



N

NATURFAG

www.naturfagsenteret.no

Verdensrommet

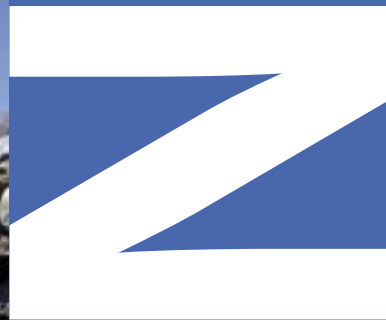


Naturfagsenteret

Nasjonalt senter for naturfag i opplæringen

Solsystemer
Universets utvikling
Planet Lofoten
Om vektløshet
Væraktiviteter

Nummer 3



NATURFAG

Innhold

Portrettet	07
En himmel full av solsystemer	10
Er Norge en stor romnasjon?	12
Universets utvikling	16
Det internasjonale året for astronomi	20
Planet Lofoten	22
Om vektløshet, månehopping og fallende fjær og hammer	24
Månen	28
astronomi.no	31
Aktiviteter om verdensrommet	32
Avstander i Vitensenteret	46
Årets Nysgjerrigper	49
Bevegelseslek i mørke	50
Kunnskap om været	52
Væraktiviteter	56
“Den unge skipsdesigneren” som prosjekt	61
Videostudier i klasserommet –PISA+	64
Stereotype kjønnsmonstre –særlig i realfag	66
Radonmålinger –noe for elever i naturfag?	69
Nasjonal digital læringsarena (NDLA)	70
Regnmakerskole	72



LEDER



NATURFAG

Utgitt av
Naturfagsenteret
(Nasjonalt senter for
naturfag i opplæringen)

Nummer 3/2007

Redaktør
Anders Isnes

Redaksjon
**Anne Lea, Siv Flåsen Almendingen,
Wenche Erlien, Jørn Nyberg og
Lise Faafeng**

Redaksjonssekretær og layout
Lise Faafeng

Adresse
Postboks 1099, Blindern 0317 OSLO

Telefon og e-post
**22 85 50 37/22 85 53 37
anders.isnes@naturfagsenteret.no
post@naturfagsenteret.no**

Grafisk mal
Irene Haldorsen Enne

Toppfeltikon
Gro Wollebæk

Trykkeri
GAN Grafisk as

Forsidefoto
Jan Wanggaard

Opplag 4000
ISSN 1504-4564

Neste nummer
kommer i april 2008
Frist for innsending 15.02.08

Kopiering fritt til skolebruk, men
forbudt i kommersiell sammenheng.

Abonnement
se www.naturfagsenteret.no

Verdensrommet

Dette nummeret av Naturfag har verdensrommet som hovedtema. Det er ikke bare fordi læreplanen i naturfag har verdensrommet som et av hovedområdene. Verdensrommet opptar mange unge, ja kanskje de fleste av oss. Det er noe fascinerende og mystisk ved det. Menneskenes modeller for hvordan den store verden er "skrudd sammen" har endret seg opp gjennom historien, og det er en spennende fortelling. Det er mange uavklarte spørsmål i forhold til verdensrommet, slik Øyvind Grøn skriver i sin artikkel "Universets utvikling" i dette nummeret: *Et kosmisk osean av ukjent energi har åpenbart seg for oss. Den synlige materien som har samlet seg i skinnende stjerner er bare toppen av "isfjellet". Vi vet ikke hva universet består av. Aldri før har vi visst at det er så mye vi ikke vet!* Dette er et spennende perspektiv på naturvitenskapen som jeg mener elever bør få del i.

Jeg vil også lede oppmerksomheten til noen sider i dette nummeret der vi har tatt med en tidsakse over romfartshistorien. Den starter på side 24. Naturfagsenteret har forsøkt å legge til rette for gode aktiviteter og animasjoner på naturfag.no. Noen av disse læringsressursene har vi omtalt nærmere i dette nummeret. Vi tar gjerne i mot synspunkter på disse aktivitetene og forslag til andre ressurser lærere trenger for å få til spennende og god undervisning om verdensrommet.

Faglige krav for tilsetning på ungdomstrinnet

I høst har Utdanningsdirektoratet og Kunnskapsdepartementet kommet med innspill til skjerpete krav for fast tilsetning av lærere på ungdomstrinnet. Høringsutkastet foreslår at det blir stilt krav om ett års utdanning for nytilsetning i fagene norsk, engelsk og matematikk. Dette forslaget hilser vi velkommen. Riktignok sier departementet i sitt høringsbrev at dette er starten på skjerpete krav til kompetanse for tilsetning, men stiller oss undrende til at dette ikke allerede nå også gjelder



fagene samfunnsfag og naturfag. Naturfagsenteret har i sin høringsuttalelse pekt på at samfunnsfag og naturfag er meget sammensatte fag. Samfunnsfag består blant annet av studiefagene geografi, samfunnskunnskap og historie. Naturfag henter kunnskap fra studiefagene biologi, fysikk, kjemi og geologi. Dette gjør disse fagene meget krevende å undervise i. Det er viktig med god faglig og didaktisk kompetanse for å gjøre fagene spennende og interessante for elevene. Hva departementet endelig bestemmer, vil uansett gi sterke signaler til lærerutdanningene og til lærerstudentene om hvordan de bør komponere sine fagsammensetninger når de velger fag i lærerutdanningen.

Ny lærerutdanning for grunnskolen

Lærerutdanningen i Norge har vært gjennom mange endringer de siste 30-40 årene, både i omfang og i innhold. Dette er nærmere omtalt i NOKUT-rapporten om evaluering av lærerutdanningen. Sentrale spørsmål har vært: Hvor lang skal utdanningen være? Hva skal være obligatorisk for alle, det vil si hva skal utgjøre kjernen i utdanningen? Hvilken valgfrihet skal studentene ha? Hvor dypt skal studentene gå i fagene? Hvor bredt fagspekter bør de ha for å gjennomføre det samfunnsoppdrag skolen har?

Vår forrige kunnskapsminister, Øystein Djupedal, bestilte våren 2007 innspill fra noen personer og organisasjoner om ny lærerutdanning tilpasset grunnskolens behov – modeller for differensiering mot fag og nivå. Han ga et oppdrag til fem personer og noen utvalgte interesseorganisasjoner som hver for seg skulle gi råd om en ny utdanning for grunnskolelærere¹.

Undertegnede var en av personene som leverte en innstilling. Mitt utgangspunkt har vært å styrke den faglige siden ved lærerutdanningen og å forsøke å bøte på de svake sidene som NOKUT-evalueringen viste. Ut fra de krav som i dag stilles til lærere mht didaktisk, fagdidaktisk og faglig innsikt i Kunnskapsløftet, mener jeg at lærere som underviser fra og med 5. trinn og oppover til 10. trinn bør ha faglig fordypning på minst ett år. Læreplanverket forutsetter at lærere metodisk og innholdsmessig skal være i stand til å lese og tolke kompetansemål og ut fra disse gjøre valg av metode og innhold. Dessuten skal stoff og metode tilpasses elevenes ulike forutsetninger.

NOKUT-evalueringen peker på at lærerutdanningen er for lite forankret i skolen og skolens fag. Det er viktig at studenter utvikler en kompetanse som bidrar til å forstå og implementere den rådende læreplanen og det rådende læreplanverket. Hvis ikke dette gjøres eksplisitt, vil studentene ikke se relevansen for skolehverdagen. Men samtidig må studentene utvikle en kompetanse som gir dem bærekraft til å møte endringer, fordi de kommer til å måtte forholde seg til både endringer og nye læreplaner i sin yrkeskarriere. En slik lærerutdanning vil jeg kalle en robust lærerutdanning, en utdanning som beforder endrings- og utviklingskompetanse.

¹Alle innstillingene foreligger som offentlige dokumenter på nettstedet til Kunnskapsdepartementet. Dere kan finne dokumentene på www.kd.dep.no ved å søke etter *Lærerutdanning for grunnskolens behov*.

Pedagogikkfaget tar opp helt sentrale sider ved det å lære og undervise, barn og unges utvikling på ulike områder, skolens plass i samfunnet etc. Samtidig vet vi at pedagogikk som fag også har sin egen fagforståelse. Det er forskjell på å stille spørsmål om hvilket innhold faget pedagogikk skal ha i lærerutdanningen ut fra fagets egen forståelse og hvilket innhold faget bør ha for best mulig å ruste studentene til skolearbeidet. Det viktige spørsmålet for meg er hvordan pedagogikkfaget kan bidra til utvikling av den profesjonelle lærer, altså på profesjonens premisser. Ved å rette søkelyset mot hva som er viktig felleskunnskap for en lærerstudent, uavhengig av fag og nivå, mener jeg det kan være nyttig å bruke betegnelsen profesjonskunnskap eller profesjonsfag. Det blir riktignok en stor sekk med ulike kunnskaps-elementer, hvorav pedagogikk er en viktig del. Når man i Finland har et omfattende pedagogikkfag som fellesfag, inneholder det nettopp flere kunnskapsområder som går langt ut over pedagogikkens område. Ved å bruke betegnelsen profesjonskunnskap eller profesjonsfag, relaterer vi det ikke til et studiefag eller forskningsfelt ved høyere utdanningsinstitusjoner.

Norge trenger en ny lærerutdanning som gir større rom for faglig fordyping og fagdidaktisk refleksjon. Mitt håp er at en slik lærerutdanning vil bli realisert i nær framtid. Det er viktig for naturfagenes framtid at vi får en mer solid faglig og didaktisk skolering av lærere.



Anders Isnes



PORTRETET EIRIK NEWTH

Allsidig nerd og stolt av det!



Eirik Newth har hovedfag i teoretisk astrofysikk fra Universitetet i Oslo, 1989. Jeg traff ham første gang som foreleser på et kurs i astronomi for lærere. Han sto fram som en sjeldent engasjert formidler og dyktig popularisator av et spennende, men for mange vanskelig fagstoff. Ikke lenge etter kom han med sin første bok. Det var en praktisk håndbok om stjerner og stjernebilder og litt om universet rundt oss. Boka er lettlest, godt tilrettlagt og er oversatt til en rekke språk. Men det var hans neste bok som ble tildelt en pris; ”Sola – vår egne stjerne” ga ham i 1995 Kulturdepartementets pris for beste norske fagbok for barn.

PORTRETET EIRIK NEWTH

Eirik Newth snakker gjerne om sin interesse for formidling.

-Jeg er tredje generasjons forfatter. Jeg har tre generasjoner av profesjonelle fortellere i familien. Etter at jeg hadde tatt mitt hovedfag, skjønte jeg raskt at jeg kunne bruke fagstoffet til å bli en god forteller. Jeg regner meg som historieforteller, min fortelling er blant annet om universets tilblivelse, om stjerner og om forskjellige temaer knyttet til naturvitenskapen.

-Fra lesing av engelsk litteratur hadde jeg en forståelse av at formidling var stort, så jeg regnet med at det ville det bli her i landet også. Det var jo riktig. "Se opp! - på vår egen stjernehimmel" kom i 1992. Den kom på et lite forlag, fordi det var liten interesse for dette fagfeltet blant de store forlagene. Dette har endret seg. "Jakten på sannheten – vitenskapens historie" kom ut i 1996 og selger fremdeles. Det er den av mine bøker som har nådd ut til flest andre land. I løpet av de siste 15 år er holdningen til formidling snudd helt på hodet, og nå er både aviser, NRK og forlag interessert i formidling. Allerede da jeg hadde skrevet "Se opp!" skjønte jeg at jeg måtte ha flere bein å stå på. Jeg er opptatt av informasjonskompetanse og arbeider som oversetter, med litteraturformidling og mye med historie og vitenskapsfilosofi.

Aldri fast jobb!

-Du er frilanser og har aldri hatt fast jobb. Var det et bevisst valg?

-Jeg er vokst opp med foreldre som bare sporadisk har hatt fast arbeid. Det lå nært for meg å bli frilanser. Universitetet kunne jo vært et naturlig utgangspunkt for å starte med formidling, men på den tiden var det ikke så aktuelt. Jeg vurderte læreryrket, men heller ikke der var min fagkompetanse etterspurt på den tiden. Jeg begynte med foredrag, og etter kort tid ble det stor respons fra skolen. I dag er jeg så vant til å være frilanse at jeg ikke kan tenke meg noe annet.

-Fordi jeg ikke er knyttet til en institusjon, må jeg arbeide bredt. Jeg kan ikke bare holde foredrag om astronomi. Det jeg gjør nå er å ta på meg oppdrag hvor jeg forteller mange historier. Jeg snakker mye om fremtiden. Jeg arbeider med temaer som kan være vanskelige, etisk problematiske eller skremmende. De store drivkreftene som virker i vår tid, hva de gjør med oss og hvordan de kommer til å virke i fremtiden. Jeg snakker om miljøet, befolkningseksplosjonen, miljøødeleggelse og teknologien som utvikler seg ekstremt rask. Alt dette er prosesser som kommer til å fortsette framover. Jeg trekker opp ulike perspektiver på hvordan Norge kommer til å være i verden.



Noenhusker sikkert Eirik Newth fra fotballkampen mellom "Nerdene" og "Tufta" på fjernsynet for en tid siden.

Aktive dager

Eirik Newth forteller at han skriver bøker og artikler, samtidig som han reiser land og strand rundt med foredrag og kurs. En uke kan spenne fra det å holde foredrag i Kirkenes i en kinosal full av ungdomskoleelever til å foredra det samme temaet, men tilrettelagt for en mindre gruppe pensjonister. Temaet var Norge i 2050.

-Ja, men jeg bruker andre eksempler for pensjonister, og jeg legger vekt på positive fremtidsvisjoner. Vi mangler et fremtidsforskermiljø i Norge og en bevissthet om hvordan vi kan forholde oss til valg og å kunne påvirke utviklingen. Vi mennesker er ekstremt tilpasningsdyktige, men kanskje må vi tenke helt annerledes enn i dag? En saftig vegetarburger smaker ikke noe dårligere enn en kjøttburger, men sparer masse ressurser. Den teknologiske utviklingen kan bremses, men det betyr ikke at det blir dårligere livskvalitet av den grunn. Vi har for eksempel allerede teknologiske løsninger som hurtigtog som kan erstatte flyreiser. Får vi en krise, så betyr det ikke nødvendigvis at samfunnet går under, men at nå må vi gjøre noe. Kanskje får vi i fremtiden et lite plastkort som minner om rasjoneringskortene under og etter krigen, og som holder regnskap med hvor mye vi har lov til å bruke. Vil du reise til Syden, så kan det hende du får beskjed om at, nei dette kan ikke du gjøre nå, for du har allerede brukt mye. Mangelsamfunn trenger ikke være dårlig samfunn.

PORTRETTET EIRIK NEWTH

Læreboka og formidling

Vi kommer inn på lærebokas stilling framover.

-Jeg er veldig glad jeg ikke skriver lærebøker for tiden. Jeg har en følelse av at vi går inn i siste runde med lærebøker. Skolen har ikke råd til å være et lukket reservat for boka. Vi kommer til å gå inn i en tid med stadig flere digitale læremidler. Denne tendensen er tydelig i samfunnet ellers. Boka som medium kommer til å eksistere, men mer som et skjønnlitterært nisjeprodukt. Mitt kjernestoff ligger allerede tilgjengelig på web. Vi går fra et enkildesamfunn med papirbasert informasjon til et digitalt flerkildesamfunn, og dette krever en mye større kompetanse av brukerne. Vevforfatterne har tiden og teknologien på sin side, tekstene deres er langt mer tilgjengelige enn tekst på papir. De er som regel gratis og formidles gjennom stadig flere kanaler. Tilpassing til ny medieteknologi handler i stor grad om å akseptere det uunngåelige.

Samtalen dreier seg mot hvordan hans interesse for astronomi ble skapt.



Eirik Newth spiller på mange strenger. I tillegg til sitt faglige engasjement har han som mål å mestre tango en vakker dag, noe han viste som deltaker i "Skal vi danse" høsten 2006. Han er også en hyppig brukt kommentator i radio og TV og er programleder for radioprogrammet "Superstreng". Neste artikkel i dette nummeret av Naturfag er signert av han.

-Det var TV og Apollolandingene! Jeg var 5 år da jeg så de uklare bildene på TV fra den første månelandingen. Jeg har barnetegninger fra denne tiden der jeg har tegnet Apollo, romskipet og mennene. Interessen startet der, men den spredde seg raskt til andre naturvitenskaper også. Jeg leste for eksempel mye marinbiologi en tid. Jeg leste også masse historie som kommer meg til nytte nå. Jeg har aldri vært en så hardcore naturfagnerd som jeg ynder å gi inntrykk av. Men det hender at formidlingen trenger det. Norsk forskning trenger personer som er tydelige på det de kan og som kan nå frem til barn og unge, og det er noe av det viktigste.

Spørsmålet om hvordan vi kan vinne unge for naturvitenskap i dag dukker opp.

-Vi må begynne med undring, opplevelser, aktiviteter og filosofering. Men å gå fra opplevelse til forståelse er ikke bare lett. Astronomi er som all annen vitenskap. Det kan bli et stort sprik mellom det du faktisk kan se og det du leser om. For eksempel er den fantastiske orion-tåken, slik vi ser den på fotografier i alle regnbuens farger, bare en svak grønn flekk når vi betrakter den med øye. Og aktiviteter kan bli vanskelig. Veien fra opplevelse til læring kan være en tung vei å gå. Kunnskap og innsikt i hvordan forskning foregår er en vanskelig jobb, men også en spennende historie.

Vi spør hvilken bok som er den siste han har lest.

-Det var faktisk en e-bok på mobiltelefonen. Det var en bok fra 50-tallet som heter "Space prison", en science fiction roman. Jeg hører mye på podcast og får mye av informasjonen min der. For eksempel hørte jeg nettopp et foredrag om fremveksten av kompleksitet i verden. Dette synes jeg er veldig spennende, og jeg liker å mate hjernen med slikt hele tiden.

Han får spørsmål om sitt allsidige samfunnsengasjement.

-Jeg har nerdete trekk, men jeg har fått med meg mye samfunnsengasjement fra foreldrene mine. Jeg melder meg alltid frivillig til verv og er politisk engasjert. Jeg hører til dem som tror det finnes politiske løsninger.

EN HIMMEL FULL AV SOLSYSTEMER



En himmel full av solsystemer

Har du først akseptert at jorda er en av flere kloder som går rundt sola, og at sola er en stjerne, så følger det naturlig at andre av stjernene på himmelen også kan ha kloder rundt seg.

Enkelte greske filosofer lekte med tanken på et univers fullt av det vi nå kaller ekstrasolare planeter. Den italienske filosofen Giordano Bruno populariserte ideen for et lesende publikum sent på 1500-tallet, og i århundrene som fulgte vant den gradvis allmen aksept. Men aksept er ikke det samme som bevis. Og hypotesen om solsystemer hinsides vårt eget er den av hypotesene det har tatt lengst tid å verifisere, fordi planeter ”lyser” så mye svakere enn sine moderstjerner.

Når det reflekterte lyset fra planeten er som et stearinlys tett innpå en lyskaster, må man bruke andre metoder. Siden midten av 1800-tallet har astronomer forsøkt å finne ekstrasolare planeter indirekte, ved å se etter tegn til påvirkning fra planetenes tyngdekraft. Prinsippet er enkelt: Liksom sola drar i planetene, trekker de i sola. Resultatet er at sola rugger på seg. Ikke mye - jorda får sola til å flytte seg en desimeter eller så - men det er nok til at dette i teorien kan måles.

Radialhastighetsmetoden

I praksis var det svært vanskelig å måle så små stjernebevegelser, og det var først i 1995 at det endelige gjennombruddet kom. Da publiserte sveitserne Michel Mayor og Didier Queloz en studie som viste at den solliknende stjerne 51 Pegasi hadde en planet i bane rundt seg. De to astronomene hadde studert fargespekteret til stjernen, og registrert små og regelmessige forskyvninger av de mørke linjene i spekteret.

Den eneste fornuftige forklaringen på forskyvningene var at et usett objekt gikk i bane rundt stjernen. Når objektets tyngdekraft trakk stjernen mot oss eller bort fra oss, fikk stjernen en hastighet (kalt radialhastigheten) som kunne leses av i spektrallinjene. Hastighetsforskyvning av spektrallinjer brukes også til å måle universets alder, men i dette tilfellet gjorde den det mulig å regne ut vekt, omløpstid og temperatur på objektet.



En gigantisk interstellar sky, hvor nye solsystemer dannes. Foto: NASA

EN HIMMEL FULL AV SOLSYSTEMER

Det viste seg å være en ekstrasolar planet. Den fikk navnet 51 Pegasi B. Planeten veier det halve av kjempeplanet Jupiter. Den bruker bare 4,3 dager på å gå rundt sin stjerne (Jupiter bruker nesten 12 år), så den går så kloss innpå sin egen stjerne at temperaturen på overflaten kommer opp i 1200 °C. Andre forskere kunne snart bekrefte planetens eksistens, og tok i bruk samme metode til å oppdage nye "eksoplaneter" ved andre stjerner. Begrensningene var kjent fra første stund: Siden tyngdekraften avtar med masse og avstand, fungerer radialhastighetsmetoden best på store, stjernene nære planeter. Den gir oss bare et minimumstall for planetens masse, og fungerer dårlig når man kommer langt bort fra solas nabolag.

Det skjeve utvalget er årsaken til at varme, Jupiterliknende legerer dominerer blant de mer enn 250 eksoplanetene som er funnet i skrivende stund. Heldigvis har astronomene de senere årene utviklet en rekke andre søketeknikker.

Passasjemetoden

Alle som var vitne til Venuspassasjen i 2004, forstår prinsippet bak passasjemetoden: Når en planet passerer foran en stjerne, vil vi observere en liten nedgang i lysstyrken. For oss er stjernene lyspunkter, så det skal endel til for at en liten planet skal ha en bane som får den til passere foran stjernen. Men til gjengjeld er det relativt enkelt å måle lysstyrken til svært mange stjerner på én gang med automatiske teleskoper.

Dette er en av målsetningene for romteleskopet Corot, som ble skutt opp i desember 2006. Det følger variasjonene i lysstyrken til 120 000 stjerner, og man forventer å finne mange Jupiterliknende planeter. Forskerne bak Corot regner også med å fange opp noen titalls mindre planeter, og håpet er at det blant disse vil det være en håndfull kloder på størrelse med jorda, som går i bane rundt en stjerne som likner sola, og som har en overflatetemperatur som tillater flytende vann. Astronomisk sett er alle planeter interessante, men for vitenskapen forøvrig og folk flest vil funnet av en slik planet, som kan ha grunnlag for liv, være den helt store sensasjonen.

På jakt etter liv

Sannsynligvis er det romteleskopet Kepler, som etter planen skal opp i 2009, som vil gjøre de første sikre observasjonene av jordliknende planeter. Kepler vil måle lysstyrken til titusenvsvis av stjerner med langt større presisjon enn Corot. Men heller ikke dette teleskopet vil være i stand til å studere planetene direkte. Den oppgaven må overlates til Terrestrial Planet Finder (TPF), som er på et svært tidlig planleggingsstadium i NASA. Om TPF,

eller det europeiske motstykket Darwin, blir sendt opp i rommet i løpet av et tiår eller to, er målet å fange opp spekteret til jordliknende planeter. De forsvinnende svake spektrallinjene fra en jordliknende planet ved en annen stjerne kan avsløre forbløffende mye: Lengden på dag og natt, årstidsvariasjoner, fordelingen av landmasser og hav og - viktigst av alt - livstegn som oksygen og metan i atmosfæren, eller klorofyll på overflaten.

Den første reaksjonen på et slikt funn vil være begeistring, raskt fulgt av frustrasjon. Det er simpelthen ikke mulig å se for seg et teleskop ved jorda som er i stand til å ta nærbilder av liv på ekstrasolare planeter. Ønsker vi å studere det i detalj, må vi reise dit. Men teknologien som trengs for å sende en romsonde til stjernene er på science fiction-stadiet, og få tror at den har en sjanse til å være på plass før langt ute i det 22. århundre. Det kan bli svært lenge å vente på de første portrettene av ekte romvesener.

Kilder

På dette feltet går utviklingen så raskt at papirbaserte informasjonskilder ikke duger. Her er noen gode nettressurser:

- exoplanet.eu
- exoplanets.org

På 1970-tallet mente amerikanske astronomer at de hadde observert ørsmå endringer i posisjonen til Barnards stjerne, en av solas nærmeste naboer. Så sikre var man at forfatterne Jon Bing og Tor Åge Bringsværd i 1978 gjorde en planet rundt stjernen til målet for stjerneskippet "Marco Polo" i Norges første science fiction-serie, "Blindpassasjer". Dessverre var senere observatører ikke i stand til å gjenfinne bevegelsen, og muligheten for Bing og Bringsværd's hypotetiske planet "Rossum" forsvant.

Planetene Gliese 581 c, som går i bane rundt en rød dvergstjerne i stjernebildet Vekten, viser hvor nær vi nå er å finne en jordliknende planet. Planeten er antakelig en halv gang større enn Jorda, veier fem ganger mer og kan ha en overflatetemperatur på mellom 0 °C og 40 °C. Det som gjør liv på denne kloden lite sannsynlig, er de kraftige eksplosjonene som er vanlige på røde dvergstjerner.

NORGE EN STOR ROMNASJON?



Er Norge en stor romnasjon?

Romvirksomhet er ikke bare et spørsmål om tapre astronauter og spennende astronomi. Nytteaspektet ved utnyttelsen av rommet blir stadig mer fremtredende. Norge er et lite, men viktig romland på toppen av verden, og vår visjon er å utnytte rommet bedre enn de fleste andre land.

Norge har lang tradisjon som romnasjon - mye grunnet vår nordlige beliggenhet. Kristian Birkelands berømte Terrella-eksperiment, der han i 1896 laget kunstig nordlys, var starten på moderne romvirksomhet. Han forsto at det var sola som er årsaken til nordlyset og at den vekselvirker med jordas magnetfelt og atmosfære. Nordlys- og solforskning gav startskuddet for byggingen av Andøya rakettskytefelt der den første forskningsraketten ble skutt opp i 1962. Forskere fra en rekke land bruker Andøya rakettskytefelt til å utforske nordlyset og til studier av atmosfæren.

Norske faggrupper sentrale

Norge har utviklet en av de sterkeste forskningsgruppene innen solforskning. Solobservatoriet på Harestua nord for Oslo ble åpnet i 1957, men i dag utføres solobservasjoner fra store internasjonale observatorier og fra rommet. Norske forskere var delaktige i et solteleskop på romfergen Challenger i 1985. Senere ble disse forskerne sentrale i det store SOHO-prosjektet, en stor solsatellitt som ble skutt opp i 1995. Dette var et samarbeid mellom ESA og NASA der norsk industri leverte varer og tjenester for 60 millioner kroner. I seks år var nestlederen i prosjektet norsk. I dag er norske fagfolk helt sentrale i den japanske solsatellitten Hinode der vi bidrar med nedlesing av data på Svalbard og et datasenter ved Universitetet i Oslo.



Illustrasjon av romsonden Cassini/Huygens som ble sendt ut for å utforske Saturn der den europeiske landingsmodulen Huygens ble sluppet ned for å lande på den mystiske månen Titan. Cassini kretser fremdeles rundt Saturn. Foto:ESA/JPL.

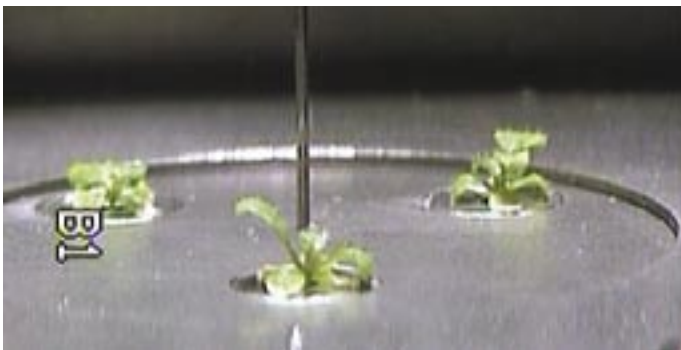
Et av historiens dristigste romprosjekter var romsonden Huygens. I 2005 utførte den en vellykket landing på Saturns mystiske måne Titan, og den sendte de første bilder fra overflaten. Huygens var montert på modersonden Cassini. Den kretser fremdeles rundt Saturn og sender tilbake spektakulære bilder. Kongsberg Defence & Aerospace (KDA) leverte testutstyret som ble brukt under utviklingen av Huygens, og Forsvarets forskningsinstitutt bygget et av instrumentene på Cassini.

NORGE EN STOR ROMNASJON?

NASAs satellitt SWIFT studerer gammaglimt - universets mest voldsomme eksplosjoner. Røntgenkameraet på SWIFT er bygget i samarbeid med IDEAS utenfor Oslo. Teknologi fra dette kameraet benyttes nå også til medisinske formål som brystkreftscanning. Det kan oppdage mindre svulster enn ved vanlig mammografi. Prinsippet er også brukt i sikkerhetskontroller på flyplasser. IDEAS og Universitetet i Bergen arbeider med et nytt røntgenkamera (ASIM) som skal plasseres under den internasjonale romstasjonen ISS (International Space Station). Den skal studere de mystiske lynfenomenene i jordatmosfæren som kalles jetter og alver. Dette kameraet vil dessuten kunne brukes av leger for å gi enda bedre mammografibilder og dermed øke muligheten for å finne kreftsvulster på et tidligere stadium enn vi klarer i dag.

På SINTEF i Oslo har de utviklet et instrument (ANITA) som overvåker luftkvalitetene på ISS. Instrumentet ble skutt opp med romfergen sommeren 2007 og skal kontrollere at luften ikke inneholder gasser som er skadelige for astronautene.

På romstasjonen er det et minidrivhus med en rekke plantekamre som er utviklet av Prototech i Bergen sammen med Plantebiosenteret ved NTNU i Trondheim. Her spirer det nå norske vårskrinneblom. Alle eksperimentene i dette minidrivhuset styres fra ESAs bakkekontrollsenters som ligger ved Plantebiosenteret. Vann, næringstilgang, lys og temperatur blir styrt ved hjelp av kommandoer fra dette kontrollsentret. Hvis mennesker skal kunne reise langt ut i rommet, må de kunne produsere maten selv. Derfor er det nødvendig å lære hvordan planter oppfører seg i fravær av tyngdekraft.



Norske frø spirer i dag på den internasjonale romstasjonen som en del av et internasjonalt prosjekt for å studere planters vekst i vektløs tilstand. Her spirer Vårskrinneblom i rommet mens norske forskere styrer vanning og lys fra operasjonssnettet i Trondheim. Foto: NASA/N-USOC.



Solsatellitten Hinode utforsker prosesser i solas atmosfære fra en bane 600 km over bakken. Dataene skal lastes ned til Svalbard 15 ganger i døgnet, og til det Europeiske datasenteret som ligger i Oslo. Den japanske romorganisasjonen JAXA står bak bygging, oppskyting og drift av Hinode, mens USA og England leverte teleskopene ombord. Foto: Norsk Romsenter.

Svalbard er et av de stedene på jorda der miljøet likner mest på forholdene på Mars. Området rundt Bockfjorden er et unikt vulkansk miljø med varme kilder, is og permafrost. Geologien ligner forholdene slik de kan ha vært på Mars i planetens barndom for fire milliarder år siden. AMASE (Arctic Mars Analog Svalbard Expedition) tilbyr NASA og ESA unike muligheter til å teste fremtidige Mars-rovere og instrumenter på Svalbard før de sendes til Mars. Også romdrakter har blitt testet på Svalbard.

Norsk romindustri

Den norske romvirksomheten omsatte for innpå seks milliarder kroner i 2006. Det gjør den til en større næring enn skogbruket. Mange forbinder romindustri med det å lage deler til satellitter og raketter, men den største omsetningen i Norge er knyttet til bruk av TV, telefon, bilder og data over satellitt.

Norge var et av de første land som tok i bruk satellittkommunikasjon. Dette gav god kommunikasjon med handelsflåten, offshore-virksomheten og med Svalbard. En av de første rombaserte tjenestene i Norge var bruk av satellitt for å lokalisere

NORGE EN STOR ROMNASJON?

nødpeilesendere ved skipsforlis. Telenor er en av verdens ledende innen satellittkommunikasjon. Norsk industri har også vært ledende innen satellittelefoner og utviklet i 2006 verdens første bredbånds-satellittelefon. Norspace i Horten har funnet en nisje - de bygger filtre som skiller signal fra støy i satellitter, mens Protech bygger de gullbelagte boksene som elektronikken sitter i. De fleste kommunikasjonssatellitter har dermed 100 kg med norsk elektronikk og selv Kina kjøper avansert elektronikk hos oss til sine satellitter.

Når ESA skyter opp sine 59 meter høye Ariane 5-raketter nær ekvator i Fransk Guyana, holdes de to store sidemonterte faststoffrakettene på plass av norskproduserte feste- og separasjonsmekanismer. To minutter etter oppskytingen har faststoffrakettene brukt opp drivstoffet. Små sprengladninger i boltene knekker disse med kirurgisk presisjon i løpet av femtusendels sekund. Faststoffrakettene skyves deretter vekk fra hovedraketten med små norskproduserte raketttyser.

Flere av ESAs forskningssatellitter har komponenter fra Norsk industri, og norske mekanismer til styring av solcellepaneler eller antenner er nå i bane rundt både Venus og Mars.



Oppskyting av Ariane 5 fra Kourou i Fransk Guyana. Norsk teknologi har viktige roller ved å levere de store stagenene som holder faststoffmotorene på plass og som skal knekke av ved hjelp av eksplosiver når de er tomme, og raketttyser som skal skyve dem vekk fra selve raketten. Foto: ESA.

Er romvirksomhet nyttig for oss?

Bruken av rommet er i dag innvevd til det nesten usynlige i dagens samfunn. Satellittjenester brukes hver dag av de aller fleste av oss, enten direkte eller indirekte. Uten de tjenestene som utnyttelsen av rommet gir, ville ikke vårt kommunikasjons-hungrige og teknologibaserte samfunn fungere. Dette gjelder alt fra fjernsyn, data- og telenettverk, redningstjeneste og navigasjon til væremelding og miljøovervåking.

Norge er Europas nest største land i utstrekning dersom en tar med våre utstrakte havområder. Her finner vi store mengder verdifulle ressurser som olje, gass og fisk. Våre geografiske og klimatiske utfordringer kan derfor bare løses ved utstrakt bruk av satellitter. Satellittene kan overvåke klima, is, skipstrafikk og oljesøl. Satellitter distribuerer også fjernsynssendinger, telefonsamtaler og besørger datatrafikk. Videre gir satellitter både båter, biler og folk nøyaktig posisjon slik at vi kan navigere trygt. For få år siden var det sensasjonelt at taxiselskapene monterte GPS i sine drosjer. I dag selges privatbiler med GPS ferdigmontert, og mange har skaffet små GPS-mottakere for bruk i bil, i båt eller i skogen. De første mobiltelefonene med innebygd GPS er på markedet.

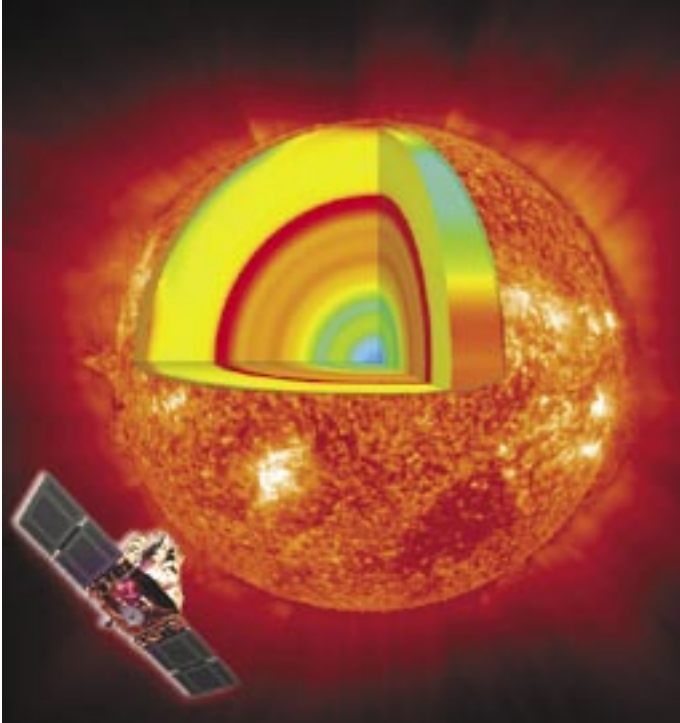
Norge har verdens største nedlesestasjon for polarbanesatellitter på Svalbard. Både den amerikanske og europeiske værvarslingen har Svalbard som sin hovedstasjon.

Kongsberg Satellite Services (KSAT) eier de store satellittantennene på Svalbard, og de har også antenner i Tromsø, Grimstad og på Troll stasjonen i Antarktis. Dette gjør KSAT til verdens ledende innen nedlesing av satellittdata fra satellitter som går i bane over polene.

Norge var det første landet til å ta i bruk radarsatellitter til varsling av oljesøl på havet. Radarsatellitter kan "se" gjennom skyer og i mørket. Slik kan båter som slipper ut olje i smug, kunne oppdages umiddelbart og kystvakten kan varsles. Radarsatellitter kan også brukes til å overvåke skipstrafikk langt til havs. Om noen år vil Norge få sin første satellitt til å overvåke all skipstrafikk i våre havområder. I dag kan Kystvakten bare følge skip som går langs kysten vår.

Satellitter overvåker naturfenomener som vulkaner, jordskjelvsjoner, havstrømmer og ekstrembølger. Bilder fra rommet kan være svært viktige når redningsinnsatsen skal styres etter et kraftig jordskjelv. Særlig når katastrofeområdet ligger vanskelig tilgjengelig, kan satellittbilder være til stor nytte. Bilder fra rommet brukes til å kartlegge algeoppblomstring i havet, noe som kan

NORGE EN STOR ROMNASJON?



Solobservatoriet Solar and Heliospheric Observatory (SOHO) ble skutt opp i 1995 for å studere solas atmosfære, overflate og dens indre. Bildet viser solas varme atmosfære (kromosfæren) der en bit av sola er kuttet vekk for å vise de ulike lagene som sola er bygd opp av. Foto: ESA/NASA.

være nyttig for fiskeflåten. I dag er vi alle vant til å få nøyaktige og raskt oppdaterte værmeldinger, både på nett og via mobilen. Værmelding uten satellitter er i dag utenkelig.

Klimaendringer og miljø står høyt på den internasjonale dagsorden. Satellitter blir stadig viktigere for å overvåke miljøet på jorda. Grunnen er at de har evnen til å gi enhetlige målinger over store områder. Satellitter måler utbredelsen av is i arktiske strøk, mengden ozon og klimagasser. De måler havnivåøkning, vandampinnholdet i atmosfæren, mengden skyer og forandringer i vegetasjon. Sist, men ikke minst, er det viktig å holde øye med solas utstråling av lys og partikler mot jorda. Historisk sett har sola vært årsak til mange klimaendringer her på jorda, og mye tyder på at sola også har bidratt til klimaendringer de siste 150 år.

Norges visjon

Siden Norge ligger så langt nord, har vi bedre muligheter til å bruke rommet enn de fleste andre land. Dette skyldes at de satellittene som samler inn den mest nøyaktige informasjon om jorden, går i bane over polene. Norsk Romsenter har som mål at Norge i 2015 skal være det land i verden som har største nytte av rommet. Det betyr at tjenestene fra rommet blir stadig viktigere for nordmenn flest, selv om vi ikke tenker over det. Det er først når GPS-en faller ut, TV-skjermen går i svart under den direkte sendte cupfinalen, minibanken mister kontakt med satellitten eller værsatellitten ikke lenger ser stormer på vei inn fra Norskehavet, at man merker hvor innvevd rommet er i hverdagen.

ESA:

European Space Agency er Europas innfallsport til verdensrommet. Formålet med organisasjonen er å forme utviklingen av Europas romkompetanse og sikre at investeringer i rommet skal fortsette å gavne innbyggerne i Europa.

ESA har 17 medlemsland. Ved å samordne medlemslandenes økonomiske og intellektuelle ressurser kan ESA gjennomføre programmer og aktiviteter som ligger langt utenfor rekkevidden av det en hvilken som helst europeisk nasjon kan klare på egen hånd.

ESAs 17 medlemsland er Belgia, Danmark, Finland, Frankrike, Hellas, Irland, Italia, Luxemburg, Nederland, Norge, Portugal, Spania, Storbritannia, Sverige, Sveits, Tyskland og Østerrike.

I 2006 var budsjettet på 2904 millioner euro.

NASA:

National Aeronautics and Space Administration (NASA) er en amerikansk føderal etat med oppgaver knyttet til sivil romvirksomhet og flyteknikk/flyvitenskap. Etaten ble opprettet i 1958 som en direkte følge av Sovjetunionens oppskytning av Sputnik 1. NASA har omkring 18 000 ansatte og driver sin virksomhet ved ti sentre. Hovedkvarteret ligger i Washington, D.C. Budsjettet i 2006 var på i overkant av 16 milliarder dollar.



UNIVERSETS UTVIKLING

Universets utvikling

I en samtale med Werner Heisenberg i 1925 sa Einstein: "Det er teorien som forteller hva vi observerer". Når det gjelder å forstå astronomiske observasjoner, trenger vi teori. Moderne kosmologi startet med et teoretisk arbeid som slett ikke var korrekt. Likevel har det inspirert de neste tre generasjonene av folk som har ønsket å forstå universet.

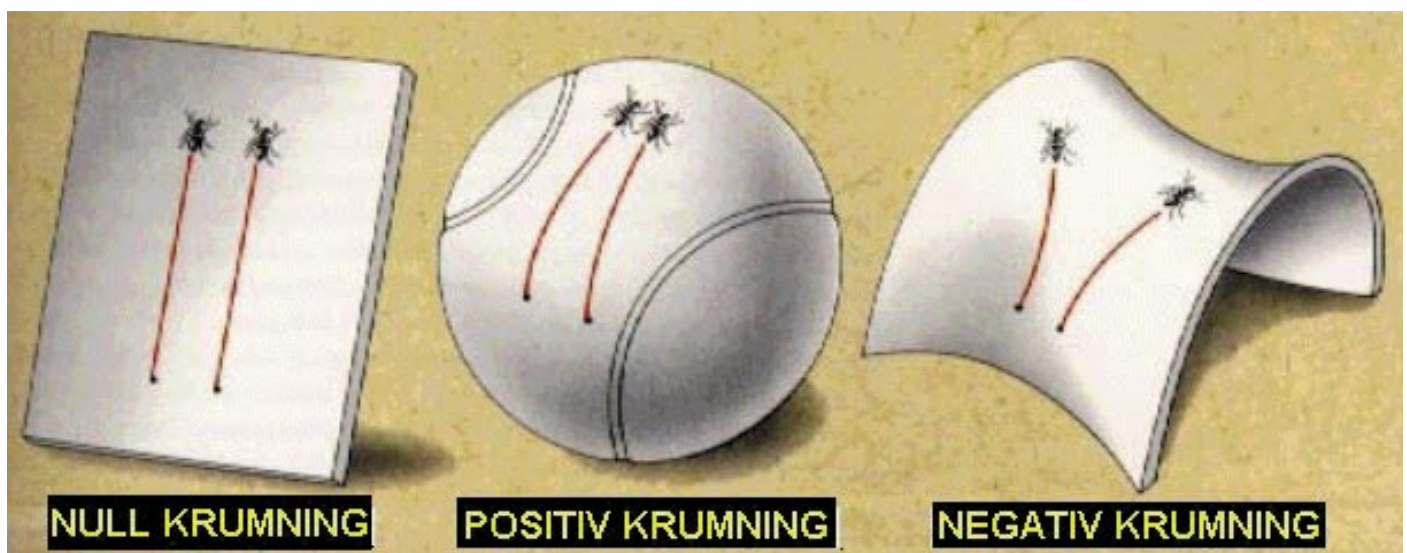
Den relativistiske kosmologien oppstår

Den første universmodellen laget ved hjelp av Einsteins generelle relativitetsteori - teorien for tid, rom og gravitasjon - ble konstruert av Albert Einstein i 1917. På denne tiden mente nesten alle at «fiksstjernene» sto fast i rommet. Himmelrommet var vinduet mot et uforanderlig univers. Derfor laget Einstein en statisk universmodell, dvs. en modell der rommets egenskaper og avstanden mellom stjernene er uforandret i tiden.

Ifølge Einsteins teori er rommet krumt. Lik overflaten på en kule har Einsteins statiske universmodell endelig utstrekning, men ingen grenser. Ikke nok med det: Einsteins teori tillater til og med at gravitasjon ikke alltid er tiltrekkende.

Relativistisk gravitasjon – krumt rom

I relativitetsteorien regnes ikke gravitasjon som en kraft. Einstein ga oss en geometrisk beskrivelse av gravitasjon. Massive



Figur 1. Retttest mulige baner i et plan, på en kuleflate og på en sadelflate.

UNIVERSETS UTVIKLING

legemer krummer rommet omkring seg slik at legemer som beveger seg fritt, kan fanges i det krumme rommet nær det massive legemet. Det er dette som skjer i solsystemet. Ifølge Einsteins teori beveger planetene seg fritt rundt sola. Men den Newtonske oppfatning er at sola virker på planetene med en gravitasjonskraft. Det virker en tiltrekningskraft mellom sola og planetene som hindrer planetene i å bevege seg i rett linje ut av solsystemet. Sammenhengen mellom Einsteins geometriske oppfatning av gravitasjon og den Newtonske oppfatning basert på begrepet kraft, er antydning i figur 1.

Vi ser sporene etter to maur som kryper i så rette baner som mulig i henholdsvis et plan, på en kuleflate med positiv krumning, og på en sadelflate som har negativ krumning. I alle tre tilfellene starter maurene med å krype i samme retning. Banene er med andre ord parallelle ved startposisjonen. På flaten med positiv krumning bøyes banene mot hverandre, mens de bøyes fra hverandre på flaten med negativ krumning. Dette kan også oppfattes slik at maurene på kuleflaten tiltrekker hverandre, mens maurene på sadelflaten frastøter hverandre. I motsetning til Newtons gravitasjonsteori tillater Einsteins teori frastøtende gravitasjon.

Vakuumbgravitasjon

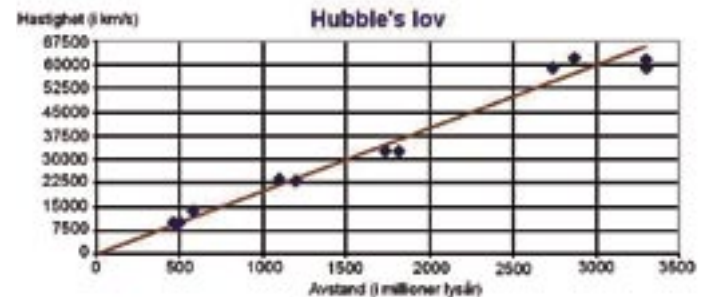
Ifølge kvanteteorien er det ikke mulig å tømme et område helt for energi. Det vil alltid være en vakuumentergi tilstede, som vi ikke kan fjerne. Relativitetsteorien sier at vakuumentergerien har masse. Den vil derfor ha en gravitasjonsvirkning.

På slutten av 1800-tallet kalte forskerne vakuumbet for «eter». De tenkte seg at eteren var mediet lysbølger beveger seg gjennom. Einstein fastslo at elektromagnetiske bølger kunne bre seg gjennom det tomme rom. Noen eter var ikke nødvendig. I dag mener fysikerne at eteren ikke eksisterer, men at det er vakuumentergeri i rommet. All erfaring tyder på at det ikke er mulig å måle fart i forhold til vakuumentergeri. Når dette resultatet settes inn i relativitetsteorien, finner vi at vakuumbet forårsaker frastøtende gravitasjon!

Universets ekspansjon

Et kosmisk observasjonsprogram ble påbegynt omkring 1910 og foregår fortsatt for fullt. Det dreier seg om å finne ut hvordan fjerne galakser beveger seg i forhold til Melkeveien. Dette blir undersøkt ved å måle hvordan bølgelengden til lyset øker på vei mot oss. Siden rødt lys har lengre bølgelengde enn blått, ble dette kalt «den kosmiske rødforskyvningen». Jo større økningen i bølgelengde er, desto raskere beveger lyskilden seg bort fra oss. I 1929 annonserte Hubble at farten til et objekt som ikke er for

nær oss, er proporsjonal med dets avstand (Figur 2). Den kosmiske rødforskyvningen tolkes ifølge den generelle relativitetsteorien som en ekspansjonseffekt. Lysbølgene strekkes, fordi rommet utvider seg mens lyset er på vei fra kilde til mottaker.



Figur 2. Resultatet av målinger utført av Hubble romteleskopets nøkkelprosjektgruppe for å bestemme verdien av Hubbleparameteren med en usikkerhet på under 10 %. De blå rutene representerer observasjoner. Den røde linjen svarer til den beste kurven i forhold til observasjonene. At kurven er en rett linje gjennom origo betyr at farten, v , til en galakse vekk fra oss er proporsjonal med dens avstand, $v = \text{Hod}$. Dette er Hubble's lov. Den beste verdien for Hubbleparameteren er $H_0 = 20 \text{ km/s per millioner lysår}$, som betyr at ekspansjonsfarten blir 20 km/s større for hver million lysår avstanden d økes med.

Akselerert kosmisk ekspansjon

Når forskere ser utover i universet, ser de bakover i tid. Vi ser et objekt slik det var da det sendte ut det lyset vi mottar. Vi ser sola slik den var for åtte minutter siden, sentrum av Melkeveien for 25 tusen år siden og fjerne galakser for milliarder av år siden.

Ved å observere rødforskyvningen til lyset fra en supernova, kan forskere bestemme universets ekspansjonsfart da den sendte ut det mottatte lyset. Når slike målinger gjøres for supernovaer med ulike avstander fra jorda, får vi rede på hvor raskt universet ekspanderte ved forskjellige tidspunkter. Astronomene ventet at ekspansjonsfarten ble bremset ned på grunn av tiltrekkende gravitasjon. Men det omvendte ble observert. Universets ekspansjon øker farten!

De var bare én måte å forklare dette på: frastøtende gravitasjon. Og det er bare én kandidat til et medium som kan forårsake

UNIVERSETS UTVIKLING

frastøtende gravitasjon: vakuumergergi. Konklusjonen ble at universet må være fullt av vakuumergergi. Observasjonene passer best med en universmodell som har 30 % materie og 70 % vakuumergergi. Dette er en universmodell der vakuumergergiens frastøtende gravitasjon forårsaker akselerert ekspansjon.

Bildet vi står igjen med av universets ekspansjonshistorie er vist i figur 3. Figuren illustrerer at for omtrent 7 milliarder år siden skjedde det en overgang fra nedbremsing av den kosmiske ekspansjonen til at universet begynte å øke farten.

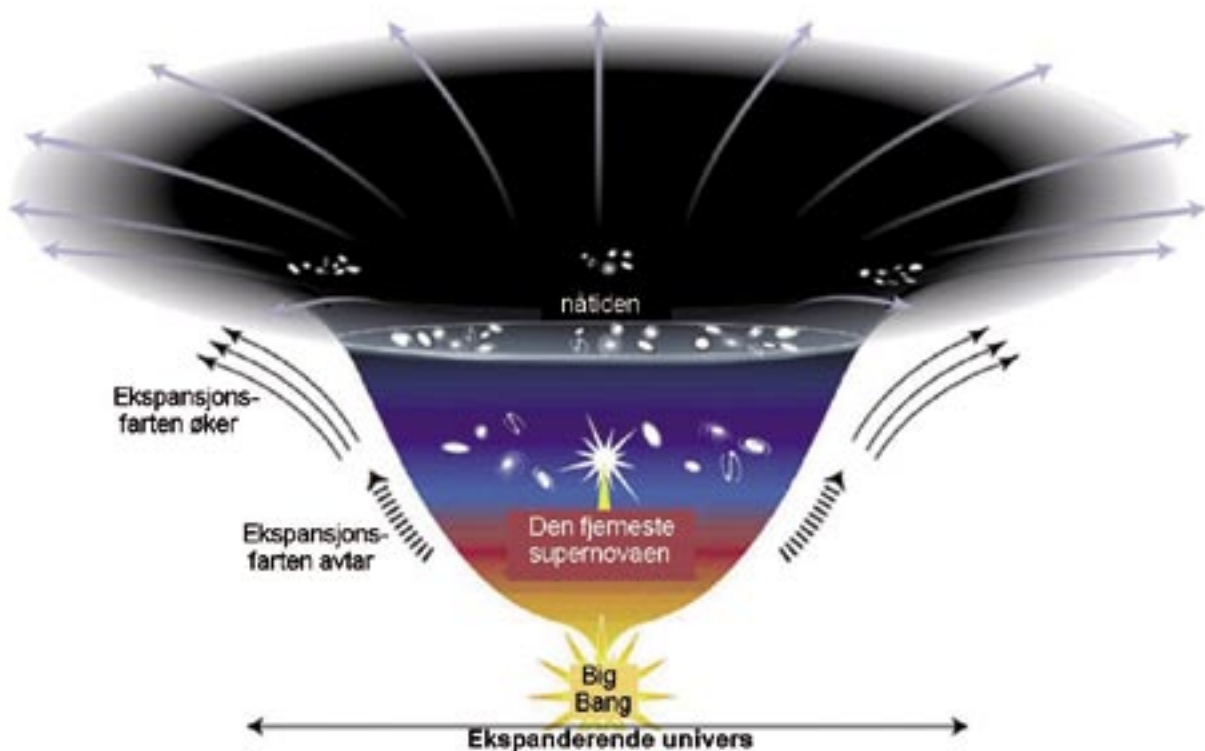
En slik utvikling kan forklares hvis vi aksepterer eksistensen av vakuumergergi. For det følger fra likningene i relativitetsteorien at mens materiens tetthet avtar under den kosmiske ekspansjonen, så holder vakuumergergiens tetthet seg konstant. Merkelig er det – for det betyr jo at det blir mer og mer vakuumergergi etter hvert som universet utvider seg. Men teoriens tale er klar. Det skapes ny vakuumergergi under universets ekspansjon. Dette

gjør at selv om det i starten er mye høyere tetthet av materie og stråling enn av vakuumergergi, så vil før eller senere tettheten av vakuumergergi bli størst.

Observasjoner og beregninger tyder på at tettheten av vakuumergergi ble større enn materiens tetthet for omtrent sju milliarder år siden. Nå er det vakuumergergiens frastøtende gravitasjon som styrer den kosmiske ekspansjonen, og ekspansjonsfarten øker.

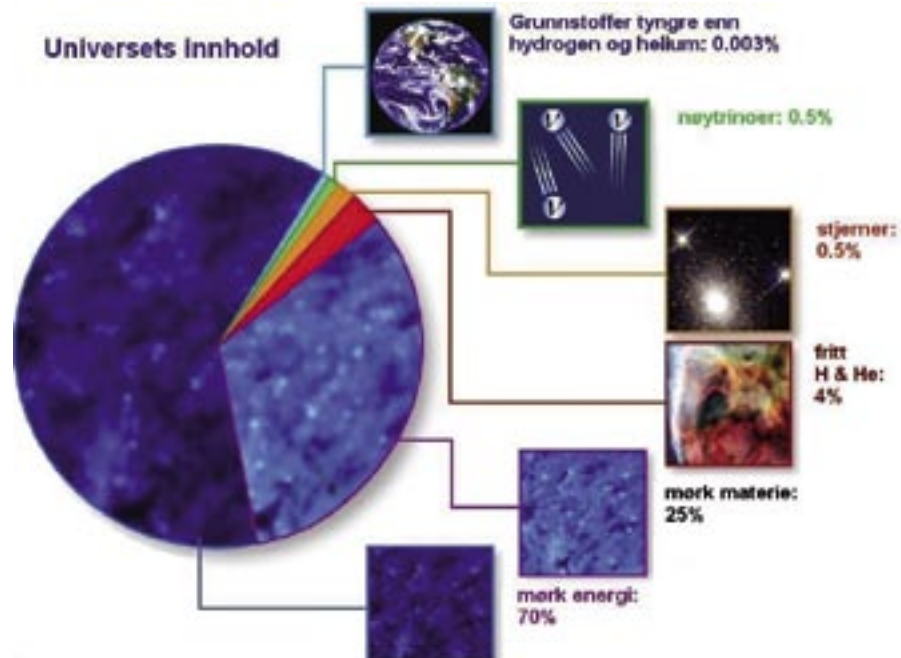
Hva består universet av?

Mengden av ulike typer materie er bestemt ut fra en rekke forskjellige målinger. Astronomene har observert synlig materie, undersøkt mengden av de letteste grunnstoffene som ble dannet like etter Big Bang, studert rotasjonsbevegelsen til galakser og galaksenes bevegelser i galaksehopen, studert supernovaer og målt temperaturvariasjoner i den kosmiske bakgrunnsstrålingen. Resultatene er sammenfattet i figur 4.



Figur 3. Illustrasjon av ekspanderende univers som begynte å øke farten for omtrent 7 milliarder år siden. Romlig utstrekning er vannrett på figuren, og tiden er oppover. Jo mer vannrett pilene peker desto raskere ekspanderer universet.

UNIVERSETS UTVIKLING



Figur 4. Relativ tetthet av ulike typer kosmisk materie og energi.

I de første femti tusen årene av universets historie besto mesteparten av universets energi av den kosmiske bakgrunnsstrålingen. Men tettheten av strålingen avtok raskere enn materiens tetthet, og nå bidrar strålingen bare med 0,005 % av all energien i universet. Dette er omtrent det samme som bidraget på 0,003 % fra grunnstoffene tyngre enn hydrogen. Hvis man summerer opp massen til alle stjernene og regner ut den tilsvarende energien fra $E = mc^2$, blir resultatet at stjernene nå bidrar med 100 ganger så mye energi som bakgrunnsstrålingen. Men dette utgjør likevel bare 0,5 %, dvs. en tohundredel av universets energi.

I året 2000 ble det oppdaget at nøytrinoene har masse. Antallet nøytrinoer skapt rett etter Big Bang da de letteste atomkjernene ble dannet, var enormt. Det er over 100 nøytrinoer i hver kubikkcentimeter av universet. Men massen til nøytrinoene er svært liten, mindre enn en hundretusendel av elektronets masse. Beregninger tyder på at nøytrinoene bidrar med omtrent like mye som stjernene til universets energi, 0,5 % av totalenergien. Den samlede massen av alle protonene og nøytronene, dvs. baryonene, i universet utgjør omtrent 4 % av universets energi, og kalles baryonisk materie. Størsteparten av denne materien eksisterer i form av intergalaktiske gasser som består av hydrogen og helium.

Bevegelsene til stjerner i roterende galakser og til galaksene i galaksehoper viser at det eksisterer sterkere gravitasjonsfelter enn den baryoniske materien kan lage. Det må omtrent 6 ganger så stor masse til for å lage de gravitasjonsfeltene som trengs for at ikke galaksene og galaksehoperne skal løse seg opp. Denne materien består ikke av protoner og nøytroner og kalles derfor ikke-baryonisk. Omtrent 25 % av universets energi utgjøres av denne mørke, ikke-baryoniske materien. Hva den består av er det ingen som vet. Resten av all energien i universet, omtrent 70 %, består av en eller annen form for vakuumergergi.

Den ikke-baryoniske materien og vakuumergergien kalles mørk materie, fordi disse formene for materie og energi ikke sender ut lys, men bare avslører sin eksistens gjennom sin gravitasjonsvirkning. Den mørke materien holder galaksene og galaksehoperne sammen, mens den mørke energien får universets ekspansjonsfart til å øke. Hva slags energi den mørke energien er – det er et stort mysterium.

Et kosmisk osean av ukjent energi har åpenbart seg for oss. Den synlige materien som har samlet seg til skinnende stjerner er bare toppen av "isfjellet". Vi vet ikke hva universet består av. Aldri før har vi visst at det er så mye vi ikke vet!

Det internasjonale året for astronomi

I 2009 er det 400 år siden Galileo Galilei rettet sitt teleskop ut mot natthimmelen og gjorde bemerkelsesverdige oppdagelser som forandret vår oppfatning av verden utenfor vår egen klode. Dette skal feires globalt med et år viet til astronomien.

Vi har gjennom de siste årene hatt ulike internasjonale markeringer av fagområder og utfordringer som verdenssamfunnet ønsker å sette på dagsorden: i 2005 feiret vi fysikkens år i anledning at det var 100 år siden Einstein leverte flere teorier som ble avgjørende for naturvitenskapens videre utvikling. 2008 feirer vi det internasjonale året for planeten jorden (The International Year of Planet Earth). Nå er vi inne i det internasjonale polaråret (IYP) som varer minst 2 år. I 2009 settes astronomi på dagsorden: International Year of Astronomy. Da er det 400 år siden Galileo Galilei rettet sitt teleskop ut mot natthimmelen og gjorde bemerkelsesverdige oppdagelser som forandret vår oppfatning av verden utenfor vår egen klode for bestandig: fjell og kratere på månen, en mengde stjerner som er usynlige for øyet og måner rundt Jupiter.

Astronomi som kan kalles den første vitenskapen i historien, har spilt en vesentlig rolle i mange, hvis ikke alle, kulturer til alle tider. Takket være avanserte teleskoper og romsonder fortsetter astronomi å bringe stadig ny kunnskap ut i allmennheten gjennom tidsskrifter, aviser og fjernsyn. Vi "ser" stadig lengre ut i verdensrommet og vi oppdager nye objekter i andre galakser. Vi har også måttet revidere vår kunnskap om vårt nære verdensrom, fordi vi har fått bedre metoder og utstyr i forskningen.

IAU (the International Astronomical Union) vil ha rollen som koordinator for dette året på globalt nivå. I UNESCOs anbefaling til FNs generalforsamling om å gjøre 2009 til det internasjonale astronomiåret argumenteres det med:



Fra Mars. Foto: NASA/JPL-Caltech/ESA/Italian Space Agency/Univ. of Rome/Smithsonian

DET INTERNASJONALE ASTRONOMIÅRET

"that the study of the universe has led to numerous scientific discoveries that have great influence not only on humankind's understanding of the universe but also on the technological, social and economic development of society and that astronomy proves to have great implications in the study of science, philosophy, religion and culture."

De føringene som IAU har lagt til grunn for det videre arbeidet, kan summeres opp i følgende punkter:

- Illustrere påvirkningen som astronomi har hatt på kulturen over tid og vise forbindelsen mellom kultur og naturvitenskap
- Vise at astronomi er en av de mest fengslende grener av vitenskapen og at astronomi egner seg godt til å vise fascinerende sider ved naturvitenskap

- Til tross for de enorme dimensjonene og voldsomme hendelsene i verdensrommet, så minner det oss om at bare vi er ansvarlige for fremtiden for vår planet
- Portrettere astronomer som en global familie med internasjonalt samarbeidende forskere

Den nasjonale komiteen for det internasjonale astronomiåret har startet arbeidet med planleggingen, og dette er et varsel om at året kommer og at skoler, vitensentre og naturfaglærere planlegger denne feiringen. Det vil komme forslag og materiell til bruk i denne sammenhengen.

**Støvskyer rundt kjernen til "Black Eye Galaxy" M64.
Foto: NASA/The Hubble Heritage Team (STScI/AURA).**





PLANET LOFOTEN

Planet Lofoten



Planeten Saturn er plassert på Bunesstranda.

Ytterst i Lofoten har kunstneren Jan Wanggaard laget en installasjon av solsystemet i målestokken 1: 200 millioner. Modellen strekker seg over en distanse på 30 km fra Reine i øst til Værøy i vest. Planetene er polerte steinkuler som står på påler i den storslåtte naturen. Sola er 7 m og Pluto er 1,15 cm i diameter. Kan du tenke deg hvor spennende det er å reise i denne modellen og hvilke spørsmål som kan dukke opp?

Jan Wanggaard har vært fascinert av verdensrommet siden han som seksåring møtte den russiske astronauten Jurij Gagarin som var på norgesbesøk. Gagarin var det første mennesket som så jordkloden fra verdensrommet og opplevde hvor liten kloden vår er i forhold til resten av verdensrommet.

Ideen til prosjektet *Planet Lofoten* dukket opp for 10 år siden. Wanggards interesse for verdensrommet og nysgjerrighet på avstandene i solsystemet, var innfallsporten.

Selv uttrykker han det slik:

- Det ligger en naturlig begrensning i mennesket når det gjelder å forstå så store rom. Når det er ting jeg ikke forstår, prøve jeg å lage en form for visualisering. Tanken bak modellen er å gi folk en bedre oppfatning av avstandene i solsystemet. Det er viktig at modellen er så stor at folk kan få en reell følelse av masse og avstander. Pluto er på størrelse med en klinkekule og danner utgangspunkt for målestokken. Å kunne bruke Lofoten som en kulisse for modellen av solsystemet har vist seg å være veldig funksjonelt.

I Polen, Copernicus sitt hjemland, fant Wanggaard en steinarbeider som kunne utforme planetene. De er laget av polerte steinkuler, og valget av steinsort er tilpasset planeten de skal forestille.

PLANET LOFOTEN



Kart med plassering av planetene

Installasjonen er permanent, men den er ennå ikke ferdig. Pluto, Neptun, Uranus og Saturn er plassert ute i terrenget. Mens modellen av sola, som skal lages av 16 store stålsirkler, fortsatt er i ide/realiseringsfasen.

Modellen i målestokken 1:200 millioner gir mange muligheter for filosofering og lek med tall, både når det gjelder lysets hastighet og avstander til andre stjerner. Ingenting kan forflytte seg så fort som lys. Lysets hastighet er omtrent 300 millioner m/s. På ett eneste sekund går altså lyset 300 000 000 meter eller ca 300 millioner meter i tomt rom. Når du går 1,5 m/s i modellen, tilsvarer dette lysets hastighet skalert ned i denne modellen.

Wanggaard ble verdensmester i vindsurfing på 80-tallet. Han hoppet av karusellen på toppen av karrieren, tok industridesignerutdannelse og flyttet til Lofoten. Siden har han jobbet med kunstprosjekter som ligger i skjæringspunktet mellom natur og kultur. Lars Nilssen laget en prisbelønt film om Jan Wanggaard. Filmen følger Wanggaard gjennom tre år fra idé til gjennomføring av prosjektet *Planet Lofoten*. Filmen heter *Alt Flyter* og ble vist på NRK i april i år (2007).

Sirius er en stjerne som ligger ganske nær jorda. Hvis vi skulle plassere den inn i modellen, vil vi trenge mye større avstander enn det Lofoten har å by på. Sirius ligger 8,7 lysår fra jorda og dette tilsvarer 411 510 km i modellen. Avstanden fra jorda til månen er i virkeligheten 380 000 km. Sirius vil i modellen måtte plasseres lengre ut enn månen. Dette sier mye om hvor store avstander det er snakk om i verdensrommet og hvor tomt det er.

Stjerne/planeter	Diameter	Avstand fra sola
Sola	7 m	
Merkur	2,4 cm	290 m
Venus	6,1 cm	540 m
Jorda	6,4 cm	750 m
Mars	3,4 cm	1,15 km
Jupiter	70,2 cm	3,9 km
Saturn	58,6 cm	7,2 km
Uranus	23,6 cm	14,4 km
Neptun	22,8 cm	22,6 km
Pluto	1,15 cm	29,7 km

Solsystemet i målestokken 1:200 millioner



Planeten Uranus er plassert på Hellssegga.



OM VEKTLØSHET

Om vektløshet, månehopping og fallende fjær og hammer

Vektløshet er ikke tyngdeløshet!

Du har sikkert sett filmopptak av astronauter som flyter omkring i et romfartøy, gjerne med redskaper eller andre gjenstander svevende omkring seg. Vi sier gjerne at romfartøyerne er vektløse. Betyr dette at tyngdekraften ikke virker på dem?

I dagliglivet snakker vi om vekt, masse og tyngde som omtrent samme sak – vi måler alle tre i kg og finner verdien ved å stille oss på badevekta. I fysikken kan vi si at *massen* er ”hvor mye stoff du består av” (målt i kg), *tyngden* er den kraften som jorda tiltrekker deg med, mens *vekten* er utslaget på badevekta. Romfarere i et romskip, eller en person som hopper fra 10-meter’n, er vektløse, men ikke tyngdeløse.

Når du står stille på gulvet, påvirkes du av to krefter: tyngdekraften fra jorda som trekker deg nedover, og kraften fra gulvet som skyver deg oppover og sørger for at du ikke borer deg ned i



1045



1429



1865



1903



Tidsakse over romfartshistorien

Kilde: Levende historie nr. 4/2007

Kinesiske militære bruker kruttrakter som våpen.

Jeanne d'Arc bruker raketter i forsvaret av byen Orleans.

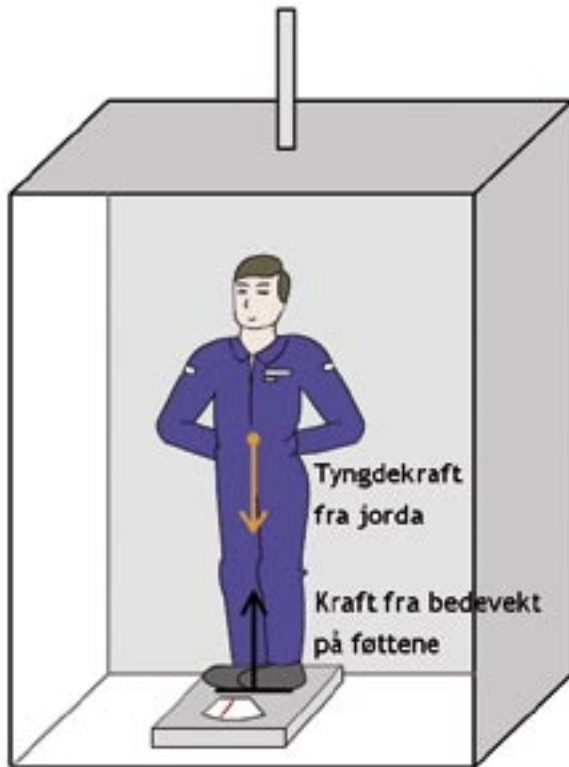
Jules Vernes utgir *Reisen til månen*.

Konstantin E. Tsiolkovskij utgir sin grunnleggende teori for rakettdrift, *Utforskning av verdensrommet med reaksjonsapparater*.

OM VEKTLØSHET

underlaget. Disse to kreftene er like store og motsatt rettet, slik at de utligner hverandre. Det du kjenner som et trykk under fotsålene, er kraften fra gulvet. Det er denne kraften som gjør at du ”kjenner din egen tyngde”. Tenk deg nå at du står på en badevekt i en heis som står i ro i 20. etasje. Tyngden trekker deg nedover, og kraften fra underlaget (badevekta som står på gulvet) skyver deg oppover. På vekta leser du av det samme utslaget som vanlig, for eksempel 60 kg. Men så ryker heisvieren! Da begynner både

du selv, badevekta og selve heiskabinen å falle. Alle tre faller like fort, og det er ikke lenger noen kraft fra vekta mot fotsålene dine. Vekta gir ikke lenger noe utslag. Så lenge fallet varer, kan både du og badevekta sveve fritt inne i heisen – akkurat på samme måte som astronauten i romskipet. Da er du vektløs, men du er ikke tyngdeløs, for jordas tyngdekraft drar deg mot bakken med stadig større fart (hva som vil skje når du og heiskabinen treffer gulvet, våger vi ikke å tenke på i denne omgang).



Heis i ro



Heis i fritt fall

1922

Hermann Oberth utgir sin doktoravhandling om romfart, *Med raketter til verdensrommet*.

1926

Robert H. Goddard skyter opp verdens første rakett med flytende drivstoff.

1927

Hawthorne Gray setter høyerekord for ballonger, 13 500 meter.

Tyske rakett-entusiaster danner Verein für Raumschiffahrt.

1928

Det første rakettflyet tar av fra fjellet Wasserkuppe i Østerrike.

Fritz von Opel oppnår 230 km/t i en rakettbil.

OM VEKTLØSHET

Vektløshet er altså et "lure-begrep". Det kan høres ut som en tilstand der tyngdekraften ikke virker, mens det oftest betyr omvendt det motsatte, nemlig en situasjon der *bare* tyngdekraften virker! Enhver person som har løpt eller hoppet slik at hun ikke berører underlaget, har vært vektløs. Vi "føler oss" vektløse – i den forstand at vi ikke kjenner vår egen tyngde – nettopp i situasjoner der *bare* tyngdekraften virker og det ikke er noen kraft fra underlaget.

Astronauten og romskipet i bane rundt jorda er hele tiden i fritt fall, på samme måte som personen i den fallende heisen. Tenk på det slik: På et punkt (A) i romskipets bane rundt jorda har romskipet en viss fart langs banen. Hadde det ikke vært for tyngdekraften fra jorda, ville romskipet fra dette punktet fortsatt i rett linje utover, som en tangent til banen, og ville etter en kort stund ha befunnet seg lenger vekk fra jorda (punkt B). Men tyngdekraften fra jorda trekker i romskipet slik at det hele tiden faller innover mot jorda. Resultatet er at etter det korte tidsrommet vi studerer, har romskipet beveget seg langs en krum bane til punkt C i stedet for å gå i en rett bane til punkt B, som det ville gjort hvis tyngdekraften ikke var til stede. Det at romskipet har fart, gjør at det holder seg i en stabil bane og ikke beveger seg innover mot jorda. Romskipet kan bevege seg med jevn fart i banen sin nesten i all evighet uten å bruke motor. Radien til banen svarer til en bestemt banefart. Satellitter, romskip – og månen – i bane rundt jorda faller og faller i en evig runddans rundt jorda. De er bare påvirket av tyngdekraften, og er vektløse i fysikkens forstand. Astronauten inne i romskipet faller like fort som romskipet, og føler ingen krefter fra skipets gulv eller vegger. Situasjonen er beskrevet i en animasjon på NASAs nettsted: http://www.nasa.gov/externalflash/defy_gravity/apple.html.

Kroppen er ikke vant til vektløshet, så de fleste astronauter blir "rom-syke" i begynnelsen. Romsyke ligner sjøsyke og bilsyke. Ved lange opphold i rommet blir musklene og skjelettet svakere fordi de ikke trenger å bære tyngden av kroppen slik som på jorda. Derfor er det viktig at astronautene trener om bord i romskipet.

Hva må til for å være vektløs i den forstand at ingen tyngdekraft virker? Da må du befinne deg "uendelig langt" unna alt som har masse (og dermed tyngdekraft). Hvis du svevde i tomrommet et sted midtveis mellom sola og nabostjernen Proxima Centauri, sånn rundt 2 lysår fra jorda, ville du vært ganske nær en slik tilstand – da ville tyngdekraftene fra både sola og andre stjerner vært så små at de knapt ville påvirke deg. Du kan altså være vektløs ved å være på et sted hvor det ikke virker noen tyngdekraft (svært vanskelig i praksis!), eller ved å være påvirket av bare tyngdekraft.

Månehopping, hammer og fjær

Har du sett filmene av astronautene som bykser rundt på månen? De svever høyt og langt og liksom "i langsom kino" i forhold til det vi er vant til på jorda. Tyngdekraften på månen er mye mindre enn på jorda, siden månen har mindre masse. Når du står på badevekta, viser den bare 1/6 så mye på månen som på jorda. Derfor kan du hoppe høyere og lenger og være lenger i svevet på månen enn på jorda. Har du først sparket fra mot bakken og gitt deg selv en fart oppover fra månens overflate, blir ikke farten din bremsset så fort som på jorda.

Mange har også sett opptaket av månefareren som slipper en fjær og en hammer mot måneoverflaten (http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/lunar/apollo_15_feather_drop.html). De faller nøyaktig like fort, og treffer bakken samtidig! Dette kommer av at det ikke finnes luft på månen. På jorda bremses lufta alt som faller, og en fjær bremses mye mer enn en hammer – altså faller hammeren fortest og treffer bakken først. Galileo Galilei (1564-1642) var den første som hevdet at små og store, tunge og lette objekter ville falle akkurat like fort mot bakken (få samme akselerasjon som følge av tyngdekraften) hvis det ikke var luftmotstand.

Vi kan oppsummere forholdene på månen: månens svake tyngdekraft gjør at alt faller langsommere mot bakken på månen enn på jorda, og mangelen på luft gjør at hammeren og fjæra faller like fort.

1935

Stratosfæreballongen Explorer 2 setter høyde-rekord på 22 300 meter, 11. november.

1942

Første V-2-rakett skytes opp fra Peenemünde, 3. oktober.

1945

Tyske rakettforskere får opphold i USA og Sovjet. Utvikler nye rakettvåpen basert på V-2.

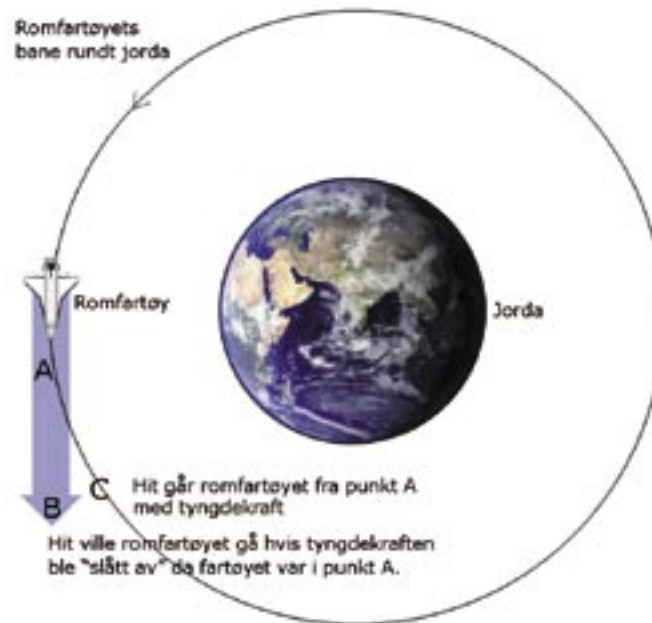
1947

Chuck Yeagher bryter lydmuren med rakettflyet Bell X-1, 14. oktober.

1950

De første rakett-oppskytninger med forsøksdyr.

OM VEKTLØSHET



Hva tenker elever om tyngdekraft og vektløshet?

Mange som har undervist om tyngdekraft og fritt fall har merket seg at elever ofte forbinder tyngdekraften med tilstedeværelsen av luft. Fagdidaktisk forskning har dokumentert at elever gjerne tenker på tyngdekraft i forbindelse med luft som "presser ned og holder noe på plass". Forestillingen om at tyngdekraften bare virker når det er luft til stede, blir tilsynelatende bekreftet av bilder av astronauter som svever vektløst (ja, nettopp!) omkring i det lufttomme verdensrommet utenfor romskipet.

Det kan også være nærliggende å tenke seg at siden tyngdekraften blir svakere når vi beveger oss vekk fra jorda, er astronautene i romskipet langt nok unna til at de ikke påvirkes av tyngdekraften. Fysikken beskriver riktignok hvordan tyngdekraften avtar med avstanden, men kraften avtar langt fra så fort som en del elever tenker seg, og den er høyst tilstedeværende - og nødvendig - for romskip og romfarere i bane.

Elever vil også hevde, i tråd med dagligdags erfaring, at større og tyngre ting faller fortere mot bakken enn mindre og lettere. På grunn av luftmotstanden stemmer dette til en viss grad - men utfordre gjerne elever til å forsøke med for eksempel to massive gummiballer med forskjellig størrelse. Kanskje vil de bli overrasket over å se at de to faktisk treffer bakken samtidig?

Elever ser slett ikke alltid behovet for å trekke inn en *kraft* for å forklare at ting faller mot bakken. De kan mene at det er en selvfølge og helt naturlig at ting faller nedover, og de kan mene at ting faller "fordi vi slipper dem" eller "fordi det ikke er noe som holder dem oppe". Noen elever tenker seg også at tyngdekraften er forbundet med jordas magnetisme eller med jordrotasjonen. Dette står i motsetning til fysikkens beskrivelse av gravitasjon (tyngdekraft) som en egen kraft som virker tiltrekkende mellom *alt som har masse*. Jo større du er, desto mer tiltrekkende er du - i hvert fall i fysikkens forstand!

1957



1959



Sputnik 1 skytes opp, 4. oktober. Verdens første satellitt.
Sputnik 2 med hunden Laika ombord skytes opp, 2. november. Første levende skapning i bane rundt jorda.

Romsonden Luna 1 skytes opp, 2. januar. Første sonde til månen.
Rakettflyet X-15 tas i bruk. Utforsker de øvre luftlag, 17. september. Setter 22. august 1963 høyderekord for fly; 107.960 meter.
Romsonden Luna 3 skytes opp, 4. oktober. Første fotografier av månens bakside.



MÅNEN

Månen

I denne artikkelen skal vi se litt på månens bevegelse rundt jorda, og noen fenomener som vi kan observere som konsekvenser av månens og jordas bevegelser.

Først noen rene fakta: Månens diameter er ca 3500 km. Til sammenligning er jordas diameter nesten 3,7 ganger så stor. Månens middelavstand til jorda er ca 380 000 km. Lyset bruker dermed litt mer enn ett sekund fra månen til jorda (lysfarten er 300 000 km/s). Månen går ikke i en ren sirkelbane, men i en ellipsebane der minste avstand fra jorda er ca 360 000 km og største avstand er litt mindre enn 410 000 km. Baneplanet til månen, altså det planet månens bane danner, har en helning på 5° i forhold til det planet jordas bane danner (se figuren nedenfor). Månen roterer om sin egen akse akkurat som jorda. Månens rotasjonsakse heller $6,7^\circ$. Månens omløpstid rundt jorda – sett i forhold til jorda – er omtrent 29,5 døgn.

Bundet rotasjon

Månen snur alltid samme side mot jorda. Dette kalles bundet rotasjon, og det betyr at månen roterer rundt sin akse med en periode som er lik dens omløpstid rundt jorda. Omløpet rundt jorda varer i en måned så dermed er rotasjonshastigheten rundt egen akse 360 grader per måned. Men som nevnt ovenfor, er månens bane rundt jorda nokså avlang, altså elliptisk. Dette gjør at månen har nokså ujevn fart i banen rundt jorda. Virkningen er at vi fra jorda kan se litt mer enn 50 % av månens overflate gjennom en måned.

Måneformørkelse

Total måneformørkelse får vi når månen er i jordas helskygge, og partiell måneformørkelse får vi når månen er helt eller delvis i jordas halvskygge. Månen kan bare komme inn i jordas skygge dersom jorda, sola og månen står på rett linje med sola og månen på motsatt side av jorda. Dette skjer bare ved fullmåne.



Figur 1. Månens baneplan danner 5° med jordbanens plan. Avstander og størrelsesforhold er ikke riktig skalert.

1961

Romsonden Venera 1 skytes opp, 12. februar. Første sonde til Venus.
Jurij Gagarin blir første menneske i rommet med Vostok 1, 12. april.
Alan B. Shepard blir USAs første menneske i rommet med Mercury Freedom 7, 5. mai.

1962

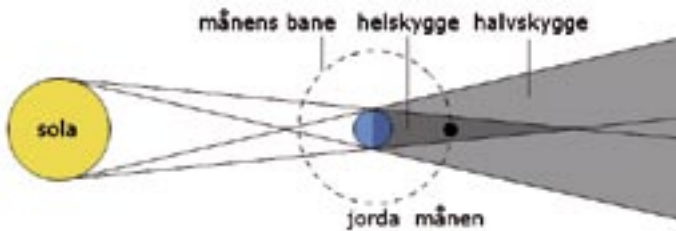
Kommunikasjonssatellitten Telstar 1 skytes opp, 10. juli. Ble brukt til den første transatlantiske fjernsyns-overføring.
Romsonden Mars 1 skytes opp, 1. november. Første sonde til Mars.

1963

Valentina Teresjkova blir første kvinne i rommet med Vostok 6, 16. juni.

1964

Første ferd med tre astronauter i ett romfartøy. Voskhod 1, 12. oktober.



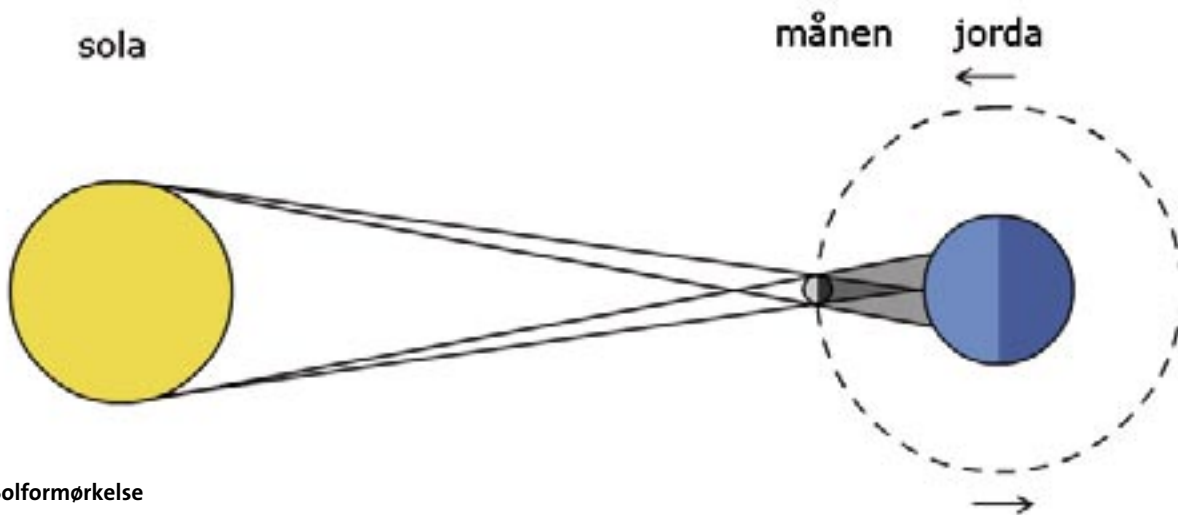
Figur 2. Måneformørkelse

Vi får ikke måneformørkelser ved hver fullmåne fordi månen ved de aller fleste fullmåner passerer under eller over jordskyggen. Det kommer av at månens baneplan heller 5° med jordbanens plan (se figur 1). For at en måneformørkelse skal forekomme, må månen befinne seg nær punktet månebanens plan og jordbanens plan krysser hverandre. Ved de fleste fullmåner passerer månen godt utenfor halvskyggen, og dermed får vi ingen måneformørkelse!

Når vi ser på månen under en måneformørkelse, er den ikke helt mørk. Man kan se en rødbrun svakt opplyst måne. Dette skyldes lys som er reflektert fra jorda. Den rødlig fargen skyldes at jorda har en atmosfære som sprer lyset, og rødt lys spres lite i forhold til blått. Dermed er det det røde lyset som kommer gjennom atmosfæren i retning månen som reflekteres tilbake til oss under formørkelsen. Dette er for øvrig samme fenomen som forklarer hvorfor himmelen er blå i alle retninger om dagen mens solnedganger er røde.

Solformørkelse

Ved solformørkelser er det deler av jorda som kommer inn i månens skygge. Månen kan bare kaste sin skygge på jorda når den står på en linje mellom sola og på samme side av jorda som sola. Det betyr at det må være nymåne.



Figur 3. Solformørkelse

1965

Aleksej Leonov blir første menneske utenfor et romskip. Voskhod 2, 18. mars. Kommunikasjonssatellitten Early Bird/Intelsat 1 skytes opp, 6. april. Historiens første kommersielle satellitt.

1966

Romsonden Luna 9 myklander på månen, 3. februar.

1967

Apollo 1 brenner opp før oppskytning, 27. januar. Tre astronauter omkommer. Sojuz 1 styrter i bakken etter endt romferd, 24. april. En kosmonaut omkommer.

1968

Apollo 8 første bemannete romfartøy i bane rundt månen, 24. desember. Skapelsesberetningen kringkastes til hele verden fra verdensrommet.

MÅNEN

Helskyggen fra månen når bare et lite område på jorda. Derfor er det begrensede steder vi kan oppleve en total solformørkelse. Området med halvskygge er mye større, og partielle solformørkelser kan derfor sees av langt flere. Grunnen til at noen formørkelser er ringformete og andre er totale skyldes at månen går i en ellipsebane rundt jorda. Når månen er lengre vekk, dekker den en mindre del av himmelen. Sett fra jorda vil da månen ikke dekke for hele solskiva. Dette kalles en ringformet formørkelse.

Det er en tilfeldighet at sola både ligger ca. 400 ganger lengre vekk enn månen og har ca. 400 ganger større diameter. Sett fra jorda ser de derfor ut til å være like store. Det er denne tilfeldigheten som gjør at totale solformørkelser kan sees på jorda.

Hvor stor er månen?

Aristarchus (ca. 240 f. Kr.) var kanskje den første som ganske korrekt målte månens diameter. Det gjorde han ved å sammenligne størrelsen på månen med størrelsen av jorda ved en måneformørkelse. Aristarchus fant ut at ved måneformørkelsen var jordskyggen ute ved månen omtrent 2,5 ganger månens diameter. Dette kunne få en til å tro at månens diameter er 2,5 ganger mindre enn jorda. Men skyggen fra jorda smalner fra jorda mot månen, akkurat som månens skygge smalner ved en solformørkelse (se figur ovenfor). Siden månens skygge smalner ned til praktisk talt et punkt på jordoverflaten, betyr det at månens skygge smalner med omtrent en månediameter på veien fra månen til jorda. Vi kan derfor anta at jordskyggen også smalner med en månediameter på avstanden fra jorda til månen. Det betyr at jorddiameteren må være omtrent 3,5 (altså 2,5 + 1) ganger månediameteren.

Avstanden til månen

En enkel måte å finne avstanden til månen når vi kjenner månens diameter er som følger: Se med ett øye på en mynt som du holder opp mot en fullmåne og juster avstanden til mynten dekker måneskiven. Når mynten dekker måneskiven er forholdet mellom myntdiameteren og avstanden fra øyet til mynten lik forholdet mellom månens diameter og avstanden fra jorda til månen.

Du vil da finne at
$$\frac{\text{myntens diameter}}{\text{avstanden til mynten}} = \frac{\text{månens diameter}}{\text{avstanden til månen}} = \frac{1}{110}$$

De gamle grekerne visste alt dette. Jordas diameter kjente de, og dermed kunne de beregne både månens diameter og dens avstand fra jorda. Imponerende!

Mer om månens bane

Til daglig sier vi at månen går rundt jorda. Og sett fra jorda er vel det riktig også. Men hvis vi ser på bevegelsen jord – måne utenfra, er det systemet jord – måne som beveger seg rundt sola. Det er altså det felles massemidelpunktet til jord – måne som beskriver banen rundt sola. Månen og jorda roterer om dette felles massemidelpunktet. Fordi jordas masse er så mye større enn månens, ligger massemidelpunktet mye nærmere jorda enn månen.

På figuren nedenfor har vi tegnet jordas og månens bane rundt sola. Her har vi for enkelthets skyld tenkt oss at jorda omtrent følger massemidelpunktets bane (pga. stor masse), og vi kan se hvordan månens bane "bukter" seg rundt jordkloden. Legg merke til at månen aldri beveger seg "bakover" langs jordbanen.



Figur 4. Månen "bukter" seg rundt jordkloden

På naturfag.no er det en animasjon som viser jorda og månens bane rundt sola. Animasjonen har tittelen "Jorda og månens bane rundt sola" og passer til hovedområdet Verdensrommet på 5.-7. trinn og ungdomstrinnet.

1969

Apollo 11 lander på månen, 20. juli. Neil A. Armstrong og Edwin Aldrin blir de første mennesker på et annet himmellegeme.

1970

Romsonden Luna 17 landsetter første kjøretøy (ubemannet) på månen, 17. november. Romsonden Venera 7 lander på Venus, 15. desember.

1971

Romstasjonen Saljut skytes opp, 19. april. Første bemannete stasjon i bane rundt jorda. Plutselig trykkfall i Sojuz 11 fører til at tre kosmonauter mister livet under landing, 29. juni. Romsonden Mars 3 lander på Mars, 2. desember.

astronomi.no

astronomi.no holder deg oppdatert på det som skjer i verdensrommet. Nytt fra Mars Express, Cassini Huygens og Venus Express gir deg siste informasjon om utforskningen av solsystemet. I tillegg omtaler nettstedet nye oppdagelser og begivenheter det er verdt å få med seg. Dette er med andre ord et nyttig nettsted for deg som er lærer når du skal undervise om hovedområdet Verdensrommet fra læreplanen for naturfag.



På nettstedet astronomi.no kan du finne:

- De ni planetene: Et illustrert nettleksikon om vårt solsystem. De ni planetene gir en fullstendig oversikt over planetene, kometer, asteroider, måner og alt annet i vårt solsystem, samt masse bilder. En kjemperessurs for skolen!
- Artikler om astronomi: Her finner du masse stoff, bilder og animasjoner om astronomiske fenomener og oppdagelser. Artikkelen er sortert på tema og har egen søkemotor.
- Kortnytt: Korte, hyppig oppdaterte nyhetsmeldinger om astronomi.
- Stjernekart, sol og måne: Stjernekart, tider for solens og månens oppgang og nedgang for hele landet.
- Astronomisk ordliste: Ordforklaringer. Leksikon over begreper innen astronomi.
- Astronytt fra Astrofysisk institutt: Nyheter og pressemeldinger om stjerner, sorte hull, stjerners fødsel og død, planeter, måner, asteroider og mye annet!

Utgever

Astronomi.no er et samarbeid mellom Norsk Astronomisk Selskap og Astrofysisk institutt ved Universitetet i Oslo. Språket er norsk.

1972

Romsondene Pioneer 10 og 11 skytes opp, 3. mars. Noen år senere passerer de Jupiter og Saturn og fortsetter ut av solsystemet.

1976

Romsonden Viking 1 lander på Mars, 20. juli. Sender data til jorda helt til 1983.

1977

Romsondene Voyager 1 og 2 skytes opp, 20. august. De besøker Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun og deres måner, og har ført til en enorm mengde ny viten om de ytre planetene.

1981

Romfergen Columbia skytes opp, 12. april.

Undervisningsoppleggene om Verdensrommet er en del av Forskerdiplom og ligger på www.naturfag.no/forskerdiplom.

Aktiviteter om verdensrommet

Naturfagsenteret og Nordnorsk vitensenter har laget undervisningsopplegg til hovedområdet Verdensrommet for barnetrinnet. Kanskje finner du aktiviteter som gir elevene stjerner i øynene?

Forskerspiren er en bærende idé igjennom alle aktivitetene, og det legges vekt på at elevene skal observere, undre seg over og forklare fenomener på himmelen. Aktivitetene er varierte og dekker alt fra observasjoner som skal gjøres ute og bruk av modeller til spill, animasjoner og interaktive oppgaver. I tillegg har vi laget bakgrunnsartikler med utfyllende stoff og anbefalinger av bøker.

1986

Romfergen Challenger eksploderer etter take-off, 28. januar. Sju astronauter blir drept.
Romstasjonen Mir tas i bruk 20. februar. Første romstasjon med permanent bemanning. Lengste oppholdt blir ett år og 22 timer.

1990

Romteleskopet Hubble sendes opp, 24. april. Gir enorme mengder ny astronomisk informasjon.

1997

Den internasjonale romsonden Cassini skytes opp mot Saturn, 15. oktober. Ankom til ringplaneten i 2004.

1999

Byggingen av den internasjonale romstasjonen ISS begynner 27. mai.

Oversikt over kompetansemål og undervisningsoppleggene til hovedområdet Verdensrommet

Trinn	Kompetansemål til Verdensrommet	Undervisningsopplegg med aktiviteter
1.-2.	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive hvordan jorda, månen og sola beveger seg i forhold til hverandre • observere og beskrive årstidene, døgn og ulike månefaser og fortelle om hvordan man i samisk kultur deler inn året 	Jorda, månen og sola <ul style="list-style-type: none"> • Hvor er sola til ulike tider på dagen? • Observer månefaser • Se på månen med kikkert* • De første menneskene på månen • Modell av sola, jorda og månen*
3.-4.	<ul style="list-style-type: none"> • finne informasjon med og uten digitale verktøy og fortelle om noen av planetene i vårt solsystem • gjenkjenne noen stjernebilder og beskrive fenomener som kan observeres på himmelen • gjengi myter og sagn knyttet til stjernehimmelen og nordlys i norsk og samisk tradisjon 	Stjernebilder <ul style="list-style-type: none"> • Stjernebildet Orion* • Kikkert med stjernebilde • Lotto med stjernebilder • Stjernehimmelen* • Ut å se på stjernehimmelen
5.-7.	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive solsystemet vårt og naturvitenskapens teorier for hvordan jorda har blitt til • beskrive en modell for solsystemet og hvordan den kan forklare observerte fenomener, inkludert dag og natt, månefaser og solas bevegelse over himmelen 	Solsystemet vårt <ul style="list-style-type: none"> • Solsystemet i målestokk* • Jorda og månens bane rundt sola • Månefaser*

Aktiviteter merket med * er presentert i dette tidsskriftet

2001

Den amerikanske milliardæren Dennis A. Tito blir verdens første turist i rommet ombord i et russisk Sojuz-romfartøy, 29. april. Turen kostet ham 20 millioner dollar. Flere romturister følger.

2003

Romfergen Columbia går i oppløsning under nedstigning gjennom atmosfæren, 1. februar. Sju astronauter omkommer.
Kina skyter opp sitt første bemannede romskip, Shenzhou 5, med en Lang Marsj 2F-bærerakett, 15. oktober. Jang LiWei blir Kinas første taikonaut (romfarer).

2004

SpaceShipOne med Michael Melvill, bygd av Burt Rutan og finansiert av "charterromturselskapet" Virgin Galactic, blir verdens første private romskip. Gjennomfører tre ferder i løpet av fire måneder.



Aktuelle kompetansemål i læreplanen Barnetrinn 1-2

Forskerspiren

- beskrive egne observasjoner fra forsøk og fra naturen

Verdensrommet

- beskrive hvordan jorda, månen og sola beveger seg i forhold til hverandre

Se på månen med kikkert

Dere kan studere månen med det blotte øyet. Men med kikkert kan dere se flere detaljer.

Gå ut og studer månen

- Beskriv hva dere ser. Lag gjerne en tegning.
- Kan dere se fjell og daler? Eller ser overflaten helt flat ut?
- Hvilken forskjell ser dere med og uten kikkert?
- Når er det best å observere månens overflate?
- Bruk et månekart og se om dere finner igjen områder fra kartet på månen.

Faglig forklaring

Kraterer

Lyse områder på månen er gamle kraterer med fjell rundt. Grunnen til at det er flere synlige kraterer på månen enn på jorda, er at jorda i motsetning til månen har atmosfære. Atmosfæren gjør at de fleste meteoritter brenner opp før de når ned til bakken, og at vi har vind og nedbør slik at erosjon skjuler kraterer over tid.

Hav

For flere hundre år siden trodde astronomer at de mørke områdene på overflaten var hav. I dag vet vi at det er lava som strømmet ut av overflaten etter at meteoritter kolliderte med månen.

Månens forside og bakside

På forsiden av månen er det mange hav, mens det er mest kraterer på baksiden. Denne forskjellen skyldes at meteoritter har kollideret med baksiden av månen. Kollisjonene var så kraftige at lava strømmet ut på forsiden og dannet hav.

Materialer og utstyr

- kikkert
- papir
- blyanter
- månekart (kan lastes ned fra www.naturfag.no/forskerdiplom)



Kommentarer/praktiske tips

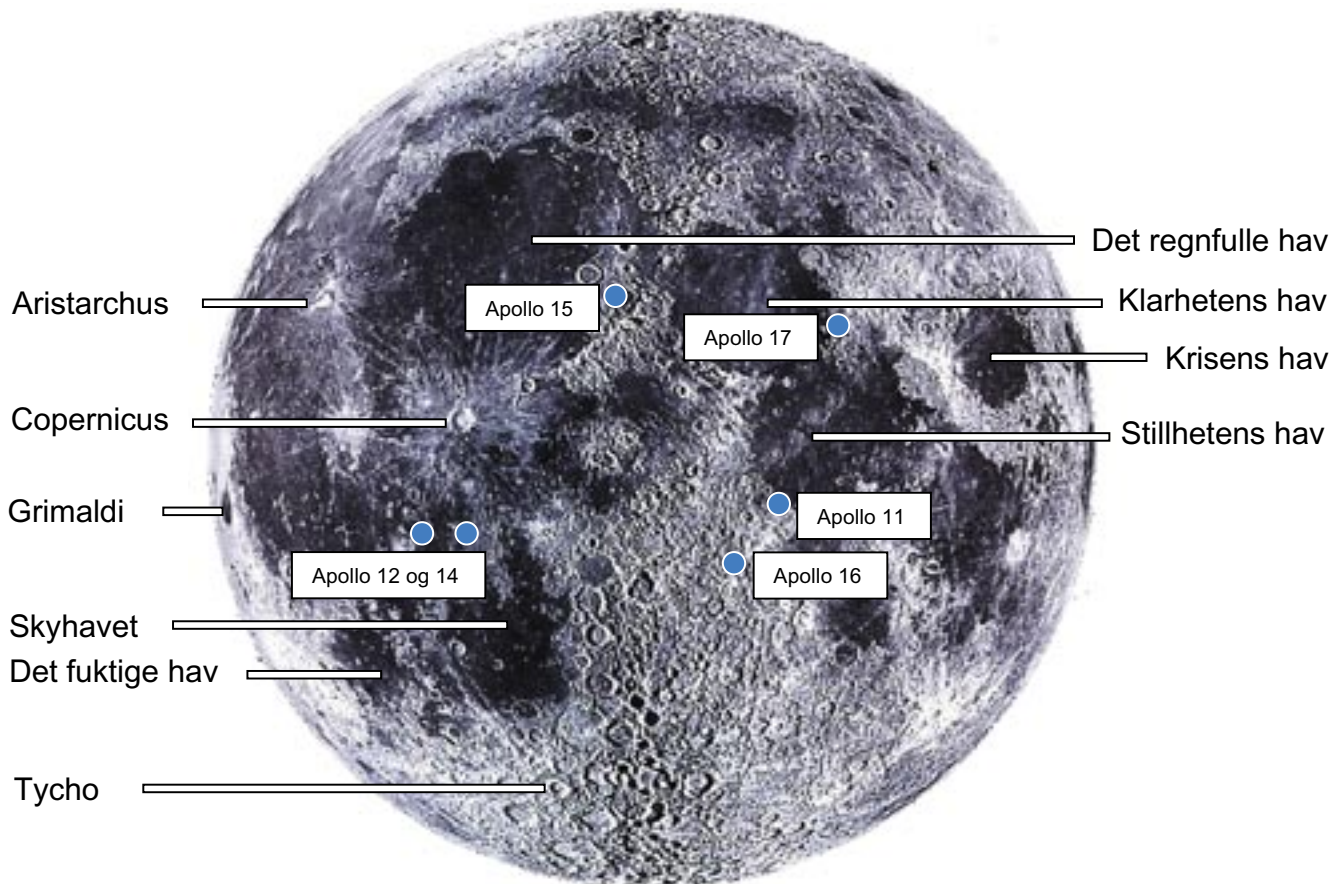
Det er lettere å se strukturer på månen når det ikke er fullmåne. Ved økende og minkende måne danner kraterne skygger og det er lettere å studere overflaten.



SE PÅ MÅNEN MED KIKKERT



Månekart



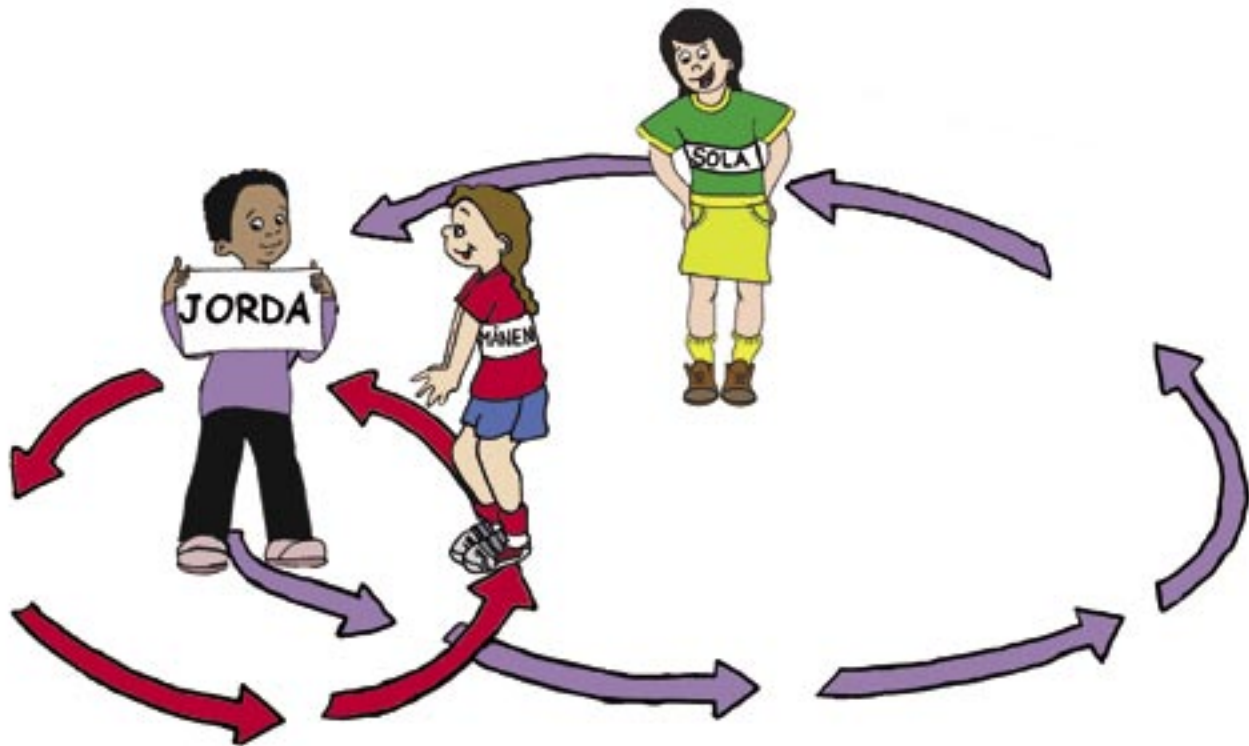


Modell av sola, jorda og månen

Det er ikke lett å forstå hvordan jorda og månen går rundt sola. Men om dere lager en modell hvor dere selv imiterer planetsystemet og går i banene, kan det bli lettere.

Tre elever skal være sola, jorda og månen. Sola skal stå i ro. Mens jorda og månen skal gå i sirkler som illustrert på bildet under. Den kan være lurt å starte med at månen er i bevegelse og at jorda står i ro. Deretter kan både jorda og månen bevege seg. Månen skal ha ansiktet vendt mot jorda hele tiden.

Slukk lyset i rommet. Sola skal lyse med en lommelykt på jorda. Jorda skal stå i ro, mens månen går rundt jorda. Hvis månen holder en ballong i hånden, kan det være lettere å se månefasene.



Figur 1: Banen til jorda og måne rundt sola



SOLA, JORDA OG MÅNEN

Materialer og utstyr

- gensere eller plakater som angir jorda, månen og sola
- lommelykt
- et rom som kan bli helt mørkt
- ballong

Aktuelle kompetansemål i læreplanen

Barnetrinn 1-2

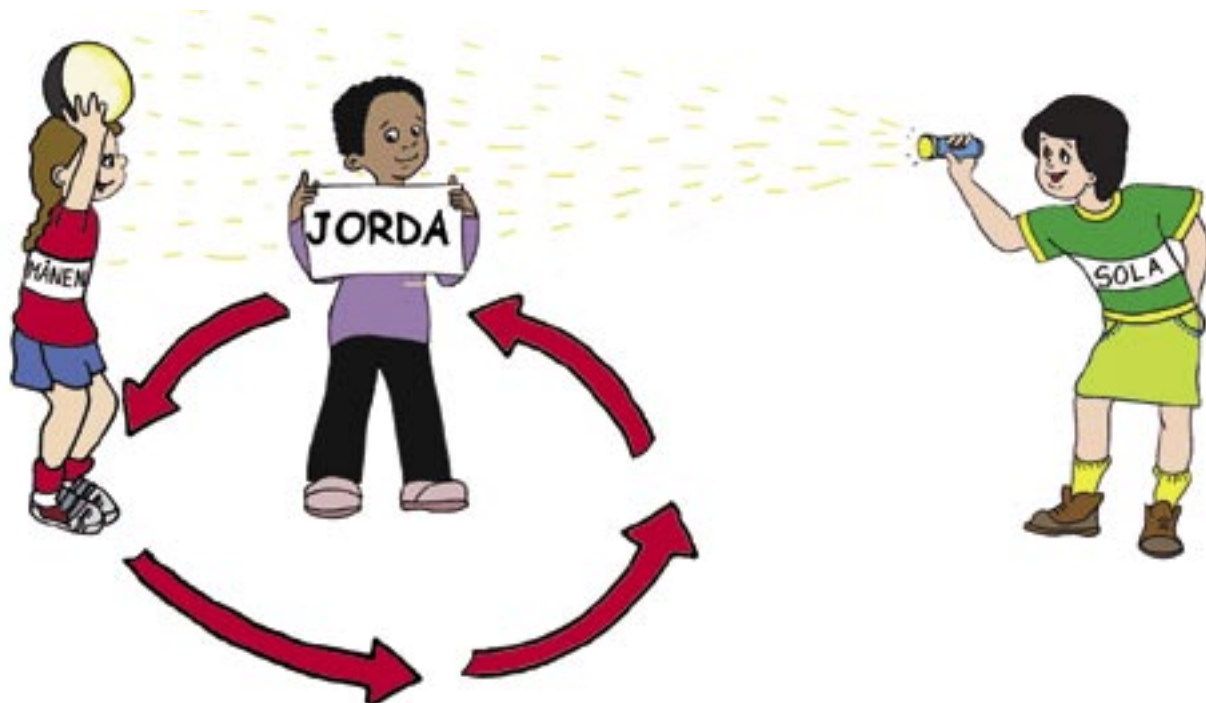
Forskerspiren

- stille spørsmål, samtale og filosofere rundt naturopplevelser og menneskets plass i naturen

- beskrive egne observasjoner fra forsøk og fra naturen

Verdensrommet

- beskrive hvordan jorda, månen og sola beveger seg i forhold til hverandre
- observere og beskrive årstidene, døgn og ulike månefaser og fortelle om hvordan man i samisk kultur deler inn året



Figur 2: Sola lyser mot jorda og månen

Faglig forklaring

Modellen kan være utgangspunkt for å snakke om følgende tema:

Figur 1:

- Jorda går rundt sin egen akse en gang per døgn
- Siden som vender mot sola har dag og den andre siden natt
- Jorda bruker ett år på en runde rundt sola
- Månen bruker en måned eller ca. 29,5 dager rundt jorda

- Månen går rundt sin egen akse en gang per runde rundt jorda
- Månen har bundet rotasjon, dvs at den alltid har samme side mot jorda
- Jorda og månen beveger seg mot klokka når de roterer

Figur 2

- Månefaser
- Solformørkelse
- Måneformørkelse



Stjernehimmelen

Dette er et skjermbilde av en interaktiv stjernehimmel hvor du kan slå på og av dyrekretsen, greske og samiske stjernebilder. Dette kan være et nyttig hjelpemiddel for å lære om stjernebilder. Denne ressursen kan brukes til å gjenkjenne stjernebilder, se likheter mellom stjernebilder fra ulike kulturer og den kan være et utgangspunkt for fortellinger om stjernebilder.

En kosmisk jaktscene

På skjermbildet ser du at samiske stjernebilder er slått på. I den samiske tradisjonen er stjernehimmelen en kosmisk jaktscene. I mørketiden og med et liv i nær kontakt med naturen, har samene fått et bevisst forhold til stjernehimmelen. Samene har levd av reinsdyr og jakt, og samenes stjernebilder gjenspeiler dette. Vi finner igjen reinen, jegerne og jaktredskaper blant stjernene på himmelen.

Et av de viktigste samiske stjernebildene er reinen Sarvvis. Sarvvis er et stort stjernebilde som tilsvarer mange greske stjernebilder. De takkede hornene tilsvarer stjernebildet Kassiopeia og beina utgjør stjernebildene Perseus og Kusken.

Det samiske navnet på Polarstjernen er Boahji. Det betyr naglen som holder himmelen oppe (himmelnaglen). Den finnes alltid på samme sted uavhengig av de andre stjernenes bevegelse, og har derfor fått en spesiell rolle i den kosmiske jaktscenen.

Selve jaktscenen begynner tidlig på kvelden hvor jegerne kommer til syne på himmelvelvingen en etter en. Jegeren Fávdna står klar med buen Fávdnadávgi og sikter på reinen Sarvvis. De tre brødrene Gállábártnit og faren Gállá prøver å hjelpe til slik at Fávdna kommer i skuddhold. Fávdna har spendt buen, men tør ikke skyte for mellom ham og Sarvvis står Boahji, himmelnaglen. Hvis den blir truffet, vil himmelen falle ned og alt liv på jorden vil opphøre. I løpet av en natt med intens jakt må de innse at Sarvvis er vanskelig å ta. En etter en må jegerne gi seg, Gállá først og sistemann er Fávdna. Slik fortsetter Sarvvis sin beiting inn i morgendagen.

Stjernehimmel

VITEN

Om re



Les mer om myter og sagn om samiske stjernebilder, stjernebildet Orion og om kongefamilien på himmelen på [naturfag.no](http://filarkiv.viten.no/?content=stjernehimel_tegn).
http://filarkiv.viten.no/?content=stjernehimel_tegn

Den interaktive stjernehimelen er laget av Wenche Erlien
Naturfagsenteret

STJERNEHIMMELEN



- Dyrekretsen
- Greske stjernebilder
- Samiske stjernebilder
- Trekanter
- Polarstjernen



Aktuelle kompetansemål i læreplanen

Barnetrinn 3-4

Verdensrommet

- gjenkjenne noen stjernebilder og beskrive fenomener som kan observeres på himmelen
- gjengi myter og sagn knyttet til stjernehimmelen og nordlys i norsk og samisk tradisjon

Stjernebildet Orion

Lag ditt eget stjernebilde og se hvordan ulike kulturer har laget stjernebilder av samme område på stjernehimmelen.

Bildet under er en del av stjernehimmelen i området hvor stjernebildet Orion ligger. Bruk bildet til å se etter mønstre som dannes av stjerner. Kan du se noen figurer eller gjenstander? Lag ditt eget stjernebilde ved å tegn linjer mellom stjernene i mønsteret du oppdager. Hva forestiller stjernebildet ditt?



Mennesker på forskjellige steder i verden har laget ulike stjernebilder av denne delen av stjernehimmelen. Studer og sammenlign de ulike stjernebildene på neste side. Hvilke stjerner går igjen på de forskjellige stjernebildene? Har du brukt de samme stjernene i ditt stjernebilde? Hvorfor er det noen stjerner som går igjen på de ulike stjernebildene?

Materialer og utstyr

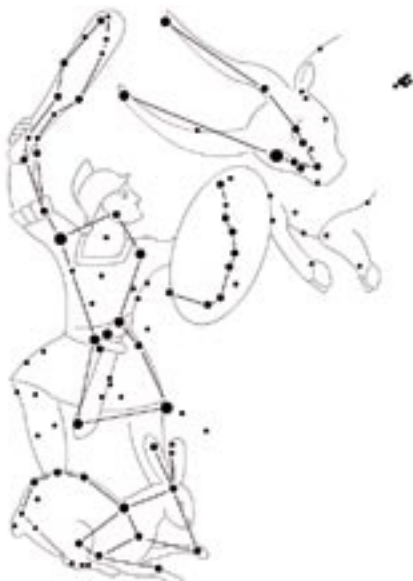
Til hver elev:

- elevarket: stjernebildet orion (kan lastes ned fra naturfag.no/forskerdiplom)
- blyant og fargestifer



Stjernebildet Orion

Orion tolkes på forskjellige måter i ulike kulturer.



Gresk mytologi: Den heltemodige jegeren Orion, Tyren og Haren er et av de mest kjente stjernebildene.



Gresk mytologi: Zevs, Poseidon og Hermes urinerte på et oksekinn og gravde det ned. Ni måneder senere kom Orion opp av jorda.



I et gammelt egyptisk sagn omtales Orion som Osiris, lysguden. Her seiler han oppover Nilen som symboliseres med Melkeveien.

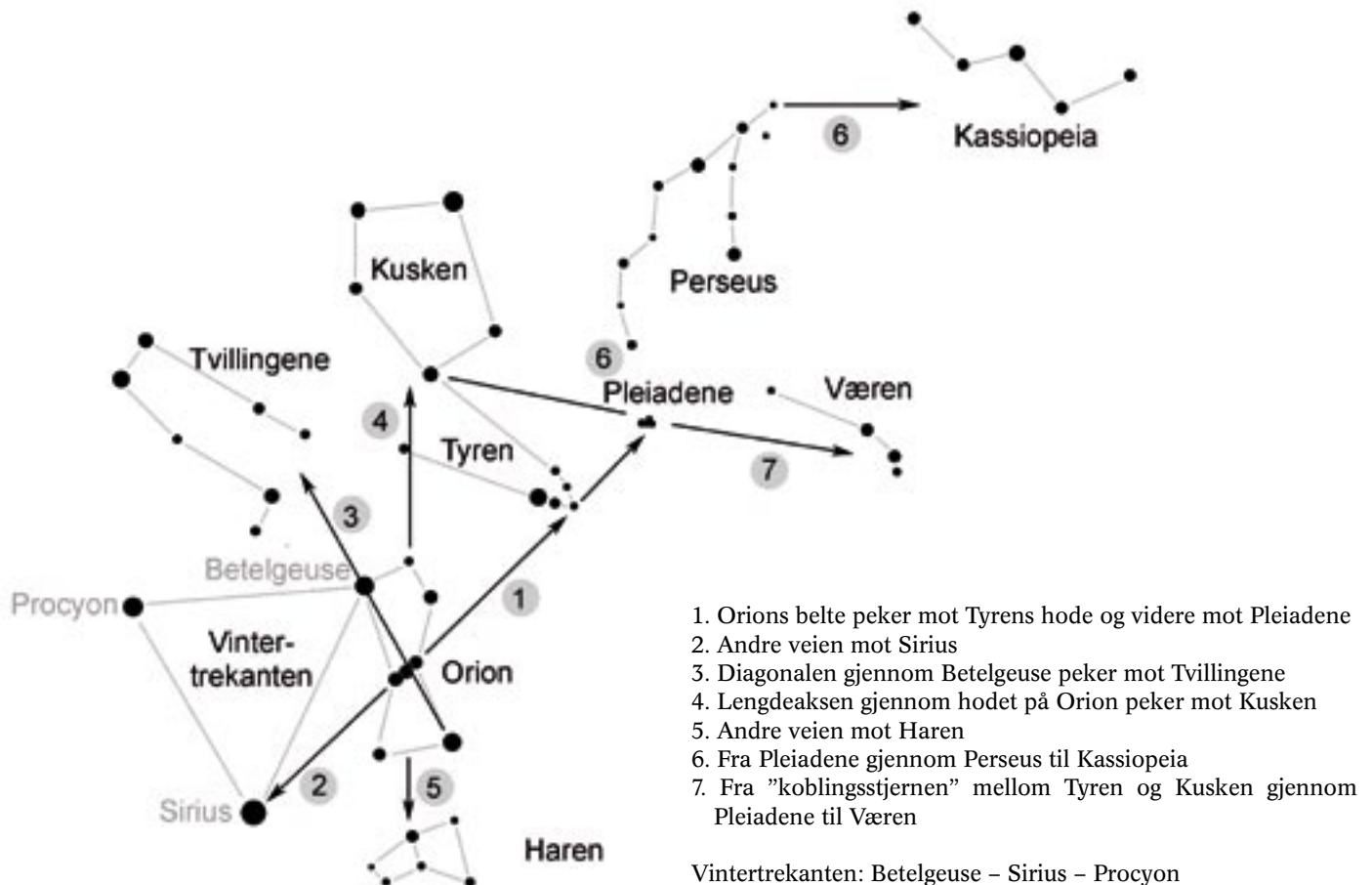


Myte fra Peru: To guder holder en tyv før han kastes til fire gribber.



Orion som veiviser på vinterhimmelen

Når du skal finne fram på stjernehimmelen, er det lurt å starte med å lære seg noen få stjernebilder som er lette å finne på himmelen. Bruk disse stjernebildene som veivisere til å finne andre stjernebilder. Under ser du et bilde som viser hvordan du kan bruke Orion til å finne andre stjernebilder.





Solsystemet i målestokk

Lag solsystemet i en riktig målestokk i skolegården og ute i terrenget.



1. Velg målestokk for solsystemet dere skal lage. Bruk for eksempel nettsiden "Build a Solar System" for å finne målestokk på diameter til planetene og avstander mellom sola og planetene.
2. Tegn eller lag en modell av sola ut fra valgt målestokk i skolegården.
3. Lag planeter i riktig målestokk og sett planetene på hver sin stokk.
4. Sett ut planetene på en rett linje fra sola og utover. Vær kreative når dere måler opp avstanden til planetene. Kan dere finne en enkel måte å måle 10 meter på?
5. Til hver planet bør dere lage et oppslag med informasjon om og bilde av planeten. Ta for eksempel med opplysninger om planetens temperatur, måner og virkelige størrelse.

I solsystemet i illustrasjonen på denne siden har planetene ganske riktig diameter i forhold til hverandre, men avstandene mellom planetene er feil.

Kommentarer/praktiske tips

Her er noen ferdige forslag til målestokk:

Dersom solas diameter er 14 cm som tilsvarer en stor grapefrukt, vil avstander til og diameter på planetene være som følgende:

Planet	Diameter	Avstand fra sola
Merkur	0,04 cm	6 m
Venus	0,12 cm	11 m
Jorda	0,12 cm	15 m
Mars	0,06 cm	23 m
Jupiter	1,4 cm	80 m
Saturn	1,17 cm	140 m
Uranus	0,47 cm	290 m
Neptun	0,02 cm	450 m

Om modellen

En slik modell er nyttig for å illustrere de enorme avstandene i solsystemet vårt. Dere kan også stå ved siden av de ulike planetene og se hvor stor sola egentlig er, sett fra de ulike planetene.

Modellen av solsystemet kan bli en fin natursti. Eldre elever kan ta med seg yngre elever på stien og vise fram modellen de har laget. Dere kan også utvikle stien over tid og legge ut mer informasjon etter hvert. Tenk på at modellen må tåle vær og vind.

Når dere måler opp avstander til planetene, kan dere for eksempel bruke hyssing på 1 og 10 meter.



På nettsiden "Buil a Solar System" www.exploratorium.edu/ronh/solar_system kan dere finne diameter til planetene og avstander mellom sola og planetene i ønsket målestokk. På skjermbildet under ser dere at målene er beregnet ut fra at solas diameter er 140 mm.

Aktuelle kompetansemål i læreplanen

Barnetrinn 3-4

Verdensrommet

- finne informasjon med og uten digitale verktøy og fortelle om noen av planetene i vårt solsystem

Barnetrinn 5-7

Verdensrommet

- beskrive solsystemet vårt og naturvitenskapens teorier for hvordan jorda har blitt til
- beskrive en modell for solsystemet og hvordan denne kan forklare observerte fenomener, inkludert dag og natt, månefaser og solas bevegelse over himmelen

Solar System Model

Body	Body Diam (km)	Body Diam (in)	Body Diam (mm)	Orbit radius (km)	Scaled orbit radius (ft & in)	Scaled orbit radius (meters)
<u>Sun</u>	1391900	5.5	140		Calculate Clear	
<u>Mercury</u>	4866	0.0192	0.4	57950000	19 ft 1.47 in	5.828 m
<u>Venus</u>	12106	0.0479	1.2	108110000	35 ft 8.1 in	10.873 m
<u>Earth</u>	12742	0.0504	1.2	149570000	49 ft 4.28 in	15.044 m
<u>Mars</u>	6760	0.0267	0.6	227840000	75 ft 2.22 in	22.916 m
<u>Jupiter</u>	139516	0.5524	14	778140000	256 ft 9.37 in	78.266 m
<u>Saturn</u>	116438	0.461	11.7	1427000000	470 ft 10.8 in	143.53 m
<u>Uranus</u>	46940	0.1858	4.7	2870300000	947 ft 2.15 in	288.7 m
<u>Neptune</u>	45432	0.1799	4.5	4499900000	1484 ft 11.23 in	452.608 m
<u>Pluto</u>	2274	0.009	0.2	5913000000	1951 ft 3 in	594.741 m



Månefaser

Dette er et skjermbilde av en animasjon som viser månefasene. Månefasene skyldes at vi ser den solbelyste delen av månen fra forskjellige vinkler etterhvert som den beveger seg rundt jorda.

Månefaser

Månefaser sett fra jorda

Trekvart

VITEN Om ressursen Om rettigheter Gi tilbakemelding Nasjonalt senter for naturfag i opplæringen

AVSTANDER I VITENSENTERET



Avstander i Vitensenteret

Ved Nordnorsk vitensenter har vi utviklet et undervisningstilbud som med letthet også kan gjøres på skolen. På skolen er det større muligheter for at elevene selv kan regne ut størrelser som de i Vitensenteret får presentert ferdig utregnet.

Undervisningsopplegget starter med at klassen samles rundt et 4 m langt Norgeskart hvor de sammen med vitenverten går gjennom hva de kan se på himmelen, eller rettere, hva de kan se når de ser opp. Og der ser de fugler, regnbuer, skyer, fly, helikoptre, meteoror, nordlys, satellitter, ...

Elevene får deretter utdelt laminerte kort hvor de ulike fenomenene som finnes fra bakkenivå opp til satellitter, er illustrert, ett fenomen per kort. Så får de i oppgave å feste kortene på veggen bak Norgeskartet. Etter at elevene har hengt opp kortene, går vitenverten gjennom hvor høyt over bakken de ulike fenomenene befinner seg i antall kilometer, og hvor høyt de skal være i forhold til kartet. De aller fleste kortene blir flyttet ned, bare satellittene som mange elver har hengt så langt opp som de klarer, blir værende.

Deretter kommer neste oppgave: vitenverten finner fram en badeball med et bilde av jorda på, en slags oppblåsbar globus, og en isoporkule som skal være månen. Oppgaven blir å plassere månen i rett avstand fra jorda. Månen blir som regel plassert på 20-30 cm fra jorda av elevene, og de lærerne som våger seg frempå, doubler avstanden. Forbauselsen blir stor når vitenverten spaserer 12 m bortover gangen med månen.

Vitensenteret skulle gjerne hatt en solball også, men selv om jorda er en liten jordformet ball litt mindre enn en knyttneve, er solas omkrets så stor at en tauring i rette størrelse knapt kan strekkes ut i Vitensenterets foaje (nå skal det sies at Nordnorsk vitensenteret er det av de norske vitensenterene som har minst bygg).

Avstandene i solsystemet er også med, men bare som en ferdig opphengt avstandsmodell i Vitensenterets glassgang. Her diskuteres også tid som avstandsmåler, noe som er viktig å ha et forhold til når klassen senere er i Vitensenterets Stjernesal og ser på stjernehimlen.

Besøket avsluttes med en tur i Stjernesalen hvor vitenverten viser ulike stjernebilder, og kommer med eksempler på avstander til stjernene.

Aktiviteten er utviklet etter inspirasjon fra Norsk Luftfartsmuseum, hvor de bruker aktiviteten til en innledning om fly.



Bildet er fra aktiviteten på neste side.



FENOMENER PÅ HIMMELEN

Kompetansemål

3.-4. trinn Verdensrommet

- gjenkjenne noen stjernebilder og beskrive fenomener som kan observeres på himmelen

Fenomener på himmelen

Finn ut hvor høyt over jorda ulike fenomener finnes og lage en modell om størrelsesforholdene mellom fenomenene og jorda.

Framgangsmåte

1. Diskuter hva dere kan se "på himmelen" eller når dere ser opp. Skriv fenomenene opp på tavla etter hvert som de dukker opp. Ta gjerne med "fenomener" som fugler, fly helikoptre osv. Pass på at skyer, meteoror/stjerneskudd, nordlys, satellitter og månen kommer med.
2. Tegn fenomenene eller lage små modeller av dem.
3. Legg et stort norgeskart med kjent målestokk på gulvet foran en vegg.
4. Heng opp tegningene/modellene i den høyden dere tror de skal være i forhold til kartet. Hvor høyt flyr vanlige fly? Hvor høyt kan fly gå? Hvilken fugl flyr høyest, og hvor høyt flyr den? Hvor høyt går satellitter? Osv
5. Diskuter om høydene kan være rett. Hvor mye av Norge ser dere om dere ser ut av vinduet på et rutefly? Kan det stemme at flyet da skal være så høyt i forhold til Norgeskartet?
6. Finn ut hva som er virkelig høyde til fenomenene, og regn ut hva som er riktig høyde i modellen. Oppsummer i fellesskap og finn ut om noen fenomener var hengt for høyt eller lavt.

Utstyr

- norgeskart for eksempel 4 m langt
- tegneark
- fargeblyanter
- eventuelt materiale til å lage modeller

Høyder til utvalgte "fenomener"

Fenomen	Høyde over bakken i km
Regnbue	0-1
Regnskyer	1
Fjærskyer	7
Svane	9
Helikopter	8
Passasjerfly	10
Nordlys, nedre grense	90
Meteoror (der de fleste brenner opp)	100
Den internasjonale romstasjonen	330
Nordlys, øvre grense	400
Satellitter	400
Geostasjonære satellitter	35 700
Månen	384 400

Praktiske tips

Her er det store muligheter for regning med forhold og målestokk, i tillegg til at elevene får et innblikk i hva de kan se på himmelen eller over seg. Her vil det også være mulig å gå inn på de enkelte fenomenene, fra vær og regnbuer til nordlys, meteoritter, planeter, stjerner, med mer.

Elevene kan regne ut avstanden selv eller ved å bruke et regneark (Excel) som læreren lager på forhånd.

Bruk gjerne en kunst- og håndverktime til å lage modeller eller tegninger av fenomenene.





MÅNEN OG JORDA

Kompetansemål

1.-2. trinn Verdensrommet

- beskrive hvordan jorda, månen og sola beveger seg i forhold til hverandre

Månen og jorda

Finn riktig størrelsesforhold mellom jorda og månen, og plasser dem med riktig avstand i forhold til hverandre.

Framgangsmåte

1. Månen har en diameter på 3 476 km, og jorda har en diameter på 12 756 km. Hva slags størrelsesforhold er det mellom jorda og månen?
2. Bruk en modell av jorda og finn riktig størrelse på månen i forhold til den. Finn en gjenstand som kan representere månen.
3. Hvor langt unna jorda skal månen være? Det kan være lurt å tenke på hvor stor månen er når vi ser den fra jorda. Hvor lang unna må den være for å ha rett størrelse?

Tommelfingerregler

- Månen er $\frac{1}{4}$ av jorda
- Avstanden fra jorda til månen er 30 jorddiameterer eller 9,6 jordomkretser
- Sola er 109 ganger større enn jorda
- Avstanden fra sola til jorda er 107 soldiameterer eller 34 solomkretser

Praktiske tips

Elevene vil som regel plassere månen for nært jorda. Synes elevene månen ser liten ut i den riktige avstanden? Be dem legge merke til månens størrelse neste gang de ser den, gjerne ved å holde opp tommelen og se månens størrelse i forhold til tommelen.

Denne aktiviteten motiverer elevene til å tenke over hvordan månen opptrer på himmelen, og kan følges opp med å observere månen og månefasene som beskrevet på naturfag.no under forskerdiplom.

Utstyr

- En globus eller en annen modell av jordkloden
- Et rom med god plass



Årets Nysgjerrigper

Barnas forskningskonkurranse er utlyst for 2008! Alle elever på barneskoletrinn kan delta i grupper på to eller flere. Det er ingen forhåndspåmelding til konkurransen – dere trenger å sende inn rapporten om prosjektet innen 1. mai 2008!

Deltakerne oppfordres til å ta i bruk Nysgjerrigpermetoden under forskningen sin - men det er ikke et absolutt krav. Nysgjerrigpermetoden er en forenklet utgave av hypotetisk-deduktiv metode og består av seks trinn:

1. Dette lurer jeg på
2. Hvorfor er det slik
3. Legg en plan for undersøkelsen
4. Ut for å hente opplysninger
5. Dette har jeg funnet ut
6. Fortell til andre

Denne måten å arbeide på finner du også i Forskerspiren i læreplanen for naturfag etter 7.trinn.

Et hefte som beskriver metoden kan lastes ned fra nysgjerrigper.no eller bestilles gratis fra Nysgjerrigper.

Nettverktøy

Flere og flere velger å bruke rapportmalen på nysgjerrigpermetoden.no. Her kan læreren opprette et eget arbeidsrom for prosjektet og elevene kan legge inn tekst og bilder. I verktøykassa kan dere hente tips til fremdrift underveis.

Premier til alle

Alle prosjektene blir vurdert av en jury bestående av fagfolk innen undervisning og forskningsformidling. Før sommerferien får elevene et brev med juryens tilbakemelding på deres eget prosjekt, i tillegg til diplomer og premier. Dette gjelder absolutt alle prosjektene som kommer inn – uansett plassering!



Innlevering

Rapporten skal fortelle hvordan elevene har forsket og hva de har kommet frem til. Denne må sendes inn innen 1. mai 2008 for å bli med i konkurransen. Rapporten kan leveres pr. post, elektronisk pr. e-post eller inne i nysgjerrigpermetoden.no.

Prisvinnere

Nysgjerrigper gir også pengepremier til fem prisvinnere: En andre- og tredjeplass kåres på både småskoletrinn og mellomtrinn – og i tillegg kåres vi en førsteprisvinner som blir utropt til Årets Nysgjerrigper 2008. Denne klassen får 20 000 kroner og en tre dagers drømmetur!

Spesialpriser

Vi har også gode venner som deler ut hver sin spesialpris: Matematikkprisen gis av Matematikksenteret
Teknologi- og designprisen gis av NITO
Helseprisen gis av Kreftforeningen
Energiprisen gis av ENOVA
Naturfagsprisen gis av Naturfagsenteret

Lærerne belønnes

Det er ikke bare flinke elever som belønnes i Årets Nysgjerrigper. Hovedveilederne til Nysgjerrigpers fem prisvinnere inviteres til en drømmereise over to dager tidlig på høsten i 2008.

Vil du vite mer?

På nysgjerrigper.no finner du all nødvendig informasjon om konkurransen, og under "Nysgjerrigper-prosjekter" finner du rapporter fra tidligere finalister. La deg inspirere!



BEVEGELSESLIK I MØRKE

Tør jeg sette ned foten der?

Bevegelseslek i mørke med lykt, refleks og fakler

Mørke høstkvelder innbyr til lek med lys og refleks. Mørket reduserer stimuli til synssansen, dermed oppleves stimuli fra andre sanser, for eksempel knyttet til bevegelse og berøring, sterkere. Sansestimuli fra en fot som settes ned på et mørkt underlag gir barn utvidete bevegelseserfaringer.

En lekende kontekst som mørkgjemsel kan gjøre mørket mindre skremmende fordi lekens spennings- og konkurransemoment overskygger redselen for å være ute i mørket. Lek med lommelykter og refleks gir erfaringer med lys og mørke og refleksjon. Nedenfor er gjengitt noen aktiviteter til lek med lys og mørke. En høst- eller vinterkveld ute i skogen med bål kan være en ramme for aktivitetene. Et skogholt hvor det både er litt lys fra nabolaget og mulighet for helt mørke egner seg godt. Det gir også mulighet for å se og orientere seg på stjernehimmelen og fortelle sagn og myter i tilknytning til stjernebilder.

Skygg lederen, en variant av gjemsel

Lederen løper først med resten av deltagerne på rad bak seg. Lederen skal når som helst stoppe, holde seg for øynene for ikke å se og telle til ca 10. De andre skal da gjemme seg så nært lederen som mulig. Når lederen har telt til 10, skal han stå på samme stedet og rope navnet på de deltagerne han ser fra det stedet. Når han ikke ser flere, roper han "fritt" og de som ikke er sett reiser seg fra gjemmestedet sitt. Den som gjemte seg nærmest lederen uten å bli sett er den neste lederen og løper nå først i rekka. Er det flere enn 10 -12 stykker bør, rekka deles i to. Uten lys er dette en morsom skumringslek.

Er det mørkt kan barna ha hver sin lommelykt som støtte. Når alle har gjemt seg og lederen telt til 10, bruker lederen lyset fra lykta til å finne de andre deltagerne. En tredje variant er om alle har refleksbrikker eller refleksvest på. Refleksen gjør at det er

mye lettere for lederen å se dem som har gjemt seg, og det gir god erfaring med hvor mye mer synlig en blir i mørket med refleks. Lysstyrken på de ulike lyktene opptar ungene, og de erfarer hvordan noen lysøyler knapt nok når frem til der noen har gjemt seg. Da lyser heller ikke refleksene tilbake. Leken fordrer at barna omtrent kaster seg ned på bakken der de er når lederen begynner å telle. Min erfaring er at spenningsmomentet i leken overvinnes redselen for å legge seg ned på ukjent grunn for de fleste barn.

Refleksløype og fakkelløype

En refleksløype er en merket løype hvor merkebåndene erstattes med refleksbrikker. Når barna går løypa, bruker de lykta til å lyse fra refleks til refleks samtidig som lykta lyser opp underlaget de går på. En fakkelløype er en løype merket med tente fakler, og hvor det kun er lyset fra fakkelen som lyser opp terrenget. Det fordrer en åpen og pen skogbunn og strategisk plassering av fakler der det er vanskeligere å ta seg frem. Det stadige skiftet mellom lyset fra fakkelen og mørkere områder mellom faklene utfordrer barna i forhold å se og ikke se hvor foten plasseres.

Langs begge typene løyper kan det legges poster. Innholdet på postene kan variere fra rene fakta spørsmål med svar til oppgaver av "prøve ut" karakter. Eksempler kan være

- å skulle gå uten lys i ukjent og ulendt terreng ved holde i et tau og føle seg frem med foten
- å klatre opp i et tre
- å ta seg gjennom hindre av tau, et taunett
- å lytte etter lyder i mørket
- å kjenne på og identifisere for eksempel ulike typer kvister, blader etc uten å se
- å lukte på ulike blomster, lyng og moser eller poser med ulikt innhold uten å se
- å prøve ekko
- å gjenkjenne stjerner og stjernebilder



BEVEGELSESLIK I MØRKE



Nattorientering

For mange orienteringsløpere er nattorientering mer fascinerende enn å finne frem i dagslys. Å oppfatte detaljer i terrenget rundt deg i lyset fra en hodelykt er helt annerledes enn å se seg rundt i dagslys. Det blir enda viktigere å vite nøyaktig hvor på kartet en er for å vite hvilke detaljer en skal se etter rundt seg. Å vite at en nærmer seg en post for så se reflekslyset fra posten, gir en god mestringsfølelse. En god organiseringsform er å la barna løpe til en post og komme tilbake til utgangspunktet før de legger i vei til neste post. Da kan du som leder lettere ha oversikt over om noen barn blir lenge borte og kanskje har gått seg bort.

Lange mørke kvelder inviterer til lek ute

Å bevege seg i mørket gir andre sanseerfaringer enn å bevege seg i dagslys. Synet gir viktig informasjon i forhold til balanse når vi beveger oss. I mørket blir sanseinntrykkene fra synet svakere, og noen vil oppleve at de kjenner musklene i bena mer når de ikke helt ser hvor de setter foten ned når de går. Barna får erfare sin egen kropp i uvante situasjoner, og kanskje utvikler de en trygghet både i forhold til å bevege seg i og være ute i mørket. Med et leirbål som en varm og trygg ramme oppfordres herved til aktiviteter ute i høstmørket.

Refleksaktivitet på naturfag.no



I denne aktiviteten kan du teste ut ulike refleksbrikker og finne ut hvilken som lyser best. Aktiviteten inngår i undervisningsopplegget "Trafikksikkerhet og fart".

KUNNSKAP OM VÆRET



Væremnet i grunnskolens naturfag: Krav og muligheter med Kunnskapsløftet

Læreplanene i Kunnskapsløftet (LKO6) er under innføring og nye lærebøker er i produksjon. Kunnskap om været er fortsatt plassert i naturfag for småskoletrinnet og mellomtrinnet. På ungdomstrinnet er væremnet, som før, lagt til samfunnsfag (geografi) og omfatter dessuten luftmassenes bevegelse, vannets kretsløp og klima. Dette perspektivet videreutvikles med fokus på klima i geografi i videregående opplæring Vg1. I naturfag Vg1 er de eneste vær- og klimarelevante kunnskapsområdene drivhuseffekten og effekten av ozonlaget. I det nye geofag 1, X og 2 i Vg2 og 3 er det omfattende videreutvikling av kunnskaper om vær, klima og tilgrensende kunnskapsområder. Denne analysen omfatter bare krav og muligheter i væremnet i naturfag for småskoletrinnet og mellomtrinnet.

Uten at det er tema her, kan det argumenteres for at væremnet ved de to siste læreplanrevisjonene har fått stadig mindre omfang i naturfag (Hansen 2006). Undersøkelser på initiativ fra European Meteorological Society (Halenka, Spetak og Wieringa 2006), viser samme sørgelige trend i det meste av Europa: Det blir stadig mindre eller ingen plass til væremner i læreplanene i naturfag (science). Denne trenden bekymrer mange, for eksempel det profesjonelle fagmiljøet i flere land: I Norge har Geofysisk institutt, Universitetet i Bergen (der Vilhelm Bjerknes og hans medarbeidere gjorde meteorologi til en vitenskap og revolusjonerte værvarslingen i store deler av verden rett etter 1.verdenskrig) utviklet en nettbasert Metskole (Grosv 2003) for elever og lærer i grunnskolen, i samarbeid med Meteorologisk institutt. I Storbritannia har Royal Meteorological Society (RMS, Walker 2006) i flere tiår holdt lærerkurs og utviklet materiell for undervisning. I USA har American Meteorological Society (AMS, Geer et al. 2006) gjort en kjempeinnsats siden 1991 gjennom Project AT-

MOSPHERE. Til nå har mer enn 11.000 lærere deltatt på kurs og AMS har utviklet mye godt undervisningsmateriell. Høsten 2007 starter AMS i tillegg et nytt nettbasert *teacher enhancement project* Water in Earth System (AMS), med mål å nå 16.000 lærere. Målet for disse profesjonelle aktørene er selvsagt å bidra til inspirerende og gode undervisningsaktiviteter som kan gi elevene solide kunnskaper om vær, vann og klima. Like viktig er imidlertid at de profesjonelle fagmiljøene, gjennom skolen og elevene, håper å øke det de kaller *awareness* i befolkningen dvs. kompetansen å forstå tegn i vær-situasjonen og varsler i media når det er vær-situasjoner der det er helt livsnødvendig å handle riktig. Farlige vær-situasjoner er det langt flere av i USA enn i Norge, men også vi har vårt og trenger en befolkning med kunnskap og *awareness*. På tross av det, er væremnet relativt lite i naturfag LK06. Vi finner ett kompetansemål for småskoletrinnet etter 4.årstrinn:

KUNNSKAP OM VÆRET



Mål for opplæringen er at eleven skal kunne beskrive egne observasjoner av vær og skyer og måle temperatur og nedbør.
(LK06:86)

Hvorfor er det viktig å ha denne kompetansen? Læreplanen begrunner ikke kompetansemålene. Et ordtak sier ”alle snakker om været”, og elevene vil bli gode samtalepartnere med denne kompetansen! Men det er neppe den eneste ”baktanken” med kompetansemålet. En rimelig tolkning må være at elevene i tillegg til å kunne beskrive, observere og måle, også må utvikle noen kunnskaper om *hva* vær, skyer, temperatur og nedbør er og kanskje til og med *hvorfor* det blir skyer, noen skyer gir nedbør, temperaturen stiger og synker osv. Svar på flere av disse spørsmålene er knyttet til vannets fysikk, men det er ingen kompetansemål etter 4. årstrinn som eksplisitt omhandler vannemnet. Muligheten er imidlertid der for den som leser LK06 velvillig [mine forslag]:

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne gjennomføre forsøk som viser at stoffer [H₂O, vann] kan endre karakter [faser] når de blir utsatt for ulike påvirkninger [temperaturendringer] (LK06:86)

I LK06 er det altså opp til lærebokforfatterne og lærerne å vurdere om elevene trenger litt vannfysikk på veien mot kompetansemålet i væremnet. Det er også en mulig link mellom væremnet og det nye hovedområdet Forskerspiren. Kompetansemålene etter 4. årstrinn kan helt oppnås gjennom arbeid med væremnet:

- Mål for opplæringen er at eleven skal kunne***
- bruke naturfaglige begreper til å beskrive og presentere egne observasjoner på ulike måter
 - innhente og systematisere data og presentere resultatene med og uten digitale hjelpemidler
 - bruke enkle måleinstrumenter til undersøkelser (LK06:85)

KUNNSKAP OM VÆRET

Et prinsipp i LK06 er at hvert kompetansemål skal stå for seg og skal kunne testes for seg. Det kan ikke henvises fra et kompetansemål til andre kompetansemål. Det er den kompetente lærer og lærebokforfatter som må se muligheten til å lage undervisningssekvenser som peiler inn mot flere mål samtidig for eksempel fra væremnet + vannemnet + forskerspiren.

En annen prinsipiell ”nyhet” er at LK06 ikke sier noe om veien til kompetansemålet faglig og metodisk. Akkurat for væremnet vil noen si at prinsippet om metodefrihet er brutt i LK06. Dette tilfellet illustrerer faktisk at prinsippet kunne og skulle brytes når metoden er en del av faget. I meteorologi er *beskrive, observere og måle* de eldste og mest grunnleggende faglige metodene som ble utviklet lenge før meteorologi ble vitenskap. De måtte absolutt inn i grunnskolen hvis det i det hele tatt skal være et væremne. Som i alle andre emner, har lærerne stor frihet til å finne faglig innhold og metodiske knep som kan lette veien i elevenes kompetanseutvikling. Ofte er læreboka og lærerveiledningen til stor hjelp.

Observasjoner betyr i meteorologisk sammenheng systematisk innsamling av data om været. Rundt om i verden er det tusenvis av manuelle værstasjoner, i Norge noen hundre, der observatørene til faste klokkeslett måler vindretning og -styrke, temperatur, nedbør, fuktighet og lufttrykk. I tillegg gir observatørene en vurdering av sikt, skytyper, skyhøyde og skydekke, samt værtype. Noen av disse observasjonene skal gjøres på småskoletrinnet, mens resten kan gjøres på mellomtrinnet. Manuelle værstasjoner utgjør en stadig mindre del av Meteorologisk institutt sitt nettverk. 70 % av stasjonene er nå helautomatiske, men de kan ikke gjøre observasjoner som krever menneskelig vurdering.

Måle betyr at elevene bruker måleinstrumenter. Teknologien til gammeldagse måleinstrumenter bygger på kjente fysiske prinsipper, der virkningen av det som skal måles, for eksempel temperaturen, utløser en kjent fysisk reaksjon i instrumentet, væsken trekker seg sammen når temperaturen synker. Bruken av slike måleinstrumenter kan knyttes direkte til fysikkemner eleven skal bli kjent med. Fordelen med digitale måleinstrumenter er at de er mer nøyaktige, resultatene kan lagres i instrumentet eller en PC for senere bearbeiding, og resultatet avhenger ikke like mye av elevenes ferdigheter. Ulempen er at digitale instrumenter er en ”black-box” der elevene ikke forstår forbindelsen mellom input dvs. værphenomenet og output dvs. tallene på displayen eller skjermen.

Væremnet i LK06 fortsetter på mellomtrinnet med et kompetansemål etter 7.årstrinn:



Mål for opplæringen er at eleven skal kunne foreta relevante værmålinger og presentere resultatene med og uten digitale hjelpemidler (LK06:87)

Her må elevene *vurdere* hva som er relevant i en gitt kontekst. Vurdere er på øverste kompetansenivå. Men relevante for hva? En mulig tolkning er: Foreta værmålinger som er viktige for ulike situasjoner elevene kan komme i som elever og senere i livet. På mellomtrinnet er det nærliggende å tenke på ulike utendørsaktiviteter som kontekst for relevansen. Det være seg å gå til skolen, drive idrett, turer til ulike steder og på forskjellige årstider, reiser, osv. For å kunne velge det som er relevant i en gitt kontekst, må elevene kjenne til valgmulighetene for typer værmålinger. En mulig utvidelse av kompetansen kan være å finne og hente måleresultater fra radio, aviser, TV og Internett. Det støtter i hvert fall et kompetansemål i Forskerspiren:

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne trekke naturfaglig informasjon ut fra enkle naturfaglige tekster i ulike medier (LK06:87)

Med Internett utvides repertoaret med satellittbilder, radarbilder, meteogrammer, varsler og forskjellig type værkart. Det er faktisk så mye fritt tilgjengelig grunnlagsmateriale på nettet at en nesten kan starte privat meteorologisk institutt hvis en har fagbakgrunn.

Kunnskapsutvikling om *hva* vær, skyer, og nedbør *ér* og *hvorfor* det blir skyer og noen skyer gir nedbør, kan skje i arbeidet med et annet kompetansemål:

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne beskrive sentrale egenskaper ved gasser, væsker, faste stoffer og faseoverganger ved hjelp av partikkelmodellen (LK06:88)

KUNNSKAP OM VÆRET

Med støtte i enkle fysikkeksperimenter om faseoverganger for stoffet H₂O (vann) kan elevene anvende *partikkelmodellen* og begrepene *fordampe, kondensere, fryse og smelte* når de skal beskrive og forklare vannets kretsløp – som bør være helt sentralt selv om det ikke er nevnt eksplisitt. Skyer er et synlig bevis på at vi har en atmosfære der H₂O finnes i alle tre faser, og at det stadig skjer faseoverganger.

LK06 mangler en grunnleggende kompetanse alle trenger: Å utvikle *awareness* dvs. å forstå værvarslene på radio, TV og i aviser – herunder forstå litt av dynamikken i værendringene det varsles om, hvordan de store værsystemene utvikler seg i tid og rom. I visse situasjoner er det faktisk livsviktig å forstå værvarslene. En kan bare spekulere på hvorfor denne kompetansen ikke er eksplisitt med i LK06 – den var det i L97 (s.214): *lære om dei store vørsystema og dei omgrepa som blir nytta i vèrmeldinga.*

Det siste leddet i LK06-værmålet (*presentere resultatene med og uten digitale hjelpemidler*) er nærmest sitat av et av punktene i Forskerspiren småskoletrinnet (se over). Dette blir bare en progresjon hvis læreren legger opp til å bruke andre, mer avanserte hjelpemidler for eksempel mer bruk av digitale hjelpemidler. Dermed kan også et annet kompetansemål for Forskerspiren på mellomtrinnet utvikles i væremnet:

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne bruke digitale hjelpemidler og naturfaglig utstyr ved eksperimentelt arbeid og feltarbeid (LK06:87)

Værmålinger med analoge og digitale instrumenter samt værobservasjoner er feltarbeid.

Et gjennomgående krav i LK06 er at elevene i all fag skal utvikle de grunnleggende ferdighetene: *Å kunne uttrykke seg muntlig og skriftlig, å kunne lese, å kunne regne, å kunne bruke digitale verktøy.* I arbeidet mot å nå kompetansemålene i væremnet er det rik anledning til å utvikle alle disse grunnleggende ferdighetene. Det gjenspeiles i de forslagene til væraktiviteter som finnes på nettstedet naturfag.no.

Denne begrensede analysen viser at kompetansemålene for væremnet i LK06 naturfag setter relativt beskjedne minstekrav til omfang og dybde. I dette emnet og i naturfag generelt, er kompetansemålene relativt åpne for tolkning fra lærebokforfattere og læreres side. Da kan væremnet i verste fall bli en overflattisk behandling der aktivitetene elevene skal beherske, gjennomføres kun én gang. Med en annen tolkning kan det i stedet bli en grundig behandling der det legges vekt på å få solid kunnskap om værkomponentene, værsystemene og værvarslene samt utvikle elevenes *awareness*. For å få til det må værmålene sees i

sammenheng med kompetansemål knyttet til vannets fysikk og Forskerspiren. Det er altså gode muligheter for å arbeide offensivt med væremnet. Det er gjort i forslagene til væraktiviteter på naturfag.no.

Litteratur

- AMS: <http://www.ametsoc.org/amsedu/aera> American Meteorological Society, US (Retrieved 28.06.07)
- Geer, I.W., J. M. Moran, R. S. Weinbeck, D. R. Smith, E. J. Hopkins, E. W. Mills and B. A. Blair 2006: *AMS education program - a collegial success story*. Presentert på Seventh International Conference on School and Popular Meteorological and Oceanographic Education, EWOC 2006, Boulder, US
- Grov, O.E. 2003: *METSKOLE -Primary and secondary school meteorology at the Internet*. Presentert på VI International Conference on School and Popular Meteorological and Oceanographic Education, EWOC 2003, Madrid, Spania.
- Halenka, T., A. Spekat and J. Wieringa 2006: *Weather and Climate in European School Curricula*. Presentert på Seventh International Conference on School and Popular Meteorological and Oceanographic Education, EWOC 2006, Boulder, US
- Hansen, P.J.K. 2006: *Weather and climate in primary and secondary education: Possibilities and restrictions in the new Norwegian national curriculum compared with the old*. Presentert på Seventh International Conference on School and Popular Meteorological and Oceanographic Education, EWOC 2006, Boulder, US
- L97: *Læreplanverket for den 10-årige grunnskolen*. Det kongelige kirke-, utdannings- og forskningsdepartement, Oslo 1996
- LK06: *Læreplanverket for kunnskapsløftet*. Midlertidig utgave juni 2006, Kunnskapsdepartementet og Utdanningsdirektoratet, Oslo 2006
- Meteorologisk institutt: <http://met.no> Meteorologisk institutt, Oslo (Informasjon hentet 28.06.07)
- Metskole: <http://web.gfi.uib.no/metskole/site/bm> Geofysisk institutt, Universitetet i Bergen, Bergen (Retrieved 28.06.07)
- naturfag.no: <http://www.naturfag.no> Nasjonalt senter for naturfag i opplæringen, Oslo (Informasjon hentet 28.06.07)
- RMS: <http://www.rmets.org/education/projects.php> og <http://www.rmets.org/news/detail.php?ID=286>, Royal Meteorological Society, UK (Informasjon hentet 28.06.07)
- Walker, M. 2006: *The educational strategy of the Royal Meteorological Society*. Presentert på Seventh International Conference on School and Popular Meteorological and Oceanographic Education, EWOC 2006, Boulder, US

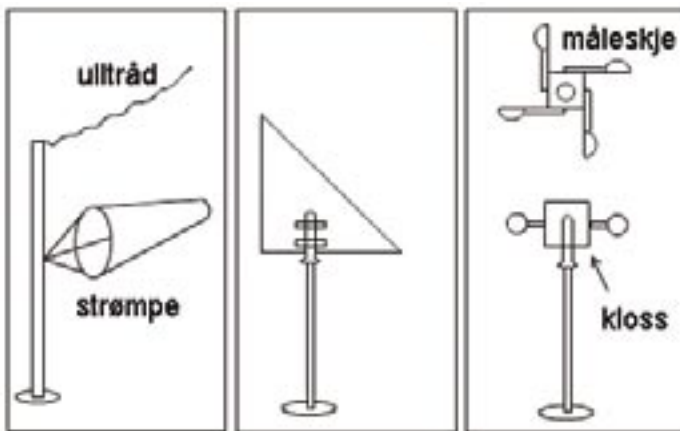


VÆRAKTIVITETER

Observer vind

Observer vindretning og vindstyrke med enkle instrumenter. Foreta målingene til fast tidspunkt hver dag i en uke.

1. Bruk Beauforts vindskala til å bestemme vindstyrken.
2. Bestem vindretningen med værhane/vindpølse og kompass.
3. Skriv observasjonene i værboka. Diskuter årsakene til at vinden varierer fra dag til dag. Har det med de andre værforholdene å gjøre?



Instrumenter for vindobservasjon:

1. Vindpølse (som på flyplasser) kan lages av et avklippet ben av en damestrømpe eller en ullsnor (ca. 1 meter)
2. En værhane kan lages av papp-plate
3. En vindmølle kan lages av måleskjeer og en kloss som har hull midt i

Alle instrumentene festes i toppen på en rundstokk med hyssing og ståltråd.

Pål Kirkeby Hansen har laget to undervisningsopplegg på naturfag.no/forskerdiplom som heter: Værstasjon (for 3.-4. trinn) og Vær og værvarsling (for 5.-7. trinn). Her får dere noen smakebiter på aktiviteter fra undervisningsopplegget Vær og værvarsling som er knyttet til følgende kompetansemål i læreplanen:

Barnetrinn 5-7

Forskerspiren

- bruke digitale hjelpemidler og naturfaglig utstyr ved eksperimentelt arbeid og feltarbeid

Fenomener og stoffer

- foreta relevante værmålinger og presentere resultatene med og uten digitale hjelpemidler

Materialer og utstyr

- Beauforts vindskala (kan lastes ned fra naturfag.no)
- kompass
- værhane eller vindpølse
- værbok for notater

Utstyr for å lage værhane og vindpølse:

- ulltråd eller hyssing
- damestrømpe
- hyssing
- ståltråd
- måleskjeer
- kloss med hull
- rundstokk

Faglig forklaring

Vind er luft i bevegelse. Det kan være ulike årsaker til at luft settes i bevegelse fra rent lokale forhold til store vindsystemer i forbindelse med høytrykk og lavtrykk. Beauforts skala angir vindstyrke og er fin å bruke fordi den er direkte knyttet til virkninger dere ser rundt dere.



VÆRAKTIVITETER

Vindretning angir alltid hvor det blåser fra, fordi det sier noe om hva slags luftmasser som kommer inn over oss. For eksempel blåser "nordavind" fra nord. Vindretningen er ofte vesentlig for værutvikling det nærmeste døgnet.

Bilder av ulike værhaner som kan være til inspirasjon når dere lager egne værhaner:

Kommentarer/praktiske tips

Det finnes både stasjonære og håndholdte vindmålere. De gir ikke samme resultat som meteorologens som er plassert i en standard høyde på ti meter over bakken i åpent terreng, men kan gi en god indikasjon. Vindmålere kan være morsomme å bruke, spesielt en håndholdt når elevene er på fjelltopper eller på sjøen.





VÆRAKTIVITETER

Digitale hjelpemidler i meteorologi

Fra bakken kan vi observere og ta digitale bilder av skybasis dvs. undersiden av skyene. Fra satellitt ser vi toppen av skyene i et stort område. Satellittbilder viser hvordan været elevene måler og observerer lokalt, føyer seg inn i vær-situasjonen på et stort område. Værradaren viser hvor det er nedbør og hvordan nedbørsområdet flytter seg.

Her er noen væraktiviteter som legger vekt på bruk av digitalt kamera, satellitter og radar.

Fotografer skytyper

Fotografer flest mulig forskjellige skytyper i løpet av en uke og lag en digital presentasjon med bilder og tekst.

Til hvert bilde bør det være en kort beskrivelse av skya, hvor og når den ble fotografert, været når bildet ble tatt (flest mulig parametere: temperatur, nedbør, trykk, osv.) og utvikling av skydekket etter at bildet ble tatt.

Et alternativ er å lage komplett "frimerkesamling" dvs. fotografere flest mulig, helst alle ti hovedtyper skyer og lage en tilsvarende presentasjon som i skyatlas.

Materialer og utstyr

- digitalt kamera
- skyatlas (kan lastes ned fra naturfag.no)
- værbok



Skyatlas

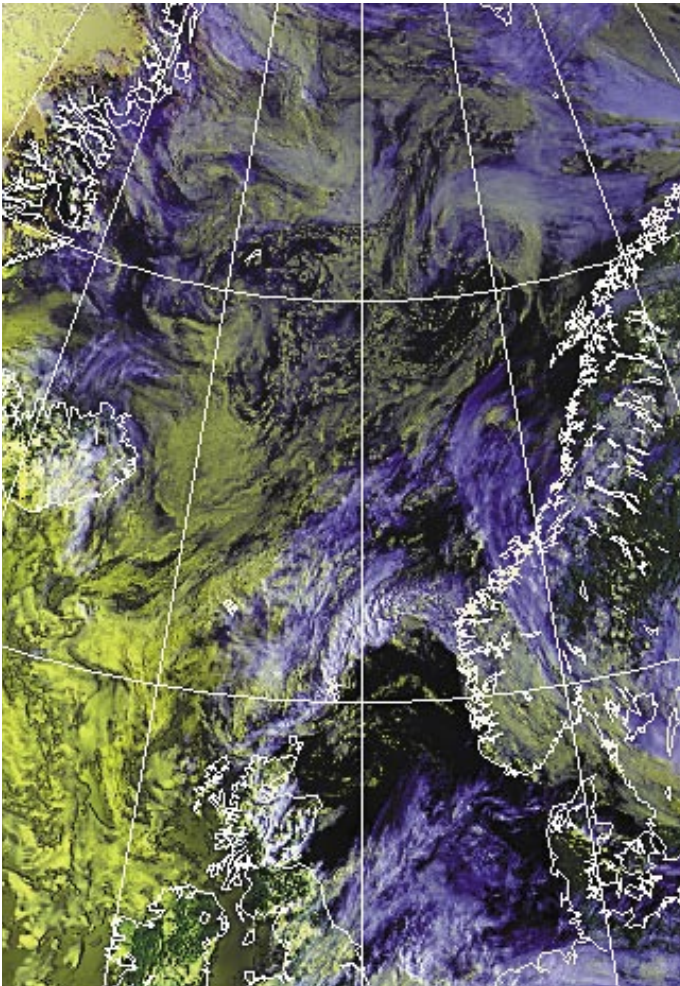
Kilder: www.victoriaweather.ca
og asd-www.larc.nasa.gov/SCOOL



Bruk satellittbilder

Materialer og utstyr

- Internett
- værbok (digital notatbok)



Observer skyer og nedbør ved hjelp av satellittbilder

1. **Finn ut om skyene dere har observert er en del av et værsystem.** Det kan dere gjøre ved å studere satellittbilder på met.no eller et annet nettsted med satellittbilder. Kan dere se om skyene dere observerer er en del av et værsystem?
2. **Hvordan utvikler værsystemet seg?** Last ned det ferskeste satellittbildet til fast tid hver dag og lagre det i den digitale værboka. Hvordan utvikler værsystemet seg? Merker dere noe til disse endringene? Sammenlign satellittbildene med egne skyobservasjoner. Lagre gjerne bildene i en mappe som alle elevene har tilgang på. Forstør og skriv ut bildet på papir og heng det i undervisningsrommet, slik at bildene henger kronologisk gjennom hele uka.

Faglig forklaring

Met.no har en god og fyldig beskrivelse av hva de presenterer av satellittbilder og hvordan de skal tolkes. Kort kan det skilles mellom to typer satellittbilder:

1. Bilder med synlig lys, altså reflektert sollys.
2. Bilder med infrarødt lys dvs. varmestråling fra jordoverflaten. Det som er gjengitt i bildet er temperaturen til det objektet du ser. Slike bilder kan tas om natten og om vinteren i mørketiden. De varmeste flatene er mørkest. De kaldeste flatene er helt hvite, og det er alltid toppen av de aller høyeste skyene. Lavere, tynne skyer er grå, mens hav og bakke er mørkegrått og svart.

Kommentarer/praktiske tips

Met.no viser satellittbilder som animasjon dvs. bilder fra ett døgn skjøtes sammen til en liten filmsnutt. Det gir en fin illustrasjon i værsystemenes dynamikk i tid og rom.

Satellittbilde fra met.no.



VÆRAKTIVITETER

Bruk radarbilder

Materialer og utstyr

- Internett
- skyatlas (kan lastes ned fra naturfag.no)
- værbok (digital notatbok)

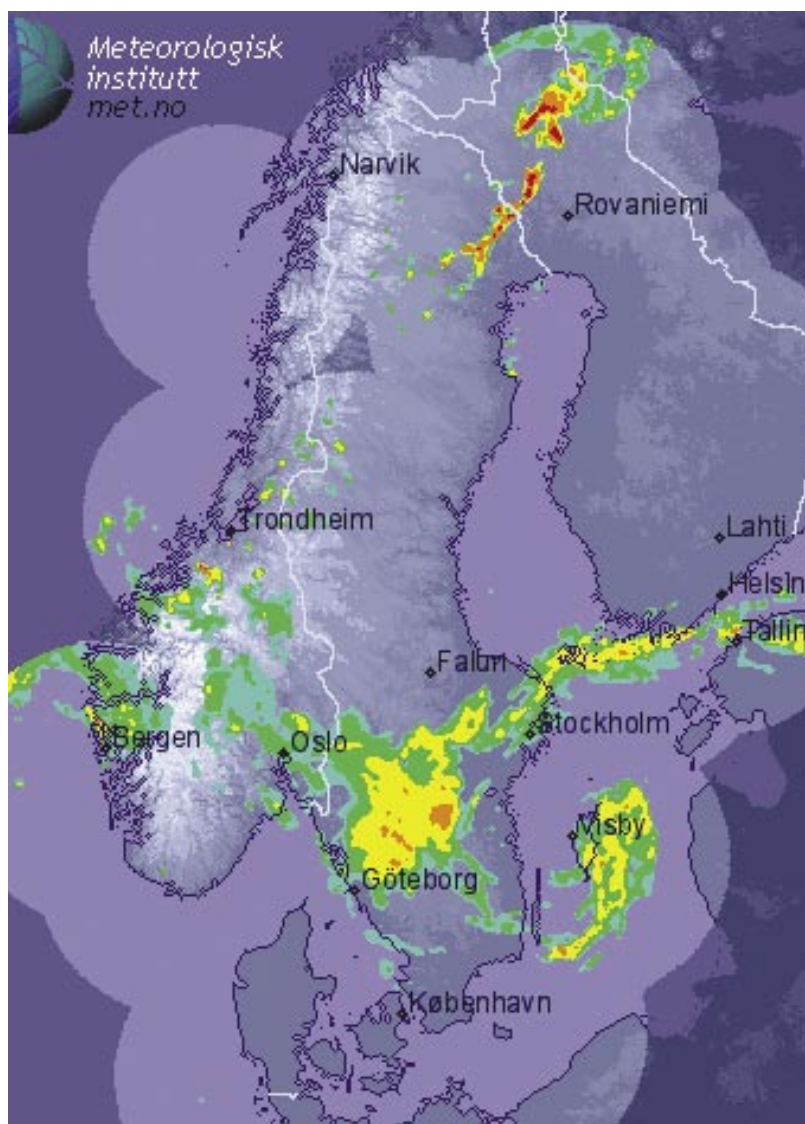
Observer skyer og nedbør ved hjelp av radarbilder

1. **En dag det ikke er nedbør:** Bruk radarbildene for å finne ut om det kommer nedbør der dere bor de neste timene. Er det lokale byer eller et stort nedbørsområde?
2. **En dag det er nedbør:** Gjør skyobservasjoner og finn ut hva slags skytyper det er. Er det bygeskyer (cumulonimbus), nedbørskylag (nimbostratus) eller andre skytyper? Hvordan ser skyene ut på satellittbildet? Skriv ut en papirkopi av det ferskeste satellittbildet og radarbildet, og tegn inn nedbørsområdene på satellittbildet. Markering av nedbør på satellittbildet kan også gjøres digitalt ved hjelp av tegneverktøyet i presentasjonsprogrammet. Skriv en kort rapport i værboka om sammenlikningene, kopier inn satellittbildet og radarbildet.

Kommentarer/praktiske tips

På met.no, er det radarbilder som viser hvor det er nedbør i radarens område. Utviklingen de siste to timene vises som en animasjon på den lokale radaren. Animasjonen for hele Norden går over nesten et døgn. Met.no har en god og fyldig beskrivelse av hva en værradar er og hvordan den brukes.

Radarbilde fra met.no.





Teknologi og forskningslære: ”Den unge skipsdesigneren” som prosjekt

Gjennom prosjektet ”Den unge skipsingeniøren” bidrar det marintekniske miljøet i Trondheim til å konkretisere og levendegjøre innholdet i læreplanene for Teknologi og forskningslære. Ved bruk av digitale modelleringsverktøy designes skipsmodeller og bygges i isopor. Disse utstyres med motor, propell og fjernstyrte styringssystemer og testes ut i vannbasseng. Hva er gode tekniske egenskaper ved et skip? Vil skipsmodellen vi lager klare å frakte de påkrevde fire halv-literskartongene med appelsin- og eplejuice på forsvarlig måte til havs? Det får vi testet ut ved Marinteknisk senter i Trondheim.

Norge er verdensledende på teknologier knyttet til innen skipsfart og havromsteknologi. Halvparten av våre eksportinntekter kommer fra virksomheter innen dette feltet. Det skulle bare mangle at marin teknologi synliggjøres i faget Teknologi og forskningslære!

Et 20-talls lærere i Teknologi og forskningslære fra hele landet deltok i september på kurs i havromsteknologi ved Marinteknisk senter på Tyholt i Trondheim. Entusiastiske fagfolk ved Institutt for marin teknikk ved NTNU har skapt muligheter for lærere og



I den avsluttende konkurransen i havbassenget ved Marinteknisk senter er det de tekniske egenskaper som gjelder!

TEKNOLOGI OG FORSKNINGSLÆRE

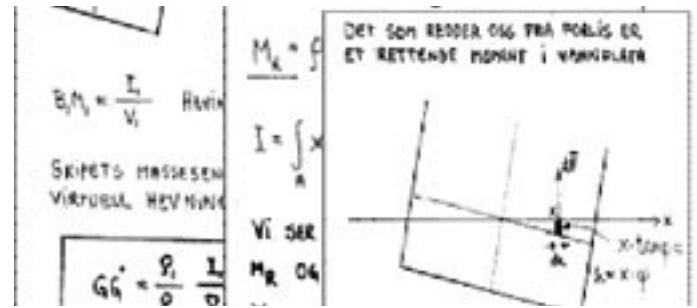
elever til å få innblikk i viktige aspekter av hva det innebærer å konstruere et skip, og til å selv prøve seg som skipsingeniører. Her får vi oppleve realfagene i praksis!

Prosjektet setter teori, modellering og praksis sammen i meningsfylte sammenhenger hvor komponentene motiverer og utfyller hverandre. På kurset fikk vi lære om oppdrift og stabilitet, motstand og framdrift. Vi ble kjent med den magiske størrelsen metasenterhøyde (GM), som avgjør om skipets rettede moment er større enn dets kreggende moment. Hvis ikke kantrer vi! Vi forsto også at flytende last eller vann inn på skipsdekket er en farlig situasjon; da forskyver massesenteret seg når skipet krenger, og vår GM blir skummelt lav. Begrepet "vanntette skott" fikk med ett noe mer enn en overført betydning.

Gjennom modelleringsprogrammet FREESHIP fikk vi prøve ut hvordan ulike faktorer, slik som skipets bredde og plassering av lasten, helt konkret endrer egenskaper til skipet. På grunnlag av beregningene designet vi våre egne skipsmodeller, bygget dem i isopor og utstyrte dem med motor, propell og fjernstyrt styringssystem. Et klart høydepunkt var å prøve ut vårt eget skip i praksis i havbassenget ved Marinteknisk senter!



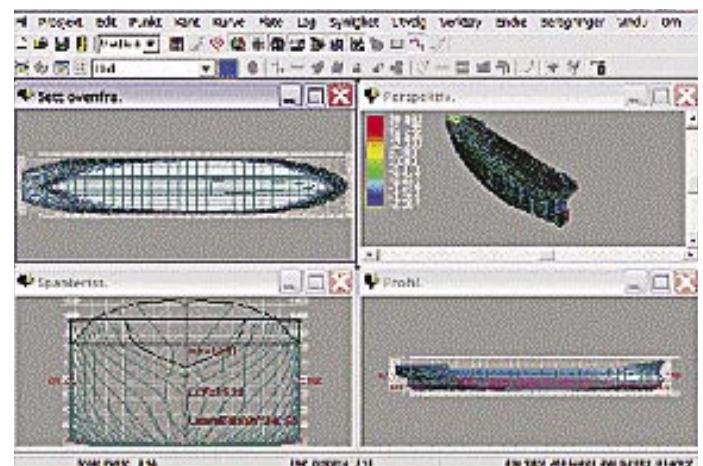
Førsteamanuensis Håvard Holm er prosjektleder for "Den unge skipdesigneren" ved institutt for marin teknikk, NTNU. Her demonstrerer han hvordan de ordentlige skipsingeniørene lager sine modeller ved datastyrt fres.



Forelesningene minner oss på at kunnskaper i fysikk og matematikk bokstavelig talt er livsviktige til havs!

Havromsteknologi og læreplanen

Prosjektet med skipsmodellene har potensial til å dekke store deler av læreplanen i Teknologi og forskningslære, og derfor vel verdt å bruke tid på. Skipsmodellen er et godt eksempel på en bevegelig konstruksjon med elektroniske styringssystemer som kan inngå under Den unge ingeniøren. Vi kan ta for oss hav og havromsteknologi som forskningsfelt, gjøre egne målinger og analyser, og se feltet i en historisk og samfunnsmessig sammenheng for å dekke kompetansemål under Den unge forskeren og Teknologi, naturvitenskap og samfunn. Materialkunnskap, elektronikken som inngår, egen design av skipsmodellen og testing av dens egenskaper passer godt inn under Produktutvikling og design.



Egenskaper ved ulike skipsmodeller testes ut i dataprogrammet FREESHIP, som lastes ned gratis fra Internett.

La elevene dine prøve seg som skipsingeniører!

Institutt for marin teknikk har utviklet en rekke hefter som læremateriell i Teknologi og forskningslære. Det er også mulig å ta med elever til instituttet og prøve ut egne skipsmodeller i bassenget der. I mars 2008 arrangeres en konkurranse for elever om å komme fram til den hurtigste skipsmodellen, som skal følges av en grundig rapport. Skolene vurderer modellene og rapportene fra egne elever, og vinnere fra hver skole får delta i en avsluttende konkurranse i Trondheim.



Når vi har bestemt oss for et design, klippes 16 ulike tverrsnitt av skipet ut i papir. Tverrsnittene overføres til isoporplater som skjæres ut som spant til skipet.



Spantene føyes sammen med lim og skruer, og skipet tar form.

Prosjektets hjemmeside

Mer informasjon om prosjektet, læremateriell og konkurransen finner du på www.marin.ntnu.no/havromsteknologi. Her kan du også fritt laste ned modelleringsverktøyet FREESHIP, og utveksle erfaringer i et nettforum for lærere og elever. På prosjektets forum for lærere og elever kan man kommunisere med andre unge skipsdesignere, og få gode tips fra de profesjonelle.

Velkommen til havs med Teknologi og forskningslære!



Når skipet er fult og pusset, monteres motor, propell og styrings-system. Glem ikke å ta hensyn til plasseringen av lasten, i form av fire juicekartonger! De endrer tyngdepunktet vesentlig. Mon tro om KVGS Maritime fra rederiet Kirkeparken vgs i Moss vil flyte stabilt?



Stor spenning og entusiasme ved utprøving av sjødyktighet og styringssystemer. Alle skipene våre fløt godt med sin last, men hadde svært ulike egenskaper med hensyn til mulig hastighet og stødig framdrift. Kan vi gå tilbake til de matematiske modellene og forstå dette?

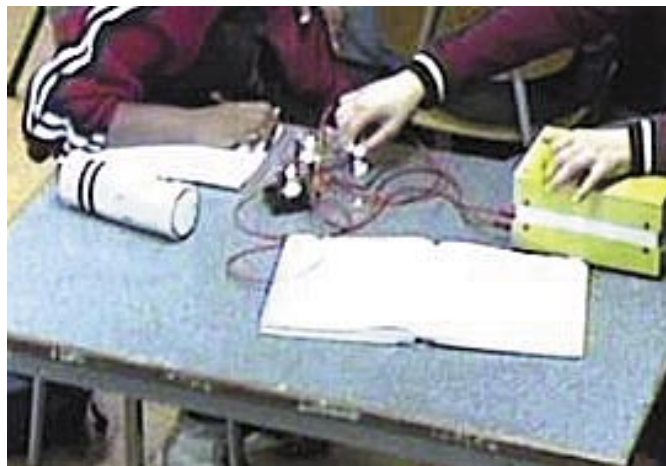


FORSKNING PISA+

Videostudier i klasserommet – Et glimt inn i prosjektet PISA+

Elevøvelse i naturfagtimen. En niende klasse i Oslo skal koble ledninger og lyspærer i serie- og parallellkobling. Elevene romsterer rundt, drar bord sammen og setter seg etter hvert ned i grupper. Læreren begynner timen: "Hør etter. Først så tar dere opp boka der øvelsen er. Vi skal prøve å rekke to øvelser. Skal vi se om det går. ... Vi må være effektive i dag. Følg med. Hør etter." Så går han gjennom øvelsesoppskriften i boka, og elevene setter i gang å koble.

Dette er et eksempel på hva medarbeiderne i PISA+ har sett ute i ungdomsskolen. Her legger læreren stor vekt på at elevene skal være aktive og gjøre øvelser, og læreren prøver raskt og effektivt å fortelle elevene hva de skal gjøre. Han går omsorgsfullt rundt til alle gruppene og passer på at alle vet hvem de skal samarbeide med og hvordan de skal gjøre øvelsen. "Først gjør dere seriekoblingen, og deretter parallellkoblingen." Her er det mange ledninger og lyspærer som skal virke. Det er stort fokus på at alle skal prøve og alle skal få det til! Læreren går hektisk fra bord til bord og det kan nesten se ut som om han prøver å samtale med flere grupper samtidig. Dette er ikke uvanlig for norsk naturfagundervisning. Her er vi mange naturfaglærere som kjenner oss igjen.



La oss se litt nærmere på hva som blir sagt og hvilken kunnskap det legges vekt på. Vi ser at fokus er på å lære praktiske kunnskaper, å kunne lage en seriekobling og en parallellkobling med lyspærer som virker og å beskrive hva som skjer med lyset i de ulike tilfellene. Men det skapes ingen bro mellom de praktiske ferdighetene og den teoretiske kunnskapen dette baseres på. Det legges ingen vekt på å forklare hvorfor pærene lyser ulikt, og det legges heller ikke opp til at elevene skal samtale omkring dette, selv om de sitter i grupper. Mot slutten av timen jobber elevene mer eller mindre individuelt med å skrive lab-rapporter fra øvelsen. Ingen felles oppsummering blir foretatt, i hvert fall ikke i denne timen.

PISA+ prosjektet

Hva skjer i norske naturfagklasserom? Hvordan foregår undervisningen? Hvilke aktiviteter tilbys elever for å lære seg naturfag? Dette er spørsmål som vi har vært opptatt av i PISA+. Prosjektet er en omfattende videobasert klasseromsstudie. Vi har vært ute i norske klasserom på niende trinn og filmet hva som foregår i naturfag-, matematikk- og norskundervisning. Her har vi prøvd å fange opp hvordan læreren gjennomfører undervisningen og hvordan elevene reagerer på de læringsaktivitetene som tilbys. I tillegg til å observere undervisningen, har vi intervjuet elever og lærere.

PISA+ har som mål å forfølge problematiske norske funn i den internasjonale PISA-undersøkelsen i 2003. Den internasjonale undersøkelsen fokuserte på og sammenlignet elevers kunnskaper og ferdigheter i ulike land ut i fra et perspektiv om livslang læring. Vi ønsker via dybdestudier av klasseromsprosesser å få innsikt i hvordan vi kan forstå og fortolke de norske resultatene. Studien omfatter seks niendeklasser, og disse er fulgt i ca 3 uker hver i timer med matematikk, naturfag og norsk. Det er foretatt sammenliknende videoanalyser av alle tre fag, i tillegg til analyser spesielt tilpasset fagene.

Når vi sammenliknet fagene, så vi at naturfag i større grad enn de andre fagene ble dominert av lærerstyrt undervisning i sammenholdt klasse. Dette betyr ikke at læreren står og foreleser for elevene. Lærerne er svært lydhøre for elevenes initiativ og inkluderer dem i undervisningen. Elevenes mening er viktig. Når nytt fagstoff blir gjennomgått, er det som oftest i dialog med elevene i hel klasse. Det ble for eksempel sjeldent registrert at læreren pratet eller foreleste sammenhengende over tre minutter.

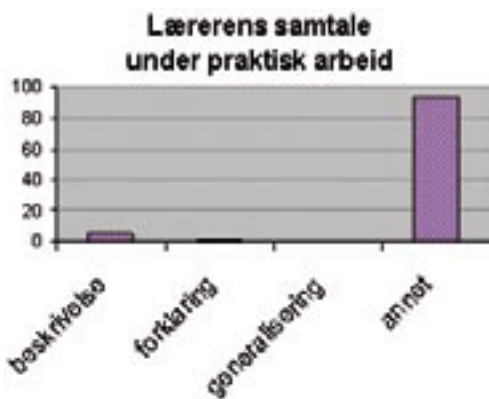
derer dem i undervisningen. Elevenes mening er viktig. Når nytt fagstoff blir gjennomgått, er det som oftest i dialog med elevene i hel klasse. Det ble for eksempel sjeldent registrert at læreren pratet eller foreleste sammenhengende over tre minutter.

Lite refleksjon

Praktisk arbeid, som elevøvelser og forsøk, var sentralt, men det forekom mye mindre enn vi hadde forventet i de seks observerte klassene. Det som kjennetegnet de timene vi så var imidlertid at det var lite refleksjon rundt det praktiske arbeidet i forhold til teoristoff. Det var lite som kunne skape bro mellom "hands-on" og "minds-on". I tillegg ble det sjeldent lagt opp til at elevene har reflekterende samtaler omkring praksis og teori. I en hektisk skolehverdag med stort naturfagspensum, er det forståelig at det blir slik. Allikevel er dette bekymringsfullt med tanke på at elevene skal kunne anvende tilegnet kunnskap og lære seg det naturvitenskapelige språket med sine begreper.

Typiske trekk ved naturvitenskapen er at man beskriver naturfenomener, prøver å lage en modell for å forklare fenomenet og deretter generaliserer modellen. I naturfagundervisningen opplevde vi at samtalen hadde slike naturvitenskapelige fokus i ca. 20 % av tiden. Det mest framtrædende trekket når lærer og elever hadde en naturvitenskapelig samtale, var beskrivelser av fenomener. Dette kan føre at elevene sitter igjen med et litt fortenget inntrykk av hva som kjennetegner naturvitenskapen. I stedet for å fokusere på den mer kreative delen av naturvitenskapen hvor man søker å finne forklaringer på naturfenomener, framstår den kanskje som en statisk samling beskrivelser. Når læreren samtalte med elevene under praktisk arbeid, var det også lite snakk om det naturfaglige innholdet. Se figur 1.

Den internasjonale PISA-undersøkelsen tester elever i hvordan de anvender sine ferdigheter og kunnskaper på nye problemstillinger. Våre studier antyder at elevene har et mer passivt forhold til naturvitenskapelig kunnskap, og at broen fra aktiviteter til teori og refleksjon er lite utviklet. Kanskje ikke så rart at PISA-skåren ikke var så god som ønsket?



Figur 1. Lærers fokus for samtale med elevene under praktisk arbeid. Beskrivelse, forklaring og generalisering er koder for det naturvitenskapelige innholdet i samtalen. Annet står for når læreren gir praktiske opplysninger, ber folk komme i gang med å jobbe, oppmuntrer til samarbeid, osv.

PISA+ er et tverrfaglig forskningsprosjekt ved Universitetet i Oslo som ledes av professor Kirsti Klette ved Pedagogisk forskningsinstitutt og Svein Lie ved Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling. Det presenterte arbeidet er gjort av stipendiat Nina E. Arnesen (ILS) og førsteamanuensis Marianne Ødegaard (Naturfagsenteret).

STEREOTYPE KJØNNSMØNSTRE



Stereotype kjønns mønstre - særlig i realfag

Norge er det landet i verden som har kommet lengst når det gjelder likestilling mellom kjønn. Samtidig er Norge blant de land i verden med mest kjønnsdelt utdannings- og arbeidsliv. Særlig i realfagene ser vi klare mønstre av jente- og guttefag. Hvordan kan dette forstås?

Norske kvinner og menn er sysselsatt i omtrent samme grad, men de er engasjert i ulike arbeidsområder, yrker og sektorer. Mens kvinner dominerer innenfor helse, sosial, undervisning og tjenesteyting, er menn er i flertall i bygg, anlegg, olje og gass, primærnæringer og industri. Kvinner dominerer i offentlig sektor, mens menn dominerer i det private. Videre er det overvekt av menn i lederstillinger i privat så vel som i offentlig sektor. På utdanningsarenaen dominerer kvinner innenfor pedagogiske fag, helse- og sosialfag, mens menn dominerer innenfor naturvitenskapelige og tekniske fag (Teigen, 2006).

Spesielt innenfor realfagene trer mønstrene av kjønnsdelingen tydelig fram. Ved Universitetet i Oslo er jentene i flertall ved alle fakulteter bortsett fra ved Det matematisk-naturvitenskapelige. Innenfor dette fakultet er fagområdene videre kjønnsdelte. Mens jenter dominerer i fag som farmasi og biologi, er guttene i flertall i for eksempel fysikk, matematikk og informatikk (Skramstad, 2006).

Det finnes ulike måter å forstå kjønns mønstrene på. Her vil jeg ta for meg noen - i håp om at innsikt i denne typen perspektiver på kjønn blant naturfaglærere kan bidra til å jevne ut realfagenes kjønnsstereotype image og rekruttering.



Biologiske forskjeller?

Ett perspektiv som gjerne dukker opp i debatten om jenter i realfag, handler om biologiske forskjeller mellom jenter og gutter – både når det gjelder interesser og evner. Et bidrag i denne diskusjonen er antologien *Why Aren't More Women in Science?* (Ceci & Williams, 2007). Noen kapitler i boka forklarer kjønnsforskjellene i realfag med teorier knyttet til evolusjon og biologi. Ulike interesser søkes forklart med hvordan jenter, allerede som babyer, er mer opptatt av mennesker, mens guttebabyer er mer opptatt av gjenstander. Resultater fra ROSE-prosjektet (Schreiner & Sjøberg, 2004) viser globale trekk i jenters og gutters in-

STEREOTYPE KJØNNSMØNSTRE

teresser. For eksempel er gjennomsnittet av jenter i alle land mer interessert i kropp enn gutter, mens gutter over hele kloden er mer interessert i teknologi (Schreiner, 2006).

Antologien presenterer også forskning på forskjeller i hjernefunksjon. Ett kapittel viser til gutters suverene evne til å presentere tredimensjonal geometri, og ulike forklaringsmodeller for dette. Guttehjerner kobler best innenfor en og samme hjernehalvdel, mens jentehjerner er optimalisert for kommunikasjon mellom de to hjernehalvdelen. Slike forskjeller mellom jenter og gutter blir så brukt som forklaringer på at jenter i mindre grad enn gutter velger realfag.

Når Ramberg spør sine fokusgruppeinformanter fra videregående skole om årsaker til at jenter og gutter velger ulikt, bruker også elevene forklaringer som handler om biologiske forskjeller. Men det er da ikke forskjeller i evner de refererer til, men snarere forskjeller når det gjelder verdier: Jenter er emosjonelle og opptatt av omsorg, mens gutter er opptatt av tekniske ting (Ramberg, 2006).

De biologiske forklaringsmodellene er uinteressante i vår sammenheng, da disse refererer til forhold som man ikke kan gjøre noe med. Det som imidlertid er interessant, er at *størrelsene* på kjønnsforskjellene viser seg å være kulturbestemte. ROSE-studien påviser et tydelig mønster av at jo mer utviklet og modernisert et land er, jo større er kjønnsforskjellene i ungdoms interesser og holdninger i forhold til realfag (Schreiner, 2006). På tross av mer likestilling i vestlige moderniserte land, finner studien at det *aldri* forekommer at gutter og jenters interesse nærmer seg hverandres jo mer modernisert et land er. Tvert imot: Jo mer modernisert, jo større kjønnsforskjeller.

Også når det gjelder evner, viser studier hvordan kjønnsforskjeller innenfor ett land er mindre enn forskjeller mellom land, og at jenter i noen land skårer bedre enn gutter i andre (Ceci & Williams, 2007). Det vil si at det er de sosiale og de kulturelle forutsetningene som virkelig er avgjørende i forhold til unges disposisjoner og valg, og at det er sosialvitenskapelige, ikke biologiske, perspektiver som har kapasitet til å utdype vår forståelse på området.

Kulturelle mandat?

Likestillingen mellom kjønn versus det kjønnsdelte arbeidslivet omtales gjerne som det norske (eller skandinaviske) *likestillingsparadokset*. Solheim og Teigen (2006) spør seg imidlertid om dette egentlig er et paradoks – eller om det er et resultat av

velferdsutvikling, likestilling og kvinners yrkesdeltakelse. Andre land med mindre kjønnsdeling har samtidig lav andel yrkesaktive kvinner. Velferdsutviklingen i vårt samfunn har gjort at oppgaver innen helse, omsorg og undervisning, som tidligere ble utført av kvinner i hjemmene og i lokalsamfunnet, nå ligger under det offentlige. Når norske kvinner først og fremst jobber i det offentlige, og først og fremst med arbeidsoppgaver innen omsorg og helse, betyr det at kvinner gjør det samme i dag som i tidligere tider. Forskjellen er at i vårt samfunn en denne typen oppgaver organisert som offentlig profesjonelt lønnsarbeid.

Kjønnsmonstrene kan også forklares med kjønns spesifikke normer, og at jenter og gutter velger forskjellig fordi de sosialt er pålagt å velge i tråd med sin kjønnsidentitet (Bourdieu, 2001; Bæck, 2006). Her handler det altså om at jenter velger i henhold til sosiale idéer om femininitet fordi de blir *forventet* å gjøre det. I vår sammenheng blir spørsmålet om unge jenter velger bort realfag fordi de må opprettholde sitt *kulturelle mandat* (Bæck, 2006). På grunnlag av beskrivelser av moderne tidsånd, ungdomskultur, jenter, likestillingsforhold, skoleprestasjoner osv, kan man tenke seg at dette passer bedre i en fransk sammenheng enn i den norske.

Jente- og guttekulturer?

Sosiologisk litteratur som beskriver ulike ungdomskulturer viser til *kjønns spesifikke* uttrykk. Det vil si at det finnes gutteroller og jenteroller, men bare noen helt få og ganske spesielle roller som både jenter og gutter kan ha. Felles for de fleste subkulturene av ungdomskulturen er at jenter er jentete og gutter er guttete. Jenter bruker feminine symboler som uttrykk for sin identitet, og gutter bruker maskuline. Men det finnes, vel å merke, flere måter å være jentete på og flere måter å være guttete på. Det finnes diverse jentetyper og diverse guttetyper. Og det finnes et mangfold av jentesymboler og et mangfold av guttesymboler. Men det er viktig for en gutt å vise at han *ikke* er jentete – og tilsvarende viktig for en jente å vise at hun ikke er guttete.

Blant Rambergs informanter oppfattes fysikk som maskulint fordi faget avspeiler gutteinteresser, mens biologi er feminint fordi det avspeiler jenteinteresser (Ramberg, 2006). Kessel beskriver hvordan ungdom har stereotype ideer av realfag og realister. Siden fysikk regnes som maskulint, oppfattes jenter som foretrekker fysikk å ha flere maskuline trekk enn jenter som velger for eksempel musikk (Kessels, 2005). Jenter i hennes studie som gjorde det bra i fysikk følte seg mindre populære blant gutter enn jenter som var flinke i musikk. Kessels slutter at noen jenter velger bort realfag for å ivareta sin kvinnelige identitet og sin

STEREOTYPE KJØNNSMØNSTRE



Faksimile av Teknisk ukeblad nr. 15 2005.

”sex appeal”. En av Rambergs elever sa sågar at hun valgte bort realfag for å unngå et ”realfagsstempel” som ville stenge henne ute fra jentefellesskapet (Ramberg, 2006).

En forklaring kan altså være at ungdom velger fag ut fra kriterier som handler om image og identitet. Jenter vil ikke ikle seg guttesymboler. Et fagvalg er - på lik linje med for eksempel klær og musikksmak - et identitetsuttrykk. Det kan tenkes at jenter velger bort fysikk og teknologi fordi de heller vil velge noe som passer for en jente - de vil heller velge et typisk jentete fag.

Kan skolen være med å skifte realfagenes kjønn?

ROSE-undersøkelsen viser hvordan emnet *dyr* har endret kjønnssymbolikk med økende moderniseringsgrad: I mer tradisjonelle land er det generelt guttene som uttrykker mest interesse for dyr, mens det i moderne land er jentene som er mest interessert (Schreiner, 2006). En forklaring på dette kan være at dyr i utviklingsland inngår i næringsarbeid. Der er kanskje en hest og ei ku mer som traktor å regne, mens i vestlige land fungerer dyr mer som (jenters) kjæledyr.

Dette er bare én illustrasjon på hvordan symboler ikke har en kjønnsidentitet i seg selv, men at denne er kulturelt betinget. Symboler kan altså skifte kjønnsidentitet med endring og utvikling i det kulturelle og det sosiale. Datamaskiner, ingeniører og fysikere er ikke maskuline i seg selv. Det er kulturen som gjør dem det. De kunne vært mer feminine. Er dette en utfordring skolen tar - eller kan ta - tak i?

Referanser

- Bourdieu, P. (2001). *Masculine domination*. Cambridge: Polity.
- Bæck, U.-D. K. (2006). Kjønnforskjeller og yrkespreferanser. Opprettholdelsen av kvinners kulturelle mandat. *Tidsskrift for ungdoms forskning*, 6(1), 47-66
- Ceci, S. J. & Williams, W. M. (2007). *Why aren't more women in science? - Top researchers debate the evidence*. Washington (DC): American Psychological Association.
- Kessels, U. (2005). Fitting to the stereotype: How gender-stereotyped perceptions of prototypic peers relate to liking and school subjects. *European Journal of Psychology of Education*, 3, 309-323
- Ramberg, I. (2006). *Realfag eller ikke? Elevers motivasjon for valg og bortvalg av realfag i videregående opplæring*. Oslo: NIFU STEP
- Schreiner, C. (2006). *”Exploring a ROSE-garden”: Norsk ungdoms innstilling til naturfag - tolket som tegn på senmoderne identiteter. Basert på ROSE (The Relevance of Science Education), en internasjonal studie av 15-årige elevers oppfatninger av naturfag*. Doktoravhandling, Universitetet i Oslo, Oslo. Tilgjengelig: www.ils.uio.no/forskning/pdh-drgrad/doktoravhandling/docs/schreiner_thesis.pdf
- Schreiner, C. & Sjøberg, S. (2004). *Sowing the seeds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The Relevance of Science Education) - a comparative study of students' views of science and science education (4/2004)*. 120 sider. Oslo: Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo. Tilgjengelig: www.ils.uio.no/forskning/publikasjoner/actadidactica/
- Skramstad, T. (2006). *Rekruttering til Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet (UiO)*. Oslo: Universitetet i Oslo
- Solheim, J. & Teigen, M. (2006). Det kjønnssegregerte arbeidslivet - Likestillingens snublestein? . *Tidsskrift for kjønnsforskning*, 2006(3), 5-20
- Teigen, M. (2006). *Det kjønnsdelte arbeidslivet. En kunnskapsoversikt (2006:2)*: Institutt for samfunnsforskning. Tilgjengelig: http://www.samfunnsforskning.no/page/Nyhetside/Nyheter_eksterne_forsiden/7671/28640.html

Radonmålinger – noe for elever i naturfag?

Undersøkelser har vist at 45 000 nordmenn bor i boliger med for høyt radoninnhold i innelufta (Statens strålevern). Hva kan skolen bidra med for å skape innsikt i sammenhengen mellom radon og helserisiko?

Radongass finner vi nesten overalt, fordi jordsmonn inneholder større eller mindre mengder av mineralet uran. Radongassen trenger opp gjennom bakken og kan finne veien gjennom grunnmurer og inn i husene våre. Norge er blant de landene i verden hvor vi finner de høyeste radonnivåene. Statens strålevern regner med at innelufta i bolighus er en medvirkende årsak til 250-300 dødsfall hvert år på grunn av lungekreft.

KPT Naturfag har utviklet et skoleprosjekt der elevene måler radonnivået i husene de bor i. Resultatene kan elevene registrere i en database på nettstedet miljolare.no. På den måten vil alle skoler få tilgang til måledata fra alle de skolene som har deltatt, og de kan bruke disse dataene i undervisningen. Hvor store er forskjellene på radonnivåene, og hva kan forskjellene komme av?

Et skoleprosjekt der elevene måler radonkonsentrasjonen har verdi i forhold til å lære om radioaktivitet, og det har verdi i forhold til samfunnsmessige forhold. KPTs brosjyre om prosjektet argumenter det på denne måten:

- Elevene får delta i et nasjonalt registrerings- og kartleggingsarbeid som samfunnet har behov for
- Elevene kan bidra til bevisstgjøring om radioaktivitet i nærmiljøet
- Elevene kan være med på å fokusere på helserisikoen ved for høye radonkonsentrasjoner i bolighus

I dette prosjektet foretar elevene selv målinger, framkaller sporene og teller sporene fra strålingen som filmen er utsatt for.



Grønne piler viser radongassflyt.

Gangen i prosjektet kan være som følger:

1. Måling ved hjelp av sporfilm. For å øke nøyaktigheten til et akseptabelt nivå, bør eksponeringstiden være ca 2 måneder
2. Etsing: når måletiden er slutt, framkalles filmbitene i natronlut
3. Sportelling skjer med mikroskop: Antall spor etter alfa-partikler per cm²
4. Kalibrering mot et profesjonelt sporfilm dosimeter
5. Registrering av måleresultatene på [www.miljolare .no](http://www.miljolare.no)

Statens strålevern er en god informasjonskilde for elever som ønsker å lære mer om dette temaet. Dette nettstedet kan også brukes til å trene grunnleggende ferdigheter i å lese naturfaglige tekster. Se læreplanens beskrivelse av grunnleggende ferdigheter i lesing. Læreren kan for eksempel be elevene lese bestemte sider og hente ut og kommentere hovedpunktene i teksten. Adressen er www.nrpa.no. Gå inn på Radon i venstre marg.



Nasjonal digital læringsarena (NDLA) – et samarbeid mellom landets lærere

I fjorårets reviderte nasjonalbudsjett ble det bevilget 50 millioner kroner til utvikling av fritt tilgjengelige digitale læremidler. 18 av landets fylkeskommuner valgte å gå sammen om en felles søknad om midler til å utvikle fuldekkende læremidler i flere fag, deriblant naturfag.

Visjonen for søknaden, og altså for NDLA, var:

- Fritt tilgjengelige læremidler
- Gratis læremidler for brukerne
- En videregående opplæring som preges av delekultur
- Elever og lærere i aktivt og deltakende læringsarbeid
- Fagmiljøer og nettverk fra hele landet som drivkraft i utvikling av gode digitale læremidler
- Et marked som leverer innhold og tjenester etter våre behov

Målet er å skape en arena hvor landets lærere og elever kan samarbeide om å utvikle og bruke felles fritt tilgjengelige læremidler som stadig blir utviklet gjennom en evolusjonspreget prosess. Denne prosessen skal imidlertid også i stor grad baseres på innkjøp fra profesjonelle bidragsytere som forlag og andre tilbydere.

Søknaden resulterte i at NDLA i april 2007 fikk tildelt 15 millioner kroner til utvikling av læremidler i naturfag og norsk Vg1. Helse- og sosialfag Vg1 har i tillegg fått en egen tildeling. Minst 40 % av pengene er forutsatt brukt til kjøp av læremidler fra

profesjonelle aktører. Det ble raskt lyst ut en konkurranse om bidrag, hvor det kom inn over 20 tilbud. 21. juni 2007 ble følgende vinnere valgt ut til å bidra med læremidler i naturfag: NKI Forlaget, Gyldendal undervisning, Amendor, Internettforlaget og NRK. Det var først etter denne konkurransen at produksjonen faktisk kunne starte.

Nettstedets innhold

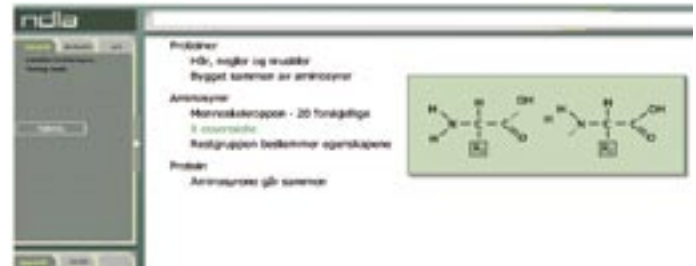
Redaksjonen valgte å kjøpe fagtekster skrevet av de velkjente og erfarne forfatterne Nils Fløttre og Øyvind Bønes. Disse tekstene vil, i redigert form, danne grunnlaget i naturfaglæremidlene. Til disse blir det satt inn illustrasjoner, oppgaver, øvinger, feltarbeid og lenker. Dermed har vi i utgangspunktet læremidler i form av en komplett ”bok på nett”, med samme kapittelstruktur som læreplanen (Grep, se udir.no).



En typisk fagside på NDLA sitt nettsted (<http://fag.utdanning.no>)


Nå er imidlertid ikke "bok på nett" vår visjon med læremidlene, så vi jobber stadig med å utvikle dem til å bli noe langt mer:

- Lydbok-funksjonalitet vil være tilgjengelig gjennom å klikke på "Lytt til tekst". Vi har valgt i hovedsak å satse på stemmesyntese, siden denne vil gjøre opplesingen tilgjengelig fra dag 1. Det er også en målsetning å få tekstene tilgjengelige som podcasts, slik at brukere kan laste dem ned til sine MP3-spillere eller mobiltelefoner.
- Lettlest-versjon av alle fagtekster skal være på plass innen skoleåret 2008/2009.
- Interaktive oppgaver tilknyttet de ulike kompetansemålene i læreplanen. Disse er i liten grad ferdige, ettersom vi er i oppstartsfasen og de tekniske løsningene til nettstedet ennå ikke er på plass.
- Mediefiler med videoklipp og tilknyttede oppgaver vil bli kjøpt inn fra NRK og produsert i samarbeid med blant annet Gyldendal undervisning.
- Animasjoner som viser ulike naturfaglige temaer vil etter hvert være tilgjengelige. Vi bruker her Viten-objekter fra Naturfagsenteret, samt animasjoner fra Gyldendal undervisning og Amendor.
- e-læring i form av interaktive forelesninger. Disse skal hjelpe lesesvake elever til å sette seg inn i fagstoffet, men de vil også være et godt tilbud for enhver som ikke føler at lesing er den foretrukne måten å lære på. Disse forelesningene vil i stor grad være på plass i løpet av 2007.
- Passordbeskyttet database for lærere til utveksling av flervalsoppgaver og andre interaktive oppgavetyper mellom skolens læringsplattform og NDLA. Her vil redaksjonen legge ut oppgaver som kan lastes ned av den enkelte lærer og brukes som øvingsoppgaver eller til prøve. Nedlastede oppgaver vil for eksempel kunne benytte seg av læringsplattformens sin funksjonalitet for automatisk retting og overføring av resultat til karakterbok. Oppgaver kan også lastes opp til NDLA av den enkelte lærer, og slik gjøres tilgjengelig for alle, etter at de har blitt kvalitetskontrollert. Oppgavene vil sorteres etter kompetansemålene i læreplanen.
- Diskusjonsforum/wiki-funksjonalitet skal gi mulighet for den enkelte bruker til å komme med kommentarer, spørsmål og kritikk til lærestoffet. Her vil det være mulig å påvirke læremidlenes utvikling og innhold for den aktive bruker, i og med at redaksjonen vil følge med på, og i noen grad delta i, diskusjonene. Når det kommer konstruktiv kritikk og gode forslag vil dette kunne føre til at redaksjonen endrer læremidlene i tråd med disse. Bidragsyttere som bidrar med fagtekster vil selvfølgelig bli navngitt som medforfatter. Bidragsyttere som bidrar med bilder eller annet stoff vil også bli navngitt.



e-læringen fra Amendor bruker animasjon og opplesing som virkemidler til å øke elevenes læringsutbytte.

Frihet til bruk gjennom CC – Creative Commons

Enhver bruker av NDLA sine læremidler i naturfag har rett til å laste ned, kopiere, endre og publisere læremidlene fritt og uten kostnader. Dette forutsetter kun at opphavsperson krediteres, at læremidlene ikke brukes på noen utilbørlig måte, at de ikke brukes for å få økonomisk fortjeneste og at bearbejdede versjoner tilgjengeliggjøres med samme type lisensiering. Dette er markert gjennom at vi bruker opphavsrettslig lisensieringen fra Creative Commons (<http://creativecommons.org>). Dette vil du i praksis se gjennom at det nederst på våre nettsider er satt inn følgende merking: . NB: Merkingen kan variere noe, for ulike bidragsyttere kan ha stilt ulike krav til lisensiering av sine bidrag.

Noe for alle?

Mediet gjør at vi har mulighet for å legge ut langt mer lærestoff enn det som er mulig i en tradisjonell lærebok, og å integrere alt i et felles brukergrensesnitt. Det er mulig å søke på læreplanmål og velge ut de elementer og arbeidsmåter en liker best på vei mot måloppnåelsen (lytte, lese fagstoff eller artikler, gjøre oppgaver, se animasjoner, videoer osv.) Mediet gjør det mulig for lesesvake både å få teksten i lettlestversjon og som tale. Varierte oppgavetyper gjør at elever med liten motivasjon kanskje finner den ved å delta i de enkle interaktive testene/oppgavene. Alt dette er samlet på ett sted – det er altså ikke behov for én lærebok, én oppgavebok, ett nettsted og løse øvinger og prøver. Alt vil kunne gjøres på den samme bærbare PC. Vi håper slik at vi vil klare å lage læremidler som gir større mulighet for individuell tilpassning enn noe eksisterende læreverv, både med tanke på de spesielt interesserte elever og de som har lærevansker.

Kort sagt håper vi å skape et tilbud for alle kategorier elever gjennom et nettsted som er i stadig utvikling basert på tilbakemelding fra dere som brukere. Dette forutsetter at vi faktisk får tilbakemeldinger, så vi ber om ros og ris fra dere i tiden som kommer!



REGNMAKERSKOLE



Så lett er det å bli Regnmakerskole

Mange lærere har hørt om Regnmakerne, men ikke like mange vet hvor enkelt det er å bli en Regnmakerskole. Hele 57 % av elevene mellom 9 og 12 år kjenner til Regnmakerne, og hvis de fikk velge, ville nok mange flere skoler vært Regnmakerskoler. De lærerne som har jobbet med dette et år, fortsetter med dette opplegget også året etter.

Regnmakerne er utviklet av Enova og er et helhetlig undervisningsopplegg for energiundervisning tilpasset mellomtrinnet. Og det er gratis! Alt ligger på www.regnmakerne.no/larerer, og lærerne kan bestille en ressursperm - også den er helt gratis.

Det er 5 hovedområder, eller labyrintoppgaver, en skole skal jobbe med for å kunne kalle seg en Regnmakerskole.

1. Lese Regnmakerbøkene: 3 spennende bøker som alle barneskoler har fått tilsendt i klassesett
2. Forske på energi eller gjøre praktiske aktiviteter som å bygge en bil drevet av en oppblåst ballong, lage luftputefartøy o.l.
3. Måle temperatur og registrere energibruken på skolen eller hjemme
4. Undersøke med kommunen hvor energien kommer fra
5. Holde en lokal energikamp i skolegården

Og når dette er gjort, kan læreren rapportere denne aktiviteten via nettsidene, og hele skolen er da en Regnmakerskole.

Og ikke nok med det – 10 skoler trekkes ut til å vinne et stipend på 10 000 kroner.



Regnmakerbøker

Klaus Hagerup har skrevet 3 bøker som sjangermessig hører hjemme i science fiction eller fantasilitteraturen. Disse bøkene er sendt ut som klassesett til alle barneskoler. Bøkene kan benyttes både til lese- og skrivetrening, og også som supplement i naturfag og samfunnsfag. Bøkene inneholder noen oppgaver som egner seg til diskusjoner og arbeid i klasserommet.

Bygg lag og lær og andre aktiviteter i skolen

Regnmakerne har utviklet mange praktiske bygg, lag og lær oppgaver som er spesielt egnet til å gi elevene erfaringer de senere kan knytte til energibegrepet. Oppgavene har henvisning til aktuelle kompetansemål i læreplanen.

REGNMAKERSKOLE



Et luftputefartøy laget av gammel CD-plate og ballong.

Måling av temperatur og energiforbruk

Regnmakerne oppfordres til å måle temperatur ute og inne. De kan også oppfordres til å undersøke skolens energibruk ved å lese av strømmålerne hver uke, enten på skolen eller hjemme. Så kan klassen lage oversikt over skolens eller klassens energibruk ved å fylle inn verdiene i en flott plakat.



Energiforsyning i kommunen

Hvor får skolen energien sin fra?
Elevene utfordres til å undersøke hvilke energikilder som leverer energi til skolen. Har kommunen fokus på energisparing? Eller de kan undersøke hjemme – hvordan varmer de opp boligene sine?

Energikamp på skolen

Energikampen er en realityserie som sendes på NRK, og en regnmakerskole skal gjennomføre sin egen versjon. Bruk skolegården, gymsalen, klasserommet og nærmiljøet rundt skolen til å arrangere en lokal energikamp på skolen. Enten hele skolen deltar eller energikampen foregår på et enkelt klassetrinn, så er vi sikre på at dette vil bli et lærerikt arrangement. Her gjengir vi noen ideer til aktiviteter. Flere aktiviteter kan du finne på www.regnmakerne.no/larerer.

Vinderløype

Aktiviteten går ut på å føre en bordtennisball med en hårføner gjennom fire hengende ringer uten at ballen faller i bakken. Ringene kan lages av metall-kleshengere, ståltråd, ringspill, etc. Fest ringene til et kosteskaft og legg kosteskaftet mellom en ribbevegg og et stativ.

Dette krever konsentrasjon og elevene lærer at man kan bruke lufttrykk eller vind til å flytte på gjenstander. Det er energi i vinden.

Konkurranseregler: Aktiviteten går på tid. Den voksne som bemanner posten starter aktiviteten og tar tiden som brukes for å flytte kula fra første til siste ring. De med den beste tiden vinner. Mister du ballen, må du begynne på nytt.

Vedsaging

Aktiviteten går ut på å sage mest mulig ved på en gitt tid. Man får for eksempel tre minutter og skal sage så mange skiver av en trestokk som mulig. Alle på laget behøver ikke å sage samtidig. Noen kan holde på trestokkene og andre kan heie. To og to lag kan konkurrere.

Konkurranseregler: Det laget som har skåret over flest treskiver på tre minutter vinner.

Ballongbilrace

Som forberedelse til energikampen kan elevene bygge en bil som drives av energien til en oppblåst ballong. Elevene får på denne måten erfaring med at energien som er lagret i den oppblåste ballongen overføres til bilen og gir den bevegelse. De må også forske på faktorer som påvirker hvor langt bilen går. På den lokale energikampen kan det gjennomføres en ballongbilkonkurranse.

Konkurranseregler: Det laget som får bilen til å gå lengst har vunnet.

REGNMAKERSKOLE

Dragkamp

Aktiviteten er urgammel og fortsatt populær. Her er det om å gjøre å samarbeide, trekke samtidig og i hver sin ende av et langt tau og vise styrke. Lagene konkurrerer mot hverandre. Konkurranseregler: Det beste laget står! Neste lag tar opp kampen osv. osv. To og to lag kan holde på samtidig. Det til en hver tid "regjerende laget" blir stående. Etter for eksempel tre strake å seire går turen videre til et nytt lag. De lagene som har tre strake seire blir skrevet opp på en liste. Når Energikampen nærmer seg slutten blir det superfinale der lagene på listen møtes i en siste energiutladning.

Regnmakerlabyrinten er et morsomt "stigespill".

Innrapportering – bli registrert om regnmakerskole

Når de 5 hovedområdene, labyrintoppgavene, er utført, må skolene registrere sin aktivitet for å bli registrert som en regnmakerskole. Dette gjøres ved å gå inn på www.regnmakerne.no/larer og velge "send svar på labyrintoppgave". Her kan man registrere den aktiviteten som er utført.

Kurs for lærere

Regnmakerne har inngått et samarbeid med Naturfagsenteret, CICERO og lokale vitensentre om kurs med fokus på regnmakerne, energitema og klimautfordringer flere steder i landet. Informasjon om kursene ligger på kurskalenderen på naturfag.no. Send gjerne spørsmål til a.e.scheen@naturfagsenteret.no dersom det er ønskelig å få arrangert et slikt kurs i egen region.



