å bruke. For dei fleste målingar er det berre å slå på loggaren, deretter kople til den rette sensoren, og - vips! - så er vi i gang. Vi slepp å fortelje dataloggaren kva slag sensor vi har kopla til, den ser det sjølv. Har vi lyst til å måle fleire storleikar samstundes, kan vi enkelt kople til fleire sensorar.

# KROPPEN VÅR DATALOGGING I GRUNNSKULEN

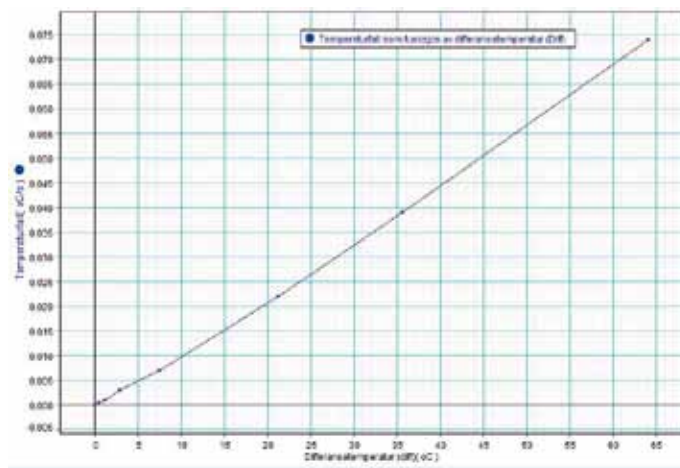


Figur 2: Skjermbildet i loggaren som viser temperaturgrafen for avkjølinga (jf oppsettet i figur 1). Målingar vart gjorde kvart 30. sekund i løpet av om lag 1 t 40 minutt (6000 sekund).

Dataloggaren kan vise alle måledata på tabellform. I grafen kan vi også få fram alle måledata ved å flytte på markøren (den vesle ringen til høgre i grafen). På biletet kan vi sjå at temperaturen i vatnet i reagensglaset etter 6 150 sekund var 22,2 °C.

Læraren kan spørje elevane i forkant om dei kan tenkje seg korleis avkjølingskurva vil sjå ut, eller i etterkant spørje om dei har noko formeining om kvifor det vart som den vart. Kvifor ikkje rettlinja graf? Læraren kan fortelje om at den berømte engelske vitskapsmannen Isaac Newton for over 200 år sidan grubla på det same. Newton lanserte hypotesen om at farten på avkjølinga – t.d. målt i °C/s – er proporsjonal med skilnaden mellom temperaturen i vatnet og temperaturen i omgjevnaden. Seinare er dette blitt ståande som Newtons avkjølingslov.

I vidaregåande skule gjer dei forsøket i fysikk og nyttar både differensiallikningar og avansert kurvetilpassing (som programvaren knytt til loggaren gjer for oss) og får at grafen samsvarar heilt med grafen til ein eksponentialfunksjon. Men kva med ungdomssteget? Dette er ikkje fagstoff der. På ungdomssteget kan vi heller ta Newton direkte på ordet. Proporsjonalitet gjev ein rettlinja graf gjennom origo – det er med i læreplanen. Av loggaren kan vi plukke ut punkt på grafen og lese av farten på avkjølinga i °C/s. Med litt handarbeid kan vi fort få fram ein slik graf på grunnlag av målingane våre.



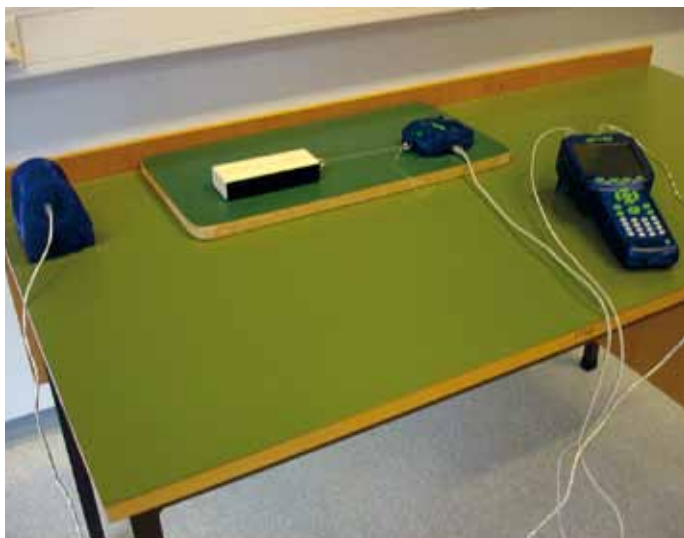
Figur 3: Graf som viser avkjølingsfart (temperaturfall) som funksjon av differansetemperaturen mellom vatnet og omgjevnaden (jf figur 1 og 2). Grafen er teikna i DataStudio, PC-programmet som høyrer til dataloggaren Xplorer GLX.

Dataloggaren kan altså utføre eit måleoppdrag for oss som består av mange einskildmålingar. Den gjer dette i det tempo vi sjølve bestemmer. Dersom sensoren er rask nok, kan vi gjere meir enn hundre målingar per sekund. Dette ville vi aldri greidd manuelt. Men vi kan også la dataloggaren måle på noko som endrar seg svært sakte. Kva om vi skal måle verdata – t.d. temperatur, trykk og vindfart – kvart femte minutt døgnet rundt i ei veke? Dette gjer loggaren for oss, og vi kan sove rolig om natta. Mange klassiske og (tilsynelatande) enkle øvingar kan også gjerast mykje betre ved hjelp av dataloggar enn med det gamle utstyret. Under er døme på ei slik øving som mange har gjort med svært vekslende resultat.

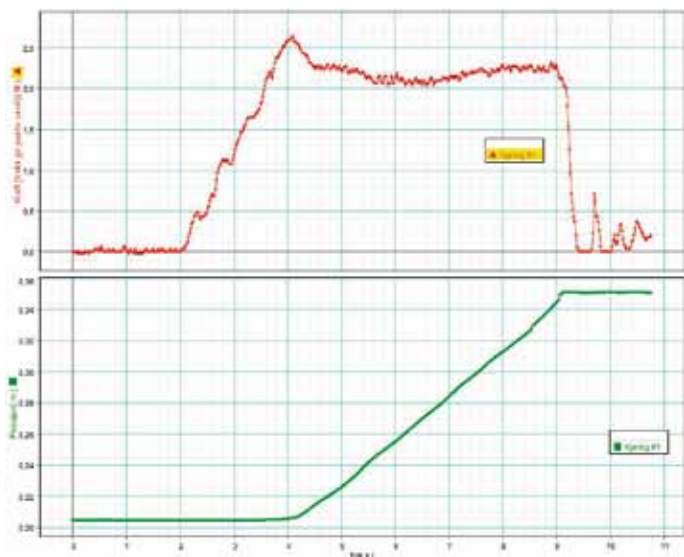
## Måling av friksjon mellom to faste lekamar

Denne øvinga var og blir enno gjort ved å dra ein trekloss med jamn fart på eit horisontalt bord ved hjelp av ei fjørvekt. Klossen beveger seg i rykk og napp same kor fint vi dreg i fjørvekta. Det er svært vanskeleg å lese av ei slik fjørvekt mens den er i rørsle og stadig viser varierende kraft. Lett er det òg å lese av feil, for kor langt er det eigentleg i Newton mellom to nabostrekar på ei fjørvekt? Under er eit oppsett for same øvinga, men no ved hjelp av ein dataloggar og to sensorar – ein kraft- og ein rørslesensor.

# KROPPEN VÅR DATALOGGING I GRUNNSKULEN



**Figur 4:** Måling av friksjon mellom trekloss og respatexplate. Kraftsensoren er festa med sytråd til klossen. Rørslesensoren målar avstanden mellom sensoren og bakre ende av klossen.



**Figur 5:** Øvste grafen viser drakrafta (friksjonen) i N (newton) som funksjon av tida i s (sekund). Nedste grafen viser avstanden mellom klossen og rørslesensoren i m (meter) som funksjon av tida.

I dialog med elevane kan vi dele opp grafen i smådelar: Kva hende dei to første sekunda? Og dei to neste? Når kom toppen på kraftgrafan, og kva hende då? Korleis finn vi glidefriksjonen? Som svar på det siste vil elevane sjølve føreslå at det må vere gjennomsnittskrafta i tida frå 4,5 til 9 sekund.

## Turtalet på ein elektromotor

Dette er eit tema i grenselandet mellom *teknologi* og *design* og *forskarspiren*. Eg tek det med for å vise kva imponerende vi enkelt kan få til ved hjelp av ein dataloggar.

Spørsmålet er: Korleis kan vi måle kor fort akslingen på ein slik motor går rundt – det vi kallar turtalet? Turtal blir ofte målt i rpm (rundar (omdreiningar) per minutt). Her gjelds det å tenkje kreativt, og det er fleire måtar å gjere dette på. La elevane gruble litt på dette. Akslingen går så fort rundt at det er heilt uråd å prøve å sjå og telje. Vi høyrer berre ein lyd som fortel oss at her er det stor fart.

Ein enkel og imponerende måte ved hjelp av dataloggaren: Vi klipper til ei sirkelrund skive av tynn papp og festar på akslingen. Ute ved kanten av skiva lagar vi eit hol eller eit hakk. Så sender vi ein smal lysstråle mot skiva der holet er. Når skiva går sakte rundt, vil vi då sjå eit lysblink kvar gong holet passerer. Aukar vi farten, greier vi ikkje å følge med lenger, men det er vi menneske som er treige, ikkje lyset. Derfor kan vi setje ein såkalla lysport over pappskiva og kople denne til dataloggaren. Loggaren tel talet på lysblink per sekund gjennom holet. Ved hjelp av kalkulatoren i dataloggaren kan vi multiplisere dette talet med 60, og så får vi turtalet i rpm rett ut på grafen.



**Figur 6:** Elektromotor for 1,5 – 4,5 V batteri, pris kr 86 hos Komet Naturfag.

# KROPPEN VÅR DATALOGGING I GRUNNSKULEN



**Figur 7: Måling av turtal på ein elektromotor.** Lysporten er den store svarte "kloa" som er festa i stativet. Den eine armen sender ut lys inn mot pappskiva, den andre armen har ein lysdetektor som fangar opp lysblinka som kjem gjennom holet i pappskiva. Den store "kassa" med hank bak er ei spenningskilde som kan gje varierende likespenning. Eit batteri og ein liten dreiemotstand er like bra.

## Kva anna kan vi nytte dataloggaren til?

Døma over viser nok at fysikk og teknologi står meg nærmast. Avhengig av kva sensorar vi kjøper er det knapt grense for kva loggaren kan måle. Utvalet av sensorar er størst til fysikk, men det finst etter kvart relativt mange til kjemi og biologi, t.d. pH, ioneselektive sensorer, colorimeter, hjerte- og pustefrekvens, O<sub>2</sub>- og CO<sub>2</sub>-sensorer, etanol.

Her er eit døme på eit enkelt lite eksperiment som inneheld både fysikk, kjemi og biologi, men som passar best å gjere på skulekjøkkenet. Når vi set ein brøddeig, veit vi at gjærcellene skaffar seg energi ved å ete sukker (karbohydrat). Avfallstoffa er mellom anna karbondioksid og etanol. Karbondioksidgassen får brøddeigen til å heve seg. I kjemien lærer vi at mange kjemiske (og biologiske) reaksjonar frigjer energi i form av varme. Bli det noko temperaturoending inne i brøddeigen når den hevar seg? Det er berre å måle.



**Figur 8: Ein ferdig heva brøddeig der deigtemperaturen har blitt logga i hevingssperioden.** Etter at temperatursensoren var nappa ut, vart brøda forma til og steikte.

## Innkjøp av dataloggingsutstyr

Dessverre er dataloggingsutstyr dyrt. Eg tilbød kurs for ein ungdomsskule og fekk til svar: *Kva skal vi med kurs i slikt når vi aldri får råd til å kjøpe det?* På ein annan skule der eg fekk halde kurs, sa dei: *Det er ikkje berre spørsmål om pengar, det er mest eit spørsmål om prioritering.* Denne siste skulen fekk med seg rektor og skulesjefen og kjøpte eit klassesett.

Fleire læremiddelfirma sel dataloggingsutstyr til skulebruk. Det finst i dag to, tre merke som dominerer marknaden. Utviklinga har vore den same som for mobiltelefonar ved at det no er komne loggarar med peikeskjerm (touch screen) i fargar. Ein må nok rekne med mellom fire og fem tusen kroner for sjølve loggaren. Så kjem sensorane i tillegg, der prisane varierer frå nokre hundre kroner opp til to-tre tusen, avhengig av kva sensorane skal måle. Det er ikkje utvikla nokon standard for sensorane enno, så ein må kjøpe dei sensorane som høyrer til den dataloggaren skulen kjøper. Det er derfor viktig bruke litt tid før ein går til innkjøp – snakk med fleire læremiddelfirma, snakk med fysikk-lærarar i vidaregåande skule. Til alle dataloggarane finst det PC-programvare som bør skaffast. Det løner seg å kjøpe skulelisens på denne programvaren slik at dette blir ein eingongskostnad.

# KROPPEN VÅR DATALOGGING I GRUNNSKULEN

Dersom skulen har rikeleg med berbare PC-ar, kan ein spare mykje pengar ved å bruke desse i staden for dataloggarar. Sensorane kan då koplatt rett til PC-en via ein spesiell adapter til ein USB-inngang. Eg skal ikkje her ta stilling til kva type som er best og kva ein skule bør kjøpe.

IKT-utstyr er høgt prioritert i den norske skulen. Naturfagutstyr har lenge vore lågt prioritert. Det er då viktig for oss naturfaglærarar å argumentere med at dataloggingsutstyr verkeleg er IKT-utstyr. Vidare er det viktig å vise til tverrfagleg bruk. Til dømes kan det koplatt til norskfaget ved rapportskriving, og til matematikk ved grafar, statistikk og enkel matematisk modellering.

## Korleis komme i gang?

Dersom du som naturfaglærar aldri har vore borti datalogging, rår eg til å få ein demonstrasjon eller eit kurs. Dersom ein samlar saman naturfaglærarane i eit område, vil eg tru læremiddel-seljarane vil komme og gje ein demonstrasjon. Det bør skipast til fleire kurs i datalogging retta mot naturfaglærarar på mellom- og ungdomssteget i grunnskulen.

Når det gjeld norsk lærarutdanning, bør bruk av dataloggingsutstyr bli ein naturleg del av naturfagundervisninga på høgskulane.

## DLIS (Datalogging i skulen eller Datalogging in Science)

Eg er med i eit 2-årig EU-prosjekt med den formelle tittelen *Datalogging as Innovative Learning Tool*. Bruksnamnet vårt er **DLIS**. Partnergruppa er sett saman av lærarutdannarar i naturfag frå Danmark, Sverige, Irland og Noreg. Målet vårt er å promotere datalogging i grunnskulen. Vi arbeidar med å utforme eit 20-timars kurs i datalogging for naturfaglærarar. Kurset vil gå over 1 - 3 månader etter kva som passar deltakarane best. I kursperioden får lærarane låne utstyr slik at dei får tid til å prøve det ut sjølv, saman med kollegaer og, ikkje minst, saman med eigne elevar. Her er nokre hovudpunkt i kurskonseptet:

- Kurset vil starte med elementær bruk av utstyret ("knotting") i enkle tilpassa øvingar. Etter kvart vil øvingane og knottinga bli meir avanserte. Lagring av data på fil og bruk av ulike hjelpeverktøy er døme på dette. Vi vil også sjå på koplinga mellom dataloggar og datamaskin. Overføring av data og grafar til rapportar (tekstdokument som Word), og målingar styrt frå PC er døme.
- Det er i kurset lagt vekt på å stimulere til ein **undersøkjande pedagogikk** (*Forskarspiren, Enquiry based Learning*). Kurset vil no gå over frå knotting til drøftingar av kva vi kan gjere med loggarutstyret og korleis vi kan utvikle våre eigne

øvingssopplegg for elevane. Spørsmål til elevane som krev *høgare ordens tenking* (jf Blooms taksonomi) er sentralt.

- I kurset vil vi prøve å utvikle ei arbeidsform etter modell av **aksjonslæring**. Korleis kan vi saman på kurset og, ikkje minst, seinare endre vår eigen undervisning for å gje elevane betre læring, og gjere undervisninga meir interessant og motiverande. **Refleksjon**, skriftleg og munnleg, om kva vi gjer, kva som verkar bra og mindre bra, er no sentralt.

Prosjektet vil bli avslutta seinhaust 2010 og vil etterlate ein prosjektrapport til EU og ei nettside med kursopplegg og framlegg til øvingar innafor dei tre utvalde felt, *energi, ver og klima og human fysiologi*. Det er ei von at det blir sett i gang kurs etter denne modellen frå våren 2011.

## Datalogging i skulen

Datalogging er nytt for dei fleste naturfaglærarar i grunnskulen. Det er ikkje eit "hokus pokus" som vil revolusjonere undervisninga til noko anna enn før. Det viktigaste er framleis den fagkompetente, gode læraren som har evna til å gjere undervisninga interessant for elevane. Det er viktig å bruke miljøet utafor skulen for å vise elevane at faget verkeleg er eit naturfag som gjev elevane opplevingar og motivasjon til å lære meir om naturen som vi alle er ein del av. For fysikken og kjemien (*fenomen og stoff* i læreplanen) er det viktig at skulen skaffar seg laboratorieutstyr slik at elevane kan få studere sentrale fenomen i naturen. Blant alt dette er dataloggingsutstyr eit moderne og lærerikt "krydder". Og som vi alle er einige om: *Biffen smakar betre med krydder enn utan*.

Lykke til!

## Fem nettlenkjer

- DLIS si offisielle nettside: [www.dlis.eu](http://www.dlis.eu) (kjem på nettet i løpet av november 2010)
- Pasco (ein stor leverandør av loggarutstyr): [www.pasco.com](http://www.pasco.com)
- Norsk importør av Pasco-utstyr er Gammadata, [www.gammadata.no](http://www.gammadata.no)
- Vernier (ein annan stor leverandør av slikt utstyr): [www.vernier.com](http://www.vernier.com)
- Norsk importør av Vernier-utstyr KPT Komet, [www.kptkomet.no](http://www.kptkomet.no)