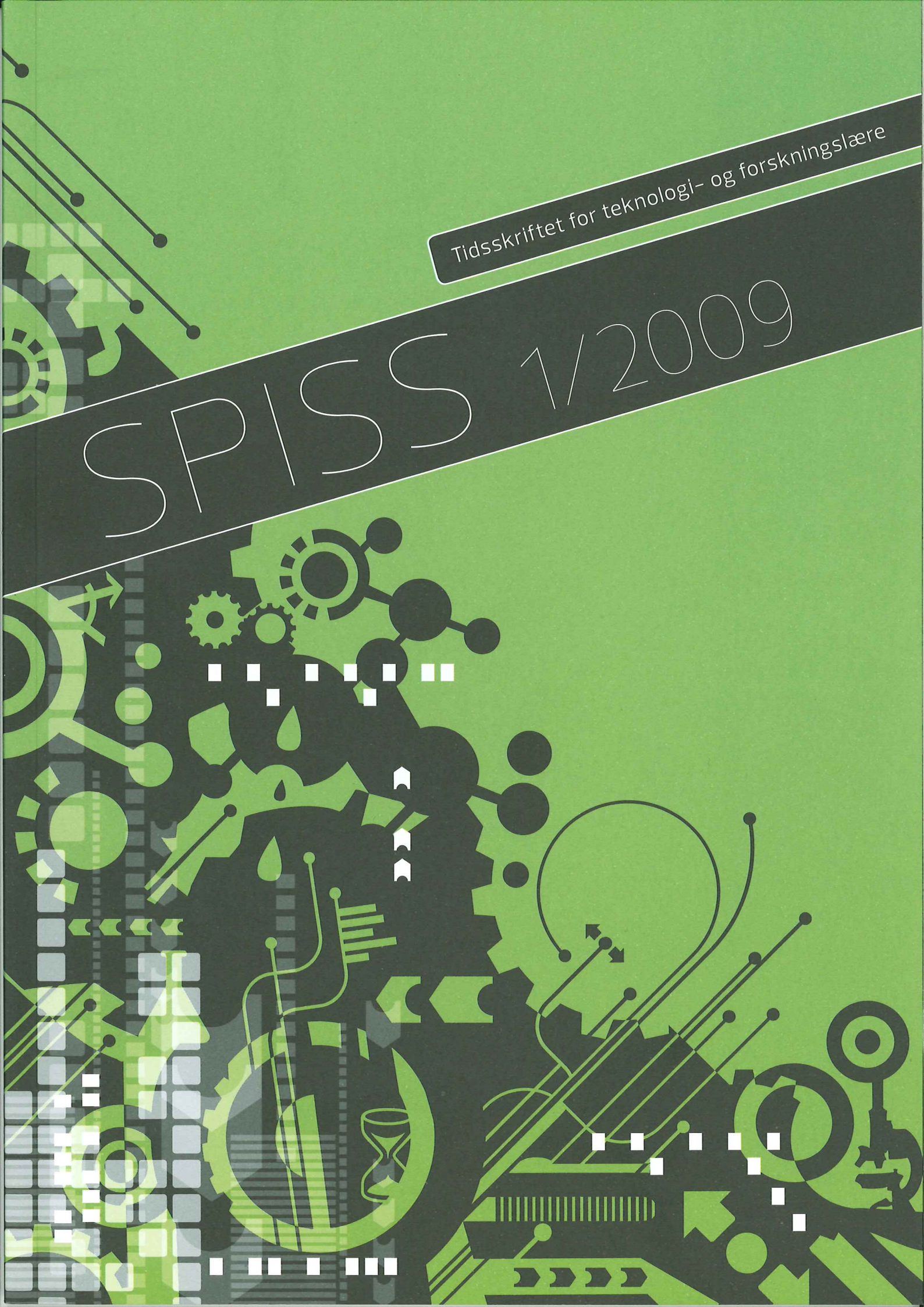


Tidsskriftet for teknologi- og forskningslære

SPISS 1/2009





INNHOOLD

FORORD 03

TOF X

Inneklima på Bergen
katedralskole/BHG 06

Måling av støynivået ved
Bergen barne asyl barnehage .. 09

TOF 1

Utviklingen av
CO₂-nivået i et soverom
i løpet av en natt 14

TOF 2

Vatlestraumen og
Korsfjorden — sluk eller
kilder til karbondioksid 18

Forurensning ved Løkken Verk.
Hvordan virker forurensningen
i vann inn på celledelingen
hos løk? 24

Kan man stole på
skolesensorer på Byåsen vgs... 30

Fargens innvirkning
på fotosyntesen 33

TEKNOLOGI

Utnytting av vannkraft 38

SPISS

TIDSSKRIFTET FOR
TEKNOLOGI- OG
FORSKNINGSLÆRE

Nr. 1 – 2009

REDAKSJONEN:

Førstekonsulent Olaug Vetti Kvam,
skolelaboratoriet i realfag, Universitetet i Bergen (UiB)
Professor Stein Dankert Kolstø,
institutt for fysikk og teknologi, UiB
Stipendiat Idar Mestad,
institutt for fysikk og teknologi, UiB
Seniorrådgiver Frede Thorsheim,
skolelaboratoriet i realfag, UiB

REDAKSJONENS ADRESSE:

Spiss, skolelaboratoriet i Realfag,
Matematisk-Naturvitenskapelig fakultet, UiB,
Allégaten 41, 5007 Bergen
E-post: naturfag@skolelab.uib.no
Telefon: 55 58 22 27

ANSVARLIG REDAKTØR:

Kristin Kalvik.

DESIGN OG GRAFISK PRODUKSJON

Grafisk Dialog AS

TRYKK

GRAFISK  TRYKK AS

OPPLAG

500

PAPIR

250/135 g Soporset Medium

Forord

Av: Professor Stein Dankert Kolstø, Institutt for fysikk og teknologi

SPISS er et tidsskrift av og for elever på programfaget Teknologi og forskningslære (ToF) i videregående skole – men også for andre interesserte. Rapportene i SPISS er basert på ToF-elevers forsknings- og teknologiprojekter. SPISS praktiserer kollegavurdering: Alle publiserte rapporter har blitt vurdert av to eller tre medelever fra andre skoler. Elevene har mottatt anonymiserte rapporter og hatt støtte i et sett med utleverte kriterier i vurderingsprosessen. De fleste forfattergruppene har måttet forbedre rapportene sine i møte med kommentarer fra medelever og redaksjonskomiteen for SPISS. De rapportene som foreligger er derfor blitt vurdert av medelever og redaksjonskomiteen for SPISS til å holde høy kvalitet.

Teknologi og forskningslære er et nytt fag i videregående skole. I tillegg til planlegging og gjennomføring av naturvitenskapelige og teknologiske prosjekter, skal elevene også utvikle kunnskap om forskningsprosesser og kvalitetssikring. I ToF1 og 1 skal elevene for eksempel kunne gjøre rede for prosessen med planlegging, gjennomføring og publisering av naturvitenskapelige prosjekt. I ToF2 skal elevene kunne "gjøre rede for hvordan forskning utvikles og kvalitetssikres gjennom samarbeid, kritisk vurdering og argumentasjon". Et viktig siktemål for SPISS er å fungere som læringsarena for elevens arbeid med slike læringsmål.

SPISS kan her brukes aktivt som arbeidsredskap i undervisningen på flere ulike måter. Elever som vil publisere i SPISS får for eksempel trening i å måtte forholde seg til kvalitetskrav og format for vitenskapelige rapporter. Å lese, vurdere og korrigere andre elevers rapporter gir en reflektert øving i rapportsjangeren, og gjennom kollegavurdering av medelevers rapporter får de trening i kritisk vurdering. Når elevene har erfart både publikasjonsprosessen og vurdering av rapporter har læreren et konkret grunnlag for samtaler med elever om hvordan publisering, argumentering og kritisk vurdering praktiseres i naturvitenskap og teknologi. Vi håper også at rapporter i SPISS kan fungere som eksempler for nye ToF-elever som skal lære å skrive rapporter.

SPISS er basert på et samarbeid med ToF-lærere på skoler på vestlandet, samt Byåsen videregående skole i Trondheim. I denne omgang er SPISS et pilotprosjekt, muliggjort gjennom støtte fra Sparebanken Vest sitt allmennnyttige fond og innsats fra ansatte ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet ved Universitetet i Bergen. Et viktig siktemål med ToF-faget er å øke elevens interesse for naturvitenskap og teknologi. Redaksjonskomiteen håper SPISS her kan fremme ToF-elevens læring, samt gjøre nye elever nysgjerrige på ToF-faget. Vi takker derfor for støtten og innsatsen til alle som har bidradd til dette pilotnummeret av SPISS, og håper det vil vise seg mulig å videreføre pilotprosjektet.

FORMÅL TEKNOLOGI- OG FORSKNINGSLÆRE

Teknologi og forskning er en del av vår kulturbakgrunn og utgjør et grunnlag for vår levestandard. Faglig og teoretisk kunnskap kombinert med evne til å tenke kreativt og nyskapende blir en stadig viktigere utfordring i samfunns- og næringslivet. I en tid der teknologien griper inn på mange områder i arbeidsliv og privatliv, er nyskaping gjennom bruk av teknologi og eksperimentelt arbeid sentralt. Et samfunn trenger teknisk og naturvitenskapelig kompetanse for å sikre framtidig velferd. Den forskningsbaserte kunnskapsutviklingen er omfattende, og det skjer stadig teknologiske nyvinninger. Teknologi og forskningslære representerer to ulike kunnskapsområder, men er likevel knyttet sammen. Programfaget skal bidra til å vise at samspeillet mellom disse områdene kan skape en arena for kreativitet og innovasjon.

Programfaget skal gi grunnleggende innsikt i naturvitenskapelige og teknologiske utfordringer og problemstillinger i samfunnet. Det skal søke å gi en helhetlig forståelse av at teknologi og naturvitenskap er i utvikling, og at det skaper etiske utfordringer. Samtidig skal programfaget gi et grunnlag for å vurdere og diskutere teknologiske produkter og konsekvensene av dem for samfunnet. Programfaget skal gi erfaringer med realfag i praksis og skape en arena for undring og nysgjerrighet. I tillegg skal det gi innsikt i vitenskapsteori og vitenskapsfilosofi sett i et historisk perspektiv, og bidra til å øke bevisstheten om vår egen plass i tid og rom.

Opplæringen skal legge til rette for læringsarenaer også utenfor skolen i kontakt med forskningsmiljøer og næringsliv. For å sikre god læring skal det gis en praktisk og teoretisk tilnærming, som legger vekt på konstruksjon og utprøving av teknologiske innretninger. Programfaget danner grunnlag for videre studier og arbeid, men også for økt delaktighet i samfunnsdebatten.

TOF X

HOVEDOMRÅDE

DEN UNGE FORSKEREN

Hovedområdet handler om vitenskapelige undersøkelser i aktuelle emner relatert til helse og miljø, og hvordan disse undersøkelsene planlegges, gjennomføres og presenteres. I tillegg dreier det seg om systematiske målinger og analyse av resultater.

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- gjøre rede for hvordan et naturvitenskapelig prosjektplanlegges, gjennomføres og etterarbeides før det blir publisert
- planlegge, gjennomføre, analysere og dokumentere systematiske målinger om støy, luftforurensning, inneklima og vannkvalitet, og drøfte virkninger på helse og miljø

Inneklima på Bergen
katedralskole/BHG 06

Støynivå i barnehagen 09

Inneklima på Bergen katedralskole og Bergen Handelsgymnasium

TOF X

Av: Mai-Linn Sanden, Thomas Falbach og Lise Thunestvedt

Vi undersøkte CO₂-nivået i to omtrent like store klasserom på Bergen katedralskole (Katten) og Bergen Handelsgym (BHG) og fant at inneklimaet var litt bedre enn det som er anbefalt. Inneklimaet var litt bedre på BHG enn på Katten.

Innledning

Først og fremst vil vi ta for oss målinger av temperatur og målinger av CO₂. Hovedpoenget med målingene er å se om CO₂ konsentrasjonen ligger under den anbefalte normen. Vi vil og se nærmere på om det kan være noen sammenheng mellom CO₂ konsentrasjonen og temperaturen.

Problemstillinger

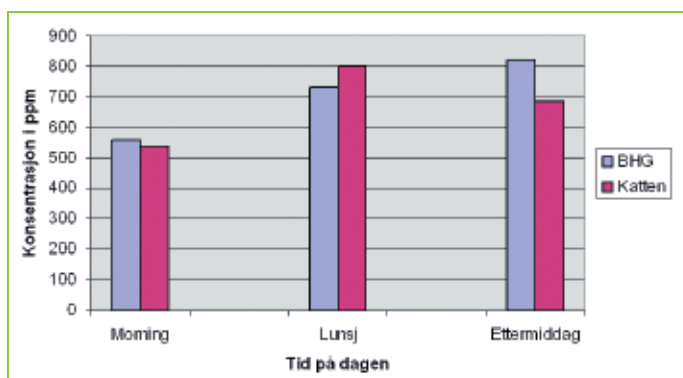
- Tilfredsstiller klasserommene normen for karbondioksid i innelufta på under 1000 ppm?
- Er det forskjell på CO₂-konsentrasjonen og på Bergen katedralskole og Bergen Handelsgymnasium?
- Hvordan forandrer konsentrasjonen av CO₂ og temperaturen seg utover dagen?

Gjennomføring

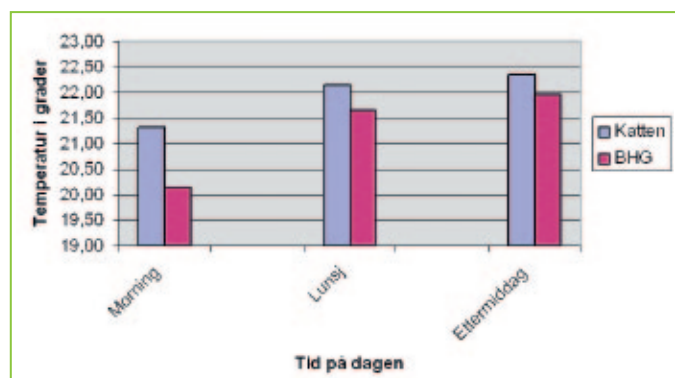
Vi startet prosjektet vårt med ivrig diskusjon om hva vi skulle gjøre og hvordan det skulle bli gjennomført. Etter hvert kom vi frem til at vi ville måle luftkvaliteten; altså CO₂

innholdet og temperaturen i klasserommene på BHG og Katten. Det vi begynte med var å gjøre research på Internett for å finne ut av diverse ting rundt inneklima. Det var blant annet nødvendig å finne ut ting som hvor mye karbondioksid det er anbefalt at luften i et klasserom inneholder. Vi fant da ut at "normen" for karbondioksid i innelufta var på 1000 ppm. Etter at vi hadde gjort tilstrekkelig research var det på tide å skaffe måleutstyr, sånn at prosjektet vårt kunne gjennomføres. Vi fikk da tak i 2 CO₂-målere og 2 termometre, og vi begynte snart å bli klar til å gjøre målinger. Ved hver måling stod CO₂-måleren på samme plass, slik at målingene ble mest mulig like. Vi målte tre ganger for dagen: en gang før elevene kom på skolen (ca 08.15), en gang midt på dagen (11.30-12.00) og en gang på slutten av dagen (mellom 14.00 og 15.00). Da vi målte temperaturen målte vi en gang i skulderhøyde og en gang i høyde med leggen. Vi valgte å måle tre dager, i to uker.

Resultat



CO₂-konsentrasjon for Bergen Handelsgymnasium og Bergen katedralskole.



Temperatur for Bergen Handelsgymnasium og Bergen katedralskole:



Konklusjon

Bergen katedralskole

Ved Bergen katedralskole kan vi se på gjennomsnittet at CO₂-konsentrasjonen har høydepunktet ved lunsj tiden. Det stiger fram mot lunsjen, og etterpå så synker det. Men temperaturen stiger enormt fra morgenen til lunsj. Etter lunsj stiger den og, men ikke så mye. De fleste dagene etter lunsjen synker konsentrasjonen av CO₂. Grunnen til dette kan være at klassene er flinke til å lufte etter lunsj, eller at det er færre elever i klasserommet. Temperaturen kan vi se øker ut over dagen. Men mellom lunsj og ettermiddag er det ikke stor forskjell, ca 0,2 °C. Vi kan se at etter hvert som CO₂-konsentrasjonen øker, øker også temperaturen, og det gjør den betraktelig fra 21,32 til 22,16. Ut fra målingene tatt fra Bergen katedralskolen øker temperaturen de fleste gangene samtidig som CO₂-konsentrasjonen.

Ut i fra de målingene som vi har gjort på Bergen katedralskole ligger konsentrasjonen av CO₂ under den anbefalte normen. Vi har gode forhold store deler av dagen, men vi kan nok oppleve litt problematisk inneklime til tider.

Bergen Handelsgymnasium

På Bergen Handelsgymnasium hadde man et ventilasjonsanlegg som stod på fra klokken 08.00 til 16.30. Den har vært i bruk siden 2000, så den er nokså ny og fungerer slik den skal. Dette hjelper på hvordan elevene har det inne, men likevel merker man at når 27 datamaskiner står på fra 08.15 til 15.45, og ikke minst at ovnene stod på. Vi ser at CO₂-konsentrasjonen i klasserommet på Bergen Handelsgymnasium stiger jevnlig utover dagen. Temperaturen stiger utover dagen, men den stiger mest fra morgenen til lunsj. Vi kan da se at temperatur og CO₂-konsentrasjonen i klasserommet kan ha en sammenheng. For når temperaturen øker, kan det tyde på dårlig inne-luft. Luftingen på Bergen Handelsgymnasium er veldig dårlig også, dette kan og ha en sammenheng med at vi utførte forsøket i mars hvor temperaturen ute er veldig lav. Elevene som sitter ved vinduet vil ikke åpne vinduet grunnet den kalde luften, mens elevene på den andre siden av klasserommet ikke vil merke den kalde luften og ønsker at vinduet er åpent. Ut ifra målingene som ble gjort på Bergen Handelsgymnasium kan man se at konsentrasjonene av


CO₂ ligger under den anbefalte normen. Forholdene er ganske grei, men på Bergen katedralskole kan man oppleve at inneklimate er problematisk til tider. Man arbeider best under gode inneklimateforhold så vi vil anbefale at man prøver å holde CO₂-konsentrasjonen lavest mulig og temperaturen blir holdt mellom 20 °C og 22 °C.

Sammenlikning

Etter å ha vært igjennom målingene og analysert resultatet vi hadde fått, kunne vi se en sammenheng mellom det å ha åpne vindu og luftkvalitet. Når elevene eller lærerne åpent vinduet og hadde døren åpen var det en gjennomsnitt i klasserommet og den dårlige luftet ble byttet ut. På katedralskolen ble det luftet over lengre perioder, men vinduene der var mye mindre enn dem på Bergen Handelsgymnasium. Dette kan ha noe med hvor mye luft som kommer inn/går ut av klasserommet. Vi kan se at CO₂-konsentrasjonen om morgenen er relativt likt, men utover dagen blir resultatene litt ulike. Rundt lunsjtider er CO₂-konsentrasjonen på Bergen katedralskole en del høyere enn på Bergen Handelsgymnasium. En av grunnene til dette kan være at ventilasjonsanlegget ved Bergen Handelsgymnasium er bedre og nyere enn det som er ved Bergen katedralskole. På ettermiddagen stiger CO₂-konsentrasjonen ved Bergen Handelsgymnasium, mens den synker på Bergen katedralskole. Dette kan ha en sammenheng med at det kan være færre elever i klasserommet og at det blir luftet mer på Bergen katedralskole, men som sagt så har vi ikke nok informasjon for å trekke sikre konklusjoner. Temperaturen på begge skolene stiger jevnlig utover dagen, men Bergen katedralskolen ligger med 0,5 °C til 1,0 °C over Bergen Handelsgymnasium. Dette kan ha en sammenheng med det at ventilasjonsanlegget er bedre enn det ved Bergen katedralskolen.

Feilkilder

Det vi gjorde var bare å ta stikkprøver. For å få en mer nøyaktig oversikt over luftkvaliteten i klasserommene, burde det vært etablert en målemetode for kontinuerlig måling av CO₂-innholdet i klasserommet over lengre tidsrom. Men de målingene som vi har gjort gir et godt overblikk av



forholdene i klasserommene. Siden vi hadde fått utdelt to forskjellige CO₂-målere; en som var nokså ny og en som var ganske gammel. Den nye CO₂-måleren målte det nøyaktig, mens den gamle måtte kalibreres, på egenhånd, før den ble brukt. Dette var vanskeligere enn vi hadde trodd. Vi måtte sitte med begge CO₂-målerne ved siden av hverandre, og bruke et skrujern og skru på en skrue for å få resultatet, på den gamle CO₂-måleren, lik det den nye målte. Vi fikk skrudd ganske nøyaktig, men vi er ikke 100 % sikker på om dette var riktig. Elever i klasserommet har en vane og bevege seg ut og inn av klasserommet. Dette fører til at det plutselig blir én elev mindre i klasserommet, og i tillegg går døren opp og dette kan gjøre at CO₂-innholdet i klasserommet synker litt. Siden dette ville vært ganske lite, har vi sett bort i fra dette.

KILDER

<http://no.wikipedia.org/wiki/Karbondioksid>

<http://www.overhalla.kommune.no/skoler/IKTpro/natur/karbdio.htm>

<http://www.fug.no/cgi-bin/fug/imaker?id=6382>

http://miljolare.no/prosjekter/forskningskampanjen_2007/Forskningskampanjen2003.pdf

<http://www.frifagbevegelse.no/loaktuelt/kommentar/kronikk/article3099430.ece>

<http://www.helsenytt.no/artikler/fukt.htm>

<http://www.helsenytt.no/artikler/inneklima.htm>



Måling av støynivået ved Bergen barneasyl barnehage

TOF X

Av: Fredrik Tangerås og Mai Watson

Vi målte støy i en barnehage i to uker, en uke med nøytrale målinger og en uke med støy-øre. Vi forventet en støyreduksjon på 5–6 dB, men fikk bare en støyreduksjon på ca 3 dB. Den opprinnelige støyen var som forventet, ca 70 dB.

Forklaring

I et prosjekt hvor vi skulle foreta miljømålinger valgte vi å måle lydnivået i Bergen barneasyl barnehage. Dette gjorde vi i løpet av en periode på to uker. Under målingsperioden satte vi inn et støyforebyggende apparat: Lydøret. Hensikten med målingene var å undersøke hvor høyt lydnivået var i barnehagen. Deretter ønsket vi å finne ut om lydøret ville være med å redusere lydnivået i barnehagen.

Hypoteser

Høyt lydnivå/støynivå er et omdiskutert emne i media. Det foretas stadig hyppigere kontroll av lydnivå/støynivået i forskjellige institusjoner som skoler og barnehager. Resultatene av disse målingene er som regel høye, og dermed forventet vi et lydnivå på ca 70 dB, noe som er ca. 10 dB over det som defineres som en samtale. Vi forventet også at lydøret ville dempe lydnivået med 5–6 dB. Vi følte dette ville være realistisk siden lydøret ville gi barna et visuelt bilde av lyd, og dermed gjøre dem mer klar over hvor høyt lydnivået burde være.

Fremgangsmåte

Det første vi måtte gjøre var å skaffe utstyr som var i stand til å gi mest mulig presise resultater. En kalibrert lydnivåmåler som kunne logge var det ideelle. I og med at skolen ikke har en slik måler, oppsøkte vi Universitetet i Bergen. De kunne låne oss en lydnivåmåler i 2,5 uke. Neste skritt var å skaffe et lyd-øre. Det fikk vi låne fra et firma som heter Bergen AV-teknikk. For få et mest mulig nøyaktig resultat, bestemte vi oss for at lydnivåmåleren skulle registrere lydnivået hvert 30. minutt gjennom en hel dag fra ca 0830 til

1400, det vil si at hvert 30. min registrerte lyd måleren det høyeste, det laveste, og gjennomsnittlige lydnivået for denne perioden. Vi kunne da forvente å få 11 målinger pr. dag. Rommet som målingene ble gjort i var i hovedsak dekket av trepanel. Vegger av tre har den effekt at de reflekterer lyd. Dette påvirker lydnivået siden det vil bli dannet en form for ekko/etterklang i rommet. Dette vil gjøre det slik at lydintensiteten vil øke. Selve målingene foregikk i oppholdsrommet til barnehagen, et nok så stort rom hvor barna oppholder seg store deler av dagen. I og med at hele rommet blir brukt til aktiviteter, fant vi det logisk å plassere måleren slik at de ville fange opp mest mulig lyd fra alle kanter. Den ble plassert på en hylle som var sentralt i rommet ca 2 meter over bakken slik at den ikke skulle være synlig for barna. Før vi hang opp lyd-øret forklarte vi barna hvordan det fungerte, vi prøvde også å forklare de hvor farlig høyt lydnivå kan være, noe personalet hjalp oss med.

Beskrivelse av utstyr

Lyd måleren som ble brukt stammet fra merket NorSonic. Den var på forhånd kalibrert av professor Bjarne Stugu ved UiB. Lyd-øret fikk vi låne av Bergen AV-teknikk AS. Øret fungerer slik at det indikerer lydnivået i 3 trinn. Når øret skal lyse rødt, kan innstilles ved å skru på den bryter på baksiden av øret. Vi valgte å sette dette nivået til 85 dB.

Analyse

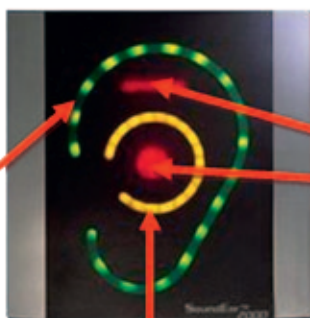
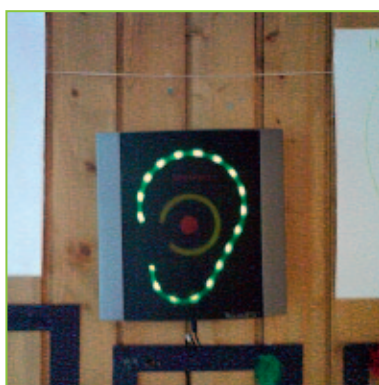
Diagram 1:

Punktene indikerer gjennomsnittlig lydnivå pr. tidsintervall (1eq). Lilla farge er den første uken, det vil si uten lyd-øre.

Bilde 1 illustrerer plasseringen av støy-øret (markert med gul sirkel). Siden barna satt mye ved bordet og jobbet var det naturlig å plassere øret slik at de lett kunne "se" lyden. Lydmåleren ble plassert på hyllen til venstre (markert med rød sirkel). (Under målingene var ikke det noe som blokkerte for lyde slik som pappen gjør på bildet.)

Bilde 2 viser lyd-øret og lydmåleren tatt fra en annen vinkel. Lyd-øret markert med gul sirkel. Lydmåleren markert med rød sirkel.

Under: Lyd-øret på veggen. Her lyser det grønt, noe som indikerer viser at lydnivået er akseptabelt.



1. Ved første trinn lyser ytterøret alltid **grønt**. Grønn er fargen som viser at lydnivået er bra..

2. Når lydnivået så begynner å øke vil øret gå fra å være grønt til grønt og **gult**. Det viser nå at lydnivået er litt for høyt og det er på tide å dempe seg.

3. Når lydnivået har nådd den øvre grensen, lyser øret grønt, gult og **rødt**. I tillegg vil det lyse "advarsel" når dette nivået er nådd. Lydnivået er nå ikke akseptabelt.

Grønn farge indikerer den andre uken hvor lyd-øret var på plass. Torsdagen den første uken som er merket lilla, var barnehagen på tur. Støynivået ble derfor mye lavere enn de andre dagene. På grunn av dette valgte vi å ikke inkludere torsdagen i våre beregninger. Av grafen kan vi lese at det gjennomsnittlige lydnivået fra dag til dag, varierer. Hvis vi sammenligner dagene ser vi at det laveste resultatet med lydøret i bruk er 8,7dB lavere enn det høyeste resultatet uten lydøret, vi kan og se at det høyeste resultatet med lydøret er 2,9 dB høyere enn det laveste uten. Generelt ser vi en tendens til at lydøret har ført til et lavere støynivå i barnehagen, selv om det ikke nødvendigvis er stor differanse, holder støynivået seg gjennomsnittlig lavere etter støyøret ble tatt i bruk.

Diagram 2:

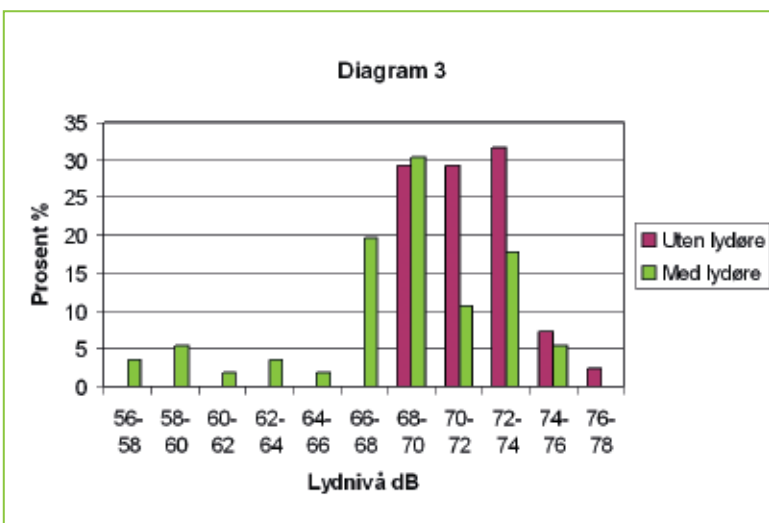
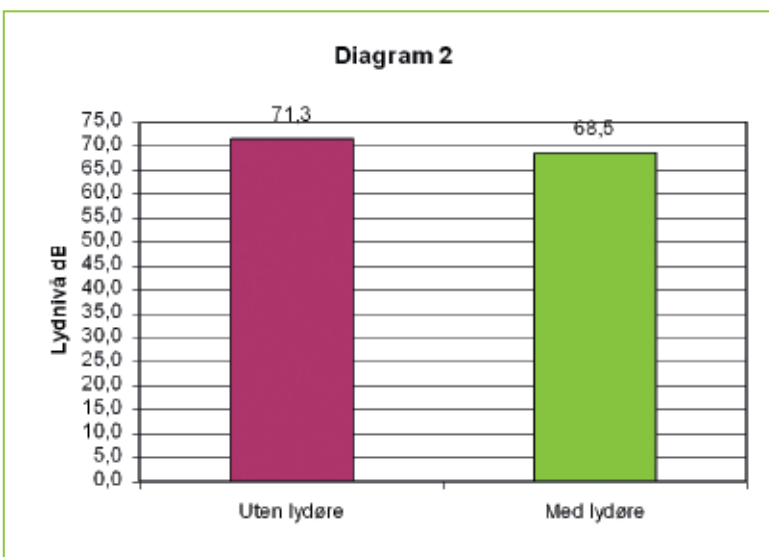
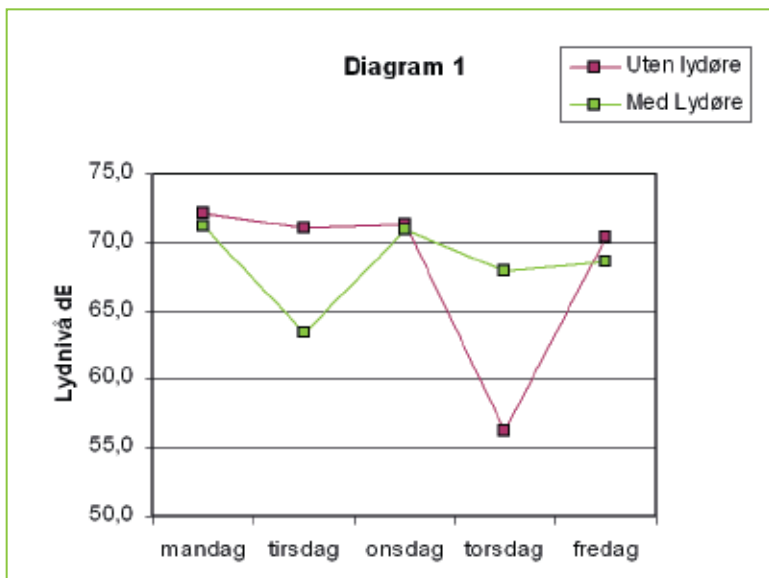
I dette diagrammet vises gjennomsnittet (leq), for hele perioden uten lydøret (lilla) og hele perioden med lydøret (grønn). Gjennomsnittsverdien av lydnivået før lydøret ble tatt i bruk er 2,8 dB høyere enn etter lydøret ble tatt i bruk, dette stemmer med vår hypotese.

Diagram 3:

I dette diagrammet har vi tatt med alle verdiene lydnivåmåleren har logget som gjennomsnittsnivå (leq) etter hver halvtime, vi har delt de inn i grupper med et intervall på 3 dB. Vi har funnet hvor mange prosent hver gruppe utgjør av det totale lydnivået i løpet av den første og den andre uken. Av diagrammet kommer det frem at støynivået har blitt lavere. Lydnivåmåleren har registrert flere grupper med lavere lydnivå i den uken lydøret ble brukt, noe som stemmer overens med vår hypotese.

Diskusjon av feilkilder

Vi må først og fremst bemerke at målingsperioden er for kort til å gi noe endelig svar på om lydøret vil fungere over lengre tid. Våre målinger baserer seg på 3,5 dager uten lydøret og fem dager med lydøret. Målingene fra dag til dag har også variert, både før og etter lydøret ble tatt i bruk, noe vi kan lese av diagram 1. Hvis vi sammenligner dagene, ser vi at det laveste resultatet med lydøret i bruk er 8,7dB lavere enn det høyeste resultatet uten lydøret, men vi kan og lese at det høyeste resultatet med lydøret er 2,9 dB høyere enn det laveste uten. Plasseringen av lydøret kan også ha påvirket resultatet. For sikkerhetens skyld ble det plassert midt i rommet, men høyt oppe. Dette kan ha gitt lavere resultater enn om lydnivåmåleren hadde hatt en annen plassering. Den første torsdagen da vi målte uten lydøret, var barnehagen på tur. Resultatene ville derfor gitt



gjennomsnittet for målingene et falskt resultat. Vi har derfor valgt å ikke bruke torsdagens data i våre beregninger og analyseringer. Tirsdag 5. februar gikk batteriet på lyd-nivåmåleren slik at vi kun fikk tatt målinger i 2,5 timer. På grunn av et stramt tidsskjema førte det til at vi fikk en og en halv dag mer med målinger etter lydøret ble tatt i bruk.

Konklusjon

Vi kan ved hjelp av målingene se at støynivået i barnehagen før lydøret ble tatt i bruk, lå i snitt på 71,3 dB. I følge SFT (Statens forurensningstilsyn) er dette på nivå med konstant trafikkstøy. Resultatet stemmer godt overens med vår hypotese om at lydnivået ville ligge på ca. 70 dB. Vi forventet en gjennomsnittlig reduksjon på 5–6 dB etter at lydøret ble tatt i bruk, men vi oppnådde et resultat på 2,8 dB. Virkningen av lydøret har altså ikke nådd opp til våre forventninger. Det er viktig å ta med det at 2,8 dB er nesten en dobling lydintensiteten, så det blir en merkbar forskjell i praksis. Vi kan likevel ikke trekke en sikker konklusjon om effekten av Lydøret. Våre målinger viser til positive tendenser, men disse resultatene kan og ha kommet på grunn av nyhetens interesse. Eller tilfeldigheter ved bruken av rommet, ulike aktiviteter som har funnet sted og antall personer som har oppholdt seg i rommet.

KILDER

<http://www.dinside.no/php/art.php?id=305705>

<http://www.lovdatab.no/ltavd1/filer/sf-20060426-0456.html>

<http://miljo.toi.no/index.html?25781>



HOVEDOMRÅDE

DEN UNGE FORSKEREN

Hovedområdet handler om vitenskapelige undersøkelser i aktuelle emner relatert til helse og miljø, og hvordan disse undersøkelsene planlegges, gjennomføres og presenteres. I tillegg dreier det seg om systematiske målinger og analyse av resultater.

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- gjøre rede for hvordan et naturvitenskapelig prosjektplanlegges, gjennomføres og etterarbeides før det blir publisert
- planlegge, gjennomføre, analysere og dokumentere systematiske målinger om støy, luftforurensning, inneklima og vannkvalitet, og drøfte virkninger på helse og miljø

Utviklingen av
CO₂-nivået i et soverom
i løpet av en natt 14

Utviklingen av CO₂-nivå i et soverom i løpet av en natt

TOF 1

Av: Kristin M.V. Endal og Marie V.R. Skogrand

I denne undersøkelsen gjorde vi målinger av CO₂-nivået i et soverom med åpent og lukket vindu. Vi utførte to målingsserier for hvert av tilfellene for å redusere faren for feilkilder. Vi fant ut at mengden CO₂ i et soverom øker betraktelig i løpet av en natt når det sover en person der og vinduet er lukket.

CO₂-konsentrasjonen stiger hele tiden, og fordobles i løpet av natten. Når vinduet er åpent sørger utskifting av luft for at konsentrasjonen av CO₂ holder seg under det anbefalte nivået på 1000 ppm (parts per million). Det er altså en stor forskjell på CO₂-nivået i et soverom avhengig av om vinduet er åpent eller lukket.

Introduksjon

I celleåndingen omdanner kroppens celler energi i glukose til energi lagret kjemisk i ATP-molekyler. Karbondioksid er et avfallsstoff i denne prosessen. CO₂ skiller ut i lungene, og utåndingsluften inneholder dermed CO₂.

Celleånding: $6O_2 + C_6H_{12}O_6 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{energi}$

CO₂ i seg selv er bare skadelig i ekstremt høye konsentrasjoner, men er likevel mye brukt som indikator på luftkvalitet. Et høyt CO₂-nivå tyder på at luftskiftet er for dårlig, og merkes ofte ved at luften føles tung og ufrisk. Den anbefalte normen fra Nasjonalt folkehelseinstitutt er en maksimumsverdi på 1000 ppm. (Anbefalte faglige normer for inneklime 1998)

Noen hevder at det er usunt å sove med vinduet igjen, andre påstår at lufting er unødvendig. Når døren til rommet blir åpnet om morgenen og du får høre at det er elendig luft der inne, er det faktisk mer CO₂ i rommet enn da du la deg om kvelden? I dette prosjektet vil vi undersøke hva som skjer med CO₂-nivået i løpet av en natt når vi sover i et vanlig soverom. Vi lurer på hvordan og hvor mye CO₂-nivået øker, og om det er stor forskjell på om man sover med vinduet åpent eller lukket.

Problemstilling

- Øker mengden CO₂ påviselig i et soverom i løpet av en natt når det sover en person der? Hvordan er utviklingen i løpet av natten?

- Vil det være en stor forskjell på CO₂-nivået i rommet avhengig av om vi sover med åpent eller lukket vindu?

Beskrivelse av metode

Vi har målt mengden CO₂ i et soverom fire netter i mars 2008. Natt til 27. og 29. mars gjorde vi målingene med vinduet igjen og natt til 30. og 31. mars med vinduet på luftestilling. Vi foretok to målinger av hvert slag for å være sikrere på at resultatene vi kom frem til var representative. Målingene ble gjort to ganger i timen gjennom hele natten.

Før vi utførte målingene tenkte vi gjennom hvilke faktorer som kunne komme til å påvirke resultatene: Planter, dør åpen/lukket, aircondition/ ventilasjonssystem, temperatur, hvor lenge personen sover, vær, plassering av måler og gardiner. For å få kontroll over disse faktorene sørget vi for at det ikke var noen planter i rommet, døren var lukket hver natt og vi brukte et rom uten aircondition eller ventilasjonssystem. Forsøkspersonen sov åtte timer, måleren var plassert på samme sted og gardinene var alltid trukket fra. Temperatur og vær er faktorer som vi ikke kan bestemme over, men for å få kontroll over dem noterte vi hvordan været var og målte temperaturen gjennom natten.

Målingene ble utført i et rom på 8,5 m². Gulvflaten er rektangulær med bredde på 2,88 m og lengde 2,95 m. Rommet er 2,35 m høyt og har skråtak på en vegg.

Figur over rommet der målingene ble utført.

Skråtaket er 1,80 m bredt, og danner en vinkel på 135 grader med veggen. Kneveggen er 1,12 m høy. Hvis vi ser bort fra møbler, inneholder rommet dermed:

$$2,88 \cdot 2,95 \cdot 2,35 - 1,252/2 \cdot 2,95 = 17,67 \text{ m}^3 = 17670 \text{ dm}^3 \\ = 17670 \text{ liter} = 17700 \text{ l luft}$$

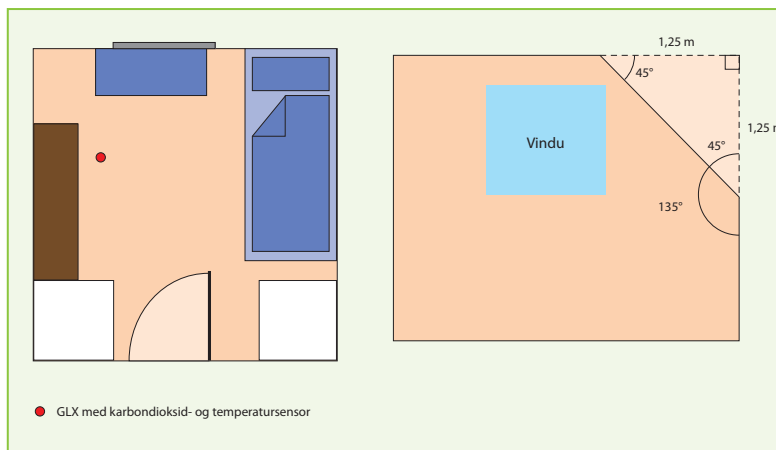
Under døren er det en 7 mm bred sprekk som er 82 cm lang. Rommet har ett vindu, og når det står på luftstilling er åpningen 2,5 cm bred og 98 cm lang. Måleutstyret vi brukte er en GLX fra Pasco med en karbondioksid- og temperatursensor. Dette var plassert slik det fremgår av illustrasjonen, ca 35 cm fra veggen og ca 25 cm over bakken. Forsøkspersonen var en 17 år gammel jente på 55 kg, i normalt god fysisk form.

Resultat

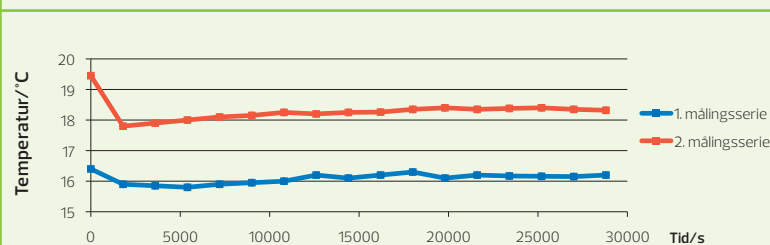
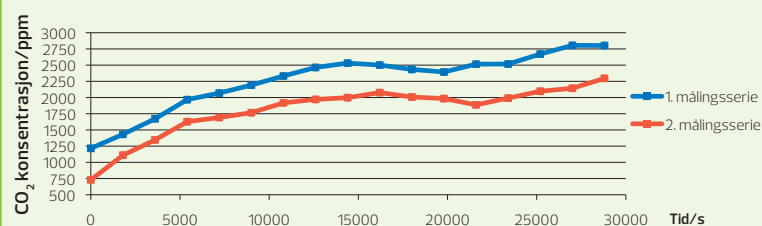
Målinger med lukket vindu

Målingen utført natt til 27. mars gikk fra kl 2230 til 0630. Utgangsverdien for CO₂-konsentrasjonen var på 1218 ppm, og temperaturen var 16,4°C. I løpet av den første timen skjer et temperaturfall på 0,6°C. Siden varierer temperaturen litt i løpet av natten med et intervall fra 15,8°C til 16,3°C, før den ender opp på 16,2°C klokken 0630. CO₂-konsentrasjonen begynner på 1220 ppm og stiger jevnt stigningstall fram til 1960 ppm klokken 2400. Siden avtar stigningstallet noe, før konsentrasjonen når en topp på 2540 ppm klokken 0230. Fra 0230 til 0400 synker konsentrasjonen til 2400 ppm, før den igjen stiger frem mot 2800 ppm klokken 0630.

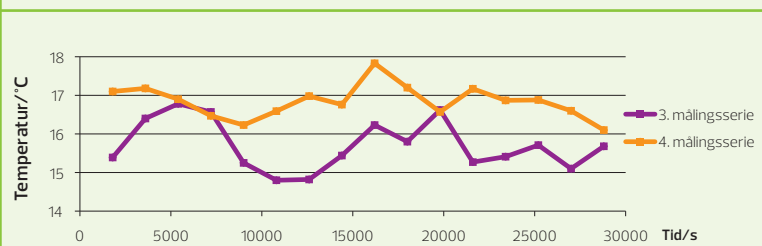
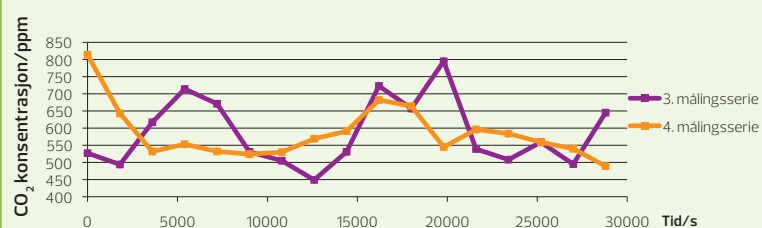
Den andre målingen ble utført fra kl 23.30 til 07.30 natt til 29. mars. Utgangsverdien for CO₂-konsentrasjonen var på 729 ppm, og temperaturen var 19,3°C. I løpet av den første halvtimen faller temperaturen med 1,5°C, og CO₂-konsentrasjonen stiger med 370 ppm. Siden stiger temperaturen langsomt til 18,3°C klokken 0730. CO₂-konsentrasjonen stiger raskt til 1682 ppm klokken 0100. Etter dette avtar økningen til klokken 4, da konsentrasjonen er kommet opp på 2048 ppm. Etter dette synker nivået med 182 ppm frem til klokken 0530. Siden øker nivået igjen, og ender opp på 2286 ppm klokken 0730.



LUKKET VINDU, MÅLINGSSERIE 1 OG 2



ÅPENT VINDU, MÅLINGSSERIE 3 OG 4



Målinger med åpent vindu

Målingen natt til 30. mars ble foretatt med åpent vindu, i tidsrommet fra kl 2400 til 0800. Utgangsverdien for CO₂-konsentrasjonen var 525 ppm, og temperaturen var 16,7°C. På grafen ser vi at både temperaturen og CO₂-konsentrasjonen varierer mye. I tillegg ser vi at de to grafene følger hverandre. Høyeste CO₂-konsentrasjon i løpet av natten er 795 ppm klokken 0530, og høyeste temperatur er 16,8°C klokken 0130. Laveste konsentrasjon av CO₂ er på 450 ppm klokken 0330. Laveste temperatur er på 14,5°C klokken 0730.

I den andre målingen med åpent vindu, natt til 31. mars, gikk måleserien fra 2230 til 0630. CO₂-konsentrasjonen begynte på 813 ppm, temperaturen på 17,6°C. Grafene viser at både temperatur og CO₂-konsentrasjon varierer mye i løpet av natten. Også her følger temperatur og CO₂-nivå hverandre. Høyeste CO₂-konsentrasjon i løpet av natten, når vi ser bort fra utgangsverdien, er 580 ppm klokken 0300, samtidig med den høyeste temperaturen, 17,8°C. Laveste konsentrasjon av CO₂ er på 500 ppm klokken 0630. Her finner vi også laveste temperatur, på 16,1°C.

Diskusjon

Resultatene viser en klar forskjell i CO₂-nivået i forhold til om vinduet er åpent eller lukket. Når vinduet er lukket ser vi at CO₂-konsentrasjonen øker med drøyt 1500 ppm begge nettene. Dette stemmer med at vi gjorde målingene over like lang tid og uten å forandre på noen faktorer. Når vinduet stod på luftstilling ser vi at både temperatur og CO₂-konsentrasjon varierer mye. Det overrasket oss å se at kurvene for CO₂ og temperatur følger hverandre. Det trenger imidlertid ikke bety at temperaturen og CO₂-nivået

påvirker hverandre, men kan snarere være to virkninger av samme årsak. Verdiene for både CO₂-konsentrasjon og temperatur varierer etter hvor stor utskiftingen av luft er i rommet til en hver tid, og det er derfor naturlig at de to kurvene ligner hverandre. Denne oppdagelsen har ikke direkte med vår problemstilling å gjøre, men er likevel interessant.

Selv med vinduet åpent målte vi tankevekkende høye konsentrasjoner av CO₂. Nivået kom opp mot 800 ppm i løpet av natten. Dette tyder på at inneklimate i utgangspunktet er nokså dårlig, uten at beboerne i huset har vært klar over det. Sannsynligvis er det mange som oppholder seg i rom med dårlig inneklimate uten å vite om det. Kanskje gir heller ikke et vindu i luftstilling tilstrekkelig ventilasjon. Resultatet på målingene med vinduet lukket er urovekkende. Den høyeste målte CO₂-konsentrasjonen er 2286 ppm, det vil si mer enn dobbelt så høyt som anbefalt nivå. Til sammenligning var høyeste konsentrasjon med vinduet åpent 814 ppm, akkurat under grensen på 1000 ppm. De to første nettene tar det ikke mer enn en halv time før CO₂-nivået overskrider det anbefalte, og det holder seg over 1000 ppm resten av natten.

Selv om vi ikke ut fra denne undersøkelsen kan si at det er helseskadelig å sove med vinduet lukket, gir resultatene en tydelig advarsel mot å oppholde seg lenge i et rom med lite utskifting av luft. De høye verdiene av CO₂ tyder på at luftkvaliteten i rommet blir betraktelig dårligere dersom man sover med vinduet lukket. Det kan sågar se ut som om et vindu i luftstilling er litt knapt for å opprettholde tilstrekkelig ventilasjon.

Konklusjon

Mengden CO₂ i et soverom øker betraktelig i løpet av en natt når det sover en person der og vinduet er lukket. Vi målte en økning på over 1500 ppm og en topp på 2286 ppm. Et åpent vindu fører til mer utskifting av luft og konsentrasjonen av CO₂ holder seg under det anbefalte nivået på 1000 ppm. Den høyeste verdien, 814 ppm, tyder likevel på redusert luftkvalitet. Temperaturendringer i rommet følger endringene i CO₂-konsentrasjonen fordi begge deler er tett forbundet med utskiftingen av luft. Det er stor forskjell på CO₂-nivået i et soverom avhengig av om vinduet er åpent eller lukket.

KILDER

Karbondioksid (CO₂) Kap 12 Anbefalte faglige normer for inneklimate (1998)
Nasjonalt folkehelseinstitutt. Hentet 14.04.2009 fra <http://www.fhi.no/dav/FFFB5B0554>

Karbondioksid (CO₂)
Publisert av Nasjonalt folkehelseinstitutt 11.02.2004. Oppdatert 02.03.2007.
Hentet 14.04.2009.
http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainLeft_5565&MainArea_5661=5565:0:15,2602:1:0:0:::0:0&MainLeft_5565=5544:44725:1:5569:2:::0:0

Karbondioksid (CO₂)
Publisert av Norsk forum for bedre innemiljø for barn. Oppdatert 05.11.2003.
Hentet 14.04.2009.
<http://www.innemiljo.net/index.asp?G=1256&P=&ID=4111>

TOF 2

HOVEDOMRÅDE

DEN UNGE FORSKEREN

Hovedområdet handler om problemformuleringer, planlegging og gjennomføring av vitenskapelige undersøkelser. Eksperimentering, presentasjon og kritisk vurdering av resultater inngår i hovedområdet.

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- gjøre rede for et forskningsprosjekt i en bedrift eller institusjon, og beskrive problemstillinger, organisering, måleutstyr, resultater og finansiering
- planlegge og gjennomføre naturvitenskapelige undersøkelser basert på egne ideer, og presentere arbeidet i en vitenskapelig form
- drøfte resultater fra egne undersøkelser i forhold til relevant kunnskap på området, og vurdere hvordan kontroll av variabler og reproduserbarhet er ivaretatt

Vatlestraumen og
Korsfjorden – sluk eller
kilder til karbondioksid..... 18

Forurensning ved Løkken Verk.
Hvordan virker forurensningen
i vann inn på celledelingen
hos løk?..... 24

Kan man stole
på skolesensorer på
Byåsen vgs 30

Fargens innvirkning
på fotosyntesen 33

Vatlestraumen og Korsfjorden – sluk eller kilder til karbondioksid

TOF 2

Av: Stian Solberg og Knut Andreas Meyer 2009 (Danielsen videregående skole)

Med dagens klimaproblemer har kunnskap om havets opptak av karbondioksid blitt svært sentralt. For å beskrive opptaket i nærområdet til Bergen, nærmere bestemt Vatlestraumen og Korsfjorden, har vi undersøkt karbonsystemet der. Målet med forskningsprosjektet var å finne ut om disse stedene var sluk eller kilder til atmosfærisk karbondioksidgass. For å finne ut dette har vi brukt dataprogrammet CO₂SYS (Pierriot et al. (2006)) for å beskrive karbonsystemet i vannet og en atmosfærisk karbondioksidkonsentrasjon fra "Global Carbon Project" (2008). Vi har hentet vannprøver og brukt CTD for å måle ulike

parametre på målestedene, og alle dataene er hentet 9. september 2008.

Resultatene viste at atmosfærisk karbondioksidkonsentrasjon var vesentlig høyere enn i havet på begge målestedene. I tillegg så vi en klar forskjell mellom målestedene, hvor Korsfjorden hadde en mye lavere karbondioksidkonsentrasjon enn Vatlestraumen. Dette forteller oss at både Vatlestraumen og Korsfjorden er sluk for karbondioksid, og at Korsfjorden har størst sluk. For å vite om dette gjelder gjennom hele året er det essensielt at flere forsker på karbondioksidkonsentrasjonen på disse stedene på andre årstider.

1 Innledning

1.1 BAKGRUNN FOR PROSJEKT

For å kunne forutse konsekvensene av fortsatt utslipp av karbondioksidgass er kunnskap om havets opptakskapasitet svært sentralt. Ved å kjenne til prosessene i havet og ved å kunne forutsi hvorvidt havet kan fortsette å ta opp CO₂-utslippene våre kan vi gi mer detaljerte beskrivelser av fremtidens klima. Dette er svært viktig for å kunne forberede oss på en kommende klimakrise.

I dette eksperimentet er ikke målet å lage noen modell, men å samle inn og stille til rådighet relevante data som kan arbeides videre med, samt å konstatere om Vatlestraumen og Korsfjorden er sluk eller kilder for CO₂. Hvis sluk betyr det at disse stedene er med på å samle opp menneskeskapt utslipp, og er dermed en formildende faktor i spørsmålet om global oppvarming. Omtrent 25 % av menneskeskapt utslipp har blitt tatt opp av havene (Volbers og Heinze (2008)). Hvis kilde, betyr det at disse stedene ikke lenger samler opp utslipp, og det atmosfæriske innholdet av CO₂ vil øke raskere, noe som igjen fører til økt drivhuseffekt og raskere global oppvarming. Derved kan vi forstå hvorfor kunnskap om havets opptaksevne er en viktig faktor når vi skal beregne effektene utslipp av CO₂ vil ha for fremtidig klima.

Kunnskap om hvor mye CO₂ havet tar opp er også viktig for å kunne forutsi effekten dette vil få for dyrelivet i havet, ettersom CO₂-opptak forsuret havet. Her har vi en

motsatt problemstilling enn nevnt ovenfor; det kan være skadelig om havene fortsetter å ta opp like mye CO₂ som i dag. Hvis utslippene økes med samme fart i dag vil havets pH i år 2100 nå en verdi som er 0,5 pH-enheter lavere enn før-industriell tid (Volbers og Heinze (2008)). Forsuring av havet vil medføre skader på organismer som inneholder kalsiumkarbonat, for eksempel koraller og skalldyr. Det er med andre ord ikke nødvendigvis positivt at havet er et sluk så lenge menneskeskapt utslipp er så store som de er i dag. Uansett er kunnskap om prosessene viktig for å kunne vite hvordan man skal handle for å forebygge en kommende krise.

1.2 TEORI

For å kunne beskrive transport (fluks) av CO₂ mellom hav og luft er vi avhengig av å kjenne partialtrykket av CO₂ i både luften og vannet. Fordi det er vanskelig å måle partialtrykket av CO₂ direkte i vannet, har vi brukt indirekte målemetoder. Vi har målt alkalinitet (AT) og løst uorganisk karbon (DIC) som er 2 av 19 ukjente i et ligningssett på 17 ligninger som vi kan bruke til å finne konsentrasjonen av CO₂, som gir oss partialtrykket. Det er definert som $pCO_2 = [CO_2^*]/k_0$ der k_0 er løseligheten til karbondioksidgass og $[CO_2^*]$ er konsentrasjonen av CO₂(aq) (karbondioksid løst) og H₂CO₃(aq) (karbonsyre løst) som ikke kan skilles ved måling (Dickson et al. (2007){ kap 2, side 1}).

2 Metode

2.1 DATAINNSAMLING

Innsamling av data skjedde på tokt med MS Brattstrøm 9.9.2008. Vi besøkte to ulike steder; Vatløstraumen og Korsfjorden (figur 1), der vi samlet inn data ved hjelp av CTD (produsert av SAIV A/S, Bergen) og tok vannprøver på ulike dyp (tabell 1). Presisjonen til CTDen er $\pm 0,015$ for salinitet og $\pm 0,01^\circ\text{C}$ for temperatur.

2.2 ANALYSE AV PRØVER

12.9.2008 (tre dager etter tokt), analyserte vi vannprøvene på Bjerknessenteret ved Universitetet i Bergen. Målet med disse analysene var å finne total karbon (DIC) og alkalinitet (A_T).

2.2.1 Måling av total karbon

Uorganisk karbon (DIC = Dissolved Inorganic Carbon) er definert som $T_C = [\text{CO}_2^*] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}]$ (Dickson et al. (2007) {kap 4, SOP 2, side 1}).

Vi har brukt coulometrisk titrering med tymolftalein som indikator (Johnson et al. (1992); Dickson et al. (2007)). Presisjonen til denne metoden er $\pm 2 \mu\text{mol/kg-SW}$. Apparatet har blitt kalibrert vha et kjent volum $\text{CO}_2(\text{g})$ som blir løst i vann. Under forsøket ble det korrigert vha CRM (Certified Reference Material) løsning både før og etter. Deretter har vi funnet driftfaktoren for hver måling for å korrigere måleresultatet slik at det stemmer overens med standardløsningens konsentrasjon.

2.2.2 Måling av alkalinitet

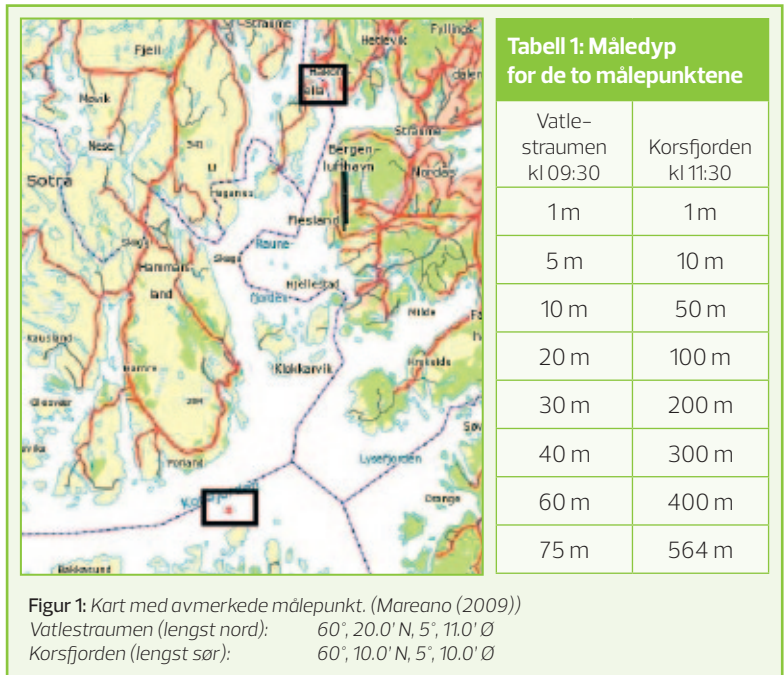
Alkalinitet er definert på følgende måte i Dickson et al. (2007), kapittel 4, SOP 3b, side 1:

"The total alkalinity of a sea water sample is defined as the number of moles of hydrogen ion equivalent to the excess of proton acceptors (bases formed from weak acids with a dissociation constant $K \leq 10^{-4.5}$ at 25°C and zero ionic strength) over proton donors (acids with $K > 10^{-4.5}$) in 1 kilogram of sample"

Vi brukte datastyrt potensiometrisk titrering til å måle total alkalinitet, en metode utviklet av Haraldsen et al. (1997). Presisjonen til denne målemetoden er $\pm 2 \mu\text{mol/kg-SW}$. Apparatet bare korrigert under målingene vha. CRM ved å finne driftfaktoren for å så korrigere hver måling.

2.3 BEARBEIDING AV MÅLINGER

Fordi apparatur for måling av partialtrykk av CO_2 direkte er vanskelig å bruke og krever store ressurser har vi av økonomiske og praktiske hensyn valgt å bruke indirekte målingsmetoder. Vi har brukt dataprogrammet CO_2SYS



(Pierrot et al. (2006)) til å beregne partialtrykket av CO_2 . Vi må kjenne salinitet og temperatur, i tillegg til to av følgende 4 parametre: Alkalinitet (AT), Uorganisk karbon (DIC), pH og $p\text{CO}_2$ (Dickson et al. (2007) {kap 2, side 3}).

Brukeren kan velge ulike konstantvalg, og vi har valgt å bruke Mehrbach et al. (1973), gjentilpasning av Dickson og Millero (1987) som er mest brukt. I tillegg har brukeren et valg av likevektskonstant for sulfationet (SO_4^{2-}), her står valget mellom Khoo et al. (1977) eller Dickson (1990a). Her har vi forsøkt begge valgene og sammenlignet forskjellene. Da så vi at forskjellen var mindre enn $0,08 \mu\text{atm}$ ($8 \cdot 10^{-8} \text{atm}$). Det vil si om lag 0,025 % forskjell. Vi har valgt å bruke konstanten fra Khoo et al. (1977).

2.4 FLUKS

Målet med dette forskningsarbeidet er å undersøke om Vatløstraumen og Korsfjorden er kilder eller sluk for CO_2 . Videre brukes fluks entydig om CO_2 -fluks, altså transport av CO_2 . Formelen for gassfluks, $k_0 \cdot k (p\text{CO}_2^{\text{sjø}} - p\text{CO}_2^{\text{luft}})$, der k_0 fortsatt er løseligheten til $\text{CO}_2(\text{g})$ i vann og k er gassovertføringshastigheten, er negativ ved transport ned i havet. CO_2 blir tatt opp i havet dersom partialtrykket av CO_2 i havets overflate er lavere enn i luften, og motsatt dersom partialtrykket er høyest i havets overflate. Vi antar at partialtrykket i atmosfæren er uniformt på målestedene med det globale partialtrykket. Dvs. at partialtrykket er det samme på målestedene som det globale gjennomsnittet. "Global Carbon Project" (2008) har funnet global gjennomsnittelig CO_2 konsentrasjon til å være 383 ppmv (parts per million (in) volume) i 2007. Lufttrykket på Flesland lufthavn ($60^\circ, 29' \text{N}, 5^\circ, 23' \text{Ø}$) ved tidspunktene for våre målinger var 1.0 atm (Eklina (2009)) som gir at $p\text{CO}_2(\text{luft}) = \frac{c(\text{CO}_2)[\text{ppmv}] \cdot 1.0 \text{atm}}{10^6 [\text{ppmv}]} = \frac{383}{10^6} \text{atm} = 383 \mu\text{atm}$.

k_0 , som er avhengig av temperatur og salinitet (lavere temperatur gir større løselighet), regnes ut med følgende

formel funnet empirisk av Weiss (1974) (temp i Kelvin):
 $1000 * e^{(-58.0931 + 90.5069 * (\frac{100}{Temp}) + 22.294 * \ln(\frac{Temp}{100}) + Salinitet * (0.027766 - 0.025888 * (\frac{Temp}{100}) + 0.0050578 * ((\frac{Temp}{100})^2)))}$

k er gassooverføringsfart mellom sjø og luft, gitt ved cm/h, og kan regnes ut ved følgende formel funnet empirisk av Wanninkhof (1992) (temp i Celsius):

$$0.31 * \left(\frac{660}{2073.1 - 125.62 * Temp + 3.6276 * Temp^2 - 0.043219 * Temp^3} \right)^{0.5} * v_{ind}^2$$

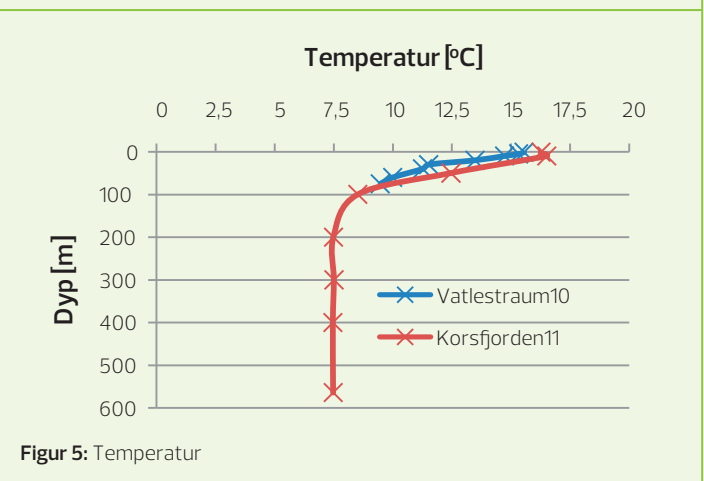
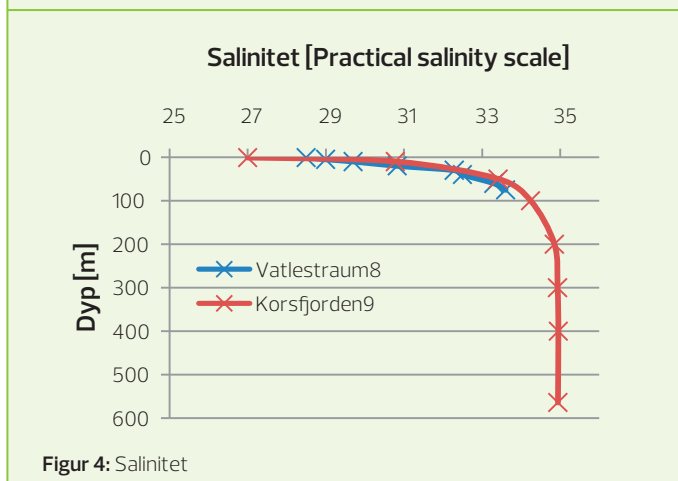
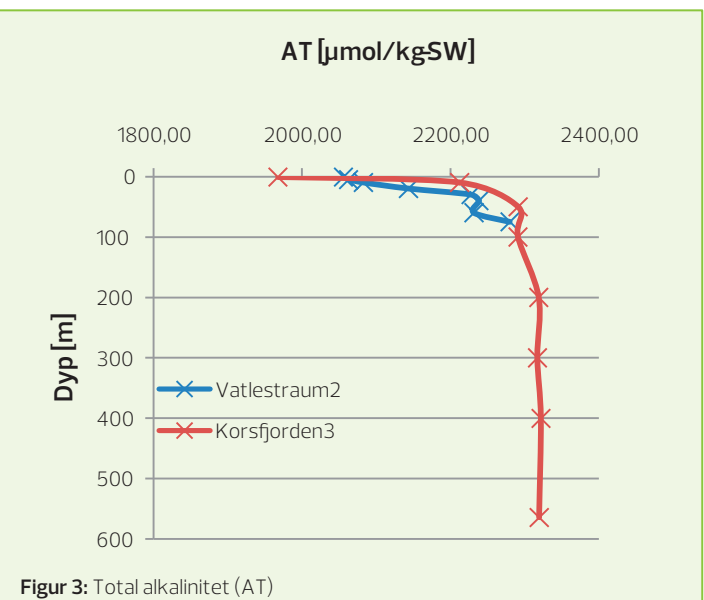
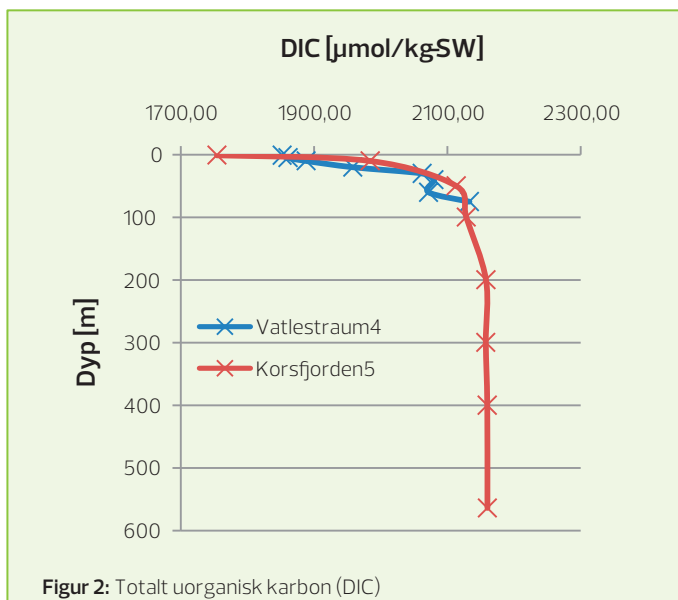
Formelen viser at k er sterkt avhengig av vind og temperatur.

Temperatur og salinitet tar vi fra ctd-målingene. Vinddata har blitt hentet fra AADI (2009), aws.ael og Eklima (2009) og vi har brukt gjennomsnittet for måledagen (9.9.08), september 2008 og for hele 2008.

3 Resultater

For å finne fluks (CO_2 transporten) er vi kun interessert i verdiene i overflaten (vi har brukt på 1 meters dyp). Likevel er det svært interessant å vite hvordan parametrene varierer med dybden, fordi dette kan gi oss mulighet til å forutsi hvordan opptaks/utsendelseskapasiteten til havet kommer til å forandres på målestedene med mer eller mindre CO_2 i luften. Ved å presentere disse dataene håper vi også å gjøre observasjonene mer etterprøvbare, ettersom disse vil gi et mer komplett bilde enn et enkelt datapunkt.

3.1 MÅLERESULTATER



Disse måleresultater er kun målt enten vha. CTD direkte, eller ved analyse på laboratoriet (se 2.2 Analyse av prøver).

Uorganisk karbon (DIC)

I Vatlestraumen var løst uorganisk karbon i overflaten (1 meter dyp) **1852,19 $\mu\text{mol/kg-SW}$** , mens den i Korsfjorden var **1754,29 $\mu\text{mol/kg-SW}$** . Vi ser at DIC øker med dyppet begge stedene (figur 2). I Vatlestraumen hele veien med unntak av en liten reduksjon rundt 60 meter, før DIC øker videre. I Korsfjorden stiger DIC fram til 200 m før det holder seg stabilt rundt 2160 μatm .

Alkalinitet

I Vatlestraumen var alkaliniteten i overflaten (1 meter dyp) **2056,00 $\mu\text{mol/kg-SW}$** , mens den i Korsfjorden var **1967,72 $\mu\text{mol/kg-SW}$** . Vi ser at alkaliniteten varierer på tilsvarende måte som DIC ved økende dyp i begge fjordene (figur 3).

Salinitet

I Vatlestraumen var saliniteten 28,52 en meter under overflaten, mens den i Korsfjorden var 27,02. Saliniteten i begge fjordene ser ut til å følge en jevn kurve som går mot 35 ved dyp større enn 200 m (figur 4). For Vatlestraumen stopper vi ved 75 m (bunnen), men utviklingen ser lik ut som for Korsfjorden. Saliniteten er høyere i Vatlestraumen enn i Korsfjorden i overflaten før de blir tilnærmet like, litt under overflaten.

Temperatur

Temperaturen 1 meter under overflaten i Vatlestraumen var $15,55^{\circ}\text{C}$, mens den i Korsfjorden var $16,26^{\circ}\text{C}$. Deretter synker den ved økende dyp og holder seg i Korsfjorden stabil på rundt $7,5^{\circ}\text{C}$ dypere enn 200 m (figur 5).

3.2 BEARBEIDDEDE MÅLERESULTATER

Vha. CO₂SYS (Pierrot et al. (2006)) har vi regnet oss frem til følgende resultater for pH og partialtrykk av CO₂.

pH (Total skala)

pH på 1 meters dyp i Vatlestraumen var 8,13, mens den i Korsfjorden var 8,17. Derfra utvikler de seg ganske parallelt, men Vatlestraumen ligger litt under ned til 30 meter. Deretter stiger pH ved 60m før den synker igjen ved 75 meter i Vatlestraumen. Vi ser en lignende økning i Korsfjorden før pH der stabiliserer seg på $8,02 \pm 0,01$.

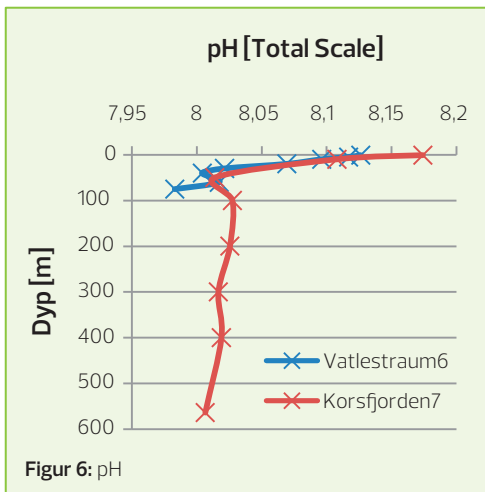
Partialtrykk av CO₂

Partialtrykket av CO₂ i Vatlestraumen på 1 meter har vi regnet ut at var 304,33 μatm , mens det ved samme dybde i Korsfjorden er regnet ut til 260,07 μatm . Det øker også med økende dyp (figur 7), samme som alkalinitet og DIC. Forskjellen mellom fjordene er at partialtrykket i overflaten i Vatlestraumen er mye høyere (44,26 μatm) enn i Korsfjorden. Vi ser også at målingene i Vatlestraumen er høyest ved 75 m (dvs. bunnen), mens for Korsfjorden er målingene høyest ved 60 m, mens de er noe lavere fra 100 m og nedover. Partialtrykket utvikler seg på samme måte som total karbonet og alkaliniteten (graf 1 og 2). Spesielt tydelig er reduksjonen i Vatlestraumen ved 60m, som kan sees igjen på alle de tre grafene. Denne utviklingen ser vi også, men ikke fullt så tydelig, i Korsfjorden. En kan også merke seg at partialtrykket av CO₂ følger samme utvikling som $-pH$.

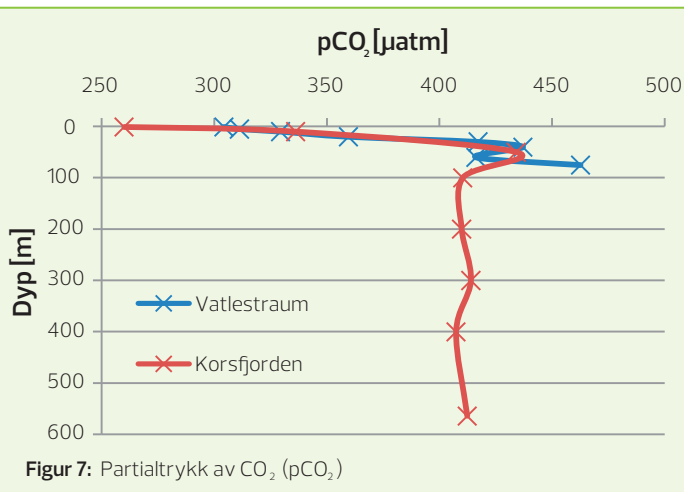
3.3 FLUKS

For å vise effekten vind har på fluks, har vi valgt å lage en graf som viser fluks som en funksjon av vind (fig 8).

Våre observasjoner og utregninger viser at partialtrykket for CO₂ var mindre i sjøen enn i luften 9. september 2008. På grunnlag av dette har vi kommet frem til at fluksen er negativ som betyr at vi får transport fra luften til havet. Partialtrykket for CO₂ er lavere i Korsfjorden enn i Vatlestraumen, ca. 44 μatm lavere, og dette medfører at



Figur 6: pH

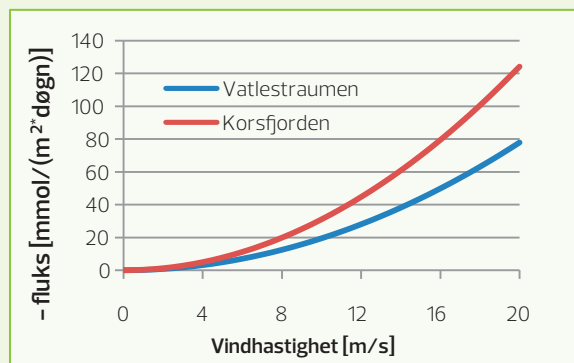


Figur 7: Partialtrykk av CO₂ (pCO₂)

Tabell 2: Data brukt i formlene

	Vatlestraumen	Korsfjorden
pCO ₂ sjø	304,4 µatm	260,1 µatm
pCO ₂ luft	383 µatm	383 µatm
temperatur	15,54°C	16,26°C
Salinitet	28,52	27,02
k ₀	39,0126 mol/m ³ atm	38,4477 mol/m ³ atm

Figur 8: Transport fra luften til sjøen (-fluks)



Tabell 3: Gjennomsnittelige vindhastigheter

	k	Fluks
Vatlestraumen:		
3,52 m/s (snitt 2008) (AADI (2009), aws.ael)	3,415 cm/h	-2,513 mmol/m ² døgn
2,52 m/s (snitt sep. 2008) (AADI (2009), aws.ael)	1,750 cm/h	-1,288 mmol/m ² døgn
0,66 m/s (snit 9.9. 08) (AADI (2009), aws.ael)	0,120 cm/h	-0,08836 mmol/m ² døgn
Korsfjorden:		
3,97 m/s (snitt 2008) (Eklima (2009))	4,427 cm/h	-5,021 mmol/m ² døgn
3,2 m/s (snitt sep. 2008) (Eklima (2009))	2,876 cm/h	-3,262 mmol/m ² døgn
1,68 m/s (snitt 9.9.08) (Eklima (2009))	0,793 cm/h	-0,8991 mmol/m ² døgn

fluks er større der enn i Vatlestraumen (ca. $45 \frac{\text{mmol}}{\text{m}^2 \cdot \text{døgn}}$ ved 20m/s), og er altså et større sluk.

Figur 8 illustrerer hvordan fluks varierer med kvadratet av vinden (jfr. Formel for k, (2.4 Fluks) Wanninkhof (1992) Det foregår mye større transport i sterk vind enn ved liten vind. Forskjellene i fluks mellom Vatlestraumen og Korsfjorden blir også større med økende vindstyrken. Temperaturforskjeller medfører mindre forskjell i fluks, men det er viktig å merke seg at fluks reduseres ved økende temperatur.

4 Diskusjon

4.1 PARTIALTRYKK AV KARBONDIOKSID I OVERFLATEN
Forskjellen i partialtrykk mellom atmosfæren og Vatlestraumen og Korsfjorden kom vi frem til at var henholdsvis 78.6 µatm og 122.9 µatm. Usikkerheten som kom til uttrykk ved å bruke de ulike konstantvalgene i CO₂SYS (Pierrot et al. (2006)), med unntak av "freshwater", var mindre enn ±13 µatm. Gjennomsnittet av de utregnede verdiene med ulike konstantvalg i CO₂SYS for Vatlestraumen var 312 µatm (mot våre 304 µatm, Mehrbach et al. (1973)) og for Korsfjorden 267 µatm (mot våre 260 µatm, Mehrbach et al. (1973)). Det gir minste forskjell på 58 µatm i partialtrykk

mellom målestedene (Vatlestraumen, som hadde høyest partialtrykk) og luften. Dersom vi tar hensyn til usikkerhetene i målingene av DIC og A_T (±2 µmol for begge) blir minste forskjell 51 µatm (Vatlestraumen). Selv i ytterkantene av de utregnede verdiene gitt av usikkerhetene er partialtrykket på målestedene i sjøen mindre enn partialtrykket i atmosfæren.

4.2 FLUKS

Hva påvirker fluks?

I tillegg til selve partialtrykket av CO₂, har salinitet, vind og temperatur en effekt på hvor fort gassen overføres fra luft til hav eller omvendt. Vi har her illustrert effekten fra vind og temperatur gjennom grafer (figur 8). Ved vindverdier fra 0 – 20 m/s ser vi en forskjell i fluksen på 124 mmol/m²døgn (Korsfjorden). Tilsvarende gir temperaturverdier fra 0 – 25°C kun en forskjell på 0,4 mmol/m²døgn. Ut i fra disse resultatene virker det som vind er den faktoren som betyr mest for gassoverføringen.

Hva er usikkerheten?

Ulike forskergrupper har kommet frem til forskjellige formler for utregning av konstanten k. Tar vi ytterkantene fra disse får vi at usikkerheten i denne konstanten har en

faktor på 2. I tillegg har vi usikkerheten for $p\text{CO}_2$, som nevnt tidligere. Vi kan derfor ikke gi flukshastigheten nøyaktig. Derimot kan vi sammenlikne forskjellige steder relativt hvis alle bruker samme formel (Wanninkhof (1992)).

Hvilke konsekvenser får våre resultater?

Våre utregninger tyder på at både Korsfjorden og Vatilestraumen tar opp CO_2 fra atmosfæren. Dette betyr at de samler opp menneskeskapte utslipp, og er en hjelpende hånd i klimaspørsmålet. Det betyr også at disse stedene forsures. Viktig å legge merke til er at våre resultater kun gjelder for 09.09.08. Det er altfor tidlig å trekke noen konklusjon, vi trenger flere prøver over lengre tid for å kunne si noe generelt om stedene er sluk eller ikke.

4.3 KONKLUSJON

Som nevnt i 4.1 Partialtrykk av karbondioksid i overflaten, kan vi, selv med usikkerhetene tatt i betraktning, konkludere med at partialtrykket av CO_2 var større i luften enn i både Korsfjorden og Vatilestraumen rundt 9. september 2008. Siden partialtrykket i luften var størst kan vi også med like stor sikkerhet konkludere med at transporten av CO_2 går fra luft til hav på målestedene, som da er sluk for atmosfærisk karbondioksid. På grunn av de store variasjonene mellom forskergrupper med utregning av fluks (spesielt konstanten k (gassoverføringshastighet)) er det en stor usikkerhet i hvor hurtig denne transporten går.

REFERANSER

Aanderaa Data Instruments (AADI) 2009, Vatilestraumen/Logfiles [<http://217.68.102.24/Vatilestraumen/Logfiles/aws.ael>]

Dickson, A. G. 1990a. Standard potential of the reaction: $\text{AgCl}(s) + 1/2 \text{H}_2(g) = \text{Ag}(s) + \text{HCl}(aq)$, and the standard acidity constant of the ion HSO_4^- in synthetic seawater from 273.15 to 318.15 K. *Journal of Chemical Thermodynamics* 22:113–127.

Dickson, A. G., and F. J. Millero. 1987. A comparison of the equilibrium constants for the dissociation of carbonic acid in seawater media. *Deep-Sea Research* 34:1733–1743.

---. 1989. Corrigenda. *Deep-Sea Research* 36:983.

Eklima (eklima.met.no, 7.1.2009) (Lufttrykk for Flesland (Stasjon nr. 50500) 9.9.2008)

Global Carbon Project (2008) Carbon budget and trends 2007, [www.globalcarbonproject.org, 26 september 2008]

Haraldsson, C., L.G. Anderson, M. Hassellöv, S. Hulth, and K. Olsson, 1997, Rapid, high-precision potentiometric titration of alkalinity in the ocean and sediment pore waters, *Deep-Sea Research* 1, 44, 2031–2044.

Johnson, K.M., K.D. Wills, D.B. Butler, W.K. Johnson, and C.S. Wong, 1993, Coulometric total carbon dioxide analysis for marine studies, *Marine Chemistry*, 44, 167–187.

Khoo, K. H., R. W. Ramette, C. H. Culberson, and R. G. Bates. 1977. Determination of hydrogen ion concentrations in seawater from 5 to 40°C: standard potentials at salinities from 20 to 45‰. *Analytical Chemistry* 49(1):29–34.

Mareano (2009): www.mareano.no; 7. Jan 09

Mehrbach, C., C. H. Culberson, J. E. Hawley, and R. M. Pytkowicz. 1973. Measurement of the apparent dissociation constants of carbonic acid in seawater at atmospheric pressure. *Limnology and Oceanography* 18:897–907.

Pierrot, D., E. Lewis, and D.W.R. Wallace, 2006, MS Excel Program Developed for CO_2 System Calculations. ORNL/CDIAC-105. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tennessee.

Volbers, A. og Heinze, C. 2008. Havet tar opp en firedel av våre CO_2 -utslipp. [<http://www.bjerknes.uib.no/pages.asp?id=1528&kat=2&lang=1>, 12. januar 2009]

Wanninkhof, R., 1992, Relationship between wind speed and gas exchange over the ocean, *Journal of Geophysical Research*, 97 (C5), 7373–7382.

Weiss, R. F. 1974. Carbon dioxide in water and seawater: the solubility of a non-ideal gas. *Marine Chemistry* 2:203–215.

Forurensning ved Løkken Verk

Hvordan virker forurensningen i vann inn på celledelingen hos løk?

TOF 2

Av: Katinka Kummeneje og Marianne Blikø, Byåsen videregående skole

Etter en rekke avisartikler i Adresseavisen om forurensning ved Løkken Verk i forbindelse med nedlagte gruver, har vi forsket på forurensning i vannene rundt de nedlagte gruvene. Det er kjent at forurensning fra gruver bidrar sterkt til vannforurensning rundt omkring i landet. Forurensningen fører til at det meste av plante- og dyreliv dør der gruvevannet slippes ut. I følge Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er

Løkken Verk i Meldal kommune regnet som den mest forurensende kisgruven i landet. Gruven ble lagt ned i 1987, og utslippet av kobber ble redusert med rundt 95 %. Selv om gruva er nedlagt og utslippene er redusert ser man at økosystemet i området ikke fungerer som det skal. Dette ønsket vi gjennom dette prosjektet å få mer innsikt i.

BESKRIVELSE AV PROSJEKTET

Fagerlivatn og Bjørnlivatn er to små vann som ligger rett i nærheten av den nedlagte gruva. Vi har hentet vannprøver fra vannene og latt løk vokse i 7 dager i dette vannet. Så har vi sett etter makroskopiske og mikroskopiske feil ved løkene. Vi fant ut at vi fort kan se at løkene ikke har vokst normalt, gjennom korte og misfargede røtter. Vi laget preparater og så på celledelingen hos løkene. Her fant vi misdannelser hos løkene vokst i Fagerlivatn og Bjørnlivatn.

For å finne årsakene til disse misdannelsene har vi søkt på nettet om metaller i vann kan påvirke celledelingen. I tillegg målte vi pH'en i vannet og fant ut at vannet var surt. Vi så også på dette da vi konkluderte med at

årsakene til misdannelsene ikke er *naturlige*. Og vi mener det bør avholdes nærmere kontroll av området rundt de nedlagte gruvene på Løkken Verk. Dette for å hindre forurensning av miljø og øke livskvaliteten både til mennesker og dyr i området.

TEORI

Løkceller deler seg ved vanlig celledeling, mitose. I dette forsøket ønsket vi å finne ut hvordan celledelingen av løkceller blir påvirket når løkene legges i vann fra Fagerlivatn og Bjørnlivatn, som ligger i området rundt Løkken Verk. Det er i rotspissen til løken celledelingen foregår, og akkurat dette området på løken er svært utsatt for forurensning i



Figur 1: Oversiktsbilde Løkken Verk



Figur 2: Løkken Verk

vann og jord. Det er derfor viktig at de aktuelle prøvene tas fra dette området. Man kan lett se om røttene har utviklet seg normalt eller om de er påvirket av forurensning. Noen metaller gjør at røttene blir veldig forandret, mens andre nesten ikke fører til noen forskjell. Dette observeres og noteres som *makroskopiske* funn.

I Fagerlivatn og Bjørnlivatn er det påvist ganske store konsentrasjoner av kadmium, bly, krom, jern, nikkel, kobber og sink. Studier på metallioner i vann viser at det kan påvirke celledelingen, og skape misdannelser i cellekjernen. For å se på dette har vi valgt å studere celledelingen i mikroskop. Da lager vi preparater, og ser nærmere på celledelingen som har foregått i løkene. De observasjonene vi gjør noteres som *mikroskopiske* funn.

For å ha en fasit på hvordan celledelingen skal og ikke skal se ut har vi valgt å ta med en positiv og en negativ prøve. Den negative prøven er springvann, og den positive er NiCl₂, hvor vi på forhånd vet at det kommer til å bli feil i celledelingen.

HYPOTESE

Ut ifra den informasjonen vi har funnet på forhånd om misdannelser i celler som har vokst i vann med stor konsentrasjon av metaller, tror vi at vi kan se tilfeller av misdannelser hos cellene hos løkene vokst i vann fra Fagerlivatn og Bjørnlivatn.



Figur 3: Fagerlivatn

HISTORIE

Løkken Verk ligger i Meldal kommune i Sør-Trøndelag fylke. Det ble funnet store mengder med malm som bestod av kobberholdig svovelkis som det ble lagt veldig stor interesse for i 1652 noe som samlet sammen et lite tettsted kalt Løkken Verk. Løkken Verk som startet opp i 1654 var en av Norges største svovelkisgruver og i første del drevet på kobber i 200 år av Løkken Kobberverk. I 1851 ble driften gjort om til kisdrift til eksport. Driften ble stoppet i 1851 og startet opp igjen i 1891. Fra 1904 av overtok det nystartete Orkla Grube-Aktiebolag hvor driften ble utvidet og modernisert. Fra 1931-1962 ble for det meste drevet svovel og kobbermatte.

Kisen på Løkken er en av verdens hardeste malmer består vesentlig av svovelkis, kobberkis, sinkblende og kvarts. Den inneholder 41-42 % svovel, 2 % kobber, og 2 % sink og små mengder av sølv og gull.

TILTAK

Fra gruen ble lagt ned har det blitt gjort forurensningsbegrensende tiltak som er i ferd med å avta. Fra 1991 har gruvevann blitt rensset med en metode som pumper sigevann fra veltene inn i gruva. Dette har ført til en oppheving av pH og utfelling av tungmetaller som har etter 8 års tid blitt pumpet ut i Fagerlivatn. Siden år 2002 har denne effekten avtatt, og det er dermed behov for nye tiltak i området Løkken Verk.

I 2000 ble EUs Vannrammedirektiv vedtatt av EU-systemet. Hvor hovedtanken bak vannrammedirektivet er at alt grunnvann, ferskvann og kystvann skal få god økologisk tilstand innen året 2015. Det er blitt iverksatt to vannområder



Figur 4: Fagerlivatn ved den nedlagte gruen Løkken Verk

som skal følges opp innen denne perioden: Gaulavassdraget og Nidelva. Resten av vannområdene i Trøndelag skal vurderes i perioden 2015–2021.

MULIGE TILTAK

Ifølge Statens forurensningstilsyn er det mulig å senke tungemetallavrenningen ved å hindre kontakt med oksygen og stoppe vanngjennomstrømming. Tiltak som tidligere har hatt suksess med dette har hatt en kombinasjon av masser tildekning med duk og/eller tett morene, og fylt opp gruveganger med vann for å stanse oksideringen. Et annet tiltak går på å unngå inngrep som en metode for å hindre spredning av masser og økt vanngjennomstrømming.

Sekretær for Gruveforurensningsutvalget, Ove Smedplass konkluderer med at slik tilstanden er i dag er det to mulige tiltak som kan settes i gang. Det første går på at man fjerner alle forurensede masser til et sted som passer for oppbevaring med dobbel bunntetting, og kontrollere om sigevann fra området er forurensset. Det andre tiltaket går ut på å starte opp et ionerenseanlegg med gjenvinning av tungmetaller. Noe som har blitt utført i Sverige.

GJENNOMFØRING

Vi begynte med å skrelle av de ytterste lagene på fire løker og skjære et snitt nederst på dem. Vi tok fire løker fordi

man ofte kan komme over løker som ikke vokser så godt, og da kan det være lurt å ha noen ekstra.

Løkene snittes på tuppen for at rotspissene skal ha gode muligheter til å vokse. Rotspissene er det første som kommer i kontakt med eventuelle forurensninger i naturen. Det er viktig å ikke skjære av hele den nederste delen av løken, da det da ikke er noe igjen som kan vokse i vannet. Man skjærer i løken slik at man får frisk og ren løk til å gro i vannet.

I det første døgnet skal løkene vokse i vanlig springvann, slik at man "får liv" i dem, og de kan begynne å vokse. Løkene står i romtemperatur i omtrent et døgn.

På dag nummer 2 fjernet vi springvannet, og helte riktig prøve i glassene slik at løken fikk vokse i det vannet. De ulike prøvene som ble brukt var fra springvann, Fagerlivatn, Bjørnlivatn og NiCl_2 . Her fungerte NiCl_2 som en positiv prøve og springvann som en negativ. I tillegg har vi sett på en prøve fra Meråker vann. Vi byttet deretter ut vannet hver dag til løkene hadde stått i omtrent en uke. Man bytter ut vannet for å hindre bakterieoppvekst.

Etter en uke tok vi løkene ut av vannet og noterte utseende på dem. Dette skal senere brukes til å sammenligne med løker som har vokst i andre prøver.

Det er først og fremst i rotspissen celledelingen foregår. Derfor kuttet vi av omtrent 1 cm av den, og la i en blanding av 1M HCl og 1M CH_3COOH . Løsningen med rotspissen la vi i et vannbad på omtrent 50 °C i 5 minutter. Dette gjøres for at rotspissene skal bløtes opp.



Figur 5: Fagerlivatn

Av rotspissen kuttet vi av 5 mm som ble lagt på et objektglass og farget med 2 % orcein fargeløsning. Dette gjøres for at rotspissene skal vises bedre når man ser på dem i mikroskop. Vi la forsiktig på et dekkglass og varmet det opp over en flamme. Deretter la vi objektglasset på en aluminiumsblokk som på forhånd var avkjølt av flytende nitrogen. Objektglasset lå på aluminiumsblokken i omtrent et minutt, og deretter fjernet vi dekkglasset forsiktig. Alt dette gjøres for at preparatet skal feste seg til objektglasset.

Mens preparatet fremdeles var frosset, hadde vi det i 70 % etanol i 5 sekunder, 96 % etanol i 8 sekunder, 100 % etanol i 1 minutt og deretter i nytt 100 % etanol i 5 minutter. Dette gjorde vi for å fjerne overflødig fargestoff. Så tørket preparatet i minst 30 minutter før vi studerte det i mikroskopet.

Til å analysere metallinnholdet i de ulike vannprøvene fikk vi hjelp fra Analysesenteret i Trondheim.

RESULTATER

pH - MÅLINGER			
	GS	MIN	MAX
Springvann	7,13	6,15	7,56
Fagerlivatn	3,04	3,02	3,5
Bjørnlivatn	3,26	3,21	3,44

Makroskopiske funn (utdypet i tabell, neste side)



(1) Løker vokst i $NiCl_2$


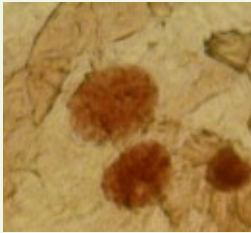
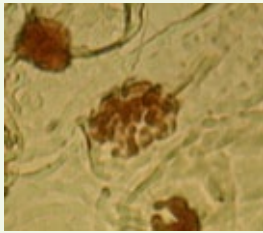
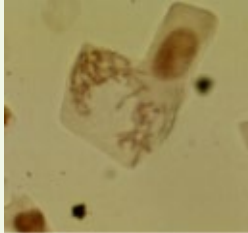
(2) Løker vokst i springvann

(3) Løker vokst i vann fra Fagerlivatn

(4) Løker vokst i vann fra Bjørnlivatn

RESULTATER FRA VANNANALYSE

	cd114 Conc $\mu\text{g/L}$	Pb208 Conc $\mu\text{g/L}$	Cr53(MR) Conc $\mu\text{g/L}$	Fe57(MR) Conc $\mu\text{g/L}$	Ni62(MR) Conc $\mu\text{g/L}$	Cu65(MR) Conc $\mu\text{g/L}$	Zn66(MR) Conc $\mu\text{g/L}$
850-1 Prøve A Fagerlivatn	33,3	6,2	5,1	8310	85,8	3085	9698
850-1 Prøve B Bjørnlivatn	31,2	14,7	5,8	8214	69,7	3072	9910
Anbefalt mengde	0,04	0,5	0,2		0,5	<0,6	5,0

	Springvann	Fagerlivatn	Bjørnlivatn	NiCl ₂
Utseende og lengde på røtter	Mange hvite røtter med lik lengde. Ca 3 cm	Lysebrune og så vidt 1 cm lange. Noen er flere cm lange	Noen brune og noen hvite røtter. Ca. 1 cm lange.	Nesten ingen røtter. Svart i endene. Ca 0,5 cm
Spesielle funn ved mikroskopering	Dette ser normalt ut. Struktureringen av kromosomene ser riktig ut.	Noen av cellene ser normale ut, mens andre har en tydelig oppløst kjerne. Kromosomene har klumpet seg sammen i den ene siden av cellen.	Noen celler ser normale ut, men i noen av cellene ligger kromosomene svært konsentrert i det ene hjørnet.	Flere av cellene er ødelagte, kromosomene er ikke der de skal være. I tillegg vises det ikke noen definert cellekjerne på mange av cellene.
Bilde av en celle				
Vurdering	Cellene ser friske ut, og det der ut til at celledelingen har foregått normalt.	De fleste av cellene ser normale ut, men i enkelte celler har kromosomene klumpet seg. Celledelingen har ikke foregått normalt.	Noen celler ser friske ut, mens i andre har kromosomene klumpet seg sammen i en ende av cellen. Celledelingen har ikke foregått normalt.	Cellene er tydelig ødelagte i mange tilfeller. Cellekjerne er ødelagt, og kromosomene er ikke der de skal være. Celledelingen har ikke foregått normalt.

DRØFTING AV RESULTATENE OG FEILKILDER

Ut fra de resultatene vi har fått, ser det ut til at det er feil i celledelingen hos noen av løkene. Vi kan allikevel ikke være helt sikker på at preparatene våre er 100 % pålitelige. I forbindelse med lagingen av preparatene var vi flere elever som var delt opp i grupper. Hver gruppe hadde ansvar for løkene vokst i én løsning. Det vil si at dersom en gruppe gjorde feil da de lagde preparatene vil det gå utover resultatet for alle gruppene.

Det er en hel del feilkilder med tanke på at personene som laget preparatene er uerfarne personer. For det første er det svært viktig at prøvene tas fra helt nederst på rotspissen, hvor celledelingen foregår. Den gruppen som jobbet med Fagerlivatn har ikke vært nøye nok med dette, og derfor er ikke prøvene derfra veldig pålitelige.

En ting vi merket da vi så på preparatene var at prøvene vokst i NiCl₂, Fagerlivatn og Bjørnlivatn hadde mye mer fargestoff i kjernen. Det var også vanskelig å spre cellene under tillagingen av preparatene. Siden alle gruppene hadde tildelt like stor konsentrasjon av orcein tror vi ikke årsaken til denne ulikheten kan ligge i selve fargingen av rotspissene, men ved hvordan cellene reagerer og trekker til seg fargen.

Tidsmangel er også en grunn til at vi ikke kan være helt sikre omfanget av feilene i cellene. Det ble laget mange preparater fra hver vannprøve, og det tar veldig lang tid å se igjennom alle disse. Vi har i første grad nøyd oss med å lete til vi finner noe, og si oss fornøyd med det. Dersom vi hadde sett gjennom alle preparatene hadde vi muligens funnet flere feil, og kunne hatt sterkere begrunnelse for konklusjonen vår.

Vi gjorde det samme forsøket i 2007/2008. Den gangen hadde vi også med vannprøver fra Rødbekken, ei lita elv som forbinder Bjørnlivatn og lakseelva Orkla. I år har vi valgt å ikke ta med denne prøven, men heller konsentrere oss om området på Løkken.

Siden vi hadde gjort forsøket en gang tidligere hadde vi forventninger til hvilke resultater vi kom til å få. Sist vi gjorde forsøket var vi ikke så veldig omtensomme da vi hentet vannprøvene, men i år tenkte vi på å få vann hvor det var sirkulasjon, for å ikke kun få opphoping av metaller. Til tross for at det tilsynelatende var mindre metaller i vannprøvene i år, fikk vi fortsatt misdannelser i cellene. Dette er med på å bygge under konklusjonen vår.

I tillegg til prøvene fra Fagerlivatn og Bjørnlivatn prøvde vi å gjøre det samme med en vannprøve hentet fra Meråker. Denne prøven ble hentet inn i vannkanten like ved en nedlagt gruve, hvor vannet var tydelig misfarget og forurenset. Resultatet av denne prøven viste det samme som den negative prøven, Fagerlivatn og Bjørnlivatn. Fargestoffet virket mye sterkere, det var vanskelig å skille cellene og det var feil i celledelingen. Det er den del usikkerheter med denne prøven.

- Vannet ble hentet inn i vannkanten, hvor det ikke var noen sirkulasjon i vannet. Dette kan føre til opphoping av metaller.
- Vi har ikke analysert vannet, med tanke på konsentrasjon av de ulike metallene (pH-en ble målt til 4,86)
- Vi har kun gjennomført prøvene én gang, og ikke to, som vi har på de andre vannene

Vi har brukt disse begrunnelsene til å ikke ta med resultatene fra denne prøven i rapporten vår, men siden den hadde så mange likhetstrekk med området i Løkken Verk har vi valgt å nevne den.

KONKLUSJON

Løker vokst i vann fra Fagerlivatn og Bjørnlivatn har feil i celledelingen. Dette kan forårsakes av at metaller fra Løkken Verk har rent ut i vannene og forurenset dem. Dette, sammen med andre faktorer som for eksempel surt vann, gjør det umulig for mange organismer å leve der. Det bør i det aktuelle området vises mer forsiktighet med hvor metallene fra de nedlagte gruvene renner ut. Dersom det ved flere undersøkelser skulle vise seg at feilene er forårsaket av Løkken Verk, bør det vurderes hva om skal gjøres med dette i det aktuelle området.

Bilder:

Figur 1 & 2: NVE,
<http://arcus.nve.no/website/nve/viewer.htm>

Figur 4: foto av Eigil Iversen/
NIVA

Hjelp fra fagpersoner:

- Vår lærer og veileder, Hilde Ervik, har bidratt med bakgrunnsinformasjon til denne rapporten. Hun har i stor grad hjulpet oss med å finne artikler om det aktuelle tema, både på nett og i aviser. I tillegg har hun bidratt til arbeidet med å avfotografere cellene.
- Analysesenteret i Trondheim har gjennomført vannanalyser for oss.
- I tillegg vil vi takke Frede Thorsheim, skolelaboratoriet i realfag, og Idar Mestad, institutt for fysikk og teknologi, begge ved Universitetet i Bergen, for tilbakemelding på rapporten vår.

KILDER

Status for gruveforurensinga, 2008:

http://www.meldal.no/index.php?artikkelvalg=vis_innhold&visning=1&id=4862

Avrenning fra gruver, 2008:

http://www.miljostatus.no/Tema/Vannforurensning/Miljogifter_vann/Miljogifter_ferskvann/Avrenning-fra-gruver/

Wikipedia, 2009 "Løkken Verk"

http://no.wikipedia.org/wiki/L%C3%B8kken_verk

Aschehougs Konversasjonsleksikon, femte utgave, bind 12: "Løkken Verk"

Kan man stole på skolesensorer på Byåsen vgs?

TOF 2

Av: Maren Hjulstad, Torunn Helland, og Lavrans Hoveid

Radioaktivitet er et fenomen som ofte kan skape mutasjoner i cellene i menneskekroppen. Det fører igjen videre til diverse sykdommer som forskjellige krefttyper. Derfor er det viktig å kunne undersøke hvor mye bakgrunnstråling man blir utsatt for. Den vanligste strålingen vi i Norge blir utsatt for er

radonstråling fra grunnstein. Grunnen til at dette forsøket ble gjort var at det skulle gjennomføres et vitenskapelig prosjekt og dette temaet ble valgt for å forske på sensornøyaktighet i den norske skolen. Problemstillingen vår ble da; Kan man stole på en skolesensor på Byåsen vgs?

Bakgrunn

Bakgrunnen for å forske på dette temaet er at alt for mange unge i den videregående skolen har forsøk med sensorer som de stoler blindt på. De måler det de skal måle for så å skrive ned resultatene sine for så å si seg fornøyd med det. For å bruke en sensor og basere sine resultater på dette, må man vite at den sensoren fungerer til punkt og prikke, helt ned på mikronivå. Hypotesen som ble prøvd ble da: «Geiger-Müller-telleren som brukes på skolen er ikke like nøyaktig og har ikke like bra presisjon som den nede på St. Olavs institutt.»

Metode

For å finne ut om Geiger-Müller-telleren på Byåsen videregående skole fungerer så bra at man kan stole på den i et forskningsprosjekt ble den prøvd opp mot et ioniseringskammer nede på St. Olavs sykehus i isotoplaboratoriet. Den radioaktive kilden som ble målt var en technetium-kilde (^{99m}Tc) som er et isotop som bare sender ut gammastråling.

Teori

Geiger-Müller-telleren er en sensor som fanger opp stråling fra en radioaktiv kilde. Den kan observere en enslig partikkel av ioniserende stråling og lager en tone for hver observasjon. Telleren består av en tube fylt med en gass som helium, neon eller argon og i noen tilfeller en Penning-blanding og en organisk damp eller et halogen. Gassen inneholder elektroder og mellom de elektrodene er det en spenning på flere hundre volt, men ingen

Ordforklaringer:

Geiger-Müller-teller:

En sensor som måler radioaktivitets nivå.

Technetium:

Det letteste grunnstoffet uten stabile isotoper. Atomnummer 43, symbol Tc. Veldig mye brukt i nukleærmedisin fordi det er relativt billig.

Ioniseringskammer:

En radiasjonsmåler som er mer avansert og presis enn en Geiger-Müller-teller.

Isotoplaboratoriet:

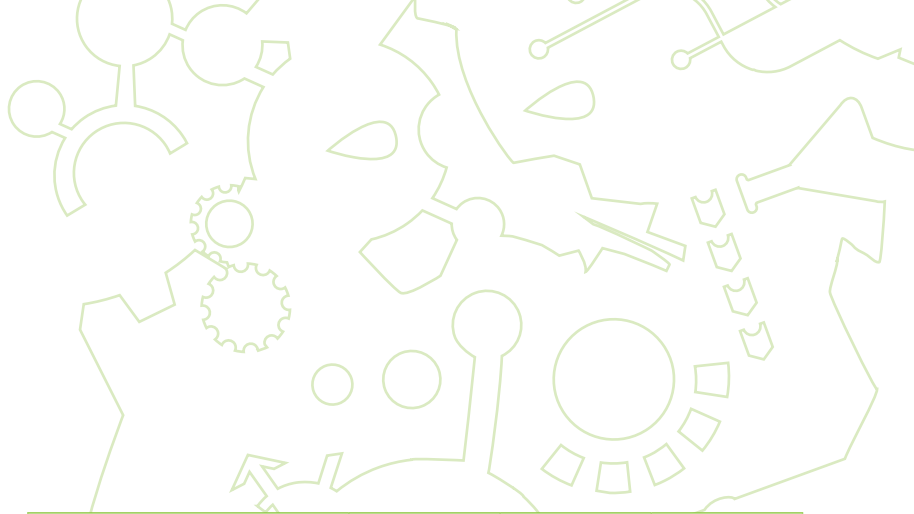
Et senter for nukleærmedisin på St. Olavs der de injiserer medisiner blandet med radioaktive kilder. Radioaktiviteten kan tas bilde av med et gammakamera der man kan få 2D eller 3D bilder av det organet som har fått radioaktivitet i seg. Dette er ikke radioaktivitet som er farlig for pasientene, men man må holde seg unna småbarn og gravide en uke etter injiseringen.

Penning-blanding:

98-99,5% med neongass sammen med 0,5-2% argongass.

Anode/katode:

To elektroder som forbindes med transport av likestrøm.



konstant strøm. Innsiden er dekket av metall eller grafit for å forme katoden mens anoden har en vaier som passerer igjennom midten av tuben. Når strålingen passerer gjennom tuben blir noen av gassmolekylene ionisert og skaper positivt ladede ioner og elektroner. Det sterke feltet skapt av tubens elektroder akselererer ionene mot katoden og elektronene mot anoden. Ioneparene får nok energi til å ionisere flere gassmolekyler med kollisjoner på veien og dette skaper et ras av ladede partikler. Dette resulterer til en kort men intens puls av strøm som passerer fra katoden til anoden og blir målt/telt.

Gjennomføring

Måten vi målte sensorens nøyaktighet og presisjon var at vi gjennomførte to forsøk. Det ene forsøket var nede på St. Olavs institutt hvor vi målte en techentiumkilde med vår skolesensor som ble montert i et stativ. Før vi startet ble kilden målt i et ioniseringskammer for å finne ut radiasjonsnivået på kilden. Deretter ble kilden plassert under sensoren vår der vi målte strålingen hvert kvarter. Hver time i 3 timer ble kilden så senket ned i brønnen for å måle radiasjonsnivået igjen og dette ble notert.

Det andre forsøket ble gjennomført som et skoleforsøk laget av KPT. Det gikk ut på å trekke opp et stoff som ble radioaktivt som heter Ba^{137} for så å måle dette med vår måler gjennom 15 minutter. Dette radioaktive stoffet har en kjent halveringstid på 2,6 minutter. Vi monterte Geiger-Müller-telleren en centimeter over kilden, trakk opp stoffet som vist på bruksanvisningen og så målte.

Resultater og diskusjon

DEL 1:

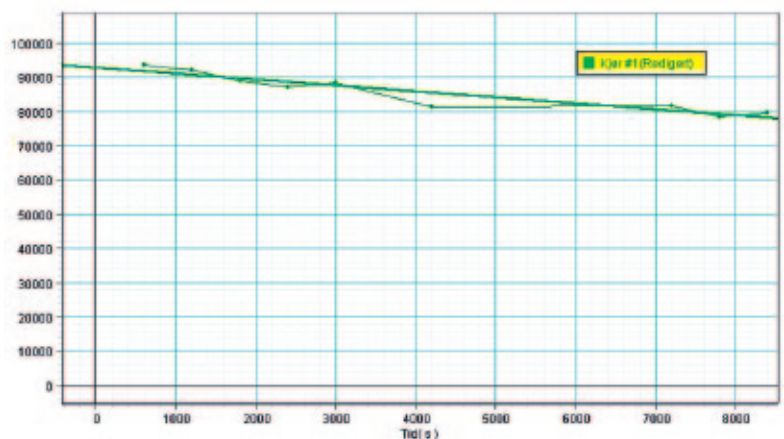
Hvis man ser på tabellen som viser tallene vi fikk ut av så ser man at forskjellen er meget stor på målingene. Ioniseringskammeret har fått ut veldig mye høyere verdier enn Geiger-Müller-telleren. Grunnen til dette tror man er fordi Geiger-Müller-telleren ikke har kapasitet til å måle så sterk radiasjon fordi det er så mange fotoner som treffer telleren samtidig og den klarer bare å telle en viss mengde samtidig. Og så ligger ioniseringskammeret nede i en brønn isolert med bly som ikke slipper igjennom

Tidspunkt/sekunder fra start	08.43/0	09.42/3660	14.95/7680
Geiger-Müller-teller	93087,8Bq	86693,3Bq	80589,9Bq
Ioniseringskammer	19,05MBq	16,90MBq	14,95MBq
Forholdstall	204,64	194,94	185,51

Notat: Bq står for Becquerel som er enheten for hvor mye stråling per sekund. MBq er megabecquerel som er 106 Bq.

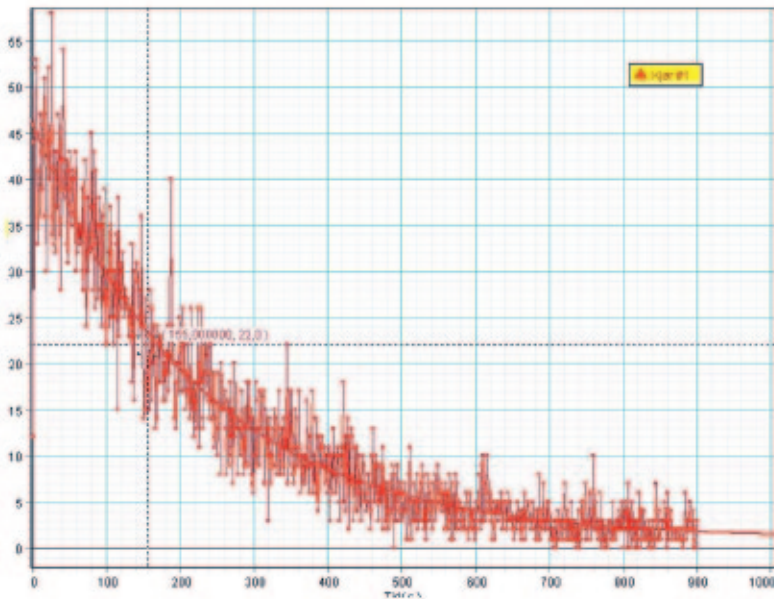
noe bakgrunnsradiasjon. Hvis man ser på forholdstallet så går de nedover og dette betyr at desto lavere strålingen er desto høyere presisjon har Geiger-Müller-telleren. Hadde man målt så lenge at strålingsnivået hadde vært så lav at Geiger-Müller-telleren hadde klart å oppfatte all strålingen så ville sensorene antakeligvis fra dette punktet vært i samsvar med hverandre. I dette tilfellet blir hypotesen verken forsterket eller forkastet da vi ikke kan si noe om nøyaktighet og presisjon siden strålingen var for høy for måleren.

Dette er grafen over Geiger-Müller-tellerens målinger. Prikkene viser de eksakte målingene som skjedde mens den grønne tykke grønne streken er et gjennomsnitt laget med regresjon.



DEL 2:

På skolelabben ble det gjennomført flere forsøk for å finne ut om sensoren målte riktig i forhold til halveringstid. Det ble brukt et skolesett som dannet en isotop(Ba^{137}) som hadde halveringstid på 2,6 minutter.



Ved start av forsøket viste sensoren 45 Bq. Når nivået kom ned til 22 Bq hadde det gått 155 sekunder, altså 2,58 min. Dette stemmer overens med halveringstiden som ble oppgitt ved start av forsøket.

Grafen viser radiasjonsnivået fra Ba^{137} -kilden fra start til slutt. Grafen stemmer med teoretisk kurve som fulgte med bruksanvisningen i til skolesettet.

Oppsummering

Del 1: Hadde man målt radioaktiviteten lengre så hadde man kommet til et punkt da resultatene fra begge målingene hadde vært relativt nære, da radiasjonen hadde vært så lav at Geiger-Müller-telleren oppfattet alle signalene.

Del 2:

Forsøket og resultatene fra prosjektet gjennomført på skolelabben viste at sensoren er nøyaktig når det kommer til måling av lav radioaktivitet.

KILDER

http://en.wikipedia.org/wiki/Geiger-M%C3%BCller_tube

Compendium:

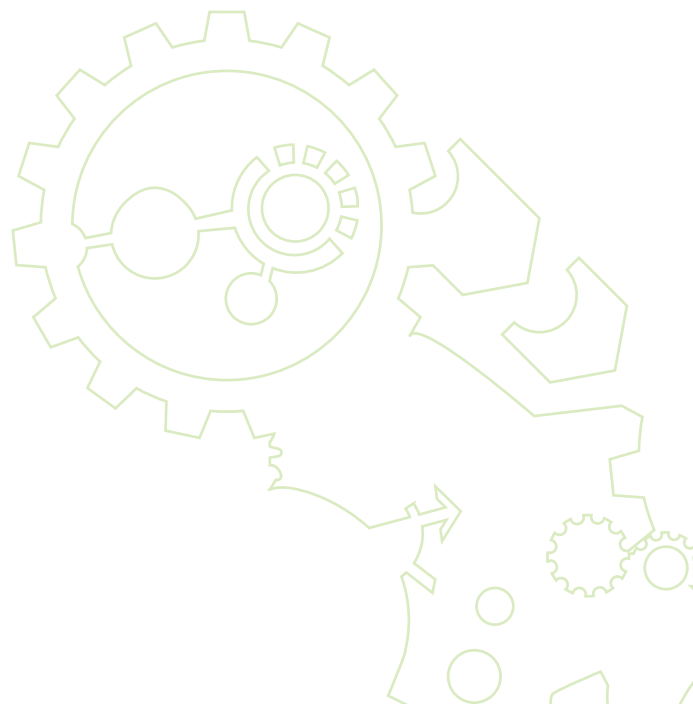
Radioactive substances is a phenomenon who often leads to mutation in human cells and can lead to life threatening deceases like cancer. That's why it is so important to investigate how much radiation each of us absorbs every day. This is why this research took place. To find out if we in high school can trust our sensors that we use in experiments. The sensor that is a Geiger-Müller counter was tested against a professional ionic chamber in the hospitals isotope centre.

Results:

The results from this research are separated. From the table one can see that the numbers don't match up at all but the ratio between the numbers from the ionic chamber and the geiger-müller counter decreases proportionally with the radiation. From what we can conclude that when the radiation decreases so much that the Geiger-Müller counters would capture the right amount of radiation, the numbers will be equal. The Geiger-Müller counter is therefore suitable to use in a school lab.

Konklusjon

I lys av resultatene i del 2 viser det seg at sensoren er nøyaktig når radiasjonen er lav nok til at telleren oppfatter alle signalene. Dette viser at skolesensoren er nøyaktig nok til å måle stråling som måles i skolesammenheng fordi det alltid brukes lav stråling på skolelabben.



Fargens innvirkning på fotosyntesen

TOF 2

Ved å måle O_2 og CO_2 nivå i lys- og luftisolerte kasser med tre ulike lysforhold, ble det undersøkt hvilke lysforhold som er ideelle for at en plante skal kunne drive fotosyntese. Måleverdiene fra forsøket viste at planten uten lys var den som klarte å drive best fotosyntese. Planten med grønt lys klarte å drive minst fotosyntese av de tre.

Hensikten med forsøket var å måle O_2 og CO_2 nivå i lys- og luftisolerte kasser med ulike lysforhold for å undersøke om forskjellige lysforhold påvirker

plantens evne til å drive fotosyntese. For å undersøke ulike fargers innvirkning på fotosyntesen, ble tre basilikumplanter plassert i 3 lys- og luftisolerte kasser i 9 dager. CO_2 og O_2 sensorer fra PASCO ble plassert for å måle verdiene inne i kassene. CO_2 og O_2 verdiene vil gi en indikasjon på hvor godt planten klarer å drive fotosyntese. Høye CO_2 verdier og lave O_2 verdier vil indikere at planten ikke klarer å drive fotosyntese, noe som ble bekreftet i kassene med grønt og ingen lys.

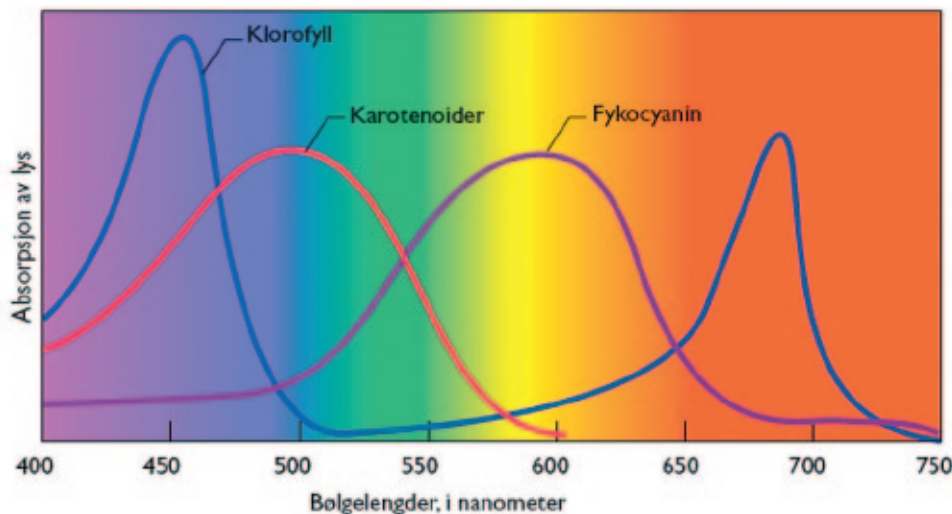


Diagram over pigmenters absorpsjon av ulike bølgelengder. Hentet fra Bios Biologi 2 (Slettback m.fl. 2008:104)

Teori

Fotosyntesen er en biokjemisk prosess der lysenergi blir omdannet til kjemisk energi. Energien fra sollyset blir brukt til å omdanne karbondioksid (CO_2) og vann (H_2O) til glukose ($C_6H_{12}O_6$) og oksygen (O_2). Reaksjonslikning for fotosyntesen:



Fotosyntesen blir vanligvis forbundet med grønne planter og alger, men også enkelte bakterier kan utføre fotosyntese. Fotosyntesen deles inn i to deler, den lysavhengige og den lysuavhengige reaksjonen. Vesentlig for dette forsøket er den lysavhengige reaksjonen, hvor lys absorberes av klorofyll organisert i fotosystemer, og det dannes ATP og NADPH som videre brukes i den lysuavhengige reaksjonen. Uten lys (energi) vil ikke planten klare å utføre noen av prosessene, ergo ingen fotosyntese.

Planter har forskjellige fargestoffer, pigmenter, som absorberer lys. De fleste blad er grønne fordi de inneholder pigmentet klorofyll. Klorofyllet absorberer rødoransje og blålig lys, og reflekterer grønt lys. Planter inneholder også andre pigmenter som karotenoider (absorberer blått og grønt lys) og fykocyanin (absorberer grønt og gult lys). Fordi klorofyllet absorberer blått og rødt lys mest og reflekterer grønt lys, ble det brukt grønt og rødt lys under forsøket for å teste ut teorien. Fordi grønne planter absorberer alle farger unntatt grønt, vil grønt lys gi samme resultat som ingen lys, se graf ovenfor.

Metode

For at forsøket skulle bli standardisert var det viktig at kassene var lys- og luftisolerte slik at kun den bestemte variabelen, lyset, skulle påvirke fotosyntesen. Kassene ble bygd av gjennomskiktig pleksiglass-plater som ble limt sammen, som dannet 30 cm x 50 cm x 60 cm rektangulære kasser. Kassene ble deretter spraylakkert med svart lakk, men måtte også tildekkes med brunpapir og svartsekker for å få et helt lystett resultat. For å gjøre kassene mest mulig luftisolerte ble de tettet med silikon. Til forsøket ble det brukt tre basilikumplanter som på forhånd ble klippet til 20 cm høyde og satt natten over i 1,5 dl vann. Det ble brukt basilikum fordi de inneholder mye klorofyll, og utfører derfor mye fotosyntese. Fordi basilikum trenger mye vann, ble plantene satt i 4 dl vann da forsøket startet. Sensorenes nøyaktighet og presisjon avgjør måleresultatenes troverdighet, og sensorene ble derfor kalibrert og forhåndstestet. For å logge målingene, ble sensorene koblet opp til en stasjonær PC og resultatene lagret i *DataStudio*. Det ble brukt en stasjonær PC fordi den bærbare PC-en gikk etter hvert i dvale og sluttet å logge. Sensorene ble stilt inn til å måle verdier hver andre time, dette for å ikke få for mange resultater å bearbeide. Ut i fra bakgrunnsteori om planter absorberings- evne av lys valgte vi å kjøre forsøket med en kasse med rødt lys, en med grønt lys og en uten lys. Forsøket ble kjørt i to omganger, fordi det kun ble bygd to kasser. Første omgang var grønt lys, andre omgang var ingen og rødt lys. Hver kjøring pågikk i ni dager.

Resultater

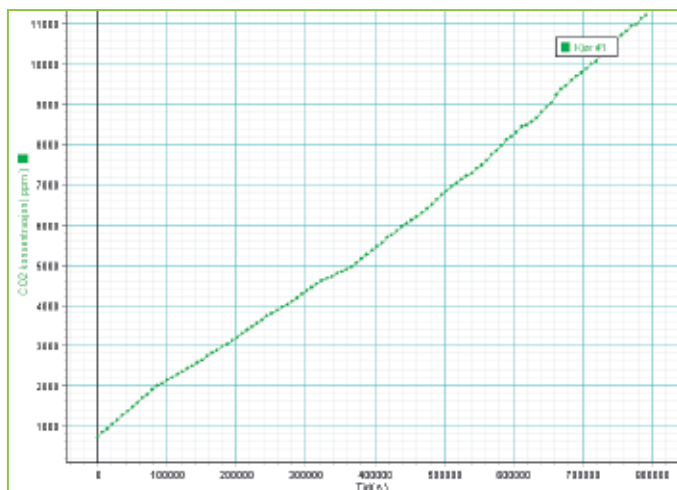
Etter å ha gjennomført forsøket fikk vi framstilt resultatene ved hjelp av grafer. Noen av resultatene stemmer ikke overens med hypotesen. Resultatene våre er presentert ved hjelp av før og etter bilder av plantene og grafer over CO_2 og O_2 verdier i kassene under de tre kjøringene av forsøket.

GRØNT LYS

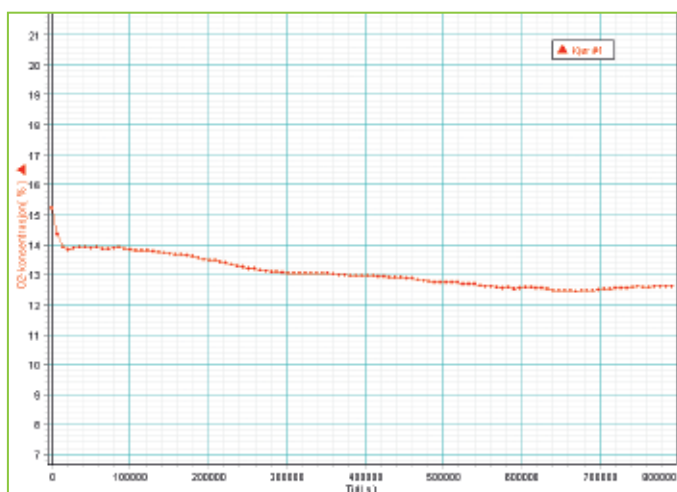


Bildet til venstre viser basilikumen før forsøket startet.

Bildet til høyre viser basilikumen etter kjøringen av forsøket med grønt lys.



Grafen viser CO_2 -konsentrasjonen i kassen med grønt lys.



Grafen viser O_2 -konsentrasjonen i kassen med grønt lys.

RØDT LYS

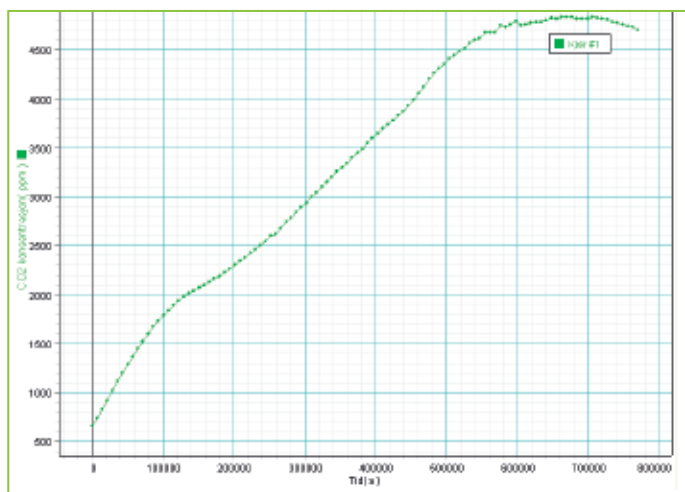


Bildet til venstre viser basilikumen før forsøket startet.
Bildet til høyre viser basilikumen etter kjøringen av forsøket med rødt lys.

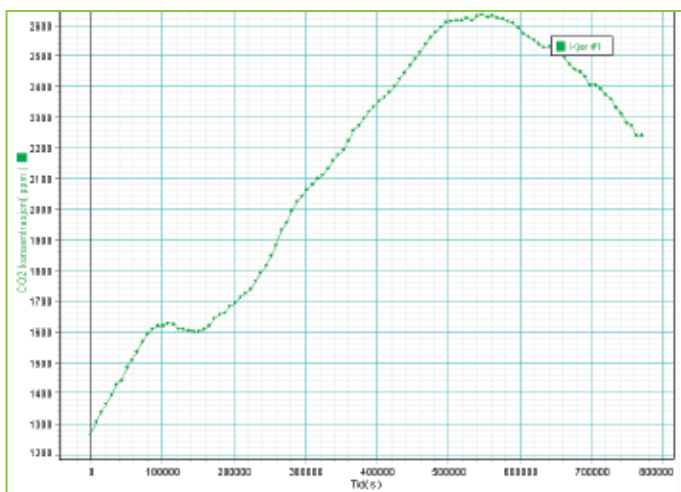
UTEN LYS



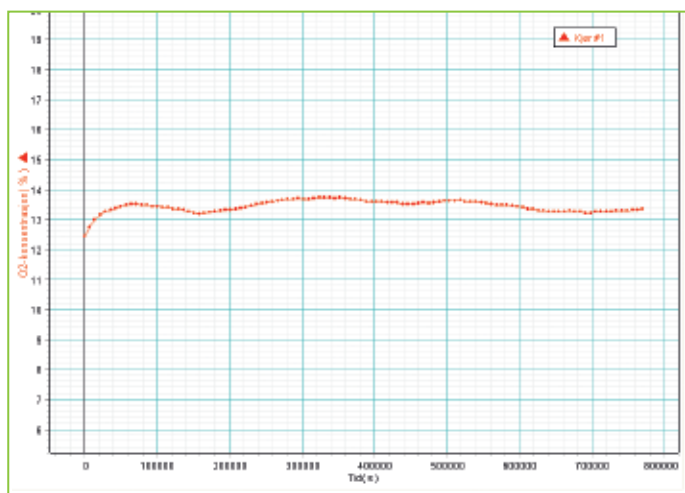
Bildet til venstre viser basilikumen før forsøket startet.
Bildet til høyre viser basilikumen etter kjøringen av forsøket uten lys.



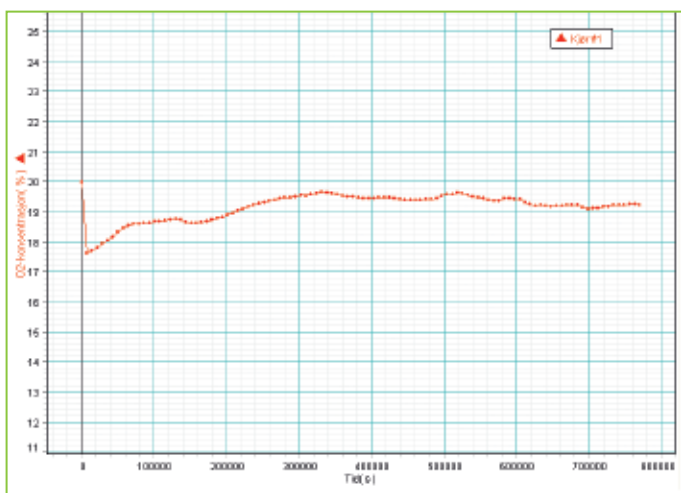
Grafen viser CO₂-konsentrasjonen i kassen med rødt lys.



Grafen viser CO₂-konsentrasjonen i kassen uten lys.



Grafen viser O₂-konsentrasjonen i kassen med rødt lys.



Grafen viser O₂-konsentrasjonen i kassen uten lys.

Diskusjon

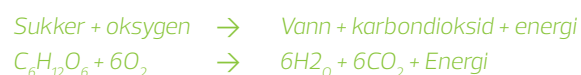
Etter å ha gjennomført forsøket og bearbeidet resultatene er det vanskelig å ta en konkret konklusjon. Ut i fra resultatene fra forsøket ser det ut som om planten best klarer å drive fotosyntese uten lys, fordi CO₂-konsentrasjonen er lavest ved ingen lys, i motsetning til grønt lys hvor CO₂-konsentrasjonen var høyest. Dette strider imot teorien. På grafen til ingen og rødt lys synker CO₂-verdiene på slutten av kjøringen, og ikke på grafen over grønt lys som hadde en lineær økning av CO₂. O₂-verdiene på alle tre grafene er noenlunde like, og har en minimal endring i konsentrasjon. O₂-verdiene holdt seg stabile fordi ingen av plantene klarte å drive særlig mye fotosyntese, og det ble derfor ikke produsert oksygen.

Det kan være mange årsaker til at resultatene ikke stemmer overens med grunnteorien og forventningene. Hovedårsaken kan ha vært at kassene var hjemmebygde, og kan derfor ha vært lys- og luftisolerte i ulik grad. Det at CO₂-konsentrasjonen sank på grafen med ingen og rødt lys kan rett og slett skyldes at kassene ikke var tette nok, og at CO₂ på et vist tidspunkt (ca. 6-7 dager) seiv ut av kassen. Laborant Tove-Mette mente at dette kunne være årsaken til nedgangen av CO₂-nivået i kassene med ingen og rødt lys.

Fordi forsøket ble kjørt i to omganger kan dette ha ført til at kassene ble mindre tette ved andre kjøring pga sliikonrester ved åpningen. En annen årsak kan ha vært de individuelle forskjellene til plantene – ulikt gartneri? Ulike forutsetninger?

Årsaken til at CO₂-nivået i den grønne kassen ble så mye høyere enn i de andre kassene kan være fordi den var tette da den ble brukt under den første kjøringen. Vi tror at CO₂-nivåene i de to andre kassene ble mye lavere fordi CO₂ hadde sluppet ut gjennom glipper i de uttette kassene ved diffusjon. Gassen vil, om mulig, dra fra et sted med høy

konsentrasjon til et sted med lavere konsentrasjon, som for eksempel utenfor kassene. CO₂-nivået i kassene stiger fordi plantene driver celleånding, og CO₂ er et produkt i celleåndingen. Reaksjonslikningen for celleånding er:



Fordi forsøket ble gjennomført med lyspærer som har en virkningsgrad på 5 %, ble mye av energien utstrålt som varmeenergi. Selv om varmen fra lyspærene ble tatt i betraktning da kassene ble bygd, kan varmen fra pærene hatt en innvirkning på plantene. Kan varmen fra lyspærene ha hatt en innvirkning i at kassen med ingen lys hadde lavest CO₂-konsentrasjon?

Selv om måleverdiene ikke samsvarte med teorien gjorde plantenes utseende det. Ved å se på før og etter bildene ser man at planten som ble utsatt for rødt lys ikke var like nedbrutt og råttent som de to andre plantene. Dette stemmer med teorien om at planter absorberer rødt lys bedre enn grønt. Til tross for at planten med rødt lys ikke var like nedbrutt og råttent, var også den så godt som død. Årsaken til at alle plantene døde kan skyldes feilaktig vanningsystem. Plantene kan ha fått for mye vann, og på den måten druknet. En mulig forbedring kan være å ordne et vanningsystem der planten selv drikker nødvendig vannmengde, som for eksempel en flaske vendt opp ned.

Etter å ha gjennomført forsøket og diskutert mulige «feilkilder» og endringer til et evt. nytt forsøk, kan vi allikevel ikke bekrefte eller avkrefte teorien om at forskjellig lys kan påvirke planters evne til å drive fotosyntese. For å kunne ta en troverdig konklusjon måtte forsøket ha blitt gjentatt flere ganger og med flere paralleller, slik at man kunne ha sett et mønster og fjernet eventuelle avvik.

LITTERATURHENVISNINGER

Klorofyll-graf
<http://bios.cappelen.no/binfil/download.php?did=34773>

Laborant Tove-Mette ved Byåsen videregående skole

Slettbakk, Marianne m.fl. 2008: BIOS Biologi 2: 49, 76, 107-108, CAPPELEN DAMM AS, Aurskog/Norge

HOVEDOMRÅDE

DEN UNGE INGENIØREN

Hovedområdet handler om teknologi i en kreativ og praktisk sammenheng. Planlegging, bygging og utprøving av teknologiske produkter inngår. Videre dreier det seg om bruk av sentrale ingeniørverktøy, materialer og byggemåter, og om bruk av sensorer og styresystemer. I tillegg handler det om vurdering av produkters funksjonalitet.

Utnytting av vannkraft 36

Utnytting av vannkraft

TEKNOLOGI

Av: Mats Stenhaug, Kristjan Broden Lund og Lars-Endre Johannessen, Danielsen vgs

Vannkraft er en av de mest miljøvennlige energikilden vi har. Den er totalt utslippsfri i drift, sikker i og relativt stabil. Norge er det landet i verden som har størst prosentvis elektrisitetforsyning fra vannkraft. Så godt som all elektrisk kraft som brukes i Norge stammer fra vannkraft og nå som vi står overfor en stor utfordring med å redde kloden fra menneskeskapte klimaendringer tror vi at vannkraft er en viktig del av løsningen ved å produsere ren energi.

Vi har i faget Teknologi og Forskningslære på Danielsen videregående skole i samarbeid med BKK og Samnanger kommune startet et prosjekt om vannkraft der målet er å på en teoretisk og praktisk måte få kunnskap om vannkraft og hvordan den utvinnes. Prosjektet har og som mål å lage et opplegg som kan brukes i undervisning i grunnskolen og skape interesse for emnet blant yngre elever. Prosjektet vil bestå av en teoretisk del (denne) og en praktisk del, nemlig bygging av et mikrokraftverk i Hagabekken i Samnanger. Dette planlegges å stå ferdig tidlig i 2009.

I denne oppgaven skal vi se litt på vannkraft og hva som skal til for å omgjøre elver og fosser til elektrisk energi: Vi skal se på vannkraft generelt med fordeler og ulemper i forhold til miljø, og kartlegge og prosjektere en utbygging i Havnabekken i Haga, Samnanger.

Oppgaveformulering:

1. Kartlegging av Havnabekkens potensiale som kraftressurs. Elevene jobber med å finne bekkens nedslagsfelt, nedbørsdata for å kunne estimere årsnedbør og variasjoner. Andre faktorer som kan påvirke potensialet i positiv og negativ retning tas med.
2. Elevene skal sette seg inn i hvordan en kraftutbygging påvirker naturen og miljøet i nærområdet. Hva kan gjøres for å unngå/minske ulemper? Hvilke fordeler gir en utbygging foruten at den gir elektrisk energi?
3. Sette seg inn i og forstå hvordan en generator virker
4. Regne på energipotensial til Havnabekken, og dimensjonere og prosjektere dam

2 Kartlegging

2.1 NEDSLAGSFELT:

Nedslagsfeltet beregnet vi ved å se på et kart over området ovenfor Havnabekken og så utifra høydekurvene prøve å beregne hvor vannet renner i terrenget. Skal dette gjøres ordentlig så må man gå ut i terrenget og se med egne øyne hvordan det ligger. Dette hadde ikke vi mulighet til, men vi brukte programmet Norge i 3D for å få en bedre idé om hvordan terrenget egentlig var. Etter å ha merket kartet bruker man en metode som kalles triangulering, som vil si å dele området inn i trekanter for så å måle opp og regne ut arealet av disse. Når vi og regner inn målestokken på kartet så får vi en brukbar ide om hvor stort nedslagsfelt vi har. (utregning triangulering; neste side)

2.2 NEDBØR:

Dataene er hentet fra Metereologisk institutt og stammer fra målestasjon med nummer 50310 som ble operativ i august 2006. (Målinger før august 2006 er fra stasjon 50300 som nå er nedlagt.)

2006

Gjennomsnitt: Gjennomsnittsnedbør på 11mm/m² per døgn. Det tilsvarer et gjennomsnittlig tilsig på ca 127l/km²/s. Deler av disse dataene (januar til august) kom fra en gammel nå nedlagt stasjon (stasjon nummer 50300) som tydeligvis hadde problemer med målingen. Det manglet blant annet data fra rundt 80 mer eller mindre tilfeldige dager.

Topper: Høyeste dags måling var på 87,9mm/m² 11. desember. Det tilsvarer tilsig på 1017l/km²/s. Om vi ser på perioden f.o.m 8. desember t.o.m 14. desember, er snittet på 35,9 mm/m² som er 415,5 l/km²/s. Dette var den 7-dagers perioden med mest regn i 2006.

2007

Gjennomsnitt: Gjennomsnittsnedbør på ca 10 mm/m² per døgn. Dette tilsvarer et gjennomsnittlig tilsig på 115 l/s/km². *Topper:* Høyest dags nedbør 97,7mm/m² per døgn. Dette tilsvarer et tilsig på hele 1131 l/s/km². I perioden f.o.m 28. oktober t.o.m 3. november regnet det gjennomsnittlig

42,6 mm/m² per døgn. Tilsig blir da på 493 l/s/km². Perioden f.o.m 11. mars t.o.m 17. mars hadde og like mye nedbør.

2008

Gjennomsnitt: Så langt i år (t.o.m 12. november) har gjennomsnittet ligget på 8,55 mm/m² per døgn. Dette tilsvarer et gjennomsnittlig tilsig på 99 l/s/km².

Topper: Høyeste dagsnedbør registrert var 24. oktober med hele 104,9 mm/m² per døgn. Tilsiget blir da 1214 l/s/km². Perioden f.o.m 21. oktober t.o.m 27. oktober regnet det gjennomsnittlig 47,8 mm/m² per døgn. Da blir tilsiget på 553 l/s/km². Dette var perioden med mest regn så langt i 2008.

Andre faktorer:

En positiv faktor er at nedslagsområdet består av mye vegetasjon og myr. Dette gjør at toppene og bunnene i nedbøren vil bli jevnet ut slik at det blir en jevnere vannføring i elven.

Om vinteren vil nedbøren kunne komme som snø i området, men det vil sannsynligvis ikke bli liggende som snø over veldig lange perioder. Dermed vil dette ikke få veldig store konsekvenser for vannføringen i bekken.

Summering: Gjennomsnittlig nedbør over de siste 3 årene er 9,85 mm/m² per døgn. Gjennomsnittlig tilsig på 113,5 l/s/km². Gjennomsnittet har faktisk gått ned i denne perioden, men klimaforskning viser en generell økning i nedbørsmengden. Når vi ser på topp-perioder (7 dager) så er snittet på topp periodene 487,1 l/s/km². Toppene har i motsetning til snitt-nedbøren gått opp over de siste 3 årene (både dagstopper og periodetopper)

Et problem med disse dataene er at de er fra en stasjon som ligger et stykke fra Havnabekken og også en del høyere i terrenget. Data om tilsig fra NVE viser et tilsig på 75 l/s/km². Disse dataene er fra perioden 1961–1990. Data om tilsig fra samme periode for området der målestasjonen våre data er hentet fra viser et tilsig på 90 l/s/km². Det vil si at tilsiget for det området har gått opp med 26%. Om vi antar at tilsiget har gått opp tilsvarende i Haga så blir dagens tilsig ca 95 l/s/km². Dette stemmer bra med Sigmund Dyrhovden sitt anslag på rundt 100 l/s/km². Vi velger å bruke dette tallet.

Om vi regner om dataene fra toppene til å passe for Haga og Havnabekken så kan vi regne med å få topp perioder opp mot 450 l/s/km². Dette vil trolig stige med årene.

Gjennomsnittlig vannføring i Havnabekken vil da bli ca 36 l/s, og vil i perioder med mye regn kunne komme opp i 171 l/s.

3 Påvirkning av naturen

3.1 HISTORISK


I vannressursforvaltningen spiller kraftutbygging en sentral rolle. Miljøkonsekvensene av vannkraftutbygging er i første rekke knyttet til inngrep i naturen ved opp- og neddemming av vann, bygging av veger, kraftlinjer og -stasjoner og ved at den naturlige vannføringen i vassdragene blir endret. Selv om vi ved verneplaner, nasjonalparker og landskapsvernområder har et til dels omfattende vern av vassdrag i landet, vil det likevel bli lagt økende vekt på miljøhensyn i den framtidige forvaltningen av vannkraftressursene. Synet på vannkraftutbygging har endret seg gjennom de siste tiår. Konsesjonsbehandlingen har vært preget av dette og mange saker har vært kompliserte og tidkrevende. Gjennom konsesjonsbehandlingen gjør vassdragsmyndighetene en grundig vurdering av fordele og ulemper ved en kraftutbygging. Hensynet til miljøet har gradvis blitt tillagt større vekt. Nye store prosjekter der det gripes inn i urørt natur som er viktig for miljøet, vil ikke bli gjennomført. En forventet økning i etterspørselen etter kraft vil føre til et behov for økt produksjon. Vannkraftprosjekter, som gjelder opprustning og utvidelser av eksisterende kraftverk som ikke er til særlig skade for urørt natur samt andre skånsomme utbygginger, vil derfor kunne utføres. Det er et betydelig potensiale for opprustning og utvidelser av eksisterende vannkraftanlegg. Disse prosjektene vurderes å være blant de billigste og mest miljøvennlige av de fornybare energikildene i Norge. (St.meld 42 (2000–2001), kap 13.3.3.)

3.2 PÅVIRKNING

3.2.1 Småkraftverk De siste årene har det vært en sterk økning i antall kraftutbyggingssaker til behandling i NVE, spesielt mini- og mikrokraftverkssaker. Trolig vil denne utviklingen fortsette. I 1999 undersøkte NVE miljøkonsekvensene, herunder konsekvensene for biologisk mangfold, av ulike mini- og mikrokraftverk som er bygd på Vestlandet. Undersøkelsen viste at belastninger på naturmiljøet ved bygging av mini- og mikrokraftverk konsentrerer seg i de fleste tilfellene til redusert vannføring.

3.2.2 Fisk Elvekraftverk uten vannmagasin medfører relativt små endringer i vannstand og vannføring. Slike kraftverk har derfor liten innvirkning på miljøet med mindre elven tørrlegges pga for mye produksjon.

Reguleringer kan påvirke fiskeproduksjonen og styrkeforholdet mellom de ulike fiskeartene via fiskens næringsgrunnlag. Reduksjon av fiskens gyteplasser kan ha stor negativ innvirkning på bestandens størrelse i slike marginalområder. Dette kan kompenseres ved utsetting



av fisk. I magasiner med flere arter kan det bli en forskyvning av artsdominansen som følge av endringer i vannstanden. Effekten av vassdragsreguleringer på fisk i rennende vann vil avhenge av reguleringsgraden og fiskens bruk av elven i naturlig tilstand.

3.2.3 Et annet problem med regulering av vassdrag er at elvene ser mindre ut. En måte dette kan løses på er å lage et kulpssystem nedover elven som gjør at vannet renner fra kulp til kulp og dermed renner senere, noe som igjen gjør at elven ser større ut. Men det er og en stor fordel med regulering av et vassdrag. I et regulert vassdrag vil man, med hjelp fra værmeldingen være i stand til å minske ødeleggelsene av flommer ved å på forhånd tappe vann ut fra magasinet og kunne lagre når flommen kommer. Dette gjelder da spesielt i områder med jordbruk og bebyggelse langs elven.

Det er og et problem at vannstanden i regulerte vann varierer så mye med årstider og vær. Et vann der vannlinjen er 20 m under der den burde være, er ikke et pent syn. At man ødelegger naturen skjønnhet er og et av argumentene mot utbygginger generelt, og er et av de viktigste argumentene til at det så godt som ikke gis konsesjoner til utbygginger i urørte vassdrag.

3.2.4 Når det gjelder det biologiske mangfoldet så er som nevnt de små kraftverkene de beste. Et stort vannmagasin kan ødelegge leveområdene for dyrearter. Men i Norge har vi ikke hatt mange utbygginger der man demmer opp og lager en kunstig innsjø der det ikke var noe fra før. I de aller fleste tilfeller blir bare eksisterende vann brukt som magasin. Riktig nok vil vannstanden øke noe men ikke slik at det fører til noen dramatiske endringer i landskapet slik som feks; Hooverdammen i USA. I alle vassdrag utbygginger er det vanskelig å på forhånd vite hvordan det vill gå med det biologiske mangfoldet i området. Derfor brukes "føre-var-prinsippet".

3.3 HELE BILDET

3.3.1 Andre energikilder En viktig ting å ha i bakhodet når vi tenker på miljøpåvirkning ved vannkraftutbygging er helheten. Om kraften ikke kommer fra vannkraft hvor skal den da komme fra? Hva er verst for naturen? Å måtte bygge ut et vassdrag eller å bygge et kullkraftverk?

Uansett hvilke energikilder vi bruker, følger det noen ulemper med – selv om de er klart større i noen tilfeller enn i andre. Bruk av kull, olje og naturgass fører til utslipp av gasser som truer med å forårsake dramatiske klimaendringer, og andre gasser som bl.a. fører til sur nedbør og til helseskader. I tillegg kommer en lang rekke andre miljø- og sikkerhetsproblemer: ulykker i kullgruver, oljesøl når

plattformer eller tankskip havarerer, lekkasjer fra gassrørledninger, utslipp av helseskadelige partikler osv. Bruk av kjernekraft medfører fire hovedproblemer.

Risikoen for at reaktorer skal eksplodere, som i Tsjernobyl i 1986, er kanskje det minste av dem. De andre er de løpende radioaktive utslippene fra urangruver, reaktorer og gjenvinningsanlegg; risikoen for at materiale fra atomindustrien kan brukes til å drive krig eller terrorhandlinger; og spørsmålet om hvor en skal gjøre av de stadig økende mengdene radioaktivt avfall, som ingen land hittil har funnet en god løsning på. Fossile brensel og kjernekraft står for over 80 % av verdens energiforbruk og to tredjedeler av Nordens. Norge er unntaket som bekrefter regelen, i det fossile brensel står for knapt halvparten av energiforbruket, samtidig som vi ikke har kjernekraft. Til gjengjeld vet vi godt at også bruk av fornybare energikilder har sine ulemper. Vannkraftutbygginger medfører som regel store inngrep i naturen. Bruk av bioenergi kan medføre betydelige forurensningsproblemer – vedfyring står for en stor del av luftforurensningen i mange nordiske byer i vinterhalvåret. I andre deler av verden bidrar det til avskoging. Vindkraftverk legger begrensninger på bruken av arealene der de står, kan ha skadevirkninger for fuglelivet og utgjør et inngrep i landskapet (som noen har mer imot enn andre). Solenergi er kanskje den eneste energikilden som knapt medfører miljølemper mens den utnyttes. Men det å produsere anleggene som skal til for å utnytte den i stor skala krever store mengder råstoffer, og medfører visse miljø- og sikkerhetsproblemer i fabrikkene.

3.3.2 Energisparing Den eneste 100 % miljøvennlige energien er den vi ikke trenger å bruke. Den finnes det til gjengjeld enorme mengder av. Forskere ved universitetene i Lund og Oslo og ved Danmarks tekniske Universitet la alt i 1991 fram en studie – Energi 2030 – der de viste at de tre skandinaviske landene, ved hjelp av teknologi som var tilgjengelig i 1990, kunne halvere sitt energiforbruk uten å gå ned i materiell levestandard. Mange av forutsetningene i den studien var bevisst forsiktige. I en rapport som Framtiden i våre hender ga ut i 1997 hevdes det at vi i Norge kunne klare oss med en tredjedel av dagens energiforbruk, fortsatt uten å gå ned i levestandard. Den verdenskjente amerikanske energiforskeren Amory Lovins mener at den rike verden kunne klare seg med en fjerdedel av den energien vi i dag bruker, om vi bare brukte den mer effektivt. Bortsett fra at noen energisparetiltak koster mer enn en får igjen, er det særlig tre mulige ulemper som har blitt omtalt. Den ene er at noen energisparetiltak krever et større forbruk av materialer enn om en lot være. Ekstra isolering i hus eller i kjøleskap, eller ekstra

"dingser" (for eksempel varmpumper, eller styrings- og reguleringsutstyr i industrien) er opplagte eksempel. Selv i slike tilfeller vil imidlertid de fleste mene at merforbruket av materialressurser er beskjedent i forhold til mengden energi som spares, m.a.o. at de økologisk sett gir en klar netto gevinst. Halmhus, FRIA-kjøleskap og bildeling er imidlertid alle tre eksempel på at en sparer ikke bare energi men også materialer.

Halmhuset erstatter dyre og til dels ikke-fornybare materialer, som blir et avfallsproblem når huset rives, med et billig fornybart materiale som kan pløyes rett ned i jorda når en ikke lenger har bruk for huset. FRIA erstatter en hel serie med kortlivede kjøleskap, og bildeling betyr at det må produseres færre biler. Det finnes utallige andre eksempel på at det å tenke økologisk fra grunnen av når et behov skal løses, kan føre til at en sparer både energi og materialer (og som regel penger).

Det finnes imidlertid også tilfeller der en løsning som sparer energi krever mer miljøfarlige materialer enn alternativet. Dette er langt ifra regelen, men ett tilfelle er viktig nok til å ha vekt en del debatt. Det gjelder valget mellom vanlige lyspærer (glødelamper) og lysrør eller lavenergilampere. De sistnevnte bruker mindre enn en fjerdedel av den energien som glødelampene bruker for å gi like mye lys. Det går også med mindre materialer, ettersom de har mye lengre levetid. Men med dagens teknologi må de inneholde litt av det giftige metallet kvikksølv for å virke. Her står en altså overfor en avveining: Er kvikksølvet så stort et problem at det mer enn veier opp for energien en sparer? De fleste vil nok mene at svaret er nei, i alle fall om brukte lysrør og lavenergilampere samles inn og behandles som spesialavfall.

Den tredje innvendingen mot energisparetiltak, og den som nok har vekt mest diskusjon i Norden, gjelder innneklimaet i hus. Det har blitt hevdet at det at vi gjør hus tette for å spare energi har bidratt til en økning i astma- og allergitilfeller. Det er riktig at om lufta i et hus ikke skiftes ut, så blir innneklimaet usunt. Men det er ikke noe godt argument for at den skal skiftes ut ved ukontrollert trekk, for eksempel rundt utette dører og vinduer. Da er det mye bedre å stormlufte med jamne mellomrom, og da bruker en mindre energi på å holde rommet varmt. I praksis anbefaler de fleste i dag å skifte ut lufta gjennom ventilasjonskanaler. Du kan lese mer om dette på www.inneklima.com). Den vanligste formen for ventilasjon – såkalt mekanisk ventilasjon, der ny uteluft suges inn og gammel luft blåses ut ved hjelp av vifter, er imidlertid også omstridt fra helse synspunkt. Støv og skitt kan samle seg i ventilasjonskanalene og forurense den nye lufta som trekkes inn. Dessuten er mekanisk ventilasjon energikrevende i seg selv. Derfor vil mange miljøbevisste arkitekter anbefale

naturlig ventilasjon, der "skorsteinseffekten" utnyttes for å trekke frisk luft inn i huset, og da gjennom en kanal som er vid nok til at det er lett å holde den rein. Les mer om fordeler og ulemper ved mekanisk og naturlig ventilasjon, samt om "hybride" løsninger, her.

4 Generatoren

4.1 HVA ER EN GENERATOR?

En generator er en maskin som kort sagt omdanner mekanisk energi til elektrisk

Dette skjer ved å tilføre generatoren mekanisk energi, eller bevegelsesenergi. I praksis består derfor en generator av en ubevegelig stator og en rotor som blir beveget utenfra. Den ene består av en eller flere magneter og den andre av en eller flere elektriske ledere. Disse er vanligvis utformet som spoler med mange viklinger for å generere høyere spenning.

4.2 TURBINEN

En turbin er en type motor som omdanner en potensielt energigivende strøm, eksempelvis vann, damp, gass og vind, om til rotasjonsbevegelse, som igjen omdannes til energi. Turbinen er altså en motor som dreier en generator, og danner strøm. Altså et redskap med lik funksjon som generatoren selv.

4.3 BILDYNAMOEN

Generatoren som er i en bilmotor, eller dynamoen, består av mange viklinger av kobbertråder som er festet til et magnetfelt som magneter spinner rundt på innsiden.

Her er en halvdel av generatoren. På den andre halvdel er det festet magneter som dreies rundt via reip, og magnetene er ordnet slik at de liker annenhver positiv og negativ, slik at det blir dannet likestrøm. Denne strømmen går direkte via ledninger til en plugg, som kobles til bilen, slik at strømmen blir overført til bilbatteriet og kan brukes til f.eks å starte bilen igjen.

5 Prosjektering

5.1 ENERGIPOTENSIALE I HAVNABEKKEN

Energien vi kan omdanne fra vannet er gitt ved formelen for potensiell energi: $E_p = \text{masse [kg]} \cdot \text{Tyngdekonstanten (9,81)} \cdot \text{Høyde[m]}$. 1 liter vann har volumet 1 dm³ og veier 1 kg dermed setter vi bare inn antall liter. Svaret vi da får er i J (joule "jule"), men om vi bruker liter/s får vi svaret i J/s som er det samme som W (watt). Så når en lyspære bruker 60W vil det si at den bruker 60 J/s. Når denne lyspæren har stått på i en time har den brukt 60 Wh (Watt timer, h=hour). Det samme blir det

med et kraftverk: et kraftverk som har effekt på 70kW produserer 70kWh på en time. Det er viktig å huske på at W er en mål for effekt mens Wh er en energimengde.

Med en gjennomsnittlig vannføring på 36 l/s og med inntaket plassert slik vi til nå har planlagt med en vertikal fallhøyde på 70 m vil energipotensialet til Havnabekken være: $E = 36 \text{ kg} * 70 \text{ m} * 9,81 = 24,72 \text{ kWh}$

Om utbyggingen skulle optimaliseres ville inntaket blitt flyttet lengre opp for å øke fallhøyden. Dette ville ha økt fallhøyden fra ca 70 meter til ca 120 meter og gitt et energipotensiale på: $E = 36 \text{ kg} * 120 \text{ m} * 9,81 = 42,4 \text{ kWh}$

Hvis vi regner med at vi får et ca 15-25% energitap får vi et utbytte på 18,54 – 21kWh med det planlagte inntaket og 31,8 – 36 kWh med det optimale inntaksplasseringen. Med dagens beste turbiner vil vi kunne få et energitap så lavt som 10%.

5.2 RØRDIMENSJONER

Om man skal prosjektere et kraftverk for å få god profitt er det vanlig å dimensjonere rørene til å kunne ta 3 ganger gjennomsnittlig vannføring. Det vil i dette tilfellet si rør som kan ta 108 l/s. Det er allikevel godt under de forventede topp periodene på 171l/s.

For å få minimal friksjon i rørene bør farten på vannet være 1m/s. Vi kan bruke formel for volum av en sylinder til å regne ut diameteren: $v = \pi * r^2 * h$ Da blir rør-dimensjonene 37 cm i diameter.

Ved hjelp av måle redskap på programmet «Norge i 3D» og Pytagoras' formel har vi beregnet lengden på røret til 217 m for det planlagte inntaket og 335 m for det optimale inntaket.

Rørtypen vi anbefaler blir da høytrykks-plastrør av typen PE100 med diameter på 400 mm.

5.3 DAM-DIMENSJONER

Siden vi ikke har fått tatt mål av der inntaket er planlagt er det vanskelig å si noe nøyaktig om dimensjonene, men etter det lille vi så da vi var der så er det ikke plass til noen (relativt) stor demning. Den optimale inntaksplasseringen har vi ikke sett i det hele tatt, så der er det umulig å si noe om dimensjonene.

Poenget med en demning er at du skal få en jevn energiproduksjon med å lagre vann når det kommer mye, og ha et lager å ta av når det kommer lite. I vårt tilfelle vil all vegetasjonen og myrene i nedslagsfeltet ha litt av den samme effekten.

Når vi ser på nedbørsdataene så er det perioder på 2-3 uker med lite eller ikke noe regn. Viss vi og tar med at en del av nedbøren «lagres» i terrenget så kan vi tenke oss at det i perioder kan være perioder på opptil 2 uker med

tilsig på ned mot 0 L/s. For at kraftverket skal kunne holde produksjonen tilnærmet gjennomsnittet bør magasinet da kunne holde minimum 3500 m³. Dette er selvsagt lang over hva som er mulig å få til i Havnabekken siden det ville kreve et basseng på ca 25 m*25 m om det var 5,5m dypt. Og det er om du planlegger å kjøre magasinet helt tomt i tørre perioder. Skal vi se realistisk på det så er alt over 10 m³ urealistisk, og det vi kommer til å bygge kommer til å holde opptil 3 kanskje 4 m³. (1 m*2 m*2 m), trolig mindre. Det er heller ikke vanlig å ha magasin av nevneverdig størrelse på mini- og mikrokraftverk.

5.4 BUDSJETT, FORTJENESTE

Om vi regner med at spotprisen vil ligge på ca 45 øre/kWh fremover (trolig høyere) så vil inntektene i Havnabekken være 73 000 NOK – 83 000 NOK per år for den planlagte løsningen og 125 000 NOK – 142 000 NOK for den optimale. Å flytte inntaket lengre opp vil altså øke den årlige fortjenesten med 42 000 NOK – 69 000 NOK. Rørene som trengs koster 897 NOK per meter.

Prisene på turbinene kom som en liten overraskelse: Hos Fossingkraft som vi snakket med, anbefalte de en Kaplan-turbin for det den minste løsningen og en Francis-turbin for det største. Kaplan-turbinen kostet (med generator og fundament) 680 000 NOK, mens Francis-turbinen (og med generator og fundament) ikke mer enn 450 000 NOK.

I tillegg til disse kostnadene kommer annet materiell, arbeid og frakt. vi har ikke noe nøyaktig overslag på disse men setter 5000 NOK for frakt og 70 000 NOK for annet materiale og arbeid.

Løsning1:

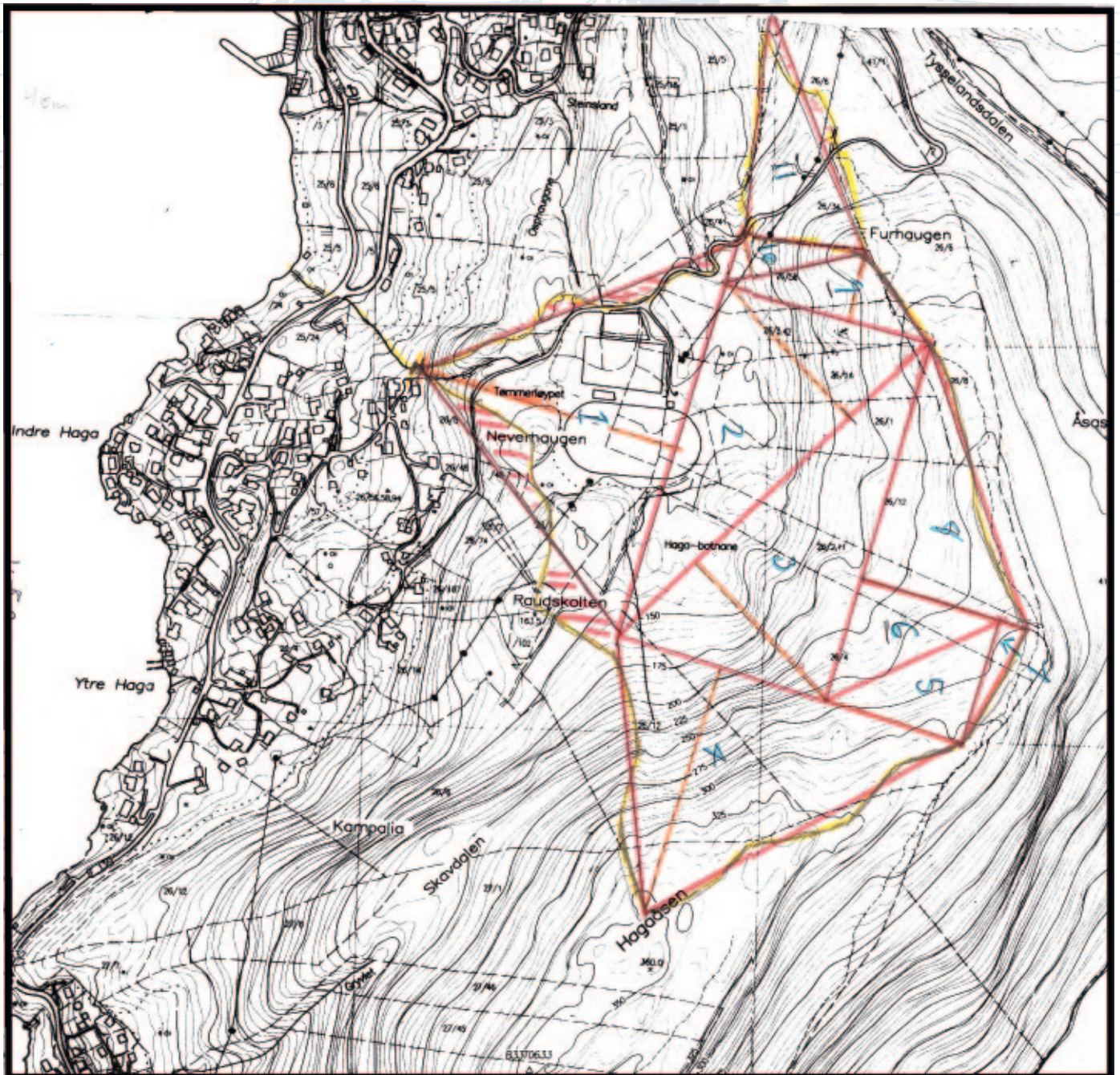
Rør, 217m à 897 NOK:	194 649 NOK
Turbin, generator og fundament:	680 000 NOK
Frakt:	5 000 NOK
Annet materiale og arbeid:	70 000 NOK
= Totale byggekostnader:	950 000 NOK

Løsning2:

Rør, 335m à 897 NOK:	300 495 NOK
Turbin, generator og fundament:	450 000 NOK
Frakt:	5 000 NOK
Annet materiale og arbeid:	70 000 NOK
= Totale byggekostnader:	826 000 NOK

Vi ser altså at løsning 2 faktisk er billigere å bygge i tillegg til at det er den mest lønnsomme løsningen.

Priser hentet fra: Hallingplast og Fossingkraft



Område	Grunnflate i meter	Høyde i meter	Areal i m ²
1	515	330	84 975
2	525	225	59 063
3	525	235	61 688
4	445	320	71 200
5	175	162	14 175
6	180	162	14 580
7	155	35	2 713

Område	Grunnflate i meter	Høyde i meter	Areal i m ²
8	300	210	31 500
9	295	85	12 538
10	175	55	4 813
11	285	155	22 088
Totalt i m²			379 330
Totalt i km²			0.379

Areal utregning utfra kart. (Målestokk allerede regnet inn målene)

Takk til vår sponsor



Visjon Vest, avdeling for samfunnsansvar