Rapport

NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Nils Kr. Rossing, Astrid Johansen
Hilde Ervik, Per-Odd Eggen,
Berit Bungum

“Science Camp 2019”

Oppdragsgiver Trøndelag fylkeskommune

Rapport

Trondheim 10.10.19

NTNU
Kunnskap for en bedre verden

ISBN - 978-82-8054-202-1 (Elektronisk)

“Science Camp 2019” – Oppdragsgiver Trøndelag fylkeskommune

Trondheim 2019

Layout og redigering: Nils Kr. Rossing
Foto: Hilde Ervik
Nils Kr. Rossing
Læringsassistentene under SC

Rapporten er utarbeidet av
Skolelaboratoriet ved NTNU
Bidragsytere: Nils Kr. Rossing
Astrid Johansen
Hilde Ervik
Per-Odd Eggen
Berit Bungum

Spørsmål rettes til:
Skolelaboratoriet for matematikk naturfag og teknologi, NTNU
v/Nils Kr. Rossing, 73 55 11 91
nils.rossing@ntnu.no

Realfagbygget, Høgskoleringen 5
7491 Trondheim

Skolelaboratoriet
Telefon: 73 55 11 42
http://www.ntnu.no/skolelab

Versjon 1.4
10. oktober 2019

Forsidebilde: Fra studentkurset. Tema: Mikroplast

Foto: En av læringsassistentene

Trøndelag fylkeskommune

NTNU
Kunnskap for en bedre verden

SCIENCE CAMP 2019

OPPDRAGSGIVER TRØNDELAG FYLKESKOMMUNE

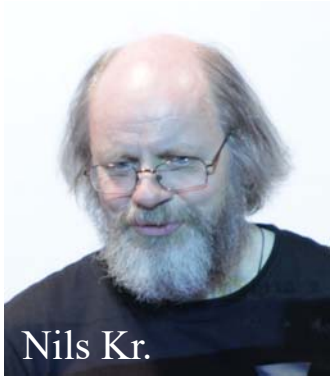
Foto: Nils Kr. Rossing

Deltagere Mikroplast 19.06.19

Science Camp 2019

Oppdragsgiver Trøndelag fylkeskommune

Nils Kr. Rossing
Astrid Johansen
Hilde Ervik
Per-Odd Eggen
Berit Bungum



Skolelaboratoriet for matematikk, naturfag og teknologi, NTNU

Sammendrag

1. feb. 2019 fikk Skolelaboratoriet i oppdrag fra Trøndelag fylkeskommune om å lage et tilbud for realfaginteressert ungdom i videregående skole under NTNUs vitenskapsfestival "The Big Challenge" (TBC), 17. – 19. juni 2019. Dette skulle dels være en gjentagelse av Science Campen under StarMus i 2017 og dels en utvidelse for å nå ut til flere ungdommer fra hele Trøndelag.

I og med at TBC ble lagt til siste uka før skoleferien, og dermed i større grad skulle være en del av undervisningen, ble det lagt vekt på å lage et opplegg med faglig aktualitet og tyngde. Siden tema for konferansen blant annet var: *Sustainable solutions for future development and changes*, så valgte vi å satse på følgende fire tema for Science Campen:

- *Måling av luftkvalitet*
- *Rensing av avløpsvann*
- *Metoder for kjemisk analyse av bl.a. drikkevann*
- *Registrering av mikroplast i vann og slamprøver*

Dette er alle utfordrende og aktuelle tema både globalt og lokalt. Dessuten favner de vidt faglig ved at de berører både fysikk, kjemi og biologi i tillegg til teknologi.

I tillegg ønsket vi å tilby et relevant og spennende opplegg for gjennomføring lokalt på skoler i distriktet. Som et lokalt undervisningsopplegg foreslo vi derfor:

- *Bruk av satellittbilder for utforskning av lokalmiljøet*

For å nå ut til alle med begrensede ressurser, valgte vi å satse på at lærerne på de ulike skolene ville bruke et slikt undervisningsopplegg så fremt de fikk tilstrekkelig skolering. NAROM ble derfor engasjert til å holde lærerkurs med bruk av satellittbilder i undervisningen som tema. Tross massiv markedsføring ble responsen dårlig. Selv om kurset ble holdt, valgte vi i slutten av april å gå bort fra dette temaet og lanserte istedet en klassekonkurranse:

- *Bygg den mest spektakulære Rube Goldberg maskinen*

Vi anså dette som en utfordring som mange kunne engasjere seg i på tvers av faglige interesser. I tillegg til at den stimulerer kreativitet har den betydelige innslag av realfag (energioverganger).

Flere av foredragsholderne under vitenskapsfestivalen hadde sagt seg villige til kostnadsfritt å holde foredrag for ungdom på formiddagene. På bakgrunn av hva vi mente var aktuelt og hva som til siste viste seg realistisk, ble følgende foredragsserie tilbudt:

- ***Sandra M. Diaz*** – Ekspert på biologisk mangfold og økosystemer
- ***Kate Marvel*** – Ekspert på klimamodeller hos NASA
- ***Raphaello D'Andrea*** – Ekspert på droner og dynamiske systemer
- ***Neil Harbisson*** og ***Moon Ribas*** – Samtidskunstnere og cyborgaktivister
- ***Jeremy Jackson*** – Ekspert på hvordan menneskelig aktivitet påvirker livet i havet

NRK og Kommunikasjonsavdeling ved NTNU skulle dessuten strømme foredragene slik at de kunne sees rundt om på skoler i distriktet, enten "live" eller lastes ned i ettertid. Dessuten ble det gjort avtale om at:

- *Universitet nord på Levanger skulle vise foredraget til Kate Marvel i tillegg til å gi en presentasjon av 35 år med HUNT-undersøkelsen*

Etter hvert innså vi at tidspunktet var en alvorlig utfordring da de tre festivaldagene 17. – 19. juni falt sammen med muntligeksamen i videregående skole. Dette, sammen med at vi var i siste skoleuka viste seg å ha alvorlige konsekvenser for oppslutningen.

Kort oppsummert så fikk vi 6 påmeldte til Science Campen som ble gjennomført med en gruppe. Dernest overvar drøyt 200 elever fra videregående skole to engasjerende foredrag av Sandra Diaz og Kate Marvel i Olavshallens lille sal. Mens elever fra vgs var omtrent helt fraværende under foredragene på tirsdag og onsdag. Foredraget med Jeremy Jackson på onsdag måtte derfor avlyses på grunn av manglende oppslutning.

Når det gjelder Rube Goldberg konkurransen fikk vi ingen påmeldte, og pr. skrivende stund er vi usikre på i hvilken grad videregående skoler i distriktet benyttet seg av strømming av foredragene til Sandra Diaz og Kate Marvel. Arrangementet ved Universitet nord i Levanger ble avlyst da det kun 15 påmeldte deltagere fra en klasse.

Årsaken til den sviktende oppslutningen fra videregående skole er sannsynligvis sammensatt, men følgende momenter bør vurderes som årsaker:

- **Tidspunktet:** Sammenfall med muntligeksamen og en travel avslutning av skoleåret er nok en viktig årsak til manglende oppslutning. Av samme grunn er det kanskje for mye å forlange at lærere skal gjennomføre nye og dels omfattende undervisningsopplegg for elever siste uka før ferien.
- **Overvurdering av interessen:** Etter suksessen med StarMus i 2017 overvurderte man interessen for et slikt arrangement. Til tross for StarMus så er det for øyeblikket ingen tradisjon for en vitenskapsfestival av denne typen i regionen. Det tar tid å bygge opp en slik tradisjon.
- **Skole versus fritid:** Selv om ungdommer mener at det valgte temaet for Science Campen er viktig og interessant, bør en stille seg spørsmålet om dette er viktig nok for at de skal melde seg på en dag med et noe skolepreget opplegg siste skoleuke før ferien.
- **Manglende kommunikasjonskanaler:** Vi oppdaget også at vi manglet kanaler som kommuniserte direkte til målgruppen, ungdom. De som meldte seg på hadde fått informasjon direkte via Talentsenteret ved Vitensenteret eller via Facebook. Bruk av rektorer og lærere syntes ikke å fungere for å nå denne målgruppen. Skoleprogrammet fikk heller ikke den drahjelp vi håpet på gjennom media, da spesielt via innstikket i Adresseavisen. Det må derfor stilles spørsmål ved om vi har det markedsapparatet som trengs for å nå ut til målgruppen.
- **Kort tid til forberedelse:** I og med kort tid fra oppdraget ble gitt til leveranse, så var det lite tid til å orientere seg hos målgruppene, både mht. faglig innhold og for å bygge opp entusiasmen rundt et slikt arrangement på det aktuelle tidspunktet.

Vi sitter imidlertid igjen med fire flotte undervisningsopplegg med tilhørende utstyr for videregående skole knyttet til et meget aktuelt tema som det er verdt å satse videre på i tiden framover, også uavhengig av Science Camper.

Forord

Science Camp 2019 er et tilbud ment for realfaginteresserte elever i videregående skole initiert av Trøndelag fylkeskommune ved Tarjei Joar Moen. Første året denne ble arrangert var sommeren 2016 i et samarbeid med bl.a. Trondheim Makers. I 2017 ble oppdraget gitt til Skolelaboratoriet ved NTNU, så også i 2019. Oppdraget ble endelig bekreftet i begynnelsen av februar med et innledende prosjektmøte 1. feb. 2019. Arbeidet med å avklare rammebetingelsene ble startet umiddelbart for å få flest mulig ideer på bordet.

En lang rekke personer har stilt opp for å gjøre dette mulig. Først og fremst en takk til Trondheim kommune som har stilt opp med ekspertise innen måling av luftkvalitet og vannrensing. De har også velvilligst og uten omkostninger gitt oss prøver på drikkevann og avløpsvann. En takk også til Mausund feltstasjon som velvilligst har lånt ut utstyr for registrering av mikroplast og fanget og gitt oss fisk for disseksjon. Videre har medarbeidere ved flere institutter ved NTNU stilt sin ekspertise til rådighet, vi nevner Inst. for fysikk, Inst. for bygg og miljøteknikk, Inst. for arkitektur og planlegging, Inst. for kjemi, Inst. for biologi og Inst. for informasjonssikkerhet og kommunikasjonsteknologi i tillegg til at Kommunikasjonsavdelingen ved NTNU har bistått med markedsføringsmateriell. Videre stilte medarbeidere fra NAROM opp og holdt et kostnadsfritt kurs om bruk av satellittbilder i undervisningen.

Vi har dessuten hatt nær kontakt med styringsgruppen for skoleprogrammet for Vitenskapsfestivalen TBC ved Karl Asmund Rognøy Olsson.

En takk til alle involverte.

Nils Kr. Rossing
Astrid Johansen
Hilde Ervik
Per-Odd Eggen
Berit Bungum
Skolelaboratoriet ved NTNU

Trondheim oktober 2019

Bidragsytere til Science Camp 2019

Det er mange som har bidratt for å realisere denne Science Camp'en (SC)

Læringsassistenter:

Dina Rogstad	MSc, Biologi - Læringsassistent og ekspert på Microplast
Håkon Mogstad	Stud-MSc - Fysikk & matematikk – Læringsassistent
Fride Revheim	Stud-MSc - Energi og miljø – Læringsassistent
Ane Håland	Stud-MSc - Fysikk & matematikk – Læringsassistent
Jørgen Sørhaug	Stud-MSc - Fysikk & matematikk – Læringsassistent
Morten Grønbech	Stud-MSc - Fysikk & matematikk – Læringsassistent
Mohammed Ettayebi	Stud-MSc - Petroleumsteknologi– Læringsassistent
Viktoria Wiik	Stud-MSc - Biologi – Læringsassistent
Stine Gustavsen	Stud-MSc - Fysikk & matematikk – Læringsassistent
Solfrid Johansen	Stud-MSc - Fysikk & matematikk – Læringsassistent

Prosjektgruppen:

Per-Odd Eggen	Førsteamanuensis og leder for Skolelaboratoriet, IFY, NTNU Administrativ prosjektleder Science Camp
Hilde Ervik	Universitetslektor ved Skolelaboratoriet, Institutt for lærerutdanning, NTNU, Lektor ved Byåsen videregående skole, aktiv i gjennomføringen av SC
Astrid Johansen	Universitetslektor ved Skolelaboratoriet, Institutt for fysikk, NTNU deltaker av prosjektgruppen SC, aktiv i gjennomføringen av SC
Nils Kr. Rossing	Dosent ved Skolelaboratoriet ved Institutt for fysikk, NTNU, Utøvende prosjektleder Science Camp, aktiv i gjennomføringen av SC
Berit Bungum	Professor ved Skolelaboratoriet ved Inst. for fysikk, NTNU, deltaker av prosjektgruppen SC

Trøndelag Fylkeskommune (TRFK – Oppdragsgiver):

Tarjei Joar Moen	Trøndelag fylkeskommune – Oppdragsgiver Science Camp
Robin Hjelseth	Trøndelag fylkeskommune, Lærling – Hjemmeside TRFK
Mai Helen Reksen	Trøndelag fylkeskommune, Lærling – Hjemmeside TRFK/Påmelding

Andre involverte:

Internt NTNU:

Sina Shaddel	Stipendiat, Institutt for bygg og miljøtek. – Ekspert på rensing av avløpsvann
Mads Nordtvedt	Rådgiver grafisk – Kommunikasjonsavdelingen – Layout flyers og T-skjorter
Thomas Ryjord	Koordinator for sideprogrammet under TBC
Trond Singsås	Prosjektleder, Prorektor for forskning, NTNU
Karl Asmund R. Olsson	Koordinator for skoleprogrammet under TBC, Kommunikasjonsavd. NTNU
Eivind O. Solli	Prosjektøkonom, Inst. for fysikk – Prosjektnummer, prosjektregnskap
Rita Finsland	Seniorkonsulent, Inst for fysikk – Rådgiver ansettelser
Ingeborg Berg	Universitetslektor Inst. for fysikk – Ansettelse av læringsassistenter
Patrick A. Driscoll	Prosjektleder, Inst. for arkitektur og planlegging
Frank A. Kraemer	Førsteam. Inst. for info. sikkerhet og kom. tek. – Apparatur Luftkvalitet

Lise Kvittingen	Professor ved Inst. for kjemi – Kjemisk analyse av væsker ved kolorimeter
Eksternt NTNU:	
Tore Nordstad	Trondheim kommune, Miljøetaten – Ekspert på luftkvalitet
Terje Nøst	Trondheim kommune, Miljøetaten – Ekspert på drikkevannskvalitet
Frank Batey	Trondheim kommune, Bydrift – Kontaktperson prøver avløpsvann, drikkevann
Pål Clausen	Trondheim kommune, Bydrift LARA - Kontakt Lade renseanlegg, avløpsvann
Geir Sommervold	Trondheim kommune, Bydrift VIVA - Kontakt Vikåsen renseanl. drikkevann
Odd Arne Arnesen	Mausund Feltstasjon – Bidratt med utstyr og fisk for dissekering
Edvard Pedersen	Førstelektor Inst. for Informatikk Universitetet i Tromsø – Rådgiver Air:bit
Erik Løkketangen	Lærer ved Brundalen skole, uttesting av hjemmebyggede instrumenter
NAROM	Representanter holdt lærerkurs i bruk av satellittbilder i undervisningen

Involverte institutter ved NTNU

Science Camp'en har også involvert flere institutter ved NTNU og mange har bidratt med gratis timer sponset av instituttene:

Institutt for fysikk, Skolelaboratoriet, NTNU – Prosjektledelse, administrasjon og gjennomføring

Institutt for fysikk, Administrasjon – Bestilling av utstyr, utbetaling av lønn, prosjektnummer

Institutt for bygg og miljøteknikk – Ekspert på Rensing av avløpsvann

Institutt for kjemi – Kjemisk analyse ved bruk av kolorimeter og fluorescens for påvisning kinin

Institutt for biologi – Læringsassistenter og kunnskap om mikroplast

Institutt for arkitektur og planlegging – Erfaring med måling av luftforurensning

Institutt for informasjonsikkerhet og kommunikasjonteknologi – Utstyr for måling av luftkvalitet

Kommunikasjonsavdelingen ved NTNU – Framstilling av markedsføringsmateriell

Det eneste vi manglet var deltakere!

Innhold

1 Innledning 17
1.1 Faglig innhold 17
1.2 Arbeidsdeling 17
1.3 Prosessen 18
2 Programmet 23
2.1 Program Science Camp 17. – 19. juni 2019 23
2.2 Kort beskrivelse og vurdering av hvert enkelt dagsprogram 24
2.2.1 Rensing av avløpsvann 25
2.2.2 Måling av luftkvalitet (partikkelmålinger i luft) 27
2.2.3 Registrering av mikroplast 29
2.2.4 Kjemiske analysemetoder 31
2.3 Foredrag i Olavshallen 32
2.4 The Big Rube Goldberg Challenge 34
3 Administrasjon av prosjektet 37
3.1 Tidsplan 37
3.2 Rekruttering 37
3.2.1 Rekruttering av medarbeidere 37
3.2.2 Rekruttering av læringsassistenter 39
3.2.3 Rekruttering av foredragsholdere 40
3.2.4 Rekruttering av deltakere 40
3.3 Opplæring av læringsassistenter – Studentkurs 41
3.4 Lunsj 41
3.5 Lokalisering 42
3.6 Risikoanalyse 42
3.7 Bekledning 43
3.8 Markedsføring av tilbudet 43
3.9 Materiell og utstyr 44
3.10 Gjennomføring, oppsummering og evaluering 45
3.10.1 Rube Goldberg konkurransen 46
3.10.2 Science Camp 2019 46
3.10.3 Foredragene i Olavshallen 48
3.10.4 Strømming av foredrag 48
3.10.5 Tilbud ved Universitet nord – Levanger 48
4 Prosjektøkonomi 49
4.1 Budsjett 49
4.2 Skyggeregnskap over kostnader pr. 01.07.2019 49
Vedlegg A Bakgrunn for valg av tema 51
A.1 Idedugnad Science Camp – Dagsprogram 51

Vedlegg B Markedsføring ... 55
B.1 Markedsføringsplan ... 55
B.2 Markedsføring av lærerkurs - Utforsk nærområdet v.hj.a. satellittbilder 57
B.2.1 Utsendelse til kontaktlærere ... 57
B.2.2 Omtale av lærerkurset på nettet ... 59
B.3 Markedsføring av Rube Goldberg-konkurranse ... 61
B.4 Markedsføring av foredragene i Olavshallen ... 62
B.5 Markedsføring av dagsprogrammet - Science Camp 2019 ... 63
B.6 Fylkeskommunens hjemmeside med påmelding ... 64
Vedlegg C Informasjon ... 65
C.1 Informasjon til foredragsholdere ... 65
C.1.1 Spesifikasjon av oppdraget ... 65
C.1.2 Informasjon til foredragsholderne og invitasjon til studentkurset ... 65
C.2 Siste informasjon til deltagerne på Science Camp ... 67
C.2.1 Opprinnelig planlagt informasjon til deltagerne ved ordinær gjennomføring ... 67
C.2.2 Informasjon til de seks deltagerne som faktisk meldte seg på ... 68
C.3 Informasjon til studentene ... 69
C.3.1 Utlysning av stilling som læringsassistenter ... 69
C.3.2 Informasjon til studenter som tilbys jobben ... 69
C.3.3 Informasjon til studenter som hadde fått avslag ... 71
C.3.4 Informasjon til studenter ifm. studentkurs ... 71
C.4 Attest for utført arbeid ... 74
Vedlegg D Evaluering ... 77
D.1 Skjema for spørreundersøkelse ... 77
D.2 Resultat ... 85
Vedlegg E Avtaler og kontrakter ... 89
E.1 Avtaler med Vitenskapsfestivalen NTNU og Trøndelag fylkeskommune ... 89
E.1.1 Avtale mellom Vitenskapsfestivalen og Skolelaboratoriet ... 89
E.1.2 Avtale mellom Trøndelag fylkeskommune og Skolelaboratoriet ... 90
E.2 Avtaler med studenter ... 92
E.2.1 Utlysningstekst studentassistent ... 92
E.2.2 Vedlegg til søknad om politiattest ... 94
E.2.3 Eksempel på politiattest fra student ... 95
E.2.4 Arbeidsavtale med student ... 97
E.3 Avtaler og kontrakter med foredragsholdere ... 98
E.3.1 Kontrakt med foredragsholder ... 98
E.3.2 Oppdragsavtale ... 100
Vedlegg F Budsjett og skyggeregnskap ... 103

F.1 Budsjett 103
F.2 Skyggeregnskap pr. 12. juli 2019 104
Vedlegg G Risikoanalyse 105
Vedlegg H Gjennomføring 111
H.1 Felles introduksjon ved starten av dagen 111
H.2 Oversikt over påmeldte 112
H.3 Utstyr 113
H.4 Elevark 115
H.4.1 Måling av luftkvalitet 117
H.4.2 Måling av partikler i avløpsvann – Rensing av avløpsvann 173
H.4.3 Kjemiske analysemetoder - Hva er i drikkevannet 193
H.4.4 Registrering av mikroplast 203

1 Innledning

Rapporten oppsummerer erfaringene fra Science Camp 2019 og foredragsserien vi Olavshallen rettet mot elever i videregående skole. Et tilbud utarbeidet på initiativ fra, og finansiert av Trøndelag fylkeskommune. Dessuten gis en gjennomgang av og vurdering av programmet primært sett fra arrangørens side siden det var få deltagere. Rapporten inneholder også oversikter over de administrative rutinene som ble utarbeidet og fulgt, slik at det ev. skal være mulig å videreføre og forbedre tilbudet våren 2021 om det er ønskelig. Rapporten inneholder prosjektleders budsjett som bygger på timesatser gitt av kontroller, og skyggeregnskap ført under gjennomføringen. Sistnevnte inneholder også oversikt over personalkostnader beregnet ut fra påløpte timer og timesatser for ansatte ved NTNU, Skolelaboratoriet. Og sist men ikke minst er vedlagt detaljert beskrivelse av undervisningsoppleggene som ble utviklet til Science Camp 2019. Siden lite av dette materiellet ble brukt under campen er det vårt håp at dette vil komme i nyttet gjennom Skolelaboratoriets øvrige tilbud slik at det kan komme ut og brukt av elever i videregående skole.

1.1 Faglig innhold

Tilbudet som Skolelaboratoriet hadde ansvaret for besto hovedsakelig av fire deler:

- Science Camp 2019 – tre 6 timers dagsprogram for inntil 48 elever pr. dag.
- Foredragsserie i Olavshallen
- Presentasjon av HUNT-undersøkelsen og strømming av foredrag til distriktet
- Foreslag til klasseromsaktiviteter

1.2 Arbeidsdeling

Ansvaret for gjennomføringen av de fire delene var fordelt slik mellom Styringsgruppen for koordinering av skoleprogrammet, Skolelaboratoriet ved NTNU og Trøndelag fylkeskommune:

Styringsgruppen for koordinering av skoleprogrammet:

- Gjøre avtaler om økonomi med Trøndelag fylkeskommune
- Gjøre avtaler med foredragsholdere og konferansier
- Gjøre avtaler om tilbud ved Universitet nord
- Sørge for allokering av lokaler ved Olavshallen
- Gjøre avtaler om strømming av foredragene
- Markedsføring via media

Skolelaboratoriet:

- Faglig innhold Science Camp 2019
- Organisering og administrasjon av Science Camp, inkludert ansvar for økonomien og ansettelser av læringsassistenter og innleie av fageksperter
- Gjennomfør Science Camp 2019
- Utarbeiding av markedsføringsmateriell for utsendelse til skolen med tilhørende spredning av tilbudet
- Utarbeide og kvalitetssikre hjemmesider ved TRFK

- Forslag til valg av foredragsholdere for de åpne foredragene
- Markedsføre tilbudene gjennom www.skolelab.no, Facebooksider via Skolelaboratoriet, Vitensenteret og Jobbnorge.no

Trøndelag fylkeskommune:

- Utformet rammene for tilbudet som skulle gis til målgruppene. (Med rammer menes her, til hvem og hvor tilbudet skulle tilbys)
- Kontakt med ledelsen i Trøndelag fylkeskommune
- Markedsføring av Science Camp 2019 og de åpne foredragene, via sine kanaler og nettverket av rektorer
- Ha teknisk ansvar for nettstedet og betjene påmeldingsystemet
- Ev. varsle deltagerne

Ved NTNU ble det umiddelbart da vi fikk oppdraget organisert en prosjektgruppe bestående av:

Nils Kr. Rossing (Skolelaboratoriet)
Astrid Johansen (Skolelaboratoriet)
Hilde Ervik (Skolelaboratoriet)
Berit Bungum (Skolelaboratoriet)

I tillegg var Per-Odd Eggen, leder av Skolelaboratoriet, formelt ansvarlig for prosjektet. Dessuten var en rekke andre både ansatte og innleide personer involverte i prosjektet (se oversikt på side 11).

Prosjektgruppen hadde ukentlige møter fra tidlig i februar og fram til gjennomføring i uke 25. Trøndelag fylkeskommunes representant og oppdragsgiver ***Tarjei Joar Moen*** deltok på flere av møtene enten ved sin tilstedeværelse eller vi skype.

1.3 Prosessen

Rammebetingelser

Rammebetingelsene var endret vesentlig fra forrige camp i 2017:

- Distriktstilbudet var viktig for at flest mulige elever i regionen skulle få mulighet til å oppleve vitensskapsfestivalen. Dette var en konsekvens av et politisk vedtak som lå til grunn for at TRFK gikk inn med finansiering av Vitenskapsfestivalen 2019.
- Målgruppen ble utvidet for å nå bredere ut i skolen med tilbudet. Dette på bekostning av varigheten av campen (dagstilbud) hvilket betød mindre fordypning.
- De økonomiske rammevilkårene var som sist, men den økonomiske siden av avtalen skulle inngås mellom Trøndelag Fylkeskommune (fra nå TRFK) og NTNU-sentralt ved Styringsgruppen for Skoleprogrammet under Vitenskapsfestivalen, “The Big Challenge” (fra nå Styringsgruppen). Dette resulterte i at det ble inngått to avtaler, en mellom Styringsgruppen og Skolelaboratoriet som hovedsakelig omfattet den økonomiske siden av prosjektet, og en avtale med TRFK.

Konsekvensene av denne todelte avtalen var at prosjektet: *Science Camp 2019* ble definert som et internt NTNU-prosjekt hvilket hadde betydning for medarbeidernes timesatser.

Idefasen

Ide-dugnaden startet umiddelbart og flere forslag kom på bordet (vedlegg A.1 på side 51).

Siden resursene ved Skolelaboratoriet er begrenset og to av laboratoriets ansatte også var involvert Trondheim kommunes tilbud under festivalen, innså vi tidlig at vi måtte forsøke å engasjere lærerne ved den enkelte skole for å skape engasjement i distriktet.

I mars ble det bestemt at vi skulle arbeide etter følgende plan:

- ***Dagsprogram i Trondheim*** med stor vekt på laboratorie-/verkstedoppgaver, og som etter hvert fikk den offisielle betegnelsen S***cience Camp 2019***. Daglig 2 x 6 timers tilbud for inntil 2 x 24 elever
- ***Aktivitetsprogram i distriktet*** med vekt på aktiviteter, drevet av lærere og elever i samarbeid og støttet av et tilhørende ***lærerkurs*** i slutten av april.
- ***Foredragsserie over tre dager i Olavshallen*** rettet mot ungdom, hvorav en dag var i samarbeid med Trondheim kommune.
- ***Distribusjon av foredragene til distriktet*** via strømming.

Etter hvert ble det også satt opp et program ved Universitet nord i Levanger:

- ***HUNT-undersøkelsen*** som også inkluderte overføring av foredragene i Olavshallen mandag 17. juni

Dagsprogrammet – Science Camp 2019

Siden program skulle være et tilbud i skoletiden, var vi innstilt på at tilbudet skulle ha en faglig substans som kunne knyttes til skolens læreplaner og samtidig var relevant for Vitenskapsfestivalens sentrale tema:

- *Battling for truth- science and politics*
- *The role of technology in societal development*
- *Sustainable solutions for future development and changes*

Vi valgte derfor å se nærmere på følgende tema:

- Forurensning i luft og vann og håndtering av disse utfordringene
- Bruk av satellittbilder for utforskning av lokalmiljøet

Etter avholdt lærerkurs i april innså vi at bruk av satellittbilder ikke ville fungere som aktivitet under Science Campen og endte derfor opp med oppsplitting av temaet *Forurensning i luft og vann* med følgende deltema for campen:

- *Måling av luftkvalitet*
- *Rensing av avløpsvann*
- *Metoder for kjemisk analyse av bl.a. drikkevann*
- *Registrering av mikroplast i vann og slamprøver*

Hvert av temaene hadde daglig plass til 12 elever organisert i grupper á 6 deltagere under ledelse av en læringsassistent (student). Deltagerne skulle melde seg på deltemaer som de skulle jobbe med gjennom dagen.

Distriktsprogrammet

Vi innså tidlig at med de ressursene vi hadde ved Skolelaboratoriet og med et omfattende program i Trondheim, var vår eneste mulighet til å nå ut i distriktet å fri til den enkelte lærer ved å tilby dem et undervisningsopplegg som både var relevant over hele Trøndelag og som senere kunne bli en generell ressurs i undervisningen.

Siden vi heller ikke hadde anledning til å bruke store summer på lærerkurs[1], valgte vi temaet: *Fra satellittbilder til lokal miljøutforskning*. Grunnen var at temaet er relevant i flere fag som Teknologi og forskningslære (T&F), Geografi, Biologi og Samfunnsfag. Dessuten kan satellittbilder av hver minste holme og skjær i Norge lastes ned kostnadsfritt fra databaser slik at alle kunne studere lokale forhold. Videre holder NAROM[2] gratis kurs lokalt rundt om i landet og Skolelaboratoriet har som oppgave å legge tilrette for slike kurs. Dermed kunne vi holde kurset nesten uten å belaste budsjettet til Science Camp 2019. Vi brukte alle våre kanaler for å markedsføre kurset. En spesiell invitasjon ble sendt til utvalgte kontaktlærere ved alle videregående skole i Trøndelag i tillegg til en spesiell invitasjon til over 300 realfaglærere. I tillegg gikk invitasjonen ut til ca. 7000 lærere i landet forøvrig, men med fortrinn for deltagelse fra Trøndelag. Vi tilbød oss å dekke reise for de som kom fra Trøndelag, selve kurset var gratis.

Kurset ble gjennomført 25. og 26. april med 11 deltakere hvorav 5 fra Trondheim og 2 fra distriktet i Trøndelag. Det viste seg at ingen ga uttrykk for å bruke dette som tema i klasserommet under The Big Challenge. Dermed måtte vi legge denne ideen til side og komme opp med et nytt forslag.

Siden temaet for festivalen var "The big Challenge" ble det foreslått å utfordre elevene til å bygge en ***Rube Goldberg maskin***. Dette er en kreativ oppgave hvor elevene skal lage en maskin som utfører en enkel oppgave på en mest mulig komplisert måte ved hjelp av oppfinnsomme energioverganger.

På dette tidspunktet hadde vi innsett at muntligeksamen i videregående skole ville falle på de samme dagene som Science Campen (17. – 19. juni) og at dette kunne bli en alvorlig utfordring for å få deltakere til våre tilbud. Vi tenkte derfor at å bygge en Rube Goldberg maskin var en oppgave alle kunne delta på i forkant av Vitenskapsfestivalen, hvor de som kom opp til muntlig eksamen kunne delta i prosjektet så lenge de hadde anledning for så å ferdigstilles og filmes av de som ikke kom opp. Det ble derfor laget en egen hjemmeside hvor resultatene skulle legges ut. Videre fikk vi løfte om at de beste bidragene skulle vises før foredragene i Olavhallen den 18. juni.

Foredrag og strømming til distriktet

Siden vi hadde fått løfte om at vi kostnadsfritt kunne velge blant festivalens foredragsholdere til vår foredragsserie for ungdom i Olavshallen, startet vi tidlig arbeidet med å velge ut de vi syntes var mest aktuelle for vår gruppe. Etter flere runder og med stadig færre å velge i, endte vi opp med følgende:

Mandag 17. juni

- ***Sandra M. Diaz*** – Ekspert på biologisk mangfold og økosystemer
- ***Kate Marvel*** – Ekspert på klimamodeller hos NASA

---

1. Signaler fra Trøndelag fylkeskommune var tydelig på at de tildelte midlene ikke skulle brukes til å utdanne lærere
2. NAROM – Nasjonalt senter for romrelatert undervisning i opplæringen

Tirsdag 18. juni

- ***Raphaello D'Andrea*** – Ekspert på droner og dynamiske systemer
- ***Neil Harbisson*** og ***Moon Ribas*** – Samtidskunstnere og cyborgaktivister

Onsdag 19. juni

- ***Jeremy Jackson*** – Ekspert på effekten av menneskelig påvirkning i havet

Samtlige foredrag skulle filmes og lagges ut på nett for nedlasting og visning ved lokale skoler som et ledd i å spre kunnskapen ut i distriktet. Opptakene ble dels gjort av NRK og dels av NTNU kommunikasjonsavdelingen.

Levanger – Universitet nord: I tillegg ble det gitt et tilbud i Levanger ved Universitet nord, som tilbød strømming av foredraget til Kate Marvel og en presentasjon av Helseundersøkelsen i Nord-Trøndelag gjennom 35 år, Norges største helseundersøkelse.

Markedsføring

På dette tidspunktet ble det viktig å finne en god markedsføring for tilbudene våre. Det ble tidlig laget en plan for markedsføring (primo april) hvor målet var å få alt klart for utsendelse 10. mai (vedlegg B.1 på side 55). Siden det var påmelding til alle aktivitetene (unntatt strømming) ble det valgt å samle all informasjonen på TRFK-hjemmesider med tilhørende påmeldingssystem. 15. mai gikk det ut informasjon pr. e-post til alle rektorer i Trøndelag og drøyt 300 realfagslærere i videregående skole i Trøndelag om samtlige tilbud til elevene i videregående skole, med henvisning til TRFK's hjemmesider (https://trondelag.pameldingssystem.no/tbc2019) med tilhørende påmelding.

I tillegg til at programmet ble gjort tilgjengelig på TRFK sitt intranett, utformet kommunikasjonsavdelingen i fylkeskommunen, digitale plakater som alle skolene ble oppfordret til å ha på sine informasjonstavler. Fylkeskommunens egne fagnettverk ble brukt til å spre informasjon til lærere som underviste innen relevante fagområder. Skolenes postmottak fikk oppdrag i å spre det til hver enkelt ansatt på egen skole.

Fylkeskommunens kontaktperson opplyst dessuten om tilbudet på rektormøte uka før campen og sendt ut en påminnelse til samtlige rektorer helga før arrangementet.

Videre ble det lagt ut korte informasjonstavler på fascebooksidene til Vitensenteret med henvisning til Science Camp 2019 på TRFK hjemmesider. Uka før campen ble det utformet en Facebook og Instagramkampanje som ble rettet mot trøndersk ungdom i alderen 16 – 19 år. Kampanjen ble iverksatt av Jobbnorge og var aktiv de fire siste dager før fristen for påmelding til tilbud gikk ut. Kampanjen nådde ut til over 100 000 brukere.

2 Programmet

Her presenteres, begrunnes og kommenteres det valgte leirprogrammet for Science Camp 2019.

2.1 Program Science Camp 17. – 19. juni 2019

Bakgrunnen for valg av tema var flerdelt:

- Tilbudet skulle ha appell til elever i videregående skole og ha relevans for undervisningen
- Det skulle være aktuelt i tiden og passe til temaene for festivalen
- Innholdet skulle gjerne være tverrfaglig og kunne knyttes til flere av realfagene ikke minst for å appellere til ungdommer med ulike interesser
- Tilbudet skulle ha en "rød tråd"[1] og være sterkt aktivitetspreget med korte relevante presentasjoner
- I tillegg måte tilbudet være så pass omfattende at det ga elevene mulighet til en viss fordypning, noe som lett kunne komme i konflikt med krav om stor gjennomstrømning av elever
- Tilbudet skulle nå ut til så mange som mulig. Det ble derfor planlagt to paralleller med ulike tema, hver med inntil 24 ungdommer.

Vi endte dermed opp med følgende program som ble innledet av fire eksperter, to på hvert hovedtema, hentet dels fra NTNU, Trondheim kommune, Miljøenheten og blant masterstudenter.

Organisering av Science Camp 2019 – dagsprogram

Programmet er organisert i to paralleller hver med 24 elever organisert i 8 grupper á 6 elever, hver 6'er gruppe består av to lag á 3 elever. Hver parallell ble ledet av en ansatt ved Skolelaboratoriet og hver 6'er gruppe av en læringsassistent.

Rom C2-115				Rom C2-101 + C2-100 (Veierom)/C2-107				
Overordnet introduksjon Fagspesifikk introduksjon luft og vann				Overordnet introduksjon Fagspesifikk introduksjon Vannanalyse og mikroplast				30 min
Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 4	Gr. 5	Gr. 6	Gr. 7	Gr. 8	
Tema 1 Rensing av avløpsvann Praktisk arbeid i gruppene		Tema 2 Luftkvalitet Praktisk arbeid i gruppene		Tema 3 Microplast i slam og vannprøver Praktisk arbeid i gruppene		Tema 4 Kjemiske analyse-metoder (drikkevann) Praktisk arbeid i gruppene		90 min
Felles lunsj i kantina – Læringsassistentene har ansvaret for å ta gruppa med tilbake								30 min
Tema 1 Rensing av avløpsvann Praktisk arbeid i gruppene		Tema 2 Luftkvalitet Praktisk arbeid/feltarbeid		Tema 3 Microplast i slam og vannprøver Praktisk arbeid i gruppene		Tema 4 Kjemiske analyse-metoder (drikkevann) Praktisk arbeid i gruppene		120 min
Forberedelse presentasjon	Forberedelse presentasjon	Forberedelse presentasjon	Forberedelse presentasjon	Forberedelse presentasjon	Forberedelse presentasjon	Forberedelse presentasjon	Forberedelse presentasjon	30 min
Romvis presentasjon i plenum (4 x 4 min)				Romvis presentasjon i plenum (4 x 4 min)				
Gr. 1	Gr. 3	Gr. 5	Gr. 7	Gr. 2	Gr. 4	Gr. 6	Gr. 8	45 min
Felles avslutning og oppsummering				Felles avslutning og oppsummering				15 min

Noter:

- Alle deltagere skulle møte ved ingengan til Realfagbygget kl. 08:50. Gruppen hentes av to læringsassistenter (reservene) og deles i to, avhengig av hvilke tema de er påmeldt. De som er usikre spør en læringsassistentene som har lister. De følges til riktig rom.

1. Dette var tilbakmeldingen fra deltagerne fra 2017 – Lag en tydeligere rød tråd gjennom programmet.

- Det holdes en overordnet kort introduksjon (se vedlegg H.1 på side 111) av en av dagsprogramlederne (ansvarlig for hvert rom). De gir praktiske opplysninger og setter programmet for dagen inn i en sammenheng (maks 10 min).
- Deretter holder to eksterne innledere to tematiske introduksjoner om de aktuelle temaene på rommet. Hver maks 10 min.
    - *Rensing av avløpsvann (Faglig ansvarlig **Nils Kr. Rossing**)*
      Fagspesifikk innleder: ***Sina Shaddel,*** Institutt for bygg og miljøteknikk, NTNU
      Innhold: *Hvorfor rensing? Hvordan rensing? Hva må bort? Hva blir igjen? Er det mulig å gjenbruke renset vann og hvorfor?*
    - *Luftkvalitet – partikler i luft (Faglig ansvarlig **Nils Kr. Rossing**)*
      Fagspesifikk innleder: ***Tore Nordstad,*** Trondheim kommune, Miljøenheten
      Innhold: *Hvilke skadelige stoffer inneholder luft i by? Hva er den viktigste kilden til forurenset luft i Trondheim, sommer og vinter? Hvilke tiltak treffer man for å redusere mengden skadelige stoffer? Hvor viktig er partikkelforurensningen i forhold til gassforurensning?*
    - *Mikroplast i slam og vannprøver (Faglig ansvarlig **Hilde Ervik**)*
      Fagspesifikk innleder: ***Dina T. Rokstad***, MSc. biologi, NTNU
      Innhold: *Hva er de viktigste kildene til mikroplast i naturen/avløpsvann/havet? Hva gjør dem så farlige? Hvilke tiltak kan vi treffe for å redusere utslipp? Kan de brytes ned eller samles inn? Hva bør vi gjøre med mikroplast i slammet som blir igjen etter rensing av avløpsvannet vårt?*
    - *Kjemiske analysemetoder – drikkevannskvalitet (Faglig ansvarlig **Astrid Johansen**)*
      Fagspesifikk innleder: ***Terje Nøst***, Trondheim kommune, Miljøenheten
      Innhold: *Hva karakteriserer et godt drikkevann? Er det mulig å måle om det er godt eller ikke, eller må det smakes? Hva innebærer rensing av drikkevann? Hvilke parametere måles etter rensing av drikkevannet? Hvilke forurensningskilder er man mest bekymret for når det gjelder drikkevannet i Trondheim?*
- Det legges inn 30 min. lunsj, deltagerne går til kantina (45 min inkl. transport)
- Deretter forsetter gruppene å arbeide med oppdragene, noen har også feltarbeid
- Dataene bearbeides for presentasjon
- Oddetallsgrupper samles i Rom C2-115, mens liketallsgrupper samles i C2-101 Dermed får en 4 presentasjoner med ulike tema i hvert av rommene.

Det holdes en felles oppsummering og avslutning i hvert av rommene uten at gruppene går tilbake til sine opprinnelige rom.

2.2 Kort beskrivelse og vurdering av hvert enkelt dagsprogram

I dette avsnittet skal vi ganske kort gå gjennom hvert av temaene i dagsprogrammet (Science Camp 2019), beskrive innholdet og oppsummere noen erfaringer. Siden bare en av temaene ble gjennomført med elever og da kun med en gruppe, er det vanskelig å gi en reell vurdering av oppleggene.

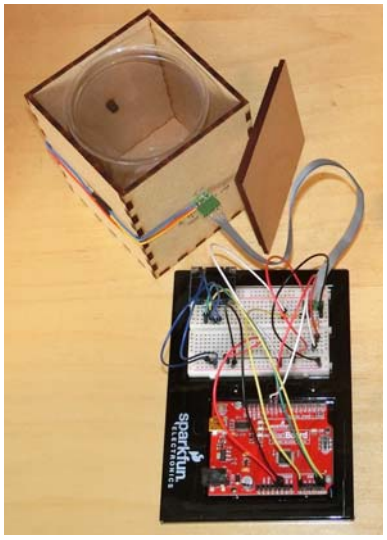
2.2.1 Rensing av avløpsvann

Hensikt/Innhold:

Renseprosess for avløpsvan

Sina Shaddel

Hensikten med dette temaet er dels å rette søkelyset mot rensing av vann, dvs. i hvilken grad man er i stand til å fjerne partikler, og dels å undersøke hvordan man kan måle partikkeltett i væsker. Det stilles i følge ***Sina Shaddel*** (stip. Inst. for bygg og miljøteknikk), ingen direkte krav til partikkeltetthet i renset avløpsvann, men andre krav til konsentrasjon av stoffer, biologiske og kjemiske, gjør at det kan sees i sammenheng med partikkeltettheten. En kan dermed sette et krav på typisk < 75 NTU for renset avløpsvann.



For at deltagerne skal få en dypere forståelse av betydningen av rensing av avløpsvann, gir Sina innledningsvis en orientering om hvilke stoffer avløpsvann inneholder og hvorfor man er pålagt å rense det før det slippes ut i havet, hvilke konsekvenser urensete utslipp har, hvordan renseprosessen foregår og hvilke krav som settes til utslippet.

Dernest bygger deltagerne et *turbidimeter* for måling av partikkeltetthet ved hjelp av refleksjon av lys fra partiklene i væsken. Jo større partikkeltetthet, jo mer reflektert lys. De tar utgangspunkt i et ferdig kammer som kan romme vannprøven, og bygger opp elektronikken rundt en mikrokontroller (Arduino) som styrer måleprosessen og beregner mengden reflektert lys fra partiklene ved hjelp av en lyssensor. Lyskilden belyser vannprøven vinkelrett på aksen til sensoren, dermed måler sensoren kun reflektert lys under denne målingen.

Dersom man alternativt belyser vannprøven *langs aksen* til sensoren, vil målt lysstyrke fortelle noe om hvor stor del av lyset som absorberes i væsken. Et slikt instrument kalles et *kolorimeter*. Vårt hjemmelagde instrument kan fungere både som turbidimeter og kolorimeter.

Deltagerne skal teste ut instrumentet som de innledningsvis skal bruke til å måle turbiditeten av vann tilsatt melkedråper. De har også anledning til å endre programmet om de skulle ønske det.

Hvert av ti beger er fylt med 2 dL vann og tilsatt fra 1 til 10 dråper melk. Oppgaven går ut på at deltagerne skal måle turbiditeten i vannprøvene for så, på grunnlag av målingene, å sette begrene i stigende rekkefølge, fra begeret med 1 dråpe til begeret med 10 dråper melk. Målingene skal gjøres med det hjemmelagde instrumentet brukt både som turbidimeter og som kolorimeter.

Dernest får de utlevert et Pasco turbidimeter hvor de anvender plastkyvetter med standard løsninger (0 og 100 NTU) for å kalibrere instrumentet. Det kalibrerte instrumentet kan så benyttes til å kalibrere det hjemmebygde turbidimeteret.

Dernest benyttes Pasco turbidimeteret til å måle turbiditet i urenset og renset avløpsvann, man finner da at det rensede avløpsvannet oppfyller kravene med god margin.

De måler også turbiditeten til urenset og renset drikkevann i tillegg til havvann fra Mausund, smeltevann av snø og vann fra en fjellbekk ved Oppdal.

Tilslutt oppsummerer de oppdraget og resultatene i en kort presentasjon, gjerne med bilder eller film tatt opp under arbeidet med å løse oppdraget.

Elevarket og studentveiledningen finnes i Vedlegg H på side 111 og utover.

Vurdering:

Vi kjenner kun resultatene fra studentkurset og egne eksperimenter og konkluderer med følgende:

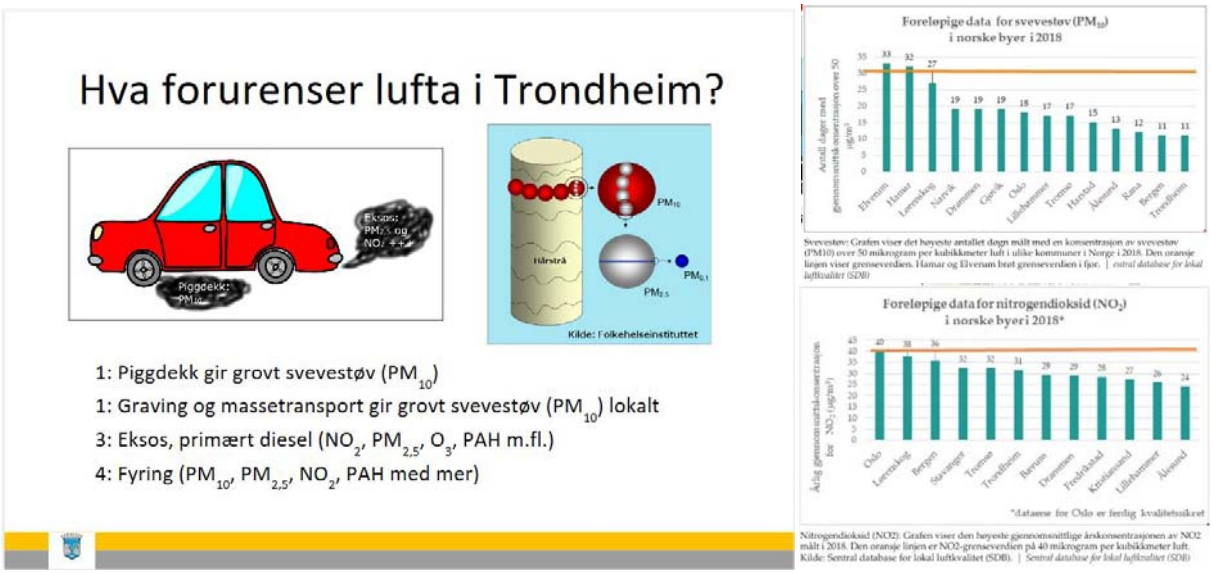
- Det bør legges vekt på at deltagerne gis en grundig forståelse av hvordan apparaturen og målemetoden fungerer. Dette ble fremhevet av studentene etter opplæringen.
- Det kan være stor spredning mht. hvor lang tid deltagerne bruker. Gjør man en liten feil i byggingen så kan dette resultere i at målinger må gjøres om igjen. Ett av lagene satte inn en feil motstand, hvilket resulterte i en hel serie med feilmålinger. Siden de ikke hadde forventninger om resultatet, ble feilen ikke oppdaget før alle målinger var gjort, og de måtte begynne på nytt med rett motstand.
- Måling av turbiditet av drikkevann er vanskelig da verdiene er så små (typisk 0,15 NTU) og under det som kan måles med Pasco's turbidimeter. Det samme gjelder også de øvrige prøvene av "rent" vann, selv grumsete fjellbekkvann har relativ lav turbiditet. Det foreslås derfor at det hjemmelagede instrumentet brukes for å måle disse prøvene da dette instrumentet bruker mye større vannvolum. Dermed kan det hjemmelagde instrumentet komme til nyttet selv om det skulle være ukalibrert og det kun blir snakk om sammenlignende målinger.

2.2.2 Måling av luftkvalitet (partikkelmålinger i luft)

Hensikt/Innhold:

Hensikten med temaet er å rett oppmerksomheten mot luftkvalitet i bymiljøer, men også å vise hvordan man med relativt enkle midler kan gjøre egne målinger

Etter en felles innledning så slapp ***Tore Nordstad*** til med en kort presentasjon om de helsemessige konsekvensene av å puste uren luft. Her er det flere faktorer som spiller inn, men nivået av NOx gass og støv er to viktige parametere, i tillegg til nivået på ozon, CO og bensener. Biltrafikk og utslipp fra forbrenning er de viktigste bidragsyterne. Fra å være blant i mest forurensede byene i Norge er Trondheim nå blitt blant "klassens" beste. Dette skyldes en rekke tiltak mht. salting og vasking av gater, piggdekkgebyrer og overgang til elektriske biler med mer, se til høyre på figuren under.



Deretter fikk de utdelt et byggesett hvor de skulle bygge opp en partikkelmåler for måling av partikler med størrelse 2,5 og 10 µm/m^3 (PM2.5 og PM10). I tillegg registrerte instrumentet temperatur, fuktighet og GPS-koordinater for stedet målingene ble gjort. Alle målinger ble logget på et SD-kort, slik at man i ettertid kan behandle og analysere dataene i en PC. I tillegg vises resultatene fortløpende på et lite display. Det hele ble bygget opp rundt en mikrokontroller av typen Arduino NANO og montert på et koblingsbrett med jumpere.

Bildet til høyre viser den ferdige partikkelmåleren sammen med den profesjonelle måleren BQ20. Siden ingen loddinger brukes kan utstyret lett demonteres og gjenbrukes av en ny gruppe dagen etter.

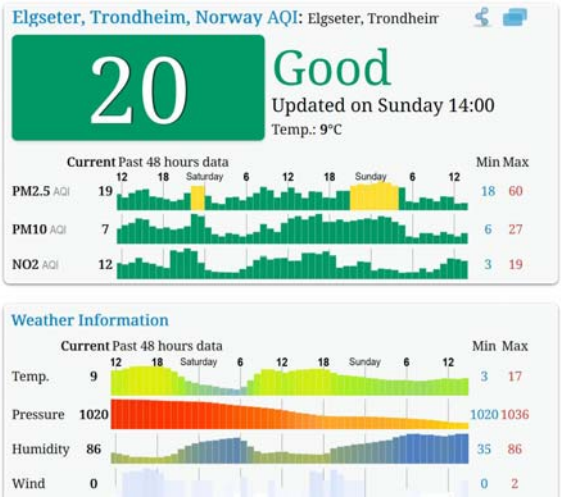
Etter at instrumentet er bygget, kalibreres temperatur- og fuktighetsmåleren opp mot den profesjonelle måleren BQ20 som i tillegg til relativ fuktighet og temperatur, måler PM2.5 og PM10 over et valgfritt tidsintervall.

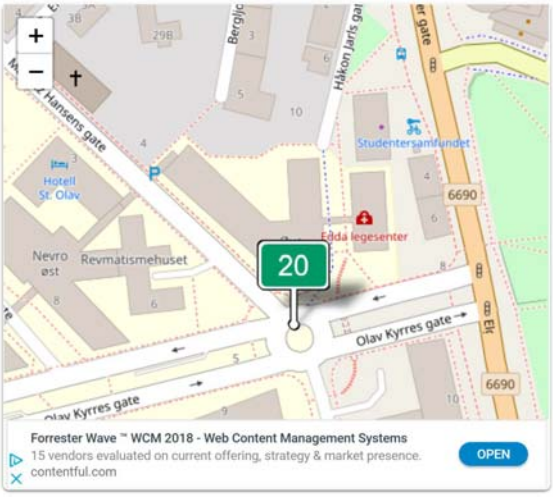
Deltagerne er nå klare til å gjøre feltmålinger. De har fått oppgitt to lokaliteter hvor de skal utføre målinger: Det ene er ved rundkjøringen nord-øst for Lerkendal stadion, det andre er i Elgeseter gate som tidligere har vært en av de mest utsatte plassene for svevestøv.

Dataene skal logges på SD-kortet og behandles i ettertid. Instrumentet inneholder også et lite display hvor øyeblikksverdiene kan leses av.

Det var laget en oppskrift for plotting av traseen de gikk i Google Earth, da de samlet inn av data. Det var derfor mulig å hente ut opplysninger om hvor i terrenget de ulike støvdatamålingene var gjort.

I tillegg skulle deltagerne som hadde vært ved Elgeseter gate sjekke sine målinger mot målestasjonens målinger. Denne legger ut gjennomsnittsmålinger for hver hele time av både relativ fuktighet, temperatur, lufttrykk og partikkeltetthet for PM2.5 og PM10.0.





Etter endt oppdrag skulle deltagerne samle resultatene og gi en kort presentasjon.

Elevarket og studentveiledningen finnes i Vedlegg H på side 111 og utover.

Vurdering:

Vi kjenner kun resultatene fra studentkurset og egne eksperimenter og konkluderer med følgende:

- Byggeoppgaven kan være nokså krevende og omfattende. Den er relativt lite inspirerende selv om man lærer å kjenne igjen viktige komponenter i tillegg til at man må være særdeles nøyaktig. Det er også lett å gjøre feil under veis slik at utstyret ikke vil fungere. Det er derfor viktig at deltagerne spør læringsassistentene under byggingen om det er noe de er i tvil om.
- Det er en ulempe at ingen målinger blir registrert før man får GPS-målinger. Selv om man kan modifisere programmet slik at det hopper over GPS-målingene så er det tungvindt at man må ut for kunne registrere GPS-posisjonen og slik se at resten av instrumentet fungerer.
- Pr. i dag finnes det ingen god måte å registrere måledata sammen med posisjonsdata. Man kan slå inn en posisjon i Google Earth og finne hvilke temperatur, fuktighet og partikkeltetthet som er målt på dette stedet.
- Det er viktig at læringsassistentene er påkoblet slik at feil fanges opp slik at elevene får hjelp til å forstå hva de gjør og hvordan apparatet virker.

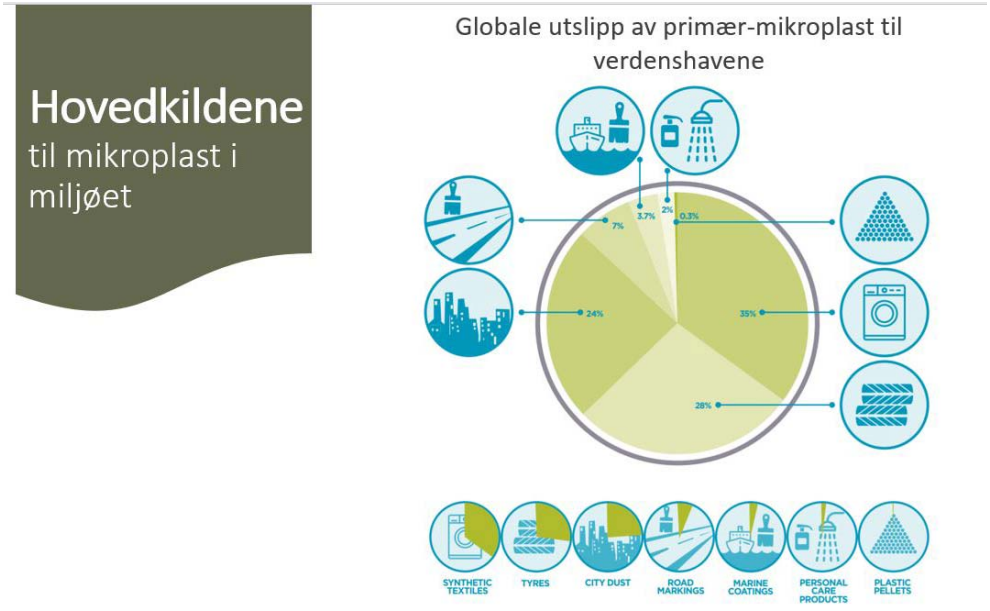
2.2.3 Registrering av mikroplast

Hensikt/Innhold:

Hensikten med dette temaet var å rett oppmerksomheten mot den stadig økende mengden av mikroplast vi finner i naturen og i havet. Vi hadde derfor hentet inn vannprøver fra mange ulike plasser, eksempelvis fra havet (Mausund), vannprøver fra fjellet (Oppdal), prøver av avløpsvann, urenset og renset, og fra slam (Trondheim).

De seks elevene som deltok på Science Camp 19. juni, ble delt inn i to grupper.

Dina Tevik Rogstad, holdt en innledende presentasjon om mikroplast, hvor vi finner mikroplast og hvor den kommer ifra. Mye er primær mikroplast, tilsettes produkter i produksjon. For eksempel tannkrem og hudkrem.



Figur: Boucher, J. and Friot D. (2017). *Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources*: IUCN. 43 pp.

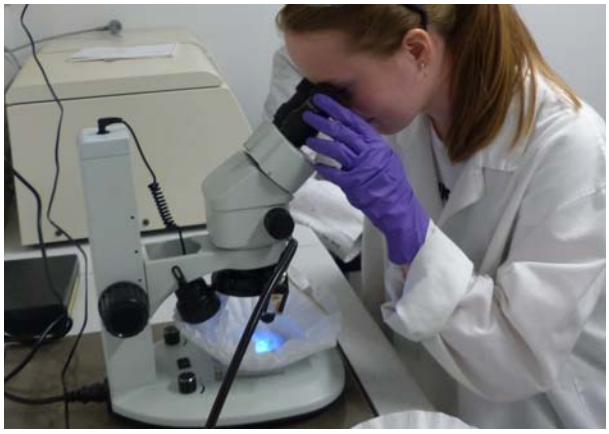
Sekundær mikroplast er mikroplast som er fragmentert fra plastprodukter ned til en størrelse på < 5mm. Globalt sett, er det estimert at syntetiske tekstiler, bildekk og bystøv er de viktigste kildene til mikroplast i miljøet, både på landjorda og til havs. Disse tre utgjør nærmere 90% av utslippene.

Dernest skulle deltagerne selv undersøke vannprøvene. Dina veiledet hvordan de først skulle filtrere prøvene. Vannprøvene fra urenset og renset avløpsvann, urenset og renset drikkevann, smeltet snø fra Grytdalen og sjøvann fra Mausund. Filtreringen foregikk på to måter.

Det ene var gjennom et rørsystem med filterduk av ulik maskestørrelse. Maskestørrelsen var på 500 µm, 200 µm, 80 µm, 60 µm og 45 µm. Det var et poeng å bruke utstyr som var hjemmelaget og enkelt slik at det kan være eksempel for bruk i skolen. Den andre ble gjennomført med bruk av filter plassert i Büchnertrakter.

Før filtrering ble vannprøvene tilsatt fargestoffet Nile Red. Dette sto noen minutter på benken.

Alle prøvene ble studert under stereolupe. Først ble prøvene studert med UV-lys og med tilhørende lysfilter og deretter blått lys og med lysfilter. Det ble funnet lite mikroplast i drikkevann, havvann og fjellvann. Man fant imidlertid rikelig i urenset avløpsvann og slam.



Elevene var oppriktig interessert i temaet og stilte mange spørsmål som Dina svarte fortløpende på. Dina har nettopp tatt master, med tema mikroplast, og bidro på mange måter til engasjement blant elevene som deltok.

Dina fulgte elevene til Realfagkantina hvor de spiste lunsj sammen. På turen gjennom Realfagbygget og under lunsjen stilte elevene masse spørsmål om NTNU for øvrig og om hvordan ting fungerte her.

Etter lunsj dissekerte elevene en fisk. En stor longe. De tok ut magesekken og studerte innholdet i stereolupe på jakt etter mikroplast. Heldigvis for fisken ble det funnet små mengder mikroplast i mageinnholdet.

Elevarket og studentveiledningen finnes i Vedlegg H på side 111 og utover.

Vurdering:

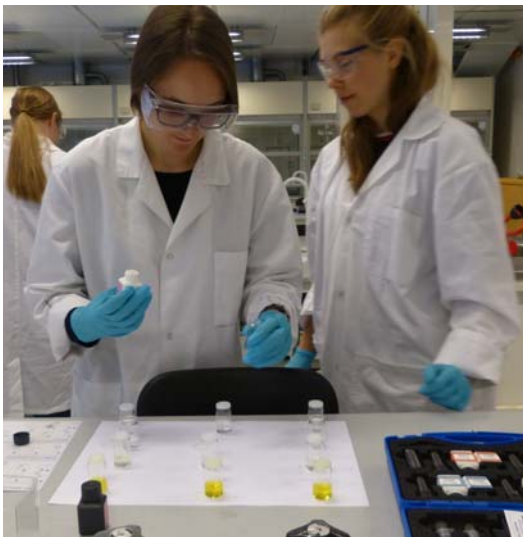
- Mikroplast syntes å være et attraktivt tema, kanskje spesielt på grunn av den oppmerksomheten det har fått i media den senere tiden
- Det kan være en utfordring at filtreringen tar en del tid, dermed kan deltagerne bli noe innaktive dersom man ikke planlegger arbeidsoppgave godt slik at andre oppgaver kan fylle ut de "stille" periodene
- Det er gledelig at man finner lite mikroplast i de prøvene man har samlet sammen, dog kan det bli litt kjedelig for deltagerne.
- Det kan også være at opplegget er litt kort for et heldagsopplegg slik det ble lagt opp til under Science Camp. Dette kan være gunstig med tanke på bruk som elevverksted
- Ellers ga mange tilbakemelding om at dette er et særdeles viktig tema som det er fint å få kunnskap om (se evalueringen

En spesiell takk til læringsassistent Dina som fungerte svært godt sammen med ungdommene fra videregående skole. En takk til ***Mausund feltstasjon*** som både har stilt utstyr til rådighet og sørget for å skaffe til veie fisk for disseksjon.

2.2.4 Kjemiske analysemetoder

Hensikt/Innhold:

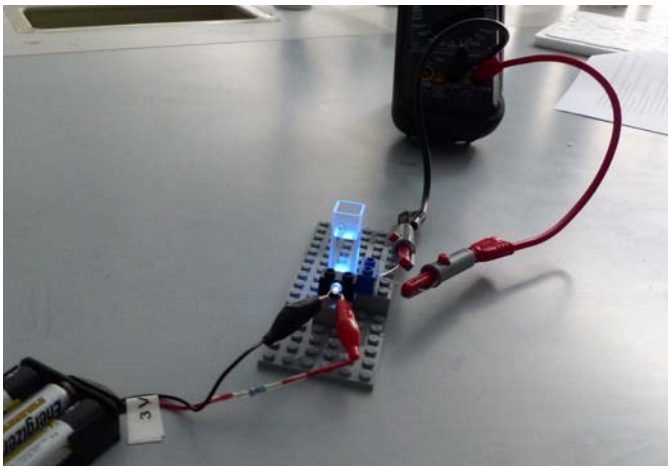
Hensikten med dette temaet var i utgangspunktet å rett oppmerksomheten mot drikkevannet vårt. Dette ble spesielt aktuelt i forbindelse med e coli-smitten som bredte seg blant befolkningen på Askøy omtrent samtidig med Science Camp.



Terje Nøst fra Trondheim kommune, Miljøenheten var hyret inn for å orientere om Trondheim kommunes håndtering av drikkevannskilden som i dag er Jonsvannet med et større renseanlegg på Vikåsen. Drikkevann er imidlertid svært rent, heldigvis, og det er derfor ikke så mange målinger en kan foreta med det forenklede utstyret som vi hadde til rådighet.

I temaet *kjemiske analysemetoder* blir deltagerne gjort kjent med ulike metoder kjemikerne bruker for å analysere innholdet av ulike stoffer i vannløsninger.

De tok i bruk analysesett og bestemte konsentrasjonen av fosfat, ammonium, nitrat og nitritt ut fra fargen vannløsningene fikk etter tilsetting av spesielle reagenser. Deretter brukte de titrering for å bestemme konsentrasjonen av klor i mineralvann.



Videre brukte de også for dette temaet, enkle hjemmelagde kolorimeter (bygget opp med LEGO) for å bestemme konsentrasjon av stoffer som gir farge til løsninger (som f.eks. kobbersulfat). Tilslutt anvendes fluorescens til å bestemme konsentrasjonen av kinin i tonic water. Utstyret som benyttet er utviklet av Inst. for kjemi for undervisningsformål[1].

Bildet til høyre viser hvordan kinin i Tonic water blir fluoriserende når det belyses med UV-lys.

Elevarket og studentveiledningen finnes i Vedlegg H på side 111 og utover.

Vurdering:

Det er foreløpig ikke gjort noen vurdering av opplegget.

2.3 Foredrag i Olavshallen

Mens Science Camp var et tilbud for nå enkeltelever, så var foredragsserien i Olavshallen et tilbud for å nå ut til skoleklasser. Tanken var at lærere kunne melde på klasser slik at de som ikke var opptatt med muntligeksamen kunne møte. Påmeldingen kunne dermed skje før man visse hvem som kom opp til eksamen.

Tabell 1 Åpne foredrag i Olavshallen tilhørende prosjektet

Tidspunkt	Navn	Tittel	Honorar
Mandag 17. Juni 10:00 – 10:40	***Sandra Diaz***	*Biologisk mangfold og bærekraftig utvikling*	Ikke honorar
Mandag 17. Juni 11:00 – 11:40	***Kate Marvel***	*Er klimaendringene menneskeskapte – Bruk av klimamodeller*	Ikke honorar

1. Lise Kvittingen har vært sentral i dette arbeidet.

Tirsdag 18. juni 10:00 – 10:25	***Raffaello D'Andrea***	*Bruk av droner i ulike sammenhenger*	Ikke honorar
Tirsdag 18. juni 10:30 – 10:50	***Neil Harbisson og Moon Ribas***	*Cyborger –* *Når menneske og teknologi integreres*	Ikke honorar
Onsdag 19. juni 10:00 - 11:00	***Jeremy Jackson***	*Hvordan klimaendringene på virker livet i havet*	Ikke honorar

Vi tillater oss følgende korte vurdering av hvert av foredragene:

- ***Sandra Diaz*** framsto som en meget engasjert og direkte foredragsholder med stor appell. Hun påpekte med all tydelighet alvoret i den klimakrisen vi nå er inne i og appellerte sterkt til et engasjement hos alle, ikke minst blant ungdom. Hun fikk god respons fra salen og flere stilte spørsmål. Det var ungdommer fra både videregående og ungdomsskolen tilstede. Anslår antallet til ca. 250.

- ***Kate Marvel*** var opptatt av å kommunisere med ungdommene og høre deres mening. Hun holdt derfor et relativt kort foredrag med fokus på å undersøke i hvilken grad klimaendringene kan sies å være menneskeskapt. Hun viste på en meget overbevisende måte hvordan ulike faktorer påvirker klimaet på jorden og konkluderte med at utslipp av CO_2 og andre klimagasser som slippes ut av menneskelig aktivitet er mer enn 100% av årsaken til temperaturøkningen. Mer enn 100% fordi ut fra modellene skulle jorda hatt en lite nedgang i temperaturen hadde det ikke vært for vår aktivitet. Et foredrag med et meget tydelig budskap formidlet på en god måte, spørsmålet er i hvilken grad det traff målgruppen. Diskusjonen etterkant ble relativt kort. Anslått antall ca. 200.

- ***Raphaello D'Andrea*** framsto som en meget sympatisk og spennende personlighet. Hans hovedbudskap syntes å være at en skulle følge sine ideer og fantasier uavhengig av om man så en anvendelse som han mente ville komme til syne etter hvert. Han hadde mange eksempler på at det som hadde begynt som en lek hadde utviklet seg til seriøse næringer etter at noen hadde sett en anvendelse. Han viste innledningsvis hvordan en robotkonkurranse blant ungdom over noen få år hadde utviklet seg fra å være ganske primitiv til å bli meget avansert fordi de delte ideer og stimulerte hverandre. Han hadde med seg en lite robot som ved hjelp av svinghjul i x-, y og z-retning kunne stå stabilt i en hvilken som helst stilling. Det synets ikke som publikum skjønte hvor fascinerende dette var. De hadde nok mer sans for de mange videoopptakene med eksempler på droner som utførte de mest fantastiske øvelser. Han brettet også en x-zylo, en flygende ring, som han sendte ut over forsamlingen og viste hvordan dette prinsippet hadde ført til en betydelig forbedring av framstillingen av stabile og driftsikre droner og som gjorde det trygt nok slik at de kan integreres i teaterforestillinger og konserter ala bandet Metallica. Et meget interessant foredrag som kanskje ikke traff publikum helt som var en blanding av mellomtrinn og ungdomsskoleelever. Dessuten var 100 – 150 stykk i den store Olavshallen i tynneste laget.

- ***Neil Harbisson*** og ***Moon Ribas*** framsto som et meget særegent par. Han født totalt fargeblind og hun kunstner med implanterte sensorer i føttene som registrerte rystelser i bakken, og som i denne sammenhengen sto som en urørlig statue på en plattform ved siden av Neil Harbisson som var den som første ordet. Han innledet med å fortelle at Moon vil begynne å danse dersom hun registrerte jordskjelv ett eller annet sted på jorda ved hjelp av sensorene montert i føttene hennes. I gjennomsnitt skjedde det ca. hvert 8 minutt hvilket syntes å stemme bra med hyppigheten av danseinnslagene under forestillingen. Neil fortalte, med en nesten robotaktig stemme, og viste bilder av hvordan han via hørselen og det implanterte kameraet som hang som en antenne foran panna hans, hørte et tonalt uttrykk for de fargene kameraet fanget opp. Han kunne også fortelle at han først laget en variant som brukte øretelefoner, og at han fikk reaksjoner da han kontaktet helsevesenet for å få implantert innretningen permanent til hørselsenteret i hjernen. Den mest humoristiske delen av foredraget var da han fortalte om de mange reaksjonene han hadde fått fra folk flest opp gjennom årene.
  Det er vanskelig å si noe om hvor godt disse to traff det unge publikummet, men de satt høflig i ro og lyttet. Etter et slikt foredrag blir man slått med undring over hva mennesker kan finne på.

  Antall mellom 100 – 150 deltakere.

- ***Jeremy Jackson*** slapp aldri til med sitt foredrag da antall påmeldte var under 10 i Olavshallens store sal. Hvilken man med rette fant var for beskjedent.

Samtlige foredragholdere ble introdusert av ungdom fra grunnskolen noe som gikk rimelig greit. De kunne ha opptrådt noe mer profesjonelt.

2.4 The Big Rube Goldberg Challenge

Som et alternativ til et opplegg med bruk av satellittbilder i klasserommet, ble det utarbeidet en konkurranse: Lag en Rube Goldberg maskin. En slik maskin er en kjedereaksjon hvor oppgaven går ut på å gjøre en enkel oppgave på en mest mulig komplisert måte. Bakgrunnen for dette valget var:

- Maskinen kan lages lokalt med det man finner av utstyr
- Oppgaven utfordrer kreativitet og oppfinnsomhet hos elevene samtidig som de bruker sine kunnskaper om energioverganger og andre mekaniske prinsipper
- Oppgaven burde engasjere og stimulere til samarbeid på tvers av interessefelter og løses av så vel realister som elever med andre fagvalg
- Kan ev. kombineres ved muntlig eksamen ved at de som ikke skal opp til eksamen fortsetter arbeidet, eller at det ble ferdigstilt før eksamen ble kunngjort
- Oppgaven egner seg godt som konkurranse ved at resultatet filmes og sendes inn til en felles vurdering, hvor det var planen at elevene selv kunne være med å bedømme hverandres resultat

The Big **Rube Goldberg-machine** Challenge!

THE BIG CHALLENGE
SCIENCE FESTIVAL TRONDHEIM 2019

16.–19.juni arrangerer NTNU sin egen vitenskapsfestival
The Big Challenge: www.ntnu.no/bigchallenge/

Som en del av festivalen inviterer vi klasser over hele Trøndelag til å ta utfordringen og bygge Rub Goldberg-maskiner.

Hva i all verden er en Rube Goldberg-maskin?
Kort sagt, en maskin som gjennom flere ledd, gjerne bestående av dagligdagse artikler, utfører en enkel oppgave på en komplisert måte. Her er et eksempel fra Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=OHwDf8njVfo

Hva går konkurransen ut på?
Å lage en så fantastisk Rube Goldberg-maskin som mulig.

Hvem kan delta?
Alle som vil, men bare elever i videregående skoler i Trøndelag kan vinne premier.

Konkurranseregler

1. Læreren melder på en eller flere grupper med elever.
2. Det er ingen begrensninger på hva Rube Goldberg-maskinen kan settes sammen av, men elevene må dokumentere at de har gjort arbeidet selv.
3. Elevene kan starte arbeidet så snart de er påmeldt, og bruke så mye tid de vil.
4. En plan for arbeidet, kort beskrivelse av hva som er gjort underveis og en video som viser Rube Goldberg-maskinen i aksjon skal legges ut på en felles nettside for alle som deltar i konkurransen.
5. Vinneren kåres ved å kombinere avstemming fra deltakere og fagjury.
6. Mandag 17.06 kl.14.00 – 14.15 er avstemmingsfunksjonen åpen på nettsida.
7. Mandag 17.06 kl.14.30 annonseres vinneren på nettsida.
8. Utvalgte videoer kan bli vist på storskjerm i Olavshallen tirsdag 18.06 og evt. på Futurum-utstillingen på Krigsminneplassen

Premie
Reisestøtte på kr. 10 000,- for at klassen kan reise til Trondheim fredag 27.september og besøke NTNU på Gløshaugen med bl.a. følgende program:
kl.13.00: Elevverksted på Skolelaboratoriet
kl.16.30: Gratis pizza
kl.18.00: Delta på Researchers Night (https://www.ntnu.no/forskningsdagene/night)

Påmelding
Læreren sender inn navn på skole, deltakende lag med kontaktperson til:
astrid.johansen@ntnu.no **innen 01. juni 2019**.

Informasjon om felles nettside
Tilgang til den felles nettsida og nødvendig instruksjon for å legge inn tekst, bilder og video, samt hvordan avstemmingen vil forgå, vil sendes ut i starten av uke 22.

Trøndelag fylkeskommune | NTNU Kunnskap for en bedre verden

Det ble derfor laget en utlysningstekst med noen “kjøreregler” som ble sendt ut til alle våre kontaktpersoner i videregående skoler og rektorer den 15. mai. det var viktig å få det ut så tidlig som mulig slik de raskt kunne komme igang

Deltagende lag skulle sende inn en video av sin maskin som så skulle gjøres tilgjengelig på et nettsted som var opprettet for anledningen. Har skulle alle deltagende lag kunne gi hverandre poeng for å kåre det beste bidraget.

Det ble også avtalt at de beste videoene skulle kunne vises som en “forfilm” i Olavshallen tirsdag den 18. juni.

Imidlertid var det ingen som meldte seg på.

3 Administrasjon av prosjektet

3.1 Tidsplan

Siden oppdraget ble gitt så sent som 1. februar var det viktig å jobbe så raskt som mulig. Følgende milepæler ble satt opp:

- 1. feb. – Oppstart, etablering av prosjektgruppe
- 8. mars – Avtaler med oppdragsgiver klart
- 15. mars – Utlysning av læringsassistentstillinger
- 15. april – Frist for søknad til stillinger
- 10. april – Frist for påmelding til lærerkurs
- 25/26. april – Lærerkurs: Bruk av satellittbilder i undervisningen
- 10. mai – Programmet ferdig inkl. foredragsholdere
- 10. mai – Hjemmeside og påmeldingssystem klart
- 13. mai – Informasjon om tilbud ut til skolene
- 25. mai – Innstikk til Adresseavisen ut til abonnentene
- 1. juni – Frist for påmelding til Rube Goldberg
- 5. juni – Alt underlagsmateriale klart for Science Camp
- 11. juni – Studentkurs
- 17. juni – Oppstart Science Camp
- 1. sept – Frist for rapport (intern)

Milepælene ble stort sett fulgt gjennom hele prosjektet.

3.2 Rekruttering

3.2.1 Rekruttering av medarbeidere

Gangen i dette arbeidet har vært som følger:

- Forslag til program (mars)
- Utlyse stillinger som læringsassistenter (mars – frist søknad 15. april)
- Finne aktuelle foredragsholdere som var villig til å bidra (april)
- Utforme en avtale om tema, omfang og godtgjørelse (april/mai)
- Ta et møte med vedkommende for å avklare detaljer (april/mai)
- Siste informasjon om tid og sted (juni)
- Gjennomføring (Juni 11. (studentkurs) – 19. juni)
- Ev. oppfølging for honorering, utsendelse av *oppdragsavtale* (vedlegg E.3 på side 98)
- I august ble det sendt ut en generell takk til alle som hadde bidratt

Følgende tabell gir en oversikt over involverte personer og opplysninger om de avtalene som er inngått også mht. honorar:

Tabell 2 Avtaler om godtgjørelse av samarbeidspartnere (08.06.17)

Navn	Ansvarsområde	Søknad	Kontrakt sendt	Kontrakt returnert underskrevet	Honorar	Status
Ansatte ved Skolelaboratoriet						
Universitetslektor Astrid Johansen (100 % SL– NTNU)	Prosjekt komiteen SL				Skriver timer	
Universitetslektor Hilde Ervik (20 % SL – NTNU)	Prosjekt komiteen SL				Skriver timer	
Professor Berit Bungum (100% stilling)					Skriver timer	
Dosent Nils Kr. Rossing (60 % SL – NTNU)	Prosjekt komiteen SL				Skriver timer	
Førsteamanuensis (leder) Per-Odd Eggen (100 % SL – NTNU)	Leder for SL				Skriver timer	
Eksterne foredragsholdere						
Sina Shaddel Stipendiat Inst. for bygg og miljøteknikk					Betales vanlig sats	Problematisk grunnet NTNU-tilknytning
Tore Nordstad Trondheim kommune, miljøetaten					Uten honorar	OK
Terje Nøst Trondheim kommune, miljøetaten					Uten honorar	OK
Innleide studenter						
Student 1 – NTNU	25 - 30 timer		Søknad 1 OK		Lønnstrinn 22 - 24	OK -kontrakt
Student 2 – NTNU	25 - 30 timer		Søknad 2 OK		Lønnstrinn 22 - 24	OK -kontrakt
Student 3 – NTNU	25 - 30 timer		Søknad 3 OK		Lønnstrinn 22 - 24	OK -kontrakt
Student 4 – NTNU	25 - 30 timer		Søknad 4 OK		Lønnstrinn 22 - 24	OK -kontrakt
Student 5 – NTNU	25 - 30 timer		Søknad 5 OK		Lønnstrinn 22 - 24	OK -kontrakt
Student 6 – NTNU	25 - 30 timer		Søknad 6 OK		Lønnstrinn 22 - 24	OK-kontrakt
Student 7 – NTNU	25 - 30 timer		Søknad 7 OK		Lønnstrinn 22 - 24	OK -kontrakt
Student 8 – NTNU	25 - 30 timer		Søknad 8 OK		Lønnstrinn 22 - 24	OK -kontrakt
Student 9 – NTNU	25 - 30 timer		Søknad 9 OK		Lønnstrinn 22 - 24	OK-kontrakt
Student 10 – NTNU	25 - 30 timer		Søknad 10 OK		Lønnstrinn 22 - 24	OK -kontrakt

Studenter med LAOS-kurs, PPU eller lignende får lønnstrinn 24 de øvrige lønnstrinn 22. det ble forlangt skriftlig bevitnelse på at de hadde LAOS-kurs.

3.2.2 Rekruttering av læringsassistenter

Stillingene ble primært utlyst ved Inst. for fysikk, via Henriette Vaagland på Inst. for biologi, via Bojana Gajic ved Inst. for elektroniske systemer (utlysningsteksten finnes i C.3.1 på side 69):

- Utforming av jobbeskrivelse (vedlegg E.2.1 på side 92)
- Skjemaet *"Bekreftelse av hensikt med søknad om politiattest"* som søker måtte legge med søknaden om politiattest, ble utfylt (vedlegg E.2.2 på side 94)
- Studentene sendte inn en kort søknad hvor de beskrev sin bakgrunn og faglige kvalifikasjoner. Søknadsfrist 15. april.
- Søknaden gjennomgås med hensyn til kandidatenes bakgrunn og kvalifikasjoner.
- 23.04.19 sendes det ut beskjed om tilbud om jobb vedlagt utfylt og underskrevet skjema for søknad om politiattest (se vedlegg E.2.2 på side 94), hvor de oppfordres til å skaffe seg attest snarest mulig. Videre sendes det ut et kontraktsforslag (se vedlegg E.2.4 på side 97) som de blir bedt om å fylle ut og returnere.
- Kontakt opprettes via e-post, og mer informasjon sendes ut til jobbsøkere
- Når politiattesten kommer (se vedlegg E.2.3 på side 95), sendes søkeren en personlig kontrakt som spesifiserer omfang, arbeidets art og honorering (eksempel i vedlegg E.2.4 på side 97). Denne returneres Skolelaboratoriet.
- Arbeidskontrakten underskrives av leder ved representant HR-seksjonen ved instituttet og en kopi deles ut på studentkurset under studentkurset.
- Arbeidskontraktene legges inn i Paga slik at studentene kan få utbetalt lønn. Studentassistentene fører timer elektronisk.

Gjennomføring

Siden deltagerne stort sett uteble var behovet for læringsassistenter sterkt redusert. Etter diskusjon med HR-seksjonen ved instituttet ble det bestemt at kontrakten kunne åpne for at utbetale redusert lønn siden de aller fleste slapp å jobbe. Vi valgte likevel å tilby dem en kompensasjon på to timer pr. arbeidsdag de ikke møtte. De fleste godtok dette, men et par mente at det ikke kom tydelig nok fram i utlysningsteksten at det fantes en mulighet for at arrangementet eller deler av arrangementet kunne bli avlyst. Siden dette ikke hadde vært noe problem i 2017, falt det oss ikke inn at deltagerantallet sviktet så dramatisk.

Kun en av læringsassistentene fikk anledning til å prøve seg den 19. juni. Denne dagen hadde vi samlet alle påmeldte fra de tre dagene, 6 stykker totalt, som fikk et tilbud knyttet til temaet Registrering av mikroplast.

Attester

Det ble utarbeidet en attest for læringsassistentene for de som ønsket det. I realiteten var det bare den som hadde gjennomført opplegg med elevene som etterspurte attest (se vedlegg C.4 på side 74).

3.2.3 Rekruttering av foredragsholdere

Rensing av avløpsvann og måling av partikkeltetthet

Etter tips av lærer Erik Løkketangen ved Brundalenskole ble vi anbefalt å ta kontakt med stipendiat ***Sina Shaddel*** ved Institutt for bygg og miljøteknikk som gjennom noen år hadde arbeidet med rensning av avløpsvann. Etter en prat var han villig til å stille med et daglig 10 minutters innlegg både under studentkurset og under selve Campen.

Måling av luftkvalitet

Bakgrunnen for at dette temaet var hentet fra EU-prosjekter ved NTNU. Etter samtaler med prosjektledelsen falt det etter hvert naturlig å kontakte ekspertise i Trondheim kommune. Etter kontakt med ***Tore Berg*** i Trondheim kommune fikk vi kontakt med ***Tore Nordstad*** fra Miljøetaten i Trondheim kommune som velvillig stilte sin ekspertise til rådighet under studentkurset og sa ja til å stille under selve Campen. Naturlig nok hadde han særdeles god oversikt over hva som skjedde på dette området i kommunen.

Måling av vannkvalitet

Tore Berg formidlet også kontakt med ***Terje Nøst*** som var sterkt involvert i hvordan Trondheim kommune forvaltet drikkevannet sitt. Etter et møte hvor vi fikk god informasjon om situasjonen i dag, stilte han velvilligst opp på studentkurset den 11. juni, og var også villig til å stille under selve Campen.

Registrering av mikroplast

Dina T. Rogstad var den første læringsassistenten som meldte seg og det viste seg at hun i juni leverte sin masteroppgave ved Institutt for biologi ved NTNU. Hun var derfor mer enn villig til å ha en 10 minutters innledning om mikroplast under studentkurset og under selve Campen. Hun var da også den eneste som fikk anledning til å gjennomføre presentasjon for elever.

En takk til disse som velvilligst stilte sin ekspertise til rådighet for Science Camp 2019.

3.2.4 Rekruttering av deltakere

I utgangspunktet hadde vi mange planer om hvordan vi skulle rekruttere deltagere. Følgende kriterier var tidlig klart:

- Det gjaldt deltagere fra videregående skole, muligens de som er på vei inn i videregående fra 10 trinn
- Deltagerne skulle rekrutteres fra hele Trøndelag. Dette gjaldt spesielt deltagende klasser til Rube Goldberg konkurransen, da vi antok at denne kunne være et godt alternativ til de som ikke hadde anledning til å komme inn til Trondheim.
- Rekrutteringen til Science Camp 2019 la opp til individuell påmelding inkludert valg av tema. Ved at de fikk lov til å melde seg på tema tenkte vi at vi vil få flere ungdommer som var spesielt interessert i temaet de hadde valgt.

For markedsføring av tilbudet se avsnitt 3.8 på side 43.

3.3 Opplæring av læringsassistenter – Studentkurs

Tirsdag 11. juni ble satt av til opplæring av studentene. Etter en felles innledning for alle 10 ble de delt i to grupper ut fra kompetanse. Hver av de to gruppene på 5 studenter fikk opplæring i to tema slik at de kunne vikariere for hverandre. Tabellen under viser programmet for kurset.

Tid	Luftkvalitet/Rensing avløpsvann	Vannkvalitet/Mikroplast
08:30 – 09:15	Felles orientering om opplegget Sikkerhet på lab	
09:15 – 09:30	Intro Vannrensing (v/Sina Shaddel)	Intro mikroplast (v/Dina Rogstad)
09:30 – 12:00	Arbeid med oppgaver knyttet til vannrensing og måling av turbiditet	Arbeid med oppgaver knyttet til registrering av mikroplast
12:00 – 12:30	Lunsj (servert)	
12:30 – 12:45	Intro Luftkvalitet (v/Tore Nordstad)	Intro Vannkvalitet (v/Terje Nøst)
12:45 – 15:30	Arbeid med oppgaver knyttet til måling av partikler i luft	Arbeid med oppgaver knyttet til kjemiske analysemetoder og vannkvalitet
15:30 – 16:00	Felles oppsummering	

Tanken var at studentene på kurset skulle gjøre det samme som elevene skulle gjennomføre under selve campen. De fikk derfor det samme underlagsmaterialet som elevene ville ha fått. Imidlertid ble det forventet at de skulle gjennomføre det samme på ca. halve tiden av det studentene fikk. Erfaringene med temaene luftkvalitet og vannrensing viste at dette holdt hardt.

Gjennomkjøringen var også tenkt som en test på om opplegget hadde mangler. Vi fikk da også inn kommentarer til det skriftlige materiellet. Det viste seg også at Office-programvaren på laboratorie-PC'ene våre hadde blitt automatisk oppdatert, hvilket innebar at Excel ble oppdatert til Excel Office 365 som krever personlige lisenser. Det var derfor enkelte studenter som hadde problemer med å åpen programmet uten at de brukte sin private konto. PC'ene ble derfor sendt til IT-avdelingen som la inn Office 2019 på samtlige PC'er, denne oppgraderingen var imidlertid ikke ferdig før 18. juni, dvs. godt inne i programmet for Science Camp 2019.

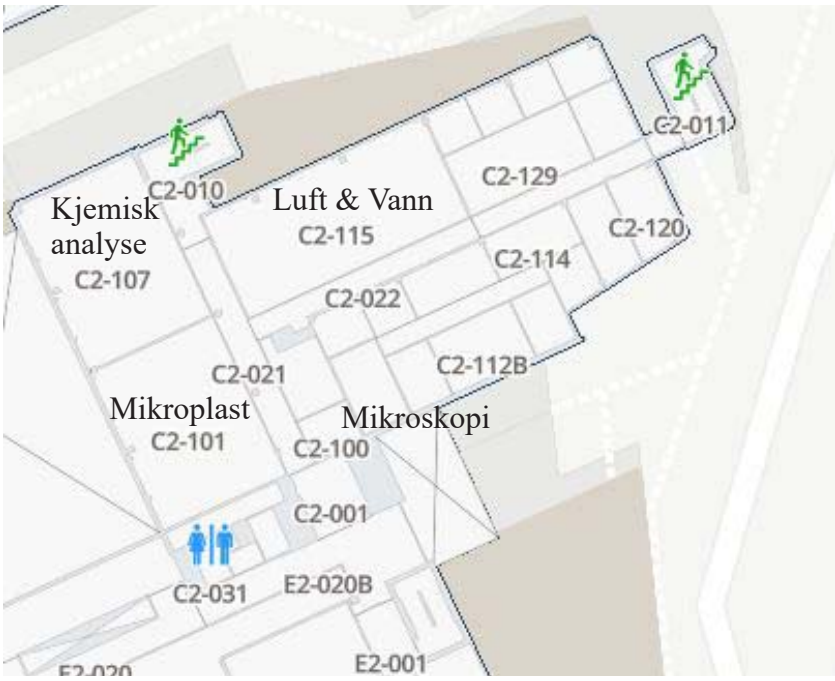
Samtlige eksperter som skulle holde foredrag møtte opp og holdt sine innlegg under Studentkurset. De oppfattet også dette som en generalprøve.

Ellers var inntrykket at opplæringen fungerte meget godt.

3.4 Lunsj

Planen var at deltagerne under Science Camp 2019 selv skulle medbringe lunsj, ev. hadde de anledning til å kjøpe lunsj i Realfagkantina. Det ble spandert lunsj i kantina under studentkurset 11. juni.

3.5 Lokalisering



På grunn av ulike konferanser på Gløshaugen var det ikke så lett å finne ledige rom. Vi endte opp med å bruke våre lokale laboratorier C2-101, C2-107 og C2-115 i tillegg til veierommet C2-100 som med fordel kunne brukes til et mørkerom for å studere mikroplast under mikroskop, hvilket fungerte godt.

Vi valgte å legge Luft og vann i C2-115 siden dette hadde fire benker med god plass til fire 6'er grupper. Dessuten brukte temaene Luft og vann mikrokontroller som med fordel kunne samles på ett rom. Mikroplast ble forslått plassert i C2-101 da dette lå nært C2-100 for mikroskopering. Mens Kjemisk analyse fikk C2-107.

Dette var en meget praktisk løsning siden Skolelaboratoriet er plassert på samme sted. Det viste seg imidlertid at ventilasjonsanlegget, spesielt på C2-115 var svært støyende og gjorde det vanskelig å bruke til forelesningene. Vi vurderte derfor andre alternativer til presentasjonene på slutten av dagen. Imidlertid ble ikke dette aktuelt.

3.6 Risikoanalyse

I forbindelse med at vi så for oss at nesten 150 ungdommer skulle inn på tre laboratorier i løpet av tre dager, var det særdeles viktig å ha gode sikkerhetsrutiner. ***Kristin Grenstad*** hjalp oss med å gjøre en risikoanalyse og utfylling av skjema for risikovurdering på bakgrunn av en gjennomgang av opplegget. Dessuten hadde hun en gjennomgang for prosjektledelsen og studentene under opplæringen av studentene 11. juni. ***Oddbjørn Grandum*** hjalp oss med innkjøp av verneutstyr.

Det var spesielt håndteringen av avløpsvann og slam som var kritisk mht. smittestoffer. det ble derfor gjort en rekke tiltak for å redusere risikoen:

- Alt avløpsvann og slam skulle pasteuriseres bør bruk. Dette ble gjort på forhånd av en ansatt under strenge tiltak om koking i avtrekksskap og bruk av godkjent munnbind.
- Alle deltagere og personell ble pålagt å bruke frakk og briller, og hansker ved håndtering av avløpsvannet
- Det ble kjøpt inn ekstra vernebriller og munnbind, og alle Lateks-hansker ble kassert og byttet ut med Nitrile-hansker for å unngå allergiske reaksjoner
- I tillegg fikk vi gule bokser for håndtering av biologisk avfall. Dette var aktuelt i forbindelse med dissekering av fisk. Vi fikk også spesielle plast dunker for avhending av kjemikalier i forbindelse med Kjemisk analyse av vannprøver

- I forkant ble det utarbeidet planer for håndtering og fordeling av avløpsvann og slam for å unngå unødig søl (se Vedlegg G på side 105)

3.7 Bekledning

Alle læringsassistentene og deltagere av prosjektgruppen fikk utdelt spesiallagede T-skjorter. Det samme gjorde de seks deltagerne som deltok den 19.06.19, siden de var så få. Dette var ikke den opprinnelige planen, hvor skjortene kun var tiltenkt studenter og ansatte.

T-skjortene ble levert av *Stables* og utformet av Mads Nordtvedt ved Kommunikasjonsavdelingen ved NTNU.

3.8 Markedsføring av tilbudet

Vi har etter beste evne forsøkt å følge planen for markedsføring (vedlegg B.1 på side 55).

Tiltak	Utsendelse	Kanal	Ansvarlig
Markedsføring av lærerkurs: *Fra satellittbilder til lokal miljøutforskning*	11. mars 19	E-post til 30 personlige kontakter i alle videregående skoler	Astrid
Markedsføring av lærerkurs: *Fra satellittbilder til lokal miljøutforskning*	11. mars 19	www.skolelab.no Personlig til 309 lærere i Trøndelag	Astrid
Gjennomføring av kurset 25 - 26. april	25. april 19	Aktivitet markedsført på kurset med 11 deltagere	Astrid
Hele tilbudet med foredrag, Science Camp, Rube Goldberg, utstilling	15. mai 19	www.skolelab.no Personlig til 309 lærere i Trøndelag	Nils Kr.
Hele tilbudet med foredrag, Science Camp, Rube Goldberg, utstilling	15. mai 19	Sendt til rektorer ved samtlige videregående skoler i Trøndelag	Tarjei
Hjemmeside med alle tilbud og påmelding	21. mai 19	Hjemmeside ved TRFK	Tarjei
Omtale av skoletilbud i Adresseavisen	25. mai 19	Innstikk i Adresseavisen	Sentralt

Tiltak	Utsendelse	Kanal	Ansvarlig
Markedsføring av Science Camp 2019	6. juni	Alle på Facebook og Instagram i Trøndelag mellom 16. - 19. år	Jobbnorge
Markedsføring av Science Camp 2019	5 juni	Hjemmesiden til Skolelaboratoriet	Nils Kr.
Markedsføring av Science camp og strøm-ming av foredragene 17. juni 2019.	15. juni 19	e-post til samtlige rektorer ved videregående skole i Trøndelag.	Tarjei

Selv om vi brukte alle våre kanaler så fikk vi bare 207 påmeldte til foredrag og 6 påmeldte til Science Camp. I tillegg til 11 påmeldte til lærerkurset hvorav bare sju fra Trøndelag og 5 fra Trondheim. Ingen av disse ønsket å gjennomføre undervisningsopplegg under The Big Challenge. Det var heller ingen som meldte seg på Rub Goldberg konkurransen.

Som et siste forsøk valgte vi å engasjere Jobbnorge til å markedsføre Campen på Facebook og Instagram hvilket syntes å virke siden tre av deltakerne hadde blitt rekruttert på denne måten. De resterende tre var rekruttert gjennom Vitensenterets Talentsenter

Under er vist statistikken for markedsføring på Facebook og Instagram.

RESULTATER

Resultater	Unike lenkeklikk	Eksponeringer	Frekvens	Kostnad per resultat	CTR (klikkfrekvens for lenke)	Beløp brukt	Opprettelsesdato	Avsluttes
334 Lenkeklikk	292	106 690	7,79	kr 14,97 Per lenkeklikk	0,31%	kr 5 000,00	6. juni 2019	13. juni 2019
334 Lenkeklikk	292 Totalt	106 690 Totalt	7,79 Per person	kr 14,97 Per lenkeklikk	0,31% Per eksponering	kr 5 000,00 Brukt totalt		

Resultater viser hvor mange lenkeklikk annonsen har hatt totalt.

Unike lenkeklikk viser hvor mange unike brukere som har klikket på lenken i annonsen.

Eksponeringer viser hvor mange visninger det har vært av annonsen totalt.

Frekvens viser gjennomsnittet for hvor mange ganger samme person har sett denne annonsen.

CTR viser forholdet mellom antall eksponeringer og antall klikk.

For øyeblikket har vi ingen oversikt over hvor mange som lastet ned foredragene for mandag 17. juni. Disse ble lagt ut på: https://vimeo.com/341501585/d210b8efa2

3.9 Materiell og utstyr

Prosjektet har hatt god hjelp fra flere både innenfor og utenfor NTNU.

Her vil vi bare nevne de kontaktene som har hjulpet oss med å skaffe tilveie vannprøver og fisk for disseksjon som ble benyttet under flere av temaene:

Lån av lab. utstyr og fisk for disseksjon:

Mausund Feltstasjon - Eidar AS
Besøksadresse: Kjelhaugen 5 7284 Mausund
Kontaktperson: Odd Arne Arnesen

Mobil: 456 71 265, E-post: post@eidar.no

Avløpsvann- og slamprøver:

Ladehammeren Renseanlegg (LARA), Administrasjonsbygg
Besøksadresse: Ormen Langes vei 29, 7040 Trondheim
Kontaktperson: Pål Clausen
Mobil 482 00 074

Drikkevannprøver:

Vikelvvegen vannbehandlingsanlegg (VIVA), Administrasjonsbygg
Besøkadresse: Vikelvvegen 91, 7054 Trondheim
Kontaktperson: Geir Sommervold
Mobil 911 12 741

3.10 Gjennomføring, oppsummering og evaluering

I dette avsnittet skal vi bl.a. evaluere gjennomføring av tilbudene. Det faglige innholdet er beskrevet foran i kapittel 2 på side 23.

Det er vanskelig å dra noen bastante konklusjoner mht. årsaken til den sviktende oppslutningen fra videregående skole. Årsaken er sannsynligvis sammensatt, men følgende momenter bør vurderes:

- **Tidspunktet:** Sammenfall med muntligeksamen og en travel avslutning av skoleåret er nok en viktig årsak til manglende oppslutning. Av samme grunn er det kanskje for mye å forlange at lærere skal gjennomføre nye og til dels omfattende undervisningsopplegg for elever siste uka før ferien.
- **Overvurdering av interessen:** Etter suksessen med StarMus i 2017 overvurderte man interessen for et slikt arrangement. Til tross for StarMus så er det for øyeblikket ingen tradisjon for en vitenskapsfestival av denne typen i regionen. Det tar tid å bygge opp en slik tradisjon.
- **Skole versus fritid:** Selv om ungdommer mener at det valgte temaet for Science Campen er viktig og interessant, bør en stille seg spørsmålet om dette er viktig nok for at de skal melde seg på en dag med et noe skolepreget opplegg siste skoleuke før ferien.
- **Manglende kommunikasjonskanaler:** Vi oppdaget også at vi manglet kanaler som kommuniserte direkte til målgruppen, ungdom. De som meldte seg på hadde fått informasjon direkte via Talentsenteret ved Vitensenteret eller via Facebook. Bruk av rektorer og lærere syntes ikke å fungere for å nå denne målgruppen. Skoleprogrammet fikk heller ikke den drahjelp vi håpet på gjennom media, da spesielt via innstikket i Adresseavisen. Det må derfor stilles spørsmål ved om vi har det markedsapparatet som trengs for å nå ut til målgruppen.
- **Kort tid til forberedelse:** I og med kort tid fra oppdraget ble gitt til leveranse, så var det lite tid til å orientere seg hos målgruppene, både mht. faglig innhold og for å bygge opp entusiasmen rundt et slikt arrangement på det aktuelle tidspunktet.

Vi sitter imidlertid igjen med fire flotte undervisningsopplegg med tilhørende utstyr for videregående skole knyttet til et meget aktuelt tema som det er verdt å satse videre på i tiden framover, også uavhengig av Science Camper.

I det følgende vil vi se på hvert enkelt tiltak.

3.10.1 Rube Goldberg konkurransen

Gjennomføring

Siden det ikke var noen påmeldte lag ble denne avlyst.

Evaluering

Vi vurderte det slik at dette var en aktivitet som mange kunne delta i til tross for at de muligens kom opp til muntlig eksamen, da de kunne begynne forberedelsene tidlig og de som hadde anledning kunne fullføre, mens eksamenskandidatene kunne kobles fra prosjektet.

Man antar likevel at årsaken hovedsakelig skyldes at lærere og elever hadde fokus på eksamen i denne perioden og at en slik aktivitet var ut over det de hadde ressurser til å arrangere. For de som ikke kom opp var det sannsynligvis en kjærkommen avveksling å ta sommerferie.

De fleste lærere visste hvem av sine elever som ville komme opp ca. 14 dager før muntligeksamen, men de hadde ikke lov til å gi signaler om hva de visste. Dessuten ville jo flere av dem bli engasjert i gjennomføringen av eksamen, enten på egen eller andre skoler.

3.10.2 Science Camp 2019

Gruppeinndeling

På bakgrunn av erfaringene fra Science Campen i 2017 under StartMus valgte vi å dele inn deltakerne i fire grupper av seks deltagere. Dvs. at hver storgruppe besto av 24 deltakere. Å ha seks på hver gruppe er gunstig da det er lett å dele gruppene i både to eller tre mindre lag. Vi valgte å dele hver 6'er-gruppe i to lag av 3 elever. Disse tre skulle så arbeide sammen gjennom dagen.

Hvert tema hadde daglig 12 deltagere fordelt på to 6'er-grupper og fire lag som ble veiledet av to læringsassistenter.

Siden det kun meldte seg seks deltagere de tre dagene, valgte vi å samle alle seks på onsdagen og bestemte at temaet skulle være Mikroplast siden 4 av de 6 hadde valgt dette som tema. At ikke alle fikk det de hadde ønsket seg så ikke ut til å plage deltagerne.

Evaluering

På forhånd var det utarbeidet et spørreskjema for deltakerne (avsnitt D.1 på side 77). Vi valgt et tosiders skjema hvor det på forsiden var en del generelle spørsmål, mens det på baksiden var spesielle spørsmål tilpasset hvert tema. Det ble derfor laget fire ulike spørreskjema.

Utfyllingen tok ca. 10 minutter og ble gjennomført helt på slutten av dagen for de 6 deltagerne på temaet *Registrering av mikroplast*.

6 deltagere svarte på spørreskjemaet knyttet til temaet *Registrering av mikroplast*, hvorav en svarte bare på den ene siden av arket. På flere av spørsmålene skulle deltagerne gi terningkast. Gjennomsnittet angis som ***Skår*** med maks. verdi lik 6.

Spm. 1 - 2: Det var tre gutter og tre jenter. Fire var fra videregående skole og to fra ungdomsskolen (9. trinn). Årsaken til deltagelsen fra ungdomsskolen var at utlysningen gikk ut til elever på Talentsenteret på Vitensenteret.

Spm. 3: Tre hadde fått vite om Science Campen fra Facebook og tre via Vitensenterets Talentsenter.

Spm. 4: Det kan se ut som om deltagerne ikke syntes at tidspunktet passet helt, flere ville enten hatt det tidligere eller senere, ev. tidlig på høsten. Skår: 4,3

Spm. 5: Fem mente at det var passe omfang på tilbudet, en synes det var for kort.

Spm. 6: Fem syntes tidspunktet på dagen var passe, mens en ville hatt det senere, gjerne etter lunsj.

Spm. 7: Flere nevner at de synes at informasjonen om hva som skulle skje under campen var for dårlig. Skår: 4,3

Spm. 8: Jentene synes temaet var topp. Ei skriver at det var "veldig aktuelt og viktig". Guttene var mer lunkne. Likevel kom valg av tema svært bra ut. Skår: 5

Vurdering av de enkelte faglige innslagene:

Spm. 9: Introduksjonen av temaet av ekspert. Skår: 4,8

Spm. 10: Filtrering og analyse av mikroplast i vannprøver: Skår: 5,0

Spm. 11: Forberedelse, filtrering og analyse av mikroplast i sedimenter: Skår: 4,75 (fire har svart)

Spm. 12: Dissekering av fisk og analyse av mikroplast fra mage. Skår: 5,0

Spm. 13: Presentasjon (Ikke gjennomført)

Spm. 14: På spørsmål om tre ting som var spesielt bra er det ikke lett å se noe spesielt som skiller seg ut:
- *Plast inn i fisk, Vannprøver, Plast i sedimenter*
- *Dissekering av fisk, Selvstendighet*
- *Miljøet under campen, Faginnholdet, Lunsjen/samholdet*
- *Tid til spørsmål underveis, Gode svar, lett å forstå lærerikt, Både teori og praksis*
- *Stereolupe mikroskop. Lunsjen var bra,*

Spm. 15: På spørsmål om tre ting som kan bli bedre antydes det at markedsføringen og informasjonen på forhånd kunne ha vært bedre:
- *Alt gikk ganske bra*
- *Engasjement, Informasjon på forhånd, Organisering*
- *Litt mer informasjon om hva man skal gjennom før man kommer*
- *Dere må reklamere mere, flere med*

Se vedlegg D.2 på side 85 for flere detaljer.

3.10.3 Foredragene i Olavshallen

Gjennomføring

Gjennomføringen i Olavshallen er det ingen ting å si på. Foredragene på mandag og tirsdag ble behørig filmet og lagt ut på nett. Kun foredragene på mandag er foreløpig funnet igjen: https://vimeo.com/341501585/d210b8efa2

Evaluering

Som omtalt tidligere så fungerte foredraget med Dandra Diaz og Kate Marvel bra i Olavshallens lille sal som var 2/3 full av ungdom fra både ungdomsskolen og videregående skole.

Foredraget med Raffaell D'Andra, Neil Harbisson og Moon Ribas burde hatt et vesentlig større og eldre publikum. Det er vanskelig å spekulere i hvorfor det var så få som møtte opp. En årsak kan være at miljø, bærekraft og klima er viktige og meget engasjerende tema for tiden, dermed kom tirsdagens program noe i skyggen for eldre elever.

Dette stemmer imidlertid ikke med at Jeremy Jacksen, som er opptatt av hva som skjer med miljøet i havet, fikk så liten oppslutning. Det er mulig at den 19. juni kom så tett opp mot skoleavslutningen at denne tok all oppmerksomhet på dette tidspunktet.

En mer sannsynlig årsak kan være at lærerne på denne tiden av året er opptatt med å organisere eksamen og skoleavslutningen, og dermed utelot å informere elevene om tilbudene, men dette blir kun spekulasjoner.

For omtale av foredragene se avsnitt 2.3 på side 32.

3.10.4 Strømming av foredrag

I skrivende stund har vi ingen kjennskap om i hvilken grad foredraget med Sandra Diaz og Kate Marvel er lastet ned og sett ved videregående skoler.

3.10.5 Tilbud ved Universitet nord – Levanger

I utgangspunktet var det mange som hadde meldt seg på tilbudet ved Universitet nord i Levanger. Imidlertid valgte de fleste av disse å dra til Trondheim slik at antallet på Levanger ble redusert til en klasse med 15 elever. Universitet valgte derfor å avlyse tilbudet.

4 Prosjektøkonomi

4.1 Budsjett

Et foreløpig budsjett ble satt opp i februar 2019 da Skolelaboratoriet ble tildelt prosjektet. Dette ble oversendt prosjektøkonomen ved Inst. for fysikk, primært for å få et prosjektnummer. I begynnelsen av mai var prosjektnummeret på plass. I mars ble statusen til prosjektet endret til intern istedet for eksternt, hvilket medførte reduksjon av overhead på timesatsene.

Tabellen under viser budsjettet etter at prosjektet ble internt. Timekostnadene varierer noe fra medarbeider til medarbeider, men ved oppsett av budsjettet har vi valgt et slags gjennomsnitt av timeprisene.

Totalbudsjett justert mht. interne timepriser:
For en mer detaljert oversikt over budsjettpostene, se vedlegg F.1 på side 103.

Aktivitet	Timepris	Mult faktor	Timer	Kostnader	Ansvrlig
Lønnsdrivende aktiviteter					
Prosjektadministrasjon	475,00	1,00	60,0	28500,00	NKR/POE
Ukentlige møter	475,00	1,00	100,0	47500,00	Alle
Planlegging av to dagsprogram	475,00	1,00	120,0	57000,00	NKR/HE/AJ
Gjennomføring dagsprogrammer Tr.h.	475,00	1,00	60,0	28500,00	Alle
Planlegging av foredragsserie samt deltagelse	475,00	1,00	40,0	19000,00	BB
Opplæring av undervisningsassistenter	475,00	1,00	40,0	19000,00	NKR/HE/AJ
Lønn undervisningsassistenter	270,00	10	30,0	81000,00	Stud.ass
Opplæring undervisningsass. Distrikt	475,00	1,00	20,0	9500,00	NAROM/AJ
Innleie av eksperter	820,00	4,00	2,0	6560,00	AJ
			472,0	296560,00	
Direktekostnader	Stk. pris	Antall			
Materiell for utvikling og gjennomføring Tr.heim	50000,00	1		50000,00	
Materiell for utvikling og gjennomføring distrikt	5000,00	1		5000,00	
Premi for vinner av Rube Goldberg maskin	10000,00	1		10000,00	
Vakthold offentlige arrangementer	0	3		0,00	
				65000,00	
Totale utgifter				361560,00	

4.2 Skyggeregnskap over kostnader pr. 04.10.2019

Vi har av ulike årsaker sett det nødvendig å føre et skyggeregnskap.

På dette tidspunktet har vi ikke full oversikt over de virkelige kostnadene fordi vi ikke har innsyn i regnskapet med bilag ved instituttet, men vi mener oversikten under ligger svært nær opp til det virkelige regnskapet.

Figuren under viser timeregnskapet pr. 04. oktober med reelle timepriser og antall timer:

1				Timer								Sum timer		
2	Medarbeidere			31.03.2019	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Kost			488,00	
3	Medarb. 1	20 %	458,00	40,0	12,0	50	35			62746,00		137,0	458,00	
4	Medarb. 2	20 %	435,00	20,0	10,0	15	30			32625,00		75,0	8,6589	Dollar-kurs (31.03.19)
5	Medarb. 3	10 %	488,00	18,0	2,0	0				9760,00		20,0	9,6923	Euro-kurs (08.04.19)
6	Medarb. 4	10 %	532,00	9,0	4,0	20	3			19152,00		36,0	435,00	
7	Medarb. 5	40 %	489,00	67,5	85,5	148	93	23	3	205380,00	329663,00	420,0	532,00	
8	Medarb. 6		300,00				6,0			1800,00			300,00	
9	Studenter		270,00				160,0			37427,04				
10		100 %		154,5	113,5	233,0	167,0	23,0	3,0	368890,04	368890,04	688,0		

Totalt er det bruk 712,5 timer av fast ansatte i tillegg til 164 timer til innleide studenter og ekspert fra NTNU til en samlet kostnad på drøyt kr. 380 000,-

I tillegg kommer utgifter til utstyr og materiell på til sammen drøyt kr. 76 000,-

Totalt er påløpte kostnader pr. 04. oktober: kr. 456 868,-[1]

For detaljer se Vedlegg F på side 103.

1. Utdragene er hentet fra skyggeregnskapet som er så langt det lar seg gjøre kontrollert med det offisielle regnskapet som pr. 4. oktober ikke foreligger i sin endelig form.

Vedlegg A Bakgrunn for valg av tema

A.1 Idedugnad Science Camp – Dagsprogram

Forslag til helhetlig tilbud (28.02.19)

- **Dagsprogram – Verksted Trondheim (09:00 – 14:00/15:00)**
  Dette er et tilbud for ungdom i videregående skole. Ungdommene melder seg på opplegget, dersom de er kvalifisert mht. alder så dermed «først til mølla». Opplegget varer en dag (5–6 timer) og er prosjektbasert. Det kjøres to paralleller hver med maks 2 x 25 elever. Det samme programmet gjentas tre dager. Deltagerne har med matpakke (serves ev. drikke?)
- **Dagsprogram – Verksted i distriktene i klasserommet**
  Med utgangspunkt de valgte dagsprogrammene i Trondheim, holdes det lærerkurs. Gjennomføringen av opplegget ved den enkelte skole må gjerne gå over flere dager om det passer bedre. Det gjennomføres en evaluering bl.a. elevene etter gjennomføringen. Det kan være lurt at distriktsprogrammet kun omfatter ett tema.
- **Lærerkurs**
  Kurset tar opp det aktuelle tema og er spesielt rettet mot gjennomføringen i klasser i midten juni. Lærerne i Trøndelag får dekket utgifter til kursing av prosjektet dersom de gjennomfører opplegget. Temaene må være relevant innenfor læreplanene. Samtidig må kurset gi tilstrekkelig bakgrunnskunnskap for lærerne. Det må vurderes om lærerne også må få gratis klassesett av utstyr.
- **Felles foredrag (før kl. 12:00)**
  Utvalgte foredragsholdere holder times foredrag (intil 45 min.) om relevante og spennende tema. Opplegget kan kjøres i en mindre sal i Olavskvartalet. Tilbudet er gratis, men krever påmelding. Det må legges til rette for videoopptak og strømming.
- **Foredrag i distriktene**
  Foredragene strømmes til utvalgte visningssteder i distriktet. Videregående skoler er aktuelle arenaer. Tilbudet annonseres til skolene som sprer tilbudet blant lærere og elever ved skolen. Om vi lykkes med et slikt tilbud vil vi kunne få en god spredning til distriktet uten bruk av alt for mye resurser. Dessuten vil overføringsverdien til varig bruk og effekt i skolen være en verdifull tilleggsgevinst. Det står og faller på at vi kommer opp med gode prosjekter som kan brukes på ulike måter. I denne sammenhengen er bruk av *Satellittbilder i undervisningen* spesielt interessant siden NAROM kan involveres.

Lærerkurs 25. – 26. april – Trondheim

Kurset bør utlyses så snart som mulig.

1. dag – Opplæring i bruk av verktøy, muligheter

2. dag – Observasjoner i marken med måleinstrumenter

NAROM arbeider med et program og kursbeskrivelse. Forslag er kommentert.

Ulike forslag til program for paralleller under Science Camp vgs

Forslag 1 – Miljø og partikkelforurensning

Dette forslaget inneholder for mye, man må gjøre noen valg

- Velkommen og informasjon
- Introduksjon til tema – Om partikkelforurensning i havet (kort pres.)
  (Ocean Space Center – Karoline Ski)
- Om måling av absorbans og turbiditet (kort pres.)
- Alternative aktiviteter:
  - Bygging av og måling med kolorimeter
  - Bygging og programmering av turbidimeter
  - Bygging og programmering av salinimeter
  - Registrering av plast i havet
  - Nedlasting av data fra åpne datakilder https://www.ferrybox.com/
- Introduksjon til et kommersielt utstyr
  - Bruk av spektrofotometer og måling på virkelig prøve, sammenligning av selvbygget
  - Bruk av kommersielt turbidimeter og måling av virkelig prøve, sammenligning med selvbygget
- Oppsummering og konklusjon

Forslag 2 – Vaksine og pollenallergi

Denne inneholder for lite aktiviteter, forslag til noe mer?

- Velkommen og informasjon
- Introduksjon til tema om vaksine og vegring mot vaksine
  Kan man vaksineres mot pollenallergi?
  Introduksjon av noen fra Medisin, lege eller legestudent
- Måling av pollentetthet
  - Kan deltagerne gjennomføre en måling?
  - Ev. kan de studere målinger som er forberedt på forhånd?
  - Bruk av mikroskop og telling
- Oppsummering og konklusjon

Forslag 3 – Lokalisering og fjernovervåking

- Velkommen og informasjon
- Introduksjon til tema – Om overvåking og innsamling av data
  (Ocean Space Center)
- Introduksjon til GPS-systemet og byggeaktivitet
  - Deltagerne bygger en Arduino/Teensy basert GPS-mottaker med display på koblingsbrett
  - Mottakeren utstyres med en miljøsensor, CO2 eller TVOC sensor
    (Total Volatile OrganicCompounds)

- Deltagerne går ut og samler inn data fra ulike lokasjoner
  (Ev. bruk av AMOS transpondere laget til konkurransen i april)
- Dataene samles og plottes på et kart
- Traseen de har gått plottes inn i Google Earth

- Oppsummering og konklusjon

Forslag 4 – Miljøovervåking med satellitt-data

- Velkommen og informasjon
- Introduksjon til tema – Om bruk av jordresurssatellitter
  (NAROM)
- Nedlasting av satellittdata
  - Analyse av bildedata i tid og rom
  - Leting etter karakteristiske trekk i datamaterialet
  - Publisering av resultatene
- Oppsummering og konklusjon

Forslag 5 – Fornybar energi

- Velkommen og informasjon
- Introduksjon til tema – Solceller (Tommy Fernandes)
  Hvordan en kan man bygge opp solcelleanlegg i land uten EL-nettverk**?**
- Bygg en solcelledrevet lampe for belysning og lading av mobiltelefon.
  Sett i perspektiv av etablering av solcelleanlegg i landsbyer
  - Lag solcellepanel
  - Lag en lampe ved hjelp av plastknekking
  - Oppkobling og lading av batteripakke
  - Uttesting
- Oppsummering og konklusjon

Opplegget er delvis prøvd ut ved Vitensenteret i Trondheim.

Forslag 6 – Humler og insekter

- Velkommen og informasjon
- Introduksjon til tema – Insekter og humler (Tor Bollingmo)
- Bygg en humlekasse
  - Litt om hvorfor humlekasser og hvordan den bør bygges
  - Monter humlekassen
  - Opphenging av humlekassen
- Hva skjer med bier og insekter?
  Er det noe vi kan gjøre?

- Insekter i stedet for sprøyting

Relaterte opplegg beskrevet under formidlersamlinga for vitensentre februar 2019.

Forslag 7 – Bygging av Micro:bit drone

Kurset holdes av Henning Pedersen som også skaffer dronebyggesett. Settene er laserskåret og styringsenhetene består av to Micro:bit kort. Det ene på dronen, det andre på bakken. En Joy stikk brukes til å styre dronene.

- Velkommen og informasjon
- Introduksjon til tema – Litt drone fysikk (Henning Pedersen)
- Bygge drone
    - Mekanisk montering
    - Elektrisk montering
    - Enkel programmering for styring
    - Ut å fly. Disse dronene er små slik at de til nød kan flyges innendørs

Hva kan droner brukes til i det sivile liv?

Opplegget er gjennomført på Talentsenteret ved Vitensenteret i Trondheim. Henning har sagt seg villig til å gjennomføre opplegget.

Vedlegg B Markedsføring

B.1 Markedsføringsplan

Følgende plan ble foreslått den 3. april.

Tidsplan for markedsføring av arrangementene (Rev. 09.05.19)

Arrangement eller aktivitet	Kanal	Frist	Ansvarlig
Tilbud om kurs og bruk av Satellittbilder i undervisningen på egen skole under BC generell utlysning til hele landet	Skolelab.no Nettside Personlig e-post	Annonsert 11.03.19	SL/NAROM
Orientering og spesiell invitasjon til deltagelse på kurs til utvalgte lærere i Trøndelag	Personlig e-post	Utsendt 11.03.19	SL/TRFK
Gjennomføring av lærerkurs		25. – 26.04	NAROM/SL
Klargjøring av foredragsholdere og beskrivelse av foredrag for markedsføring.	-	05.05.19	SL/Sentralt
Beskrivelse av utstillingen Futurum for markedsføring bl. skolene	-	05.05.19 OK 09.05.19	SL/Sentralt
Beskrivelse av dagtilbudet for markedsføring	-	05.05.19	SL
Beskrivelse av Rube Goldberg-konkurranse		05.05.19	SL
Åpen markedsføring av Dagtilbudet (ca. 150 plasser) til ungdom i videregående skole, Individuell påmelding.	WEB TRFK SL Sosiale medier *Påmelding*	10.05.19	TRFK/SL
Frist for påmelding Dagtilbud		01.06.19	-
Markedsføring av strømmet Foredragstilbud videregående skoler (17. - 19.) til rektorer	WEB TRFK SL Sosiale medier e-post *Påmelding*	10.05.19	TRFK
Frist for påmelding til strømmet overføring	-	25.05.19	-
Markedsføring av Rube Goldberg-konkurranse klassevis påmelding av lærer	WEB TRFK SL e-post Påmelding	10.05.19	TKF
Frist for påmelding til Rube Goldberg-konkurranse	-	25.05.19	
Markedsføring av Foredragstilbud og utstilling i Trondheim for videregående skoler over hele Tr.lag. til rektorer og kontaktnett	WEB TRFK SL Sosiale medier *Påmelding*	10.05.19	TRFK/SL NTNU
Frist for påmelding til foredrag Olav-hallen	-	25.05.19	-
Personlig beskjed om tildelt plass på dagtilbudet, dette kan ev. automatiseres via påmeldingssystemet	e-post	01.06.19	SL/Påmeldings-system
Arrangementsdager	-	17. – 19.06	

SL – Skolelaboratoriet
TRFK – Trøndelag fylkeskommune

Mulige markedsføringskanaler TKF

- **Rektormøtet:** Forhåndsinformere rektorene om at tilbudet blir lansert på to møter, sist 9. mai. Rektorene vil ha en viktig rolle for å få spredd dette til hele sitt pedagogiske personale, og det blir samtidig forankret hos ledelsen

- **Direkte kommunikasjon**: E-post til rektorer, skoler og eventuelt nettverksledere
- **Intranett:** Program, innhold og lenker til påmelding synliggjøres på Yammer.
- **Hjemmeside**: Mulig på fylkeskommunens

Oversikt over mulige markedskanaler:

Arrangement	Markedskanal Nett/media	Ansvarlig
Dagsprogram Trondheim (egen hjemmeside SL)	- Rektormøtet - Yammer/påmelding - Hjemmeside SL - Hjemmeside TRFK/Intranett - Samle-e-post (www.skolelab.no?) - Adresseavisen innstikk	Tarjei Tarjei Nils Kr. Tarjei Nils Kr. Karl Amund
Rube Goldberg konkurranse (egen hjemmeside SL)	- Rektormøtet? - Yammer/påmelding - Hjemmeside SL - Hjemmeside TRFK/Intranett - Samle-e-post (www.skolelab.no?)	Tarjei Tarjei Nils Kr. Tarjei Nils Kr.
Foredrag Olavshallen (egen hjemmeside SL) Futurum (ev. henviser til ekstern hjemmeside)	- Rektormøtet - Yammer/påmelding klasser - Hjemmeside SL - Hjemmeside TRFK/Intranett - Samle-e-post (www.skolelab.no?) - Adresseavisen innstikk	Tarjei Tarjei Nils Kr. Tarjei Nils Kr. Karl Amund
Strømming av foredrag Olavshallen	- Hjemmeside SL - Hjemmeside TRFK/Intranett - Samle-e-post (www.skolelab.no?) - Adresseavisen innstikk	Nils Kr. Tarjei Nils Kr. Karl Amund

All **påmelding** gjøres på nettsidene til TRFK via Yammer. Ev. sider på Skolelaboratoriet (SL) peker på påmeldingssidene ved TRFK.

Dessuten lages en **samle-e-post** til skolene med meget korte omtaler som peker på disse sidene. Det vurderes å sende ut e-post til lærere på Skolelab.no, men må koordineres med e-postutsendelser fra SL og TKF slik at det ikke blir for mye dobbeltkommunikasjon.

Det er uklart om det skal være påmelding for bruk av **strømmetjenesten**.

Karl Amund lager en samleannonsering for **innstikk i Adresseavisen** basert på tilsendt informasjon. Lenkene til påmelding må inn der.

Følgende **e-postkanaler** er mulig:

- www.skolelab.no
- TRFK – rektorer
- TRFK – kontaktlister
- SL – Kontaktlister

Her må vi velge.

B.2 Markedsføring av lærerkurs - Utforsk nærområdet v.hj.a. satellittbilder

Innledningsvis ble det foreslått et opplegg for bruk av satellittbilder til utforsking av nærområdet til skoler i distriktet. Det var et nærliggende valg da temaet og anvendelsen av slike er ganske uavhengig av lokalisering, og kan derfor tilpasset en hvilken som helst skole uansett plassering ... tenkte vi.

B.2.1 Utsendelse til kontaktlærere

Det ble derfor laget en invitasjon til et kurs holdt av NAROM 25. og 26. april 2019.

NTNU | THE BIG CHALLENGE

Vitenskapsfestivalen The Big Challenge

Desentralisert skoleprogram i hele fylket:

«Utforsk nærområdet ved hjelp av satellittbilder og avansert bildeprosessering»

Er du frustrert over at elevene dine ikke har mulighet til å bli med på Big Challenge og at alle tilbud foregår i Trondheim?
Kan du tenke deg hjelp til å gi elevene et variert og relevant faglig tilbud på dager der karakterer er satt og motivasjonen er høyere for ferie enn skolearbeid?
Vil du oppdatere deg på gratis tilgjengelige digitale hjelpemidler som vil være utmerkede verktøy i naturfag, geografi, geofag eller teknologi- og forskningslære?
Da bør du bli med på kurs og gjennomfører din egen Big Challenge-dag med elevene i samarbeid med Skolelaboratoriet ved NTNU!

Bakgrunn

16. – 19.juni er dagene da NTNU arrangerer sin egen vitenskapsfestival *The Big Challenge*. Tema for festivalen er tredelt:

- kampen for sannhet i vitenskap og politikk
- teknologiens rolle i samfunnsutviklingen
- bærekraftige løsninger for utvikling og endringer

Mer informasjon om festivalen finner dere her: https://www.ntnu.no/bigchallenge/

Trøndelag fylkeskommune er partner og bidragsyter til festivalen, og har en klar intensjon om at den skal komme elevene i videregående skole fra hele Trøndelag til gode. Derfor har Skolelaboratoriet ved NTNU fått i oppdrag å utvikle og gjennomføre egne tilbud for elever.

Planen per i dag er at elevtilbudet fra Skolelaboratoriet vil bestå av

1. populærvitenskapelige foredrag i Trondheim spesielt tilpasset ungdom
2. fagdager i Trondheim der elevene jobber med problemstillinger knyttet til festivaltemaene teknologi og bærekraftig utvikling
3. desentralisert tilbud for elever i videregående skole i Trøndelag

Desentralisert tilbud til videregående skoler

Siden mange videregående skoler i Trøndelag har lang reisevei til Trondheim, ønsker vi å bringe så mye som mulig av tilbudet ut dit elevene er. Det er allerede klart at NRK strømmer hele

NTNU | THE BIG CHALLENGE

Vitenskapsfestivalen The Big Challenge

Desentralisert skoleprogram i hele fylket:

«Utforsk nærområdet ved hjelp av satellittbilder og avansert bildeprosessering»

Er du frustrert over at elevene dine ikke har mulighet til å bli med på Big Challenge og at alle tilbud foregår i Trondheim?
Kan du tenke deg hjelp til å gi elevene et variert og relevant faglig tilbud på dager der karakterer er satt og motivasjonen er høyere for ferie enn skolearbeid?
Vil du oppdatere deg på gratis tilgjengelige digitale hjelpemidler som vil være utmerkede verktøy i naturfag, geografi, geofag eller teknologi- og forskningslære?
Da bør du bli med på kurs og gjennomfører din egen Big Challenge-dag med elevene i samarbeid med Skolelaboratoriet ved NTNU!

Bakgrunn

16. – 19.juni er dagene da NTNU arrangerer sin egen vitenskapsfestival *The Big Challenge*. Tema for festivalen er tredelt:

- kampen for sannhet i vitenskap og politikk
- teknologiens rolle i samfunnsutviklingen
- bærekraftige løsninger for utvikling og endringer

Mer informasjon om festivalen finner dere her: https://www.ntnu.no/bigchallenge/

Trøndelag fylkeskommune er partner og bidragsyter til festivalen, og har en klar intensjon om at den skal komme elevene i videregående skole fra hele Trøndelag til gode. Derfor har Skolelaboratoriet ved NTNU fått i oppdrag å utvikle og gjennomføre egne tilbud for elever.

Planen per i dag er at elevtilbudet fra Skolelaboratoriet vil bestå av

1. populærvitenskapelige foredrag i Trondheim spesielt tilpasset ungdom
2. fagdager i Trondheim der elevene jobber med problemstillinger knyttet til festivaltemaene teknologi og bærekraftig utvikling
3. desentralisert tilbud for elever i videregående skole i Trøndelag

Desentralisert tilbud til videregående skoler

Siden mange videregående skoler i Trøndelag har lang reisevei til Trondheim, ønsker vi å bringe så mye som mulig av tilbudet ut dit elevene er. Det er allerede klart at NRK strømmer hele

B.2.2 Omtale av lærerkurset på nettet

Kurset ble omtalt på nett og markedsført via www.skolelab.no til lærere over hele landet.

Velkommen til etterutdanningskurs!

Fra satellittbilder til lokal miljøutforskning

Sted:	NTNU Gløshaugen, Trondheim
Dato:	25. – 26 april 2019
Tid:	Oppstart kl.09.00 på torsdag og avsluttes innen kl.15.00 på fredag
Lokale:	Rom **R60**, 3.etasje i E-blokka i Realfagbygget (lenke til kart: http://bit.ly/2I5kO7X)
Kursavgift:	Kurset er en del av Nordic ESERO prosjektet og er gratis for lærere.
Målgruppe:	Lærere som underviser i Naturfag VG1, Geofag eller Teknologi og forskningslære.
Kursholdere:	Anita Grønseth og José Miguel González Pérez, NAROM

Innhold dag 1:

- The Big Picture: Hvordan bruke satellittbilder i undervisningen om klima, miljø og bærekraftig utvikling.
- Metode: Fra satellittbilder til utforskning on-site
- Øvelse med ressursene: Google Earth, EO Browser, GPS app'er
- Oppgave: Undersøkelse av vegetasjon nær Gløshaugen
- Andre eksempler fra lokalt miljø til internasjonalt samarbeid
- Presentasjon av «Klimadetektiv»
- Oppsummering og refleksjon

Innhold dag 2:

- Oppsummering dag 1: Hva har vi lært så langt
- Oppgave/aktivitet: Utvikle en oppgave basert på «klimadetektiv» for din skole/dine elever
- Presentasjon av ideer for hverandre
- Oppsummering og refleksjon
- Evaluering

Deltakerne vil få gratis lunsj begge dagene.

Praktisk:

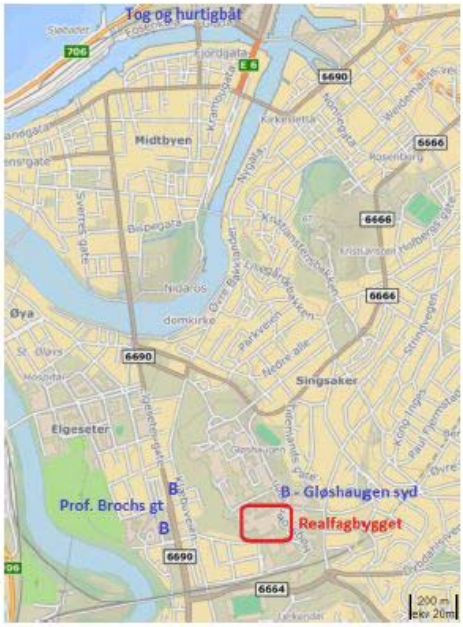
Hvordan komme seg til Realfagbygget?

Realfagbygget ligger i sørenden av Gløshaugen. Se kart. Hvis du kommer med flybuss er holdeplassen «Prof. Brochs gt» den nærmeste.

Hvis du bruker lokalbusstilbudet til AtB, kan du ta linje nr.5 eller 22 til holdeplassen «Gløshaugen Syd». Den stopper like ved Realfagbygget.

Tog og hurtigbåt setter av folk på Brattøra. Da kan du enten spasere opp til Gløshaugen (ca. 3 km) eller ta buss.

Se nettsida til AtB for alle detaljer om busstransport: https://www.atb.no/



Parkering
Det er beskjedne muligheter for gjesteparkering på Gløshaugen. Hvis du planlegger å komme med egen bil, er det lurt å sette seg inn i parkeringsmulighetene i forkant. Her finner du mer om dette: https://www.ntnu.no/parkering

Hvordan finne fram inne i Realfagbygget?

Bruk svingdøra inn, markert på kartet ved siden av. Når du kommer inn finner du to heiser på høyre side. Ta en av dem opp til 3.etasje.

Følg videre skilting til **R60**.

Hva bør jeg ha med?

Alle deltakerne må ha med egen PC.

Andre spørsmål?

Kontakt Astrid Johansen, tlf. 918 22 404 eller epost: astrid.johansen@ntnu.no

Velkommen!

B.3 Markedsføring av Rube Goldberg-konkurranse

Som et alternativ til Satellittbilde-kurset ble det etter hvert etablert et tilbud hvor grupper av elever skulle lage sin egen Rube Goldberg maskin i klasserommet og sende inn videoen. Det ble derfor laget en markedsføringsflyer.

The Big **Rube Goldberg-machine** Challenge!

THE BIG CHALLENGE
SCIENCE FESTIVAL TRONDHEIM 2019

16.–19.juni arrangerer NTNU sin egen vitenskapsfestival
The Big Challenge: www.ntnu.no/bigchallenge/

Som en del av festivalen inviterer vi klasser over hele Trøndelag til å ta utfordringen og bygge Rub Goldberg-maskiner.

Hva i all verden er en Rube Goldberg-maskin?
Kort sagt, en maskin som gjennom flere ledd, gjerne bestående av dagligdagse artikler, utfører en enkel oppgave på en komplisert måte. Her er et eksempel fra Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=OHwDf8njVfo

Hva går konkurransen ut på?
Å lage en så fantastisk Rube Goldberg-maskin som mulig.

Hvem kan delta?
Alle som vil, men bare elever i videregående skoler i Trøndelag kan vinne premier.

Konkurranseregler

1. Læreren melder på en eller flere grupper med elever.
2. Det er ingen begrensninger på hva Rube Goldberg-maskinen kan settes sammen av, men elevene må dokumentere at de har gjort arbeidet selv.
3. Elevene kan starte arbeidet så snart de er påmeldt, og bruke så mye tid de vil.
4. En plan for arbeidet, kort beskrivelse av hva som er gjort underveis og en video som viser Rube Goldberg-maskinen i aksjon skal legges ut på en felles nettside for alle som deltar i konkurransen.
5. Vinneren kåres ved å kombinere avstemming fra deltakere og fagjury.
6. Mandag 17.06 kl.14.00 – 14.15 er avstemmingsfunksjonen åpen på nettsida.
7. Mandag 17.06 kl.14.30 annonseres vinneren på nettsida.
8. Utvalgte videoer kan bli vist på storskjerm i Olavshallen tirsdag 18.06 og evt. på Futurum-utstillingen på Krigsminneplassen

Premie
Reisestøtte på kr. 10 000,- for at klassen kan reise til Trondheim fredag 27.september og besøke NTNU på Gløshaugen med bl.a. følgende program:
kl.13.00: Elevverksted på Skolelaboratoriet
kl.16.30: Gratis pizza
kl.18.00: Delta på Researchers Night (https://www.ntnu.no/forskningsdagene/night)

Påmelding
Læreren sender inn navn på skole, deltakende lag med kontaktperson til:
astrid.johansen@ntnu.no **innen 01. juni 2019**.

Informasjon om felles nettside
Tilgang til den felles nettsida og nødvendig instruksjon for å legge inn tekst, bilder og video, samt hvordan avstemmingen vil forgå, vil sendes ut i starten av uke 22.

Trøndelag fylkeskommune | NTNU Kunnskap for en bedre verden

B.4 Markedsføring av foredragene i Olavshallen

Det ble foreslått at tilbudet i Olavshallen kunne være et tilbud til både distriktet via strømming og for tilreisende eller Trondheimsskoler. Følgende flyer ble laget for dette tilbudet.

B.5 Markedsføring av dagsprogrammet - Science Camp 2019

For den spesielt interessert elev ved videregående skole ble det laget et lokalt program. Dette ble også markedsført ved bl.a. en flyer.

HVORDAN STÅR DET TIL MED LUFT- OG VANNKVALITETEN VÅR?

THE BIG CHALLENGE
SCIENCE FESTIVAL TRONDHEIM 2019

Science Camp for elever i videregående skole.
Mandag 17., tirsdag 18. eller onsdag 19. juni (09:00 – 15:00)
Sted: Realfagbygget Gløshaugen med noen feltoppdrag i nærområdet for noen

Tar du utfordringen?

Under vitenskapsfestivalen «Big Challenge» ved NTNU, vil Skolelaboratoriet i samarbeid med Trøndelag fylkeskommune danne «forskerteam» med elever fra videregående skole. I løpet av en formiddag (09:00 – 15:00) vil vi undersøke kvaliteten på lufta vi puster inn, vannet vi drikker og renheten av det rensede avløpsvannet vi slipper ut i fjorden. For å sette sammen et tverrfaglig «forskerteam», trenger vi elever med bakgrunn innen flere realfag, også noen med kompetanse innen elektronikk, programmering og teknologi.

Dere kommer til å arbeide i spesialistteam innen hvert av fire tema. Hvert spesialisttema deles inn i mindre grupper og arbeidslag. Ved påmeldingen må dere velge dag og ett av følgende spesialområder:

1. Luftkvalitet (Måling av partikler i luft, elektronikk, programmering, sensorer)
2. Rensing av avløpsvann (Vannrensing, partikkelinnhold, elektronikk, programmering, sensorer)
3. Kvalitet av drikkevann (Vannkvalitet, kjemisk analyse, målemetoder, pH, kalkinnhold, o.l.)
4. Mikroplast i vann og slamprøver (Filtrering av prøver, bruk av stereolupe, UV-lys og blått lys for registrering)

Måling av luftkvalitet

Måling av partikler i avløpsvann

Måling av kvalitet på drikkevann

Registrering av mikroplast

Hver gruppe ledes av en læringsassistent (student ved NTNU).
Dersom du mener at dette er noe for deg og du går på videregående skole, må du melde deg på ett av spesialtemaene en av dagene:

Dato:	Man.17. juni	Tirs. 18. juni	Ons. 19. juni
Luftkvalitet	☐	☐	☐
Rensing av avløpsvann	☐	☐	☐
Kvalitet av drikkevann	☐	☐	☐
Mikroplast i avløpsvann	☐	☐	☐

Påmeldingen gjør du her: https://trondelag.pameldingssystem.no/tbc2019
Hver dag er det 12 plasser innen hvert tema. Vi vil holde til i Realfagbygget på Gløshaugen.
Ta med matpakke eller kjøp lunsj i kantina i Realfagbygget.

Siden dette er i skoletiden forutsettes det at du får fri i den aktuelle tiden.
Varsle fra snarest dersom du skulle bli forhindret fra å delta slik at andre kan overta plassen din.

Trøndelag fylkeskommune | NTNU Kunnskap for en bedre verden

B.6 Fylkeskommunens hjemmeside med påmelding

Denne var ikke tilgjengelig da denne rapporten ble utformet.

Vedlegg C Informasjon

C.1 Informasjon til foredragsholdere

C.1.1 Spesifikasjon av oppdraget

Innledningsvis ble det sendt ut en spesifikasjon på hva vi så for at de kunne snakke om i sine "10-min." ekspertpresentasjon innledningsvis. Det ble presisert at det var viktig å holde det kort. Studentkurset ble brukt som generalprøve med tilbakemeldinger.

- Momenter til fagspesifikke innlegg (maks. - 10 min):
    - Rensing av avløpsvann (***Sina Shaddel*** – Institutt for bygg og miljøteknikk)
      Hvorfor rensing? Hvordan rensing? Hva må bort? Hva blir igjen? Er det mulig å gjenbruke renset vann og hvorfor?
    - Luftkvalitet (partikler i luft) (***Tore Nordstad*** – Trondheim kommune, Miljøenheten)
      Hvilke skadelige stoffer inneholder luft i by? Hva er den viktigste kilden til forurenset luft i Trondheim, sommer, vinter? Hvilke tiltak treffer man for å redusere mengden skadelige stoffer? Hvor viktig er partikkelforurensningen i for hold til gassforurensning?
    - Mikroplast i slam og vannprøver (***Dina T. Rogstad***, MSc Biologi)
      Hva er de viktigste kilder til mikroplast i naturen/avløpsvann/havet? Hva gjør dem så farlige? Hvilke tiltak kan vi treffe for å redusere utslipp? Kan de brytes ned eller samles inn? Hva bør vi gjøre med mikroplast i slammet som blir igjen etter rensing?
    - Kvalitet av drikkevann (***Terje Nøst*** – Trondheim kommune, Miljøenheten)
      Hva karakteriserer et godt drikkevann? Er det mulig å måle om det er godt eller ikke, eller må det smakes? Hva innebærer rensing av drikkevann? Hvilke parametere måles etter rensing av drikkevannet? Hvilke forurensningskilder er man mest bekymret for drikke vann i Trondheim?

C.1.2 Informasjon til foredragsholderne og invitasjon til studentkurset

Denne ble sendt ut fredag 7. juni før studentkurset 11. juni.

Generell orientering om studentkurs 11. juni og gjennomføring av Science Camp 2019 (17. – 19. juni)

Takk for at dere vil stille deres kompetanse til disposisjon under Science Camp 2019 for elever i videregående skole og opplæringen av studenter den 11. juni. Det er snakk om 10 studenter fordelt på to grupper av 5 stk.

Som vi har snakket om så gjelder det en 10 min. introduksjon til det aktuelle temaet vi er blitt enige om i avtalen (se vedlegg).

Tilbudet består av fire tema:

- *Måling av partikler i vann*
  (Intro Vannrensing (v/Sina Shaddel) (09:15 - 09:30)
- *Registrering av mikroplast*
  Intro mikroplast (v/Dina Rogstad) (09:15 - 09:30)
- *Kjemiske analysemetoder (vannkvalitet)*
  Intro Luftkvalitet (v/Tore Nordstad) (12:30 - 12:45)

- *Måling av partikler i luft (luftkvalitet)*
  Intro Vannkvalitet (v/Terje Nøst) (12:30 - 12:45)

Program studentkurs 11. juni 08:30 – 16:00.
Sted: *Laboratorier tilknyttet Skolelaboratoriet C2-101 og C2-115/107 som ligger ved siden av hverandre.*

Tid	Luftkvalitet/Rensing avløpsvann C2-101	Vannkvalitet/Mikroplast C2-115/107
08:30 – 09:15	Felles orientering om opplegget Sikkerhet på lab	
09:15 – 09:30	Intro Vannrensing (v/Sina Shaddel)	Intro mikroplast (v/Dina Rogstad)
09:30 – 12:00	Arbeid med oppgaver knyttet til vannrensing og måling av turbiditet	Arbeid med oppgaver knyttet til registrering av mikroplast
12:00 – 12:30	Lunsj (servert)	
12:30 – 12:45	Intro Luftkvalitet (v/Tore Nordstad)	Intro Vannkvalitet (v/Terje Nøst)
12:45 – 15:30	Arbeid med oppgaver knyttet til måling av partikler i luft	Arbeid med oppgaver knyttet til kjemiske analysemetoder
15:30 – 16:00	Felles oppsummering	

Kartet under viser hvor studentkurset og Science Campen vil foregå. Det er i andre etasje rom C2-101.

Som dere ser så har dere fått tildelt en tidsrom.

Det vil være en stor skjerm eller en videokanon tilgjengelig både under studentkurset og Science Campen.

Dere er selvfølgelig velkommen til å delta på større deler av kurset om det er ønskelig, og også være med oss å spise lunsj i kantina 12:00 – 12:30.

Jeg har vedlagt oppgaveheftene til aktiviteten som angår det temaet som er aktuelt for hver enkelt av dere, så dere kan se hva vi planlegger å gjøre.

Vi vil komme tilbake til planen for gjennomføringen av selve Science Campen 17. – 19. juni. Men primært vil alle fire aktivitetene foregå parallelt slik at presentasjonen vil skje ca. mellom 09:00 – 10:00. Stedet vil være det samme.

Jeg har også lagt ved en oppdatert avtale for hver enkelt av dere.

Vennligst ta kontakt om dere lurer på noe eller at noe er kommet i veien.

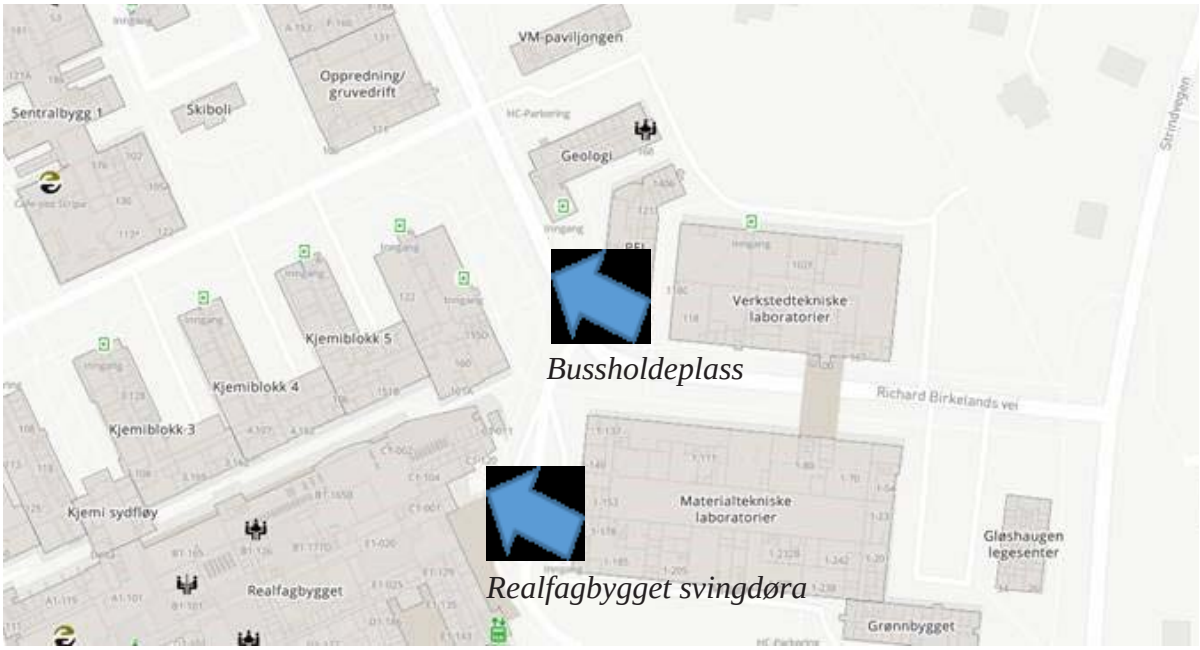
Vennlig hilsen
Nils Kr. Rossing
Skolelaboratoriet ved NTNU

C.2 Siste informasjon til deltagerne på Science Camp

C.2.1 Opprinnelig planlagt informasjon til deltagerne ved ordinær gjennomføring

SCIENCE CAMP 2019: Hvordan står det til med Luft- og vannkvaliteten vår?

*Takk for interessen for å delta på Science Camp 2019 for vgs. (Mandag 17. juni kl. 09:00 – 15:00 (eller aktuell dato)). Oppmøte vil være utenfor svingdøra i enden av Realfagbygget, Høgskoleringen 5, **senest 08:50**. Der vil dere bli hentet av en student som vil bringe dere opp til laboratoriet der dere skal være.*



Det går mange busser forbi Gløshaugen. Nr.: 3, 5, 22, 113 og 155 stopper på bussholdeplassen rett utenfor Realfagbygget.

På laben vil dere bruke hvit frakk og vernebriller, og engangshansker når det er behov for det.

Det vil bli tatt bilder for å dokumentere aktiviteten under Science Camp TRFK, noen av disse bildene kan bli brukt i brosjyremateriell eller på nettet for å promotere tilbudet. Du kan velge å reservere deg mot dette ved å ta kontakt med nils.rossing@ntnu.no

*Ta med **matpakke**, skrivesaker og kalkulator. Det vil også være anledning til å kjøpe mat og drikke i kantina i Realfagbygget.*

Dersom dere har spørsmål så ta kontakt med nils.rossing@ntnu.no

Velkommen til en spennende dag på forskningslab'en

Velkommen og vennlig hilsen
Hilde Ervik, Dina Rogstad
og Nils Kr. Rossing

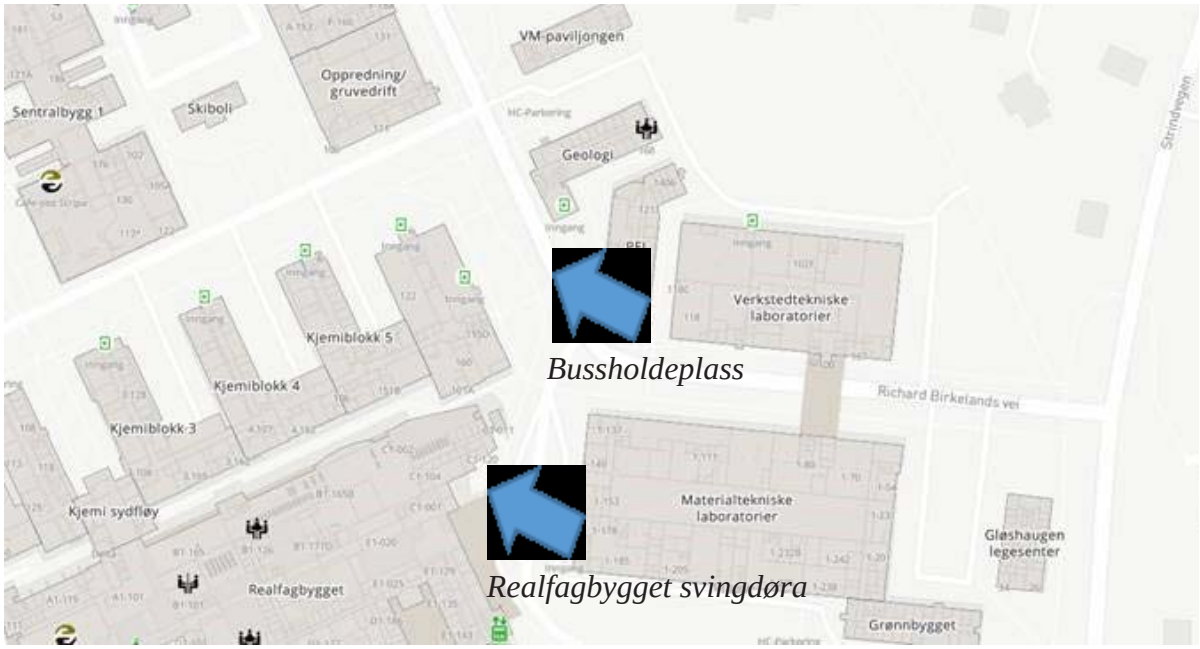
C.2.2 Informasjon til de seks deltagerne som faktisk meldte seg på

Hei

Da skal dere ha fått beskjed om at dere har fått plass på Science Camp 2019 via SMS eller telefon (sendt ut av Tarjei Moen). Som dere kanskje har skjønt så har vi ikke fått så mange påmeldte som vi håpet, derfor er vi spesielt glade for at dere har meldt dere på.

Siden fire av dere hadde valgt Mikroplast så har vi valgt dette som temaet for alle. Vi håper dette er OK for dere andre som har valgt noe annet i utgangspunktet.

Oppmøtet er utenfor Realfagbygget på Gløshaugen, Høgskoleringen 5 (se kart under).
Møt opp ved inngangen med svingdør (pil). Dersom dere er der litt før 09:00 onsdag 19. juni, så kommer vi og henter dere. Vi skal være på laboratorium C2-101. Skulle dere ha problemer med å finne fram, kan dere ringe 73551191.



Det går mange busser forbi Gløshaugen. Nr.: 3, 5, 22, 113 og 155 stopper på bussholdeplassen rett utenfor Realfagbygget.

Det vil bli tatt bilder for å dokumentere aktiviteten under Science Camp TRFK, noen av disse bildene kan bli brukt i brosjyrematerieller eller på nettet for å promotere tilbudet. Du kan velge å reservere deg mot dette ved å ta kontakt med nils.rossing@ntnu.no

Ta med matpakke og skrivesaker. Mat og drikke kan også kjøpes i kantina. Tilbudet er gratis.

Vennligst ta kontakt dersom dere lurer på noe.

Velkommen og vennlig hilsen
Hilde Ervik, Dina Rogstad
og Nils Kr. Rossing

C.3 Informasjon til studentene

C.3.1 Utlysning av stilling som læringsassistenter

Utlysning av stilling:

Lyst på stud.ass jobb under Vitenskapsfestivalen festivalen 2019?

Vi søker stud. ass innen biologi eller fysikk for Science Camp for ungdom i videregående skole.

I perioden 17. - 19. juni skal Skolelaboratoriet ved NTNU arrangere Science Camp for ungdom med temaet "Bærekraftig utvikling". Arrangementet knyttes opp mot Vitenskapsfestivalen The Big Challenge" ved NTNU, men er ikke en del av selve festivalen. Campen vil sannsynligvis foregå fra ca. 09:00 – 15:00 på formiddagene fra mandag 17. til onsdag 19. juni. I tillegg vil det gå med litt tid før og etter dette tidsrommet for forberedelse. Det faglige innholdet vil sannsynligvis knyttes til miljø- og partikkelforurensning i luft og vann og bruk av satellittbilder med innslag av teknologi. Opplegget vil sannsynligvis foregå på Gløshaugen eller på Kalvskinnet. Ungdommene deles inn i fire eller fem grupper på fem til seks elever med studenter som gruppeledere. Det må også påberegnes noe tid uka før til opplæring og forberedelse. Hele jobben vil bli på mellom 25 – 30 timer.

Stillingen lønnes som stud.ass. i lønnstrinn 22, og lønnstrinn 24 til de som har LAOS-kurs (må levere kursbevis). Det kreves politiattest.

I søknaden skriver du hvor langt du er kommet i studiet, hvilket fagområde du studerer, interesser og tidligere erfaringer fra lignende jobber eller arbeidslivet ellers. Søknadsfrist 15. april. Søknaden sendes til nils.rossing@ntnu.no. For spørsmål, ta kontakt med Nils Kr. Rossing (nils.rossing@ntnu.no). Skolelaboratoriet ved NTNU, Realfagbygget C2-114B.

Stillingen ble utlyst ved:

- Institutt for Fysikk (ved Peder Brenne)
- Inst. for biologi (utvalgte via Henriette Vaagland)
- Inst. for elektroniske systemer

I alt kom det inn 15 søknader til 10 stillinger. En av søkerne som fikk tilbud trakk seg, grunnet annen sommerjobb.

C.3.2 Informasjon til studenter som tilbys jobben

Følgende ble sendt ut rett etter påske (23. april) etter at fristen hadde utløpt den 15. april.

Hei

Vi har med dette gleden av å tilby dere jobb som læringsassistent under Science Campen den 17. - 19. juni. Campen vil foregå på Gløshaugen og gå hver dag fra kl. 09:00 – 15:00 inkludert lunsj. Om det blir slik vi planlegger så vil Campen bestå av to storgrupper med 24 elever fra videregående skole som jobber parallelt i ulike rom med forskjellige tema. Disse gruppene vil igjen bli delt inn i mindre grupper på 6 deltagere som ev. spesialiserer seg innen undertema. Det ene temaet vil handle om måling av forurensning i luft og vann med fokus på partikkeltetthet. Det andre temaet vil sannsynlighet bli knyttet til nedlasting, analyse og tolkning av satellittbilder, med påfølgende befaring i nærområdet. Sistnevnte temaet er foreløpig noe åpent, men vi håper å få mye på plass den nærmeste uka. Vi kan ikke utelukke at det vil bli forandringer.

I tillegg vil det blir arrangert et dagskurs i ukene før som vil bli tilpasset avhengig av hvilke tema dere vil bli tildelt å jobbe med. Det er i den forbindelse at vi vil be dere gi svar på noen spørsmål nederst i denne e-posten. Vi vil etter beste evne forsøke å tilpasse tidspunktet for kurset etter planene deres.

Dersom det ikke lengre er aktuelt for dere å ta jobben, ber vi om at dere varsler så snart som mulig siden det står flere på venteliste. Gangen i den videre prosessen er:

- *"Vedlagt underlag for å søke om politiattest som er et krav ved ansettelser som gjelder arbeid med barn og unge. Det er imidlertid dere som må sende inn søknaden for så å sende attesten videre til oss. Jeg ber dere derfor fylle ut vedlagte skjema og sende det i retur til oss slik at vi kan skrive under og stemple. Dernest returner vi dette slik at dere kan søke om politiattest. Når dere så får attesten fra politiet returnerer dere den til oss og vi sender en underskrevet kontrakt i retur.*
- *"Vedlagt forslag til arbeidskontrakt som dere fyller ut og returnere til oss i underskrevet form. Dere vil bli ansatt fra 1. juni til 20. juni. Når vi mottar politiattesten så vil vi returnere kontrakten underskrevet av oss og dere er ansatt. Institutt for Fysikk vil stå for utbetaling av lønn.*
- *"Som dere ser av arbeidskontrakten så er det ulike lønnstrinn alt etter om dere har LAOS-kurs eller ikke. Dere som går på LUR kan under visse betingelser få høyere lønnstrinn. Se nederst på denne siden: https://innsida.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/LAOS+-+Oppl%C3%A6ring+for+l%C3%A6ringsassistenter*

Kan dere også svare på følgende spørsmål:

1. *Første prioritet: Arbeide med satellittbilder/Vann- og luftforurensning (stryk det som ikke passer)*
2. *Jeg har:*
   - Gode kunnskaper om programmering
   - Moderate kunnskaper om programmering
   - Lite kunnskaper om programmering
3. *Jeg har kjennskap til programmering av Arduino*
   - Gode kunnskaper
   - Moderat kunnskaper
   - Ingen kunnskaper

4.Følgende dager i perioden 3. – 7. og 11. – 12. juni for opplæring er det umulige for meg å delta:

Hører fra dere så snart som mulig.

Vennlig hilsen
Nils Kr. Rossing
Skolelaboratoriet

C.3.3 Informasjon til studenter som hadde fått avslag

Forslag til svar til de som står på venteliste:

Hei

Takk for at du søkte på læringsassistent under Science Campen den 17. – 19. juni. Vi har fått inn flere søknader enn hva vi har jobber til. Du er derfor satt på venteliste, dersom noen skulle trekke seg eller vi finner ut at vi trenger flere assistenter vil dere bli kontaktet.

Dersom du ønsker å bli strøket fra ventelista så vil det være fint om du sier fra så snart som mulig. Du trenger ikke å si fra om du ønsker å bli stående.

Vennlig hilsen
Nils Kr. Rossing
Skolelaboratoriet

C.3.4 Informasjon til studenter ifm. studentkurs

Følgende informasjon om studentkurset ble sendt ut uka før kurset som ble holdt 11. juni.

Studentkurs 11. juni kl. 09:00 – 16:00 inkl. lunsj

Det er ansatt 10 studenter som skal betjene 48 elever hver dag i 3 dager dersom vi får nok påmeldte. Gruppen på 48 elever deles på to rom, med 24 elever (4 grupper) i hvert rom. Hver student får en gruppe på 6 elever som jobber i to lag á 3 elever. Begge lagene på gruppen arbeider med det samme temaet. 8 av studentene er veiledere, mens to er reserver.

Oppgavene til reservene er følgende:

- *Må være tilstede under hele dagen selv om de øvrige er tilstede*
- *Erstatte læringsassistenter ved sykdom*
- *Ta bilder av aktivitetene på lab og ev. i felten (viktig), legge ut bildene på anvist nettsted*
- *Gå til hånde når noen av gruppene trenger litt ekstra hjelp*
- *Være assistenter for kursledelsen etter behov*

Vi vil forsøke å rotere funksjonen som reserve underveis slik vi finner det hensiktsmessig.

Det arbeides med to av de fire temaene på hvert rom.

Se neste side for forslag til fordeling mellom rommene og temaene for dere studenter. Vi har forsøkt å fordele dere i henhold til faglige kvalifikasjoner, men er åpne for justeringer. Vi er imidlertid avhengig av å besette alle stillingene så det er ikke sikkert vi klarer å oppfylle alle ønsker.

Siden vi har fire ulike temaer har vi valgt å dele dere i to grupper under kurset. Dvs. at dere alle vil få opplæring i to av de fire temaene.

Det utarbeides aktivitetsbeskrivelser for alle fire aktivitetene som elevene skal jobbe med i hvert 3-manns lag. Under studentkurset vil dere gjøre det samme som elevene kommer til å gjøre, men noen aktiviteter vil kunne bli noe forkortet. Vi vil forsøke å sende ut disse beskrivelsene til dere senest 6. juni slik at dere kan se på dem på forhånd.

Program: Studentkurs 11. juni 08:30 – 16:00.
Sted: Laboratorier tilknyttet Skolelaboratoriet C2-101 og C2-115 som ligger ved siden av hverandre.

Tid	Luftkvalitet/Rensing avløpsvann	Vannkvalitet/Mikroplast
08:30 – 09:15	Felles orientering om opplegget Sikkerhet på lab	
09:15 – 09:30	Intro Vannrensing (v/Sina Shaddel)	Intro mikroplast (v/Dina Rogstad)
09:30 – 12:00	Arbeid med oppgaver knyttet til vannrensing og måling av turbiditet	Arbeid med oppgaver knyttet til registrering av mikroplast
12:00 – 12:30	Lunsj (servert)	
12:30 – 12:45	Intro Luftkvalitet (v/Tore Nordstad)	Intro Vannkvalitet (v/Terje Nøst)
12:45 – 15:30	Arbeid med oppgaver knyttet til måling av partikler i luft	Arbeid med oppgaver knyttet til kjemiske analysemetoder og vannkvalitet
15:30 – 16:00	Felles oppsummering	

Siden vi skal håndtere urenset avløpsvann må vi ha visse sikkerhetsrutiner knyttet til behandling av prøvene. Likeså må noen av elevene og dere studenter bruke sikkerhetsutstyr. Det kan være vernebriller, hansker, ev. munnbind. Alle bruker lab. frakk når de er på lab'en. Vi vil gå gjennom disse rutinene på kurset. Vi vurderer å pasteurisere prøvene slik at de blir enklere å håndtere.

Vi spanderer lunsj på dere, så ***gi beskjed til undertegnede om dere har noen form for matallergier****.*

Forslag til tildeling av jobber

Som dere ser er det foreslått hvilke temaer dere skal jobbe med ut fra kvalifikasjoner. De som er satt opp på samme rom vil jobbe med begge de to temaene på rommet. Det vil forsøkt unngått at noen må over på det andre rommet underveis. Hver av dere vil få opplæring i de to temaene på det rommet dere er satt opp på.

Gr. nr.	Rom	Tema:	Student (navn)	Relevante kunnskaper:	Kommentar
1	Rom D4-132	Tema 1 Partikler i vann	NN1	Inst. Fysikk og matematikk Stud.ass. Brukerkurs I fysikk, forberede og gjennomføring av student lab.	
2			NN2	Litt kunnskap om elektronikk, måleteknikk og programmering (Objekt orientert prog.), Energi og miljøfysikk. Moderate kunnskaper programmering?	
3		Tema 2 Partikler i luft	NN3	Gode kunnskaper programmering Pyton C++	
4			NN4	Bred bakgrunn innen fysikk, spesielt Industriell fysikk. Læringsassistent i faget Algoritmekonstruksjon. Gode kunnskaper i programmering	
Reserve		Reserve ved sykdom, tar bilder, hjelper til der det trengs	NN5	Jobbet med tolking av seismikk. Anvendt datateknikk i petroliumsfag. Gode kunnskaper i programmering	

5	Rom C2-115 + C2.100 (Veierom)	Tema 3 Microplast	NN6	Master om mikroplast på alger. Bærekraft og teknologi	
6			NN7	LUR-student Biologi. 2. Års. Stud. Har deltatt som kursleder ved sommerskolen I Oslo. Deltatt I vektorprogrammet	
7		Tema 4 Vannanalyse	NN8	Spesielt energiplanlegging, miljø og klima. Erfaring fra miljøanalyse og LCA (Livsløps analyse)	
8			NN9	Biofysikk og medisinsk teknologi. Erfaring fra Kjemiløypa, Jentedagen, Starmus. Årsstudium i praktisk-pedagogisk utdanning	
Reserve		Reserve ved sykdom, tar bilder, hjelper til der det trengs	NN10	Inst. For fysikk og matematikk 4. års. stud. Biofysikk, Jobbet som frivillig I Gambia, deltar I ENT3R, lærervikar	

En kan se for seg at oppgaven som reserve går på rundgang innen rommet. Ellers kan alle jobbene rotere innen samme rom. Det settes opp en turnus for hvem som jobber som reserver og hvem som arbeider med gruppene. Tabellen viser kun et eksempel.

Har dere spørsmål ta kontakt med undertegnede.

Vennlig hilsen
Nils Kr.
(nils.rossing@ntnu.no)

C.4 Attest for utført arbeid

Det ble utarbeidet en attest til læringsassistentene. Under er gjengitt kopi av den attesten som ble sendt til den ene som etterspurte den.

NTNU Trondheim
Norges teknisk-naturvitenskapelige Universitet
Institutt for fysikk

Skolelaboratoriet for matematikk, naturfag og teknologi

Telefon 73 55 11 91

Vår dato: 01.07.19 Vår ref.: Deres dato: Deres ref.:

Attest til for arbeid som læringsassistent under Science Camp 2019 i perioden 11. juni - 19. juni 2019

I juni 2019 ble Science Camp arrangert for andre gang, denne gang på oppdrag fra Trøndelag fylkeskommune fra 17. – 19. juni. Arrangementet var tematisk sterkt knyttet til The Big Challenge, vitenskapsfestivalen ved NTNU, og var et tilbud til realfagsinteresserte elever fra videregående skole. Planen var at til sammen nærmere 150 elever skulle få anledning til å jobbe med team knyttet til forurensning av luft og vann i grupper på 6 elever, ledet av en læringsassistent. I forkant av arrangementet (11. juni), gjennomgikk alle studentene et dagskurs for å bli kjent med det faglige innholdet i Campen.

Campen besto av en blanding av presentasjoner gitt av spesialister, men hovedsakelig av aktiviteter gjennomført av elevene selv under veiledning av læringsassistentene. Av de planlagte aktivitetene kan nevnes måling av støvpartikler i luft med både selvbygget og profesjonelt måleutstyr, måling av partikler i renset og urenset avløpsvann med selvbygget og profesjonelt utstyr, kjemisk analyse av drikkevann og annet, og registrering av mikroplast i havvann, renset og urenset avløpsvann og i mageinnholdet av fisk. På grunn av kollisjon med muntlig eksamen på videregående skole og lav påmelding, måtte imidlertid store deler av arrangementet avlyses.

oppgave var sammen med 9 andre studentassistenter å rettlede elevene under hver aktivitet og etter beste evne, forklare og besvare spørsmål. Hun hadde dessuten et spesielt ansvar for å lage en ekspertinnledning til temaet *Registrering av mikroplast*. ***Hun var også den eneste som fikk gjennomført sitt opplegg med elever på grunn av manglende påmelding***. Med sin store kunnskap om mikroplast og praktiske tilnærming til stoffet, fikk hun god kontakt med elevene som hadde mange spørsmål. På eget initiativ tok hun etter endt science camp, med seg elevene på en liten omvisning på campus Gløshaugen.

Trondheim 01.07.19

Nils Kr. Rossing

Nils Kr. Rossing

Skolelaboratoriet ved NTNU

NTNU Trondheim
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Skolelaboratoriet for matematikk, naturfag og teknologi

Postadresse N-7491 Trondheim
Besøksadresse Realfagsbygget, Høgskoleringen 5
Telefon +47 73 55 11 43
E-post: skolelab.postkasse@ntnu.no
Org.nr. 974 767 880
Hjemmeside: http://www.ntnu.no/skolelab

Vedlegg D Evaluering

D.1 Skjema for spørreundersøkelse

Det ble laget et tosiders spørreskjema for hvert av temaene. Disse er gjengitt under.

Spørreskjema, Deltakerne – Måling av luftkvalitet

Vi vil gjerne vite hvordan du likte å delta på Science Camp 2019, vi vil derfor sette stor pris på om du ville fylle ut dette spørreskjemaet. Kryss av for de beste alternativene. Sett en strek over spørsmålet dersom du ikke deltok i aktiviteten eller presentasjonen.

ORGANISERING:

1. **Er du gutt eller jente?**
   Gutt _____
   Jente _____
   Studentassistent ____

2. **Klassetrinn på videregående skole**

   *VG1*___
   *VG2*___
   *VG3*___

3. **Hvordan fikk du vite om Science Camp?**
   - Via Facebook/Instagram _____
   - Fant omtalen på fylkeskommunens hjemmeside _____
   - Via læreren på skolen _____
   - Fikk høre om den fra venner _____
   - Via hjemmesiden til Big Challenge _____
   - Annet _____

4. **Hvordan synes du tidspunktet (uke) for Science Campen passet?**
   Gi terningkast 1 – 6 _____
   Ev. angi ønsket tid på året _____

5. **Hva synes du om det totale omfanget (antall timer) av leiren?**
   For kortvarig – Passe – For langvarig
   Ev. angi passe omfang _____

6. **Hvordan var tidspunktet for dagsamlingene**
   Kunne ha begynt før – var passe – vært etter lunsj – vært på ettermiddagen – vært på kvelden
   Ev. angi ønsket tidspunkt _____

7. **Hvor god var informasjonen om det som skulle skje?**
   Gi terningkast 1 – 6 _____
   Ev. kommentarer
   _____
   _____
   _____

FAGLIG INNHOLD

Vi vil nå at du skal vurdere det faglige innholdet ved å gi terningkast.

8. Hva synes dere om forurensning av luft og vann som gjennomgående tema? 1 – 6
   Har dere forslag til andre tema?:_____

Aktiviteter:

Her vil vi at du skal vurdere de ulike aktivitetene dere har deltatt i:

Måling av luftkvalitet - Partikkelmåling:

9. Introduksjon til temaet av ekspert: 1 – 6 _____
10. Bygging av luftkvalitetsmåler: 1 – 6 _____
11. Bruk av profesjonell partikkelmåler: 1 – 6 _____
12. Feltoppdrag: 1 – 6 _____
13. Behandling av data: 1 – 6_____
14. Forberedelse og gjennomføring av presentasjon: 1 – 6 _____

Ev. kommentarer

_____

_____

Til slutt:

15. *Nevn tre ting du synes var spesielt bra:*
    *1*_____
    *2*_____
    *3*_____
16. *Nevn tre ting du synes kan bli bedre:*
    *1*_____
    *2*_____
    *3*_____
17. Andre kommentarer

    _____

    _____

    _____

    _____

Takk for at du tok deg tid til å svare

Spørreskjema, Deltakerne – Måling av partikler i avløpsvann

Vi vil gjerne vite hvordan du likte å delta på Science Camp 2019, vi vil derfor sette stor pris på om du ville fylle ut dette spørreskjemaet. Kryss av for de beste alternativene. Sett en strek over spørsmålet dersom du ikke deltok i aktiviteten eller presentasjonen.

ORGANISERING:

1. **Er du gutt eller jente?**
   Gutt _____
   Jente _____
   Studentassistent ____

2. **Klassetrinn på videregående skole**
   *VG1*___
   *VG2*___
   *VG3*___

3. **Hvordan fikk du vite om Science Camp?**
   - Via Facebook/Instagram _____
   - Fant omtalen på fylkeskommunens hjemmeside _____
   - Via læreren på skolen _____
   - Fikk høre om den fra venner _____
   - Via hjemmesiden til Big Challenge _____
   - Annet _____

4. **Hvordan synes du tidspunktet (uke) for Science Campen passet?**
   Gi terningkast 1 – 6 _____
   Ev. angi ønsket tid på året _____

5. **Hva synes du om det totale omfanget (antall timer) av leiren?**
   For kortvarig – Passe – For langvarig
   Ev. angi passe omfang _____

6. **Hvordan var tidspunktet for dagsamlingene**
   Kunne ha begynt før – var passe – vært etter lunsj – vært på ettermiddagen – vært på kvelden
   Ev. angi ønsket tidspunkt _____

7. **Hvor god var informasjonen om det som skulle skje?**
   Gi terningkast 1 – 6 _____
   Ev. kommentarer
   _____
   _____
   _____

FAGLIG INNHOLD

Vi vil nå at du skal vurdere det faglige innholdet ved å gi terningkast.

8. Hva synes dere om forurensning av luft og vann som gjennomgående tema? 1 – 6
   Har dere forslag til andre tema?:_____

Aktiviteter:

Her vil vi at du skal vurdere de ulike aktivitetene dere har deltatt i:

Måling av partikler i avløpsvann:

9. Introduksjon til temaet av ekspert: 1 – 6 _____
10. Bygging av turbidimeter og måling av spredning fra melkepartikler 1 – 6 _____
11. Bruk av profesjonelt turbidimeter: 1 – 6 _____
12. Måling av partikler i vannprøver: 1 – 6 _____
13. Forberedelse og gjennomføring av presentasjon: 1 – 6 _____

Ev. kommentarer

_____

_____

Til slutt:

14. Nevn tre ting du synes var spesielt bra:
    1_____
    2_____
    3_____
15. *Nevn tre ting du synes kan bli bedre:*
    *1*_____
    *2*_____
    *3*_____
16. Andre kommentarer

_____

_____

_____

_____

Takk for at du tok deg tid til å svare

Spørreskjema, Deltakerne – Kjemiske analysemetoder

Vi vil gjerne vite hvordan du likte å delta på Science Camp 2019, vi vil derfor sette stor pris på om du ville fylle ut dette spørreskjemaet. Kryss av for de beste alternativene. Sett en strek over spørsmålet dersom du ikke deltok i aktiviteten eller presentasjonen.

ORGANISERING:

1. **Er du gutt eller jente?**
   Gutt _____
   Jente _____
   Studentassistent ____

2. **Klassetrinn på videregående skole**
   *VG1*___
   *VG2*___
   *VG3*___

3. **Hvordan fikk du vite om Science Camp?**
   - Via Facebook/Instagram _____
   - Fant omtalen på fylkeskommunens hjemmeside _____
   - Via læreren på skolen _____
   - Fikk høre om den fra venner _____
   - Via hjemmesiden til Big Challenge _____
   - Annet _____

4. **Hvordan synes du tidspunktet (uke) for Science Campen passet?**
   Gi terningkast 1 – 6 _____
   Ev. angi ønsket tid på året _____

5. **Hva synes du om det totale omfanget (antall timer) av leiren?**
   For kortvarig – Passe – For langvarig
   Ev. angi passe omfang _____

6. **Hvordan var tidspunktet for dagsamlingene**
   Kunne ha begynt før – var passe – vært etter lunsj – vært på ettermiddagen – vært på kvelden
   Ev. angi ønsket tidspunkt _____

7. **Hvor god var informasjonen om det som skulle skje?**
   Gi terningkast 1 – 6 _____
   Ev. kommentarer
   _____
   _____
   _____

FAGLIG INNHOLD

Vi vil nå at du skal vurdere det faglige innholdet ved å gi terningkast.

8. Hva synes dere om forurensning av luft og vann som gjennomgående tema? 1 – 6
   Har dere forslag til andre tema?:_____

Aktiviteter:

Her vil vi at du skal vurdere de ulike aktivitetene dere har deltatt i:

Kjemiske analysemetoder:

9. Introduksjon til temaet av ekspert: 1 – 6 _____
10. Del 1: Å bruke vannanalysesett: 1 – 6 _____
11. Del 2: Måling av klorid ved titrering: 1 – 6 _____
12. Del 3: Kolorimetri – Måling av kobberkonsentrasjon: 1 – 6 _____
13. Del 4: UV-meter med fluorescense: 1 – 6 _____
14. Forberedelse og gjennomføring av presentasjon: 1 – 6 _____

Ev. kommentarer

_____
_____
_____

Til slutt:

15. *Nevn tre ting du synes var spesielt bra:*
    *1*_____
    *2*_____
    *3*_____
16. *Nevn tre ting du synes kan bli bedre:*
    *1*_____
    *2*_____
    *3*_____
17. Andre kommentarer
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____

Takk for at du tok deg tid til å svare

Spørreskjema, Deltakerne – Registrering av mikroplast

Vi vil gjerne vite hvordan du likte å delta på Science Camp 2019, vi vil derfor sette stor pris på om du ville fylle ut dette spørreskjemaet. Kryss av for de beste alternativene. Sett en strek over spørsmålet dersom du ikke deltok i aktiviteten eller presentasjonen.

ORGANISERING:

1. **Er du gutt eller jente?**
   Gutt _____
   Jente _____
   Studentassistent ____

2. **Klassetrinn på videregående skole**
   VG1___
   VG2___
   VG3___

3. **Hvordan fikk du vite om Science Camp?**
   - Via Facebook/Instagram _____
   - Fant omtalen på fylkeskommunens hjemmeside _____
   - Via læreren på skolen _____
   - Fikk høre om den fra venner _____
   - Via hjemmesiden til Big Challenge _____
   - Annet _____

4. **Hvordan synes du tidspunktet (uke) for Science Campen passet?**
   Gi terningkast 1 – 6 _____
   Ev. angi ønsket tid på året _____

5. **Hva synes du om det totale omfanget (antall timer) av leiren?**
   For kortvarig – Passe – For langvarig
   Ev. angi passe omfang _____

6. **Hvordan var tidspunktet for dagsamlingene**
   Kunne ha begynt før – var passe – vært etter lunsj – vært på ettermiddagen – vært på kvelden
   Ev. angi ønsket tidspunkt _____

7. **Hvor god var informasjonen om det som skulle skje?**
   Gi terningkast 1 – 6 _____
   Ev. kommentarer
   _____
   _____
   _____
   _____

FAGLIG INNHOLD

Vi vil nå at du skal vurdere det faglige innholdet ved å gi terningkast.

8. Hva synes dere om forurensning av luft og vann som gjennomgående tema? 1 – 6
   Har dere forslag til andre tema?:_____

Aktiviteter:

Her vil vi at du skal vurdere de ulike aktivitetene dere har deltatt i:

Registrering av mikroplast

9. Introduksjon til temaet av ekspert: 1 – 6 _____
10. Filtrering og analyse av mikroplast i vannprøver1 – 6 _____
11. Forberedelse, filtrering og analyse av mikroplast i sedimenter 1 – 6 _____
12. Dissekering av fisk og analyse av mikroplast fra mageinnhold: 1 – 6 _____
13. Forberedelse og gjennomføring av presentasjon: 1 – 6 _____

Ev. kommentarer

_____

_____

Til slutt:

14. Nevn tre ting du synes var spesielt bra:
    1_____
    2_____
    3_____
15. Nevn tre ting du synes kan bli bedre:
    1_____
    2_____
    3_____
16. Andre kommentarer

    _____

    _____

    _____

    _____

Takk for at du tok deg tid til å svare

D.2 Resultat

Siden det var svært få deltagere så blir også resultatet av undersøkelsen svært begrenset. Svarene er gjengitt i rødt.

Spørreskjema, Deltakerne – Registrering av mikroplast

Vi vil gjerne vite hvordan du likte å delta på Science Camp 2019, vi vil derfor sette stor pris på om du ville fylle ut dette spørreskjemaet. Kryss av for de beste alternativene. Sett en strek over spørsmålet dersom du ikke deltok i aktiviteten eller presentasjonen.

ORGANISERING:

1. **Er du gutt eller jente?**
   Gutt x, x, x
   Jente x, x, x
   Studentassistent ____

2. **Klassetrinn på videregående skole**
   9. trinn *x, x*
   VG1 *x, x*
   VG2 *x*
   VG3 *x*

3. **Hvordan fikk du vite om Science Camp?**
   - Via Facebook/Instagram x, x, x
   - Fant omtalen på fylkeskommunens hjemmeside _____
   - Via læreren på skolen _____
   - Fikk høre om den fra venner _____
   - Via hjemmesiden til Big Challenge _____
   - Vitensenteret x, x, x
   - Annet _____

4. **Hvordan synes du tidspunktet (uke) for Science Campen passet?**
   Gi terningkast 1 – 6: 6, 3, 4, 4, 4, 5
   Ev. angi ønsket tid på året: Passe, Juli, April/August, Tidlig mai, Passe men kanskje kke så bra for de med eksamen da!

5. **Hva synes du om det totale omfanget (antall timer) av leiren?**
   For kortvarig – Passe – For langvarig
   Ev. angi passe omfang Passe, For kortvarig, Passe, Passe, Passe, Passe

6. **Hvordan var tidspunktet for dagsamlingene**
   Kunne ha begynt før – var passe – vært etter lunsj – vært på ettermiddagen – vært på kvelden
   Ev. angi ønsket tidspunkt Passe, etter lunsj (kl. 10.), Passe, Passe, Passe, Passe

7. **Hvor god var informasjonen om det som skulle skje?**
   Gi terningkast 1 – 6: 5, 3, 6, 6, 2, 4
   Ev. kommentarer:
   - Vi har lært mange ting her, og vi får også til å spør ting som vi ikke vite før, vi har også gjør noen praktisk sånn, jeg synes det var veldig bra (innvandrer).
   - Men det var ikke så viktig (spørsmål 7), for det var jo litt over---?

- Supert
-
-
- Jeg viste selv ikke mye, fordi dagen jeg skulle var avlyst

FAGLIG INNHOLD

Vi vil nå at du skal vurdere det faglige innholdet ved å gi terningkast.

8. Hva synes dere om forurensning av luft og vann som gjennomgående tema? 1 – 6: *5, 5, 6, 6, 3, -*
   Har dere forslag til andre tema?:
   - Alt er ganske bra, har ikke andre forslag til andre tema.
   -
   -
   - Veldig aktuelt og viktig tema
   -
   -

Aktiviteter:

Her vil vi at du skal vurdere de ulike aktivitetene dere har deltatt i:

Registrering av mikroplast

9. Introduksjon til temaet av ekspert: 1 – 6: *5, 3, 5, 6, 5, -*
10. Filtrering og analyse av mikroplast i vannprøver1 – 6: *6, 4, 5, 6, 4, -*
11. Forberedelse, filtrering og analyse av mikroplast i sedimenter 1 – 6: *5, ?, 6, 6, 2, -*
12. Dissekering av fisk og analyse av mikroplast fra mageinnhold: 1 – 6: *6, 5, 6, 5, 3, -*
13. Forberedelse og gjennomføring av presentasjon: 1 – 6: *5, ingen, 5, -, -, -*

Ev. kommentarer
- Alt gikk ganske bra
-
- Ekstremt spennende alt sammen
-

Til slutt:

14. Nevn tre ting du synes var spesielt bra:
    1 *Plast inn i fisk, Vannprøver, Plast i sedimenter*
    2 *Dissekering av fisk, Selvstendighet*
    3 *Miljøet under campen, Faginnholdet, Lunsjen/samholdet*
    4 *Tid til spørsmål underveis, Gode svar, lett å forstå lærerikt, Både teori og praksis*
    5 *Stereolupe mikroskop. Lunsjen var bra,*
    6 -
15. Nevn tre ting du synes kan bli bedre:
    1 *Alt gikk ganske bra*
    2 *Engasjement, Informasjon på forhånd, Organisering*
    3 *Litt mer informasjon om hva man skal gjennom før man kommer*
    4 -
    5 *Dere må reklamere mere, flere med*
    6 -

16. Andre kommentarer

- Dette aktivitet er veldig bra, elv kan lært mange ting og spør mange ting, kan også gjør mange ting (innvandrer).

-

- Hadde en fantastisk lærerik dag! Helt supert Skal anbefale den til andre!

-

-

-

Takk for at du tok deg tid til å svare

Vedlegg E Avtaler og kontrakter

E.1 Avtaler med Vitenskapsfestivalen NTNU og Trøndelag fylkeskommune

E.1.1 Avtale mellom Vitenskapsfestivalen og Skolelaboratoriet

Denne avtalen ble gjort mellom Arbeidsgruppen for Skoleprogrammet under Vitenskapsfestivalen ved Trond Singsås og Skolelaboratoriet og inngått 8. mars 2019.

Avtale

Mellom prosjektet NTNUs vitenskapsfestival The Big Challenge og Skolelaboratoriet

NTNUs vitenskapsfestival skal arrangeres i Trondheim i dagene 16. - 19. juni 2019. Arbeidet med festivalen er organisert med en prosjektleder som rapporterer til prorektor for forskning og formidling. Prosjektet har en egen bevilgning, som er lagt til eget kostnadssted med eget prosjektnummer.

Vitenskapsfestivalen har behov for kvalifisert bistand til en rekke oppgaver der Skolelaboratoriet har den riktige kompetansen. Oppgavene vil være de følgende:

Generelt:

Utarbeide et skoleprogram for videregående skoler under festivalen, i nært samarbeid med Trøndelag fylkeskommune og med festivalprosjektet.

Mer spesifisert:

- Deltakelse i prosjektgruppe som er nedsatt for skoleprogram, og utføre oppgaver man kan bidra med ut ifra behov i gruppen.

For at Skolelaboratoriet skal ha kapasitet til å utføre disse oppgavene overføres fra Vitenskapsfestivalens prosjektbudsjett kr 500.000, for å lage arrangementer og for å dekke økte lønnskostnader som følge av denne avtalen. Overføringen gjøres i 2019 etter nærmere avtale.

Trondheim, 08.03.2019

Trond Singsaas
Prosjektleder Vitenskapsfestival

Per-Odd Eggen
Leder Skolelaboratoriet

E.1.2 Avtale mellom Trøndelag fylkeskommune og Skolelaboratoriet

I tillegg ble det inngått en avtale om de faglige rammevilkårene for prosjektet mellom Trøndelag fylkeskommune ved Tarjei Moen og Skolelaboratoriet slik at vi skulle være enige om de faglige rammevilkårene. Avtalen ble diskutert og muntlig godkjent, men aldri underskrevet. Avtalen ble utarbeidet 18. mars som en konsekvens av avtalen gjort med Vitenskapsfestivalen den 8. mars.

Avtale om faglig innhold under Science Camp 2019

Trondheim 18.03.19

Oppdragsgiver: Trøndelag fylkeskommune
Kontaktperson: Tarjei Moen
Kontaktadresse:
E-post:
Tlf:

Oppdragstaker: Skolelaboratoriet ved NTNU, Institutt for fysikk
Kontaktperson: Leder Per-Odd Eggen
Kontaktadresse: Realfagbygget, Høgskoleringen 5, 7491 Trondheim
E-post:
Tlf:

Denne avtalen omfatter kun innholdet av Science Camp 2019, 17. – 19. juni 2019

Målsetning:

Skape økt innsikt, engasjement, debatt og økt interesse for realfaglige tema blant flest mulig ungdommer som går i videregående skole i Trøndelag, innen de rammer som prosjektet setter. Om mulig skal det legges vekt på de samme tema som preger Vitenskapsfestivalen The Big Challenge:

- Battling for truth- science and politics
- The role of technology in societal development
- Sustainable solutions for future development and changes

Det skal legges vekt på å vise realfag gjennom praktiske oppdrag og utfordringer og foredrag.

Tilbudet og estimert antall deltagere

Dagsprogram - Trondheim:

Dagsprogrammene (09:00 – 14:00) skal tilby fordypning innen et tema og har form av et verksted med innslag av korte presentasjoner av spesialister, praktisk arbeid og datainnsamling innen det aktuelle temaet. Det er individuell påmelding til dagsprogrammene. Ut over aldersbegrensning er det ingen spesielle krav til deltakerne. Deltagelse på programmet er gratis. Deltagerne bringer med egen lunsj. Det lages to unike dagsprogram som hver dag kjøres parallelt, og som gjentas de tre dagene. Hvert dagsprogram har 25 plasser. Et dagsprogram kan ha følgende generelle form:

- Introduksjon av en spesialist innen fagfeltet
- Utfordringen til elevene
- Praktisk innovativt arbeid som elevene skal utføre
- Utprøving, datainnsamling
- Oppsummering

Forventet totalt antall deltakere: Maks. *150*

Dagsprogram – Distriktet:

Ett av dagsprogrammene tilrettelegges for gjennomføring i distriktet. Deltagerne melder seg på klassevis fra videregående skole. Dagsprogrammet kan gjennomføres over 1, 2 eller 3 dager som det passer den enkelte klasse. Det generelle programmet kan ha formen:

- Introduksjon
- Utfordringen
- Praktisk innovativt arbeid
- Utprøving, datainnsamling
- Oppsummering

Det legges vekt på at det valgte temaet er relevant for realfagklasser ved videregående skole.

Forventet totalt antall deltagere i distriktet: 8 klasser x 20 elever = *160*

Foredrag - Trondheim:

Tre foredragsholdere fra konferansen utfordres til å holde engasjerende foredrag over aktuelle tema tilpasset målgruppen. To av foredragene settes opp i saler som kan ta fra 150 – 200 tilhørere. Om mulig settes ett tredje foredrag opp i samarbeid med Trondheim kommune, gjerne på Solsiden hvor antallet tilhørere kan være vesentlig større eller i Olavhallen store sal (inntil 6 000). Her er vi prisgitt hva andre bestemmer.

Forventet besøk Olavshallen (2 foredrag): *300*
Forventet besøk Solsiden (Olavshallen store sal) (1 foredrag): *4 000 (500)*

Foredrag - Distriktet:

Foredragene strømmes til videregående skoler i Trøndelag. Foredragene vise i skolens Aula eller forsamlingsrom.

Forventet antall deltakere: 10 x 120 elever = *1 200*

Totalt antall

Forventet totalt antall som nås gjennom engasjerende foredrag:
5 500 (2000) (4 300 (800)/1 200)
Forventet totalt antall som nås gjennom fordypende aktiviteter:
310 (150/160)

Bidrag fra Oppdragsgiver

Trøndelag fylkeskommune skal bistå med følgende:

- Være en løpende diskusjonspartner og «kritisk venn» for å gjøre tilbudet så godt som mulig
- Være behjelpelig med å markedsføre tilbudet til aktuelle skoler og lærere der det er hensiktsmessig
- Bruke sine markedsføringskanaler for å nå ut til ungdom og allmennheten generelt der det er aktuelt

.

Trondheim dato: _____

_____	_____
Per-Odd Eggen	Tarjei Moen
Leder Skolelaboratoriet	For Trøndelag fylkeskommune

E.2 Avtaler med studenter

E.2.1 Utlysningstekst studentassistent

Utlysning av stilling:

Lyst på stud.ass jobb under Vitenskapsfestivalen 2019?

Vi søker stud. ass innen biologi eller fysikk for Science Camp for ungdom i videregående skole

I perioden 17. – 19. juni skal Skolelaboratoriet ved NTNU arrangere Science Camp for ungdom med temaet «Bærekraftig utvikling». Arrangementet knyttes opp mot Vitenskapsfestivalen ved NTNU, men er ikke en del av selve festivalen. Campen vil sannsynligvis foregå fra ca. 09:00

– 15:00 på formiddagene fra mandag 17. til onsdag 19. juni. I tillegg vil det gå med litt tid før og etter dette tidsrommet for forberedelse. Det faglige innholdet vil sannsynligvis knyttes til miljø- og partikkelforurensning i luft og vann og bruk av satellittbilder med innslag av teknologi. Opplegget vil sannsynligvis foregå på Gløshaugen eller på Kalvskinnet. Ungdommene deles inn i fire eller fem grupper på fem til seks elever med studenter som gruppeledere. Det må også påberegnes noe tid uka før til opplæring og forberedelse. Hele jobben vil bli på mellom 25 – 30 timer. Stillingen lønnes som stud.ass. i lønnstrinn 22, og lønnstrinn 24 til de som har LAOS-kurs (må levere kursbevis).**Det kreves politiattest**.

I søknaden skriver du hvor langt du er kommet i studiet, hvilket fagområde du studerer, interesser og tidligere erfaringer fra lignende jobber eller arbeidslivet ellers. **Søknadsfrist 15. april**. Søknaden kan sendes til nils.rossing@ntnu.no. For spørsmål, ta kontakt med Nils Kr. Rossing (nils.rossing@ntnu.no). Skolelaboratoriet ved NTNU, Realfagbygget C2-114B.

Annonsering av studentjobber:

Peder Brenne annonserer jobbene for studenter på fysikk
Henriette Vaagland annonserer jobbene blant sine studenter på Inst. for biologi?
Den ble også annonserte for studenter på EL-sys (elektro)

E.2.2 Vedlegg til søknad om politiattest

Dette ble fylt ut av arbeidsgiver og sendt til studenten i underskrevet stand.

Bekreftelse på formål med politiattest **POLITIET**

NB: Dette er ikke et søknadsskjema!

Fylles ut av arbeids -/oppdragsgiver og legges ved søknad om politiattest.
Alle felt merket med * må være utfylt for at søknaden skal kunne behandles.

Navn * (arbeidstaker/søker av politiattest) <Ansattes navn>
Fødselsdato * <Ansattes fødselsdato>
Formål med politiattest * Formålsoversikt finner du her: https://www.politi.no/tjenester/politiattest/ Skolelignende aktivitetstilbud.
Stillingsbeskrivelse * Søkeren skal veilede elever i forbindelse med Science Camp 2017. Dette omfatter å lede og veilede en gruppe elever fra videregående skole, 4 timer om dagen pluss forberedelse og etterarbeid i 5 dager, i perioden 19. - 23. juni 2017. Engasjementet omfatter også opplæring i uken før gjennomføringen. Prosjektet er et samarbeid mellom Sør-Trøndelag fylkeskommune og NTNU ved Skolelaboratoriet, Institutt for lærerutdanning
Lovhjemmel * https://www.politi.no/tjenester/politiattest/ Opplæringslovens §10-9 første og andre ledd.
Arbeids-/ oppdragsgiver (den som krever attest) * Sør-Trøndelag FK, fagenhet for vidregående opplæring krever attest, men studentene blir engasjert av NTNU.
Kontaktinformasjon til arbeids-/ oppdragsgiver: (telefon/ e-postadresse, dersom vi behøver mer informasjon) Førstelektor Nils Kr. Rossing, Skolelaboratoriet ved NTNU, Tlf: 73551191, E-post nils.rossing@ntnu.no

_____ _____
Sted og dato * Underskrift og stempel arbeids-/oppdragsgiver *

Politiets enhet for vandelskontroll og politiattester
Postboks 113, N- 9951 Vardø
e-post: politiattest@politiet.no

E.2.3 Eksempel på politiattest fra student

POLITIET

[redacted]

Deres referanse	*Vår referanse*	*Dato*
04049343979	2017142837	24.05.2017

Begrenset politiattest

Navn:	[redacted]
Adresse:	[redacted]
Fødselsnummer:	[redacted]
Formålet med attesten:	Fast ansettelse, midlertidig ansettelse og regelmessig opphold i grunnskole, videregående skole, musikk- og kulturskole, SFO, leksehjelp og skolelignende aktivitetstilbud.
Hjemmel for utstedelse av politiattesten:	Opplæringsloven § 10-9 første og andre ledd, jf. Politiregisterloven § 39, første ledd.

Politiattesten viser om personen er siktet, tiltalt, har vedtatt forelegg eller er dømt for overtredelse av:
1. Uten tidsbegrensninger og i samsvar med politiregisterloven § 41 nr. 1: **Straffeloven 1902 § 192, § 193** (§ 198 før 11.08.00)**, § 194** (§ 199 før 11.08.00), **§ 195, § 196, § 197** (§ 207 før 11.08.00), **§ 199** (§ 197 og § 209 før 11.08.00), **§ 200 annet ledd** (§ 212 annet ledd før 11.08.00), **§ 201 første ledd bokstav c)** (§ 212 første ledd nr. 3 før 11.08.00), **§ 201a, § 204a** (§ 204 første ledd bokstav d og f før 20.05.05. § 211 første ledd bokstav d før 11.08.00) og **§ 233**. **Straffeloven 2005 §§ 275, 291, 293, 294, 295, 296, 299, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 310, 311, 312 og 314.**
2. Med tidsbegrensninger og i samsvar med politiregisterloven § 40: **Straffeloven 1902 § 162, § 203, § 219, § 224** (§ 206 første ledd og andre ledd bokstav a og b før 11.08.00), **§ 229 annet og tredje straffalternativ, § 231 og § 268 jf. § 267. Straffeloven 2005 §§ 231, 232, 257, 258, 274, 282, 283, 309, 327 og 328.**

Med de begrensninger som følger av politiregisterloven § 39, første ledd, andre og tredje punktum er det om nevnte person
INTET Å BEMERKE

Politiattesten viser kun eventuelle reaksjoner for perioder hvor personen har oppholdt seg i Norge, eller reaksjoner som for øvrig er registrert i norske politiregistre.
Politiattesten dokumenterer ikke om, eller i hvilke perioder, personen har oppholdt seg i Norge.

Sted og Dato	*Stempel*	*Navn og Underskrift*
Vardø 24.05.2017	POLITIDISTRIKT FINNMARK	Lone Bangsund

Finnmark politidistrikt

Politiets enhet for vandelskontroll og politiattester
Post: Postboks 113, 9951 Vardø
Telefon: 78 98 93 60
E-post: politiattest@politiet.no

Saksbehandler: VTH004
Skrevet ut: 24.05.2017
Side 1 av 2

Informasjon om politiattesten og veiledning om klageadgang:

En politiattest inneholder opplysninger om en persons oppføringer i politiregistrene. Datagrunnlaget er hentet ut 24.05.2017 09:29 (24.05.2017 11:55 for pågående saker).

Politiattesten kan bare skrives ut til de formål som er omtalt i lov eller forskrift, og gis bare ut til konkrete formål, ikke på generelt grunnlag.

Hvis politiet ikke har hjemmel i lov eller forskrift for å utstede politiattest, vil søknad om politiattest bli avslått.

Dersom du er uenig i hva som er tatt med i attesten, eller hvis du får avslag på søknaden om politiattest kan du sende skriftlig klage.

Klagefristen er tre uker fra du mottar politiattesten.

Skriftlig klage skal sendes til: Politiets enhet for vandelskontroll og politiattester
Postboks 113
9951 Vardø
Tlf.: 78 98 93 60
E-post: politiattest@politiet.no

Hvis klagen blir tatt til følge, blir det utstedt ny politiattest. Blir klagen ikke tatt til følge, vil den bli videresendt til Politidirektoratet for endelig avgjørelse.

Saksbehandlingstiden i klagesaker er inntil en måned. I tillegg kommer eventuell saksbehandlingstid i Politidirektoratet.

Taushetsplikt

Politiattester skrives ut på grunnlag av opplysninger fra politiets registre. Disse opplysningene er underlagt streng taushetsplikt.

Politiattesten sendes til din digitale postkasse. Dersom du reserverer deg mot digital postkasse, vil politiattesten sendes til adressen oppgitt i søknaden eller til folkeregistrert adresse med vanlig post.

Politiattester sendes aldri på e-post, og det opplyses heller ikke om innholdet i politiattester på telefon.

Innsyn i politiets registre

Hvis du er eller tror du er registrert i noen av politiets registre, har du rett til å be om innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deg.

Skjema for begjæring om innsyn og informasjon om hvor begjæringen skal sendes finnes på www.politi.no/rad_fra_politiet/rettigheter/politiregisterloven/innsyn.

E.2.4 Arbeidsavtale med student

Navn:

Adresse/postnr.:

Konto nr.:

har inngått følgende midlertidige arbeidsavtale med **Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Institutt for fysikk:**

2. Arbeidsavtalen gjelder på de betingelser som er fastsatt i tariffavtale og reglement for Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

3. Tilsatt som: **Studentassistent**
   Stillingsandel: inntil **30 timer** i løpet av arbeidsperioden.
   Daglig arbeidstid som avtalt, det må føres timeliste.
   Arbeidssted: **Institutt for fysikk, Skolelaboratoriet**

5. Stillingen tiltres: **01.06.19**

6. fratres uten ytterligere oppsigelse: **20.06.19**

   Hjemmelen for midlertidig tilsetting er statsansatteloven §9, pkt. 1 a.

7. Ferie og feriepenger tilstås i henhold til ferieloven og sentrale særavtaler.

8. Oppsigelsesfrister gjelder i henhold til statsansatteloven §§ 17, 19, 20, 21 og 22.

9. Lønn ved tiltreden:

   [ ] Alt. 1: Brutto timelønn kr. 157,48(tilsvarende lønnstrinn 22 i Statens lønnsregulativ).

   [ ] Alt. 2: Med fullført LAOS-kurs eller fullført 3 år utdanning (180 studiepoeng tilsvarende en bachelorgrad), brutto timelønn kr. 161,43 (tilsvarende lønnstrinn 24 i Statens lønnsregulativ.)

   Dersom det en lønningsdag er foretatt feil utlønning, kan lønnsutbetaler foreta den nødvendige justering neste lønningsdag, innenfor rammen av arbeidsmiljølovens § 55, nr 3, siste ledd.

10. Arbeidsforholdet reguleres av følgende tariffavtaler:
    - Den til enhver tid gjeldende hovedtariffavtale i staten
    - Hovedavtalen i staten samt relevante sentrale særavtaler
    - Lokale særavtaler

10. NTNUs tilsettingsreglement inngår som en del av denne avtalen.

11. For øvrig skjer tilsettingen på de vilkår som er nevnt i lov om statens ansatte m.m. av 16. juni 2017, lov om Statens Pensjonskasse av 28. juli 1949, lov om aldersgrenser av 21. desember 1956, samt lov om universiteter og høgskoler av 15. mai 1995.

Spesielle vilkår for denne tilsetningen:

- Delta på dagskurs for opplæring en gang mellom 1. juni – 12. juni
- Stille på Science Campen 17. – 19. juni, senest 08:30 – 15:30
- Være villig til å bruke noe tid til studie av skriftlig bakgrunnsmateriell
-

Trondheim, dato

For Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

....

Instituttleder Arbeidstaker

Er du medlem av Akademikerne Ja☐ Nei☐

Er NTNU din hovedarbeidsgiver? Ja☐ Nei☐

(Fylles ut av den ansatte)

Art	K-sted	Prosjekt	Analyse
	662023	70442638	

E.3 Avtaler og kontrakter med foredragsholdere

Det ble laget avtaler med samtlige foredragsholdere, i alt fire stykker, ev. ansvarlige ved involverte institutter og andre involverte utenfor Skolelaboratoriet, både internt og eksternt NTNU. Under er vist et eksempel på kontakt med en foredragsholder. Det var viktig at avtalen inneholdt oppdragets art og eller nødvendige opplysninger.

E.3.1 Kontrakt med foredragsholder

KONTRAKT FOR TIME-ENGASJERTE

<u>Inngått mellom</u>:

<Navn>	xxxxxxxxxx
Navn	*Organisasjonsnummer*
<Adresse>	<Postnummer og sted>

Adresse	*Postnummer/Sted*
<Bankkonto nr>	<Kommune>
Bankkontonummer	*Skattekommune*
<e-postadresse>	xxxxxxxx
e-post	*Telefonnummer*

NB! Skatteprosent under 50 % må legitimeres med skattekort

og NTNU, Institutt for fysikk, Skolelaboratoriet for deltagelse under Studentkurset 11. juni og Science Camp 17. - 19. juni 2019.

Avtalen gjelder:

- Holde en kort presentasjon om vannrensing under Science Camp. Presentasjonen kan eksempelvis inneholde: *Hvorfor rensing? Hvordan rensing? Hva må bort? Hva blir igjen? Er det mulig å gjenbruke renset vann og hvorfor?*
  Omfang ca. 10 min.

Tidsrom: Mandag 17. og tirsdag 18. og onsdag 19. juni mellom 09:00 – 09:30

Sted: Gløshaugen – D4-132 – Realfagbygget (sted kan bli endret – få nærmere beskjed)

Målgruppe: Realfagsinteressert ungdom i videregående skole.

- Holde den samme presentasjonen om vannrensing under studentkurset, men med bedre tid og rom for utdypende spørsmål.

Tidsrom: Tirsdag 11. juni en gang mellom 09:00 – 10:00

Sted: Gløshaugen – C2-101 – Realfagbygget

Målgruppe: 5 studenter ved NTNU som skal veilede elevene.

Leveranse Skolelaboratoriet:

Kontaktperson for Skolelaboratoriet: Nils Kr. Rossing: (nils.rossing@ntnu.no) –
Tlf.: 73551191
Økonomisk kompensasjon:
For avtale om honorar se eget skjema

Om ikke annet er avtalt utbetales honorar i henhold til NTNU's gjeldende satser for «Godtgjørelse av særskilt engasjerte for undervisning, sensor og bedømmelse ved IFY.» Honoraret utbetales etter mottatt faktura i henhold til avtale, som sendes:

NTNU, Skolelaboratoriet
v/Nils Kr. Rossing
Realfagbygget, Høgskoleringen 5, 7491 Trondheim

Merk fakturaen med: Kostnadssted: 672023 og Prosjekt nr. 70442638
Merkes: Science Camp – 2019, Kontaktperson: Nils Kr. Rossing

Trondheim, _____

_____

Per-Odd Eggen (sign.)
for NTNU
IFY, Skolelaboratoriet, NTNU

<Fullt navn>

Utenlandske statsborgere med kortere arbeidsopphold i Norge kan søke om skattefritak. Søknaden skal fylles ut på særskilt skjema "Søknad om skattefritak/Fritak for skatt" og sendes Trondheim Likningskontor via Program for lærerutdanning.

E.3.2 Oppdragsavtale

For interne bidragsytere som ønsket godtgjort for oppdraget ble det sendt ut et oppdrags-avtaleskjema som de måtte fylle ut. Dersom de har full stilling ved NTNU må det sannsynliggjøres av av deres eget instituttet at bidraget ikke faller inn under deres daglige arbeidsoppgaver i tillegg til at det må godkjennes av Inst. for fysikk som står som prosjektansvarlig.

Vi hadde en person som utbetalt honorar. Å få til dette viste seg å være særdeles vanskelig og i skrivende stud har det ikke lyktes å bringe dette i havn.

Dette finnes i skjemadatabasen ved NTNU.

NTNU
Kunnskap for en bedre verden

Postadresse:
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU
7491 Trondheim
Tlf: 73 59 50 00

Oppdragsavtale NTNU

Type oppdrag

Oppdragstaker (offisielt navn = navn i passet)

Fornavn	Etternavn	Fødselsnummer / D-nummer
Kjønn ☐ Mann ☐ Kvinne		Statsborgerskap
Gateadresse		Bankkontonummer i Norge (11 siffer)
Postnr.	Poststed (og land)	☐ Bankkonto i utlandet *Fyll ut kontoopplysninger på side 2*

Avtalt oppdrag

Fag/tema

Tidspunkt

Ved enhet

Faggruppe/prosjekt/tiltak

Skatteopplysninger

Arbeidet utføres i følgende land

Avtalt godtgjørelse ☐ Fast avtalt godtgjørelse

Antall	Sats/beløp	Type aktivitet	Sum
		Sum avtalt godtgjørelse (NOK) I tillegg dekkes reiseutgifter Ja ☐ Nei ☐	

Dato / underskrift oppdragsgiver med BDM-fullmakt

Dato / underskrift oppdragstaker

For NTNU

TT-kode	Beløp	Art	K-sted	Prosjekt	Analyse	
						Dato / underskrift - attestasjon på utbetaling

Vedlegg F Budsjett og skyggeregnskap

F.1 Budsjett

Et foreløpig budsjett ble satt opp i februar 2019 da Skolelaboratoriet ble tildelt prosjektet. Budsjettet ble så oversendt prosjektøkonom Eivind Oldertrøen Solli ved Inst. for fysikk for å få lagt budsjettet inn i systemet og for å frigi et prosjektnummer. Siden da er det gjort bare mindre justeringer med budsjettet. Opprinnelig ble prosjektet regnet som et eksternt prosjekt med tilhørende timepriser. Prosjektet ble gjort om til et internt prosjekt da avtalen ble gjort med Gruppen for koordinering av skoleprogrammet, hvilket hadde mye å si for lønnskostnadene. Det som tidligere var et underskuddsprosjekt ble nå et overskuddsprosjekt.

Aktivitet	Timepris	Mult faktor	Timer	Kostnader	Ansvrlig
Lønnsdrivende aktiviteter					
Prosjektadministrasjon	475,00	1,00	60,0	28500,00	
Ukentlige møter	475,00	1,00	100,0	47500,00	Alle
Planlegging av to dagsprogram	475,00	1,00	120,0	57000,00	
Gjennomføring dagsprogrammer Tr.h.	475,00	1,00	60,0	28500,00	Alle
Planlegging av foredragsserie samt deltagelse	475,00	1,00	40,0	19000,00	
Opplæring av undervisningsassistenter	475,00	1,00	40,0	19000,00	
Lønn undervisningsassistenter	270,00	10	30,0	81000,00	Stud.ass
Opplæring undervisningsass. Distrikt	475,00	1,00	20,0	9500,00	NAROM
Innleie av eksperter	820,00	4,00	2,0	6560,00	
			472,0	296560,00	
Direktekostnader	Stk. pris	Antall			
Materiell for utvikling og gjennomføring Tr.heim	50000,00	1		50000,00	
Materiell for utvikling og gjennomføring distrikt	5000,00	1		5000,00	
Premi for vinner av Rube Goldberg maskin	10000,00	1		10000,00	
Vakthold offentlige arrangementer	0	3		0,00	
				65000,00	
Totale utgifter				361560,00	
			Timer	Timer	Timer
Medarbeidere			31.03.2019	April	Mai
Medarb. 1	20	%			
Medarb. 2	20	%			
Medarb. 3	10	%			
Medarb. 4	10	%			
Medarb. 5	40	%			
	100	%			

F.2 Skyggeregnskap pr. 04. okt. 2019

Skyggeregnskapet er brukt som styringsverktøy, derfor er det ført så nøye som mulig med individuelle timepriser og korrekte direktekostnader. Siden prosjektnummer ikke ble frigitt før i begynnelsen av mai ble kostnader ført på *Elevverksted*: Nr. 58007800 for senere å bli overført prosjektet *Science Camp 2019*: Nr. 70442638, hvilket er blitt gjort.

1				Timer										Sum timer		
2	Medarbeidere			31.03.2019	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Kost			488,00	
3	Medarb. 1	20 %	458,00	40,0	12,0	50	35					62746,00		137,0	458,00	
4	Medarb. 2	20 %	435,00	20,0	10,0	15	30					32625,00		75,0	8,6589	Dollar-kurs (31.03.19)
5	Medarb. 3	10 %	488,00	18,0	6,0	4	2					14640,00		30,0	9,6923	Euro-kurs (08.04.19)
6	Medarb. 4	10 %	532,00	9,0	4,0	20	3					19152,00		36,0	435,00	
7	Medarb. 5	40 %	488,00	67,5	85,5	149,5	93	23	5,5	8,5	2	212036,00	341199,00	434,5	532,00	
8	Medarb. 6		450,00				4,0					1800,00			450,00	
9	Studenter		270,00				160,0					37427,04				
10	Bare fast ansatte	100 %		154,5	117,5	238,5	163,0	23,0	5,5			380426,04	380426,04	712,5		
11																
12	Direktekostnader					Innkjøp	Frakt									
13	Div. sensorer (Sparkfun)				08.03.2019	148,2	25	$				2046,49				Overført
14	Turbidimeter (Fybicon)				29.03.2019							2800,00		58007800		OK (07.05.19)
15	Støvsensorer fra (Bang Good)				30.03.2019							1432,06		Bedt om refusjon		OK (12.07.19)
16	Toll og MVA på støvsensorer (Bang Good)				17.04.2019							427,00		Bedt om refusjon		OK (12.07.19)
17	Plastflasker (VWR)				02.04.2019							688,00		58007800		
18	Partikkelmåler BQ20 (Trotek)				08.04.2019	336,09	32,5	€				3639,56		58007800		OK (07.05.19)
19	Og!Link turbidimeter (Fybicon)				23.04.2019							1400,00		58007800		
20	Bestilling av diverse kostnader (ELFA)				24.04.2019							2116,80		58007800		OK (07.05.19)
21	6 Buchner trakter, Div. filter (Fredriksen)				30.04.2019							1270,00		58007800		OK (07.05.19)
22	3 stk BQ 20 (Trotek)				02.05.2019	1008,27	32,5	€				10087,46		58007800		Enno ikke mottatt? (24.09.19)
23	4 Turbidimeter fra Pasco (Gammadata)				07.05.2019							10100,00		58007800		
24	20 T-skjorter (Staples)				08.05.2019							3806,00		70442638		
25	30 LDR (Kult og billig)				09.05.2019							97,00		70442638		
26	Sortementboks (ELFA)				09.05.2019							207,50		70442638		
27	Soretmentboks, og sensorer (ELFA)				15.05.2019							1291,25		70442638		
28	2. stk kjemikofferter, vannkvalitet (Fredriksen)				23.05.2019							2782,31		70442638		
29	4 kyvetter (VWR)				23.05.2019							3250,00		70442638		
30	12. flasker 1L vann VWR)				23.05.2019							396,00		70442638		
31	5 GPS og 5 Arduino nano (Kult og Billig)				27.05.2019							939,00		70442638		
32	10 UV-dioder (Farnell)				28.05.2019							2435,13		70442638		
33	Anonsering på Facebook (JobbNorge)				06.06.2019							9375,00		70442638		
34	Lunsj (SIT)				11.06.2019							1761,00		70442638		
35	Utstyr til filtrering og farging				14.06.2019							7640,00		70442638		Mangler i regnskapet
36	Display (Kult og billig)				24.06.2019							732,00		70442638		
37	Foreløpig trykk. Rapport				01.10.2019							1719,29		70442638		
38	Endelig opptrykk, Rapport				10.10.2019							4003,11		70442638		Estimert (04.10.19)
39	Totalt											76441,96	456868,00			

Som det framgår av regnskapet så er det påløpt ca. 712,5 timer fordelt på 5 medarbeidere hvilket utgjør en kostnad på drøyt kr. 380 000,- som inkluderer ca. kr 39 000 til innleie av studenter og foredragsholdere. Det er brukt drøyt kr. 76 000,- til innkjøp av utstyr og komponenter inkludert rapportering, markedsføring og T-skjorter.

Totale kostnader påløpt pr. dato ca. kr. 457 000,-. I forhold til budsjettet ble det brukt mye mer på administrering av prosjektet, men pga av lavere interne timepriser og vesentlig mindre utgifter til innleie av studenter (NOK 37 500, i stedet for NOK 81 000,-) kom vi godt under rammen på 500 000,-. Det ble også brukt lite på distriktsprogrammet da vi ikke lyktes med å få engasjert lærere og elever i distriktet.

Vedlegg G Risikoanalyse

I forbindelse med at vi så for oss at nesten 150 ungdommer skulle inn på tre laboratorier i løpet av tre dager, var det særdeles viktig å ha gode sikkerhetsrutiner. Kristin Grenstad hjalp oss med å gjøre en risikoanalyse på bakgrunn av en gjennomgang av opplegget. Dessuten hadde hun en gjennomgang for prosjektledelsen og studentene under opplæringen av studentene 11. juni.

Bakgrunn for risikovurdering under Science Camp (Rev. 05.06.19)

Science Camp er satt sammen av fire tema. Sikkerhet og risiko er vurdert for hvert av temaene:

Generell forsiktighetsregler på lab:

- Alle bruker lab. frakk, og vernebriller og hansker etter behov.
  I spesielle tilfeller munnbind.
- Det er ikke lov til å spise eller drikke i laboratoriene.
- Deltagerne vasker hendene før de går til lunsj og tar av lab. frakk, hansker og briller.

Analyse av avløpsvann, turbiditetsmålinger

- Eksponering
  - Urenset avløpsvann (risiko for smitte)
  - Slam, avfallsstoffer fra rensing av avløpsvann (risiko for smitte)
  - Renset avløpsvann (ansees som ufarlig, men tar vanlig forholdsregler se under)
  - Havvann og vann fra fjellbekk eller annet bekkevann (ansees som ufarlig)
- Risiko
  - Smittestoffer i mottatt urenset avløpsvann
    Påvist smittestoffer i klasse 2, men ikke i klasse 3 og 4
    Se vedlagte Informasjonsdatablad fra Trondheim kommune
  - Smittefare
    Bør unngå eksponering via hender, sår og innånding
    Se vedlagte Informasjonsdatablad fra Trondheim kommune
- Tiltak for å redusere risiko
  - Generell bruk av verneutstyr (Lab.frakk, hansker, vernebriller)
  - Slammet er pasteurisert ved leveranse og tømmes i spesialavfall (gul boks). Upasteurisert slam brukes ikke.
  - Det urensede avløpsvannet kokes i avtrekk ved mottak, kan tømmes i vasken eller i do etter bruk
  - Ved håndtering av slam og urenset avløpsvann vurderes bruk av munnbind.
  - Det utarbeides rutiner for henting på lab, behandling og avhending av ferdige analyserte prøver og gjenværende rester (se vedlegg)

        - Prøver fra fjellbekk eller Stokkbekken skal ikke drikkes

Luftforurensning

- Risiko
    - Tenning av stearinlys, måling av konsentrasjon av sotpartikler, innånding
    - Brannfaren ved tenning av stearinlys.
    - Eksponering av luft og ev. avgasser fra bytrafikk
    - Elevene skal bevege seg til ulike destinasjoner i byen
    - Feltoppdrag ved trafikkert vei eller rundkjøring
- Tiltak for å redusere risiko
    - Det brukes lab. frakk under hele besøket og ev. briller ved tenning av stearinlys
    - Opptenning av stearinlys gjøres kontrollert i avtrekksskap, ev. at avtrekket stanses i en periode for oppsamling av røyk for måling av partikkelkonsentrasjon
    - Det er ingen lodding, men om det skulle være behov for lodding på grunn av at en ledning er løsnet, så brukes lokalt avsug og blyfritt loddetinn
    - Deltagerne må bevege seg til fots ut til feltoppdragene utenfor Gløshaugen
    - Det antas at avgasser fra biltrafikk er ufarlig

Kjemiske analysemetoder - Analyse av drikkevann

- Risiko
    - Analysen av drikkevann gjøres med ulike kjemikalier. Ingen av disse er spesielt farlige, men det frarådes at de spises eller svelges
- Tiltak for å redusere risiko
    - Det utvises generell hygiene, ved at man bruker hansker eller vasker hendene dersom man får kjemikalier på hendene
    - Det brukes generelt verneutstyr (lab. frakk, vernebriller og ev. hansker)
    - Etter bruk pass på at flaskene med kjemikalier er lukket og engangspipetter skylles eller kastes.
    - Unngå at kjemikaliene kan komme i kontakt med mat eller drikke.

Mikroplast

- Eksponering
    - Urenset avløpsvann (risiko for smitte)
    - Slam, avfallsstoffer fra rensing av avløpsvann (risiko for smitte)

        - Renset avløpsvann (ansees som ufarlig, men tar vanlig forholdsregler se vedlegg)
        - Drikkevann renset og urenset, havvann og vann fra fjellbekk (ansees som ufarlig)
    - Risiko
        - Smittestoffer i mottatt urenset avløpsvann. Påvist smittestoffer i klasse 2, men ikke i klasse 3 og 4. Se vedlagte Informasjonsdatablad
        - Smittefare
          Bør unngå eksponering via hender, sår og innånding
          Se vedlagte Informasjonsdatablad
    - Tiltak for å redusere risiko
        - Generell bruk av verneutstyr (Lab. frakk, hansker, vernebriller)
        - Slammet er pasteurisert ved leveranse og tømmes i spesialavfall (gul boks)
        - Det utrensede avløpsvannet kokes i avtrekk ved mottak, kan tømmes i vasken eller i do etter bruk
        - Ved håndtering av slam og urenset avløpsvann vurderes bruk av munnbind.
        - Prøver fra fjellbekk eller Stokkbekken skal ikke drikkes
        - Det utarbeides rutiner for henting på lab, behandling og avhending av ferdige analyserte prøver og gjenværende rester

Vedlegg: Rutiner for håndtering av avløpsvann, slam, kjemikalier og annet risikoavfall

Følgende rutiner gjelder:

Ved inntak av vannprøver:

- Avløpsvannet, renset og urenset, kokes under avtrekk i et par minutter før vannet fylles over på to rene 1L's merkede flasker
- Plastflaskene som avløpsvannet er kommet i rengjøres grundig etter bruk
- Flasken med pasteurisert slam og renset og urenset avløpsvann, merkes godt

Ved avhending av vannprøver

- Ved avhending kan avløpsvannet tømmes i beholder egnet for den slags eller i do.
- Slammet tømmes i dertil egnet Gule beholdere.
- Øvrige vannprøver tømmes i vasken

Ved gjennomføring

I rom C2-115 og rom C2-101/107 – Partikkelmåling i avløpsvann, Drikkevannsanalyse, Mikroplast

- Vannprøvene settes fram på to bord (eller godt adskilt) i hvert av rommene i plastflakser med lokk. Bord med drikkevann/bekkevann settes på et bord, og avløpsvann og slam settes på annet bord.
- Rentvannsprøver hentes av lagene fra 2L eller 1L flasker etter behov i merkede dramsglass eller begerglass.
- Urent vann fordeles i porsjoner på 100 mL i 250 mL flasker. Lagene henter en flaske ved behov og setter tilbake. Kjemisk analyse (K) og Mikroplast (M) deler på 4 flasker av hver type vann

Rom:	Team: Kjemisk ana. (K)/Mikroplast (M) Merking av flasker:	Bord – Urent mengde (L) Lag pr. dag	Bord – Rent mengde (L) Lag pr. dag	Lab. benk Grupper Lag pr. dag	Avfallshåndtering
C2-115	Urenset avløpsvann (past)	4x100mL (M/K)			I do/beholder
	Slam (past)	4x100mL (M)			I gul beholder
	Renset avløpsvann (past)	4x100mL (M/K)			I do/beholder
	Havvann - Mausund		1 L (4 lag M)		I vasken
	Urenset drikkevann - Jonsvann		1 L (8 lag M/K)		I vasken
	Renset drikkevann - Jonsvann		1 L (8 lag M/K)		I vasken
	Fjellbekk – Fagerhaug/Oppdal		1 L (8 lag M/K)		I vasken
	Smeltevann fjell – Fagerhaug		1 L (8 lag M/K)		I vasken
	Stokkbekken 1 – Estenstad		1 L (8 lag M/K)		I vasken
	Stokkbekken 2 – Dragvoll		1 L (8 lag M/K)		I vasken
	Stokkbekken 3 – Lade		1 L (8 lag M/K)		I vasken
	Kjemikalier			1 koffert	I gul beholder

Rom:	Team: Turbiditet (T) Merking av flasker:	Bord – Urent mengde (L) Lag pr. dag	Bord – Rent mengde (L) Lag pr. dag	Lab. benk Grupper Lag pr. dag	Avfallshåndtering
C2-101/107	Urenset avløpsvann (past)	4x100mL (T)			I do/vasken
	Renset avløpsvann (past)	4x100mL (T)			I do/vasken
	Havvann - Mausund		1 L (4 lag T)		I vasken
	Fjellbekk – Fagerhaug/Oppdal		1 L (4 lag T)		I vasken
	Smeltevann fjell – Fagerhaug		1 L (4 lag T)		I vasken
	Stokkbekken 1 – Estenstad		1 L (4 lag T)		I vasken
	Stokkbekken 2 – Dragvoll		1 L (4 lag T)		I vasken
	Stokkbekken 3 – Lade		1 L (4 lag T)		I vasken
	Kjemikalier			Ingen	

- Ved hver av flaskene står et 250 mL begerglass med vannprøve og pipette i hvert beger. Herfra henter deltagerne sine prøver.

Det er mulig at 1L er nok til flere dager for de fleste formålene. Det som bruker mye er turbidimeter-målinger med egenutviklet utstyr om det blir aktuelt. En kan vurdere å kun bruke melk i vann for disse målingene, men for målinger av innhentet vann så kan en nøye seg med bruk av Pasco.

Vedlegg H Gjennomføring

Dette vedlegget inneholder følgende delkapitler:

1. Felles introduksjon ved starten av dagen
2. Oversikt over påmeldte
3. Utstyr

Dernest følger elevark og veiledningsmateriell for studentene

4. Elevark
   - Måling av luftkvalitet
   - Måling av partikler i avløpsvann – Rensing av avløpsvann
   - Kjemiske analysemetoder - Hva er i drikkevannet
   - Registrering av mikroplast

H.1 Felles introduksjon ved starten av dagen

Denne introduksjonen skulle holdes for hver av gruppene med inntil 24 deltagere. Ansvarlig ansatt i hvert rom:

Velkommen til Science Camp 2019

Temaet i år er luft- og vannforurensning. Et tema som er blitt særdeles aktuelt i forbindelse med forurensningen av drikkevannskilden i Askøy kommune og miljøpakkene i større norske byer med tilhørende bomstasjoner. For ikke å snakke om plastproblematikken knyttet til havet og spredning av mikroplast i hele næringskjeden. Science Camp'en er initiert og finansiert av Trøndelag fylkeskommune.

Alle disse temaene er store og det er vanskelig å rekke innom alle i løpet av en kort dag i forbindelse med en Science Camp. Vi har derfor valgt å dele dere inn i spesialiserte «forskningsteam».

Det første teamet som skal se på ***luftforurensning****, med spesielt fokus på veistøv. Denne gruppen skal bygge en støvmåler med GPS og samle inn data fra nærområdet både med egenbygget og en profesjonell måler. Trondheim har som mange andre byer hatt problemer med å oppfylle kravene til støv og NO_X gasser. Imidlertid har dette endret seg de siste årene og gjort Trondheim til en av de reneste byene i landet.* ***Tore Nordstad*** *fra miljøenheten i Trondheim kommune vil gi en kort introduksjon til dette temaet.*

Vi er blitt kjent med at avløpsvannet fra bl.a. husholdninger ikke må komme på avveie og forurense naturen, og aller minst drikkevannskildene våre. Det er derfor viktig å ***rense avløpsvannet*** *før det slippes ut i naturen. Dessuten inneholder det næringsstoffer og viktige mineraler som er en ressurs vi bør ta vare på. Dette teamet vil undersøke om Trondheim kommune overholder kravene til partikkeltetthet på det rensede avløpsvannet ved hjelp av et hjemmebygget og et profesjonelt turbidimeter som måler partikkeltettheten.* ***Sina Shaddel*** *fra Inst. for bygg og miljø vil holde en kort introduksjon om rensing av avløpsvann i Tr.heim kommune og gjenvinning av næringsstoffer og mineraler.*

Ett tredje team vil arbeide med kjemisk analyse av bl.a. prøver av drikkevann. Tr.heim kommune har gitt oss både urenset og renset drikkevann. Teamet vil bl.a. måle pH-verdier og klorid innhold i naturlig drikkevann og flaskevann, f.eks. i Farris. I tillegg vil de se på bruk av

hjemmelagde kolorimeter for måling av konsentrasjoner av ulike oppløsninger. Tilslutt vil de anvende UV-lys for å påvise kinin i Tonic water. ***Terje Nøst*** *fra miljøenheten i Tr.heim kommune vil gi en kort introduksjon om drikkevannskilden til kommunen vår og hvordan vannet renses før det sende ut til husstandene.*

Det fjerde teamet vil ha fokus på ***mikroplast****. Teamet vil filtrerer avløpsvann og slam fra rense-prosessen for å se om de finner spor av mikroplast. Hva med drikkevannet vårt, er det fritt for plast, eller havet utenfor Trøndelagskysten? I et samarbeid med Mausund Feltstasjon har vi fått prøver på sjøvann og fisk for disseksjon for å se om vi kan påvise mikroplast i næringskjeden. Til dette har gruppen til disposisjon utstyr for filtrering, stereoluper og kortbølget lys (UV).* ***Dina Rogstad*** *som nettopp har avsluttet sitt masterarbeid med mikroplast som tema, vil holde en kort introduksjon av emnet.*

På slutten av dagen vil vi at hvert enkelt tema skal oppsummere hva dere er kommet fram til for en ***presentasjon på 4 minutter****.*

Siden vi arbeider på lab. vil vi ha ***fokus på sikkerhet****. Vi bruker alltid hvit frakk og vernebriller når vi er på lab'en. Når vi arbeider med kjemikalier eller prøver av avløpsvann og slam, skal det brukes engangshansker. Ved behov kan det være aktuelt å bruke munnbind. Det er heller ikke lov å drikke eller spise på laboratoriet. Når vi går til lunsj vasker vi hendene og tar av frakk og briller. Det er viktig at alle overholder disse reglene.*

Så vil vi ønske alle en god fornøyelse og en opplevelsesrik dag på lab'en.

H.2 Oversikt over påmeldte

De 6 påmeldte ble foreslått samlet på onsdag og ble forsøkt kontaktet ved SMS, tlf. og e-post for å få bekreftet at det var greit å bytte dag. To av de påmeldte på tirsdag varslet fra at de kom. Når dagen kom møtte alle seks opp.

Påmeldte	Tema	Sted	Oppmøte
Mandag 17.06.19			
1	Mikroplast	Trondheim	
Tirsdag 18.06.19			
1	Kj. analyse	Trondheim	
2	Mikroplast	Trondheim	
3	Mikroplast	Orkdal	
Onsdag 19.06.19			
1	Luftkvalitet	Trondheim	
2	Mikroplast	Steinkjer	

H.3 Utstyr

Det ble ikke satt opp noen detaljerte lister over utstyr som ble brukt under de ulike aktivitetene. Det ble innkjøpt utstyr for ca. kr. 54 000,- i tillegg til utstyr hentet fra egen lab. utrustning og innlånt utstyr fra andre laboratorier. Vi ser for oss at det innkjøpte utstyret kan lånes ut til skoler som ønsker å gjennomføre noen av de undervisningsoppleggene som ble utviklet til Science Campen.

H.4 Elevark

I det følgende gjengis underlagsmaterialet for gjennomføringen av de fire temaene under Science Camp 2109.

H.4.1 Måling av luftkvalitet

Materiellet ligger fortløpende på de følgende sidene.

H.4.2 Måling av partikler i avløpsvann – Rensing av avløpsvann

Materiellet ligger fortløpende på de følgende sidene.

H.4.3 Kjemiske analysemetoder - Hva er i drikkevannet

Materiellet ligger fortløpende på de følgende sidene.

H.4.4 Registrering av mikroplast

Materiellet ligger fortløpende på de følgende sidene.

NTNU THE BIG CHALLENGE SCIENCE FESTIVAL TRONDHEIM 2019

Måling av luftkvalitet

Science Camp 2019

for elever på videregående skole

Trøndelag fylkeskommune

NTNU
Skolelaboratoriet for matematikk, naturfag og teknologi

1 Innledning

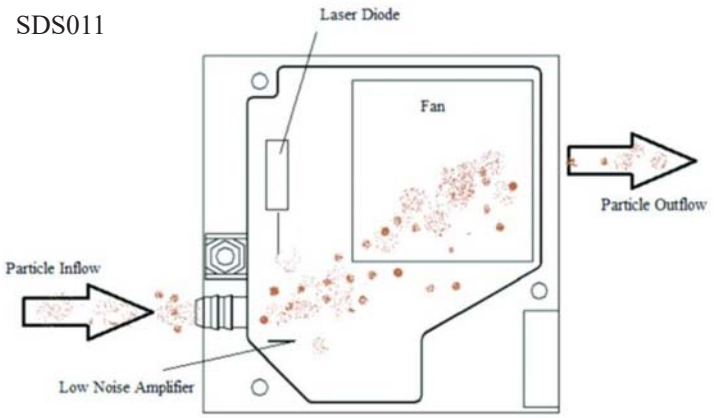
Notatet beskriver oppbygging, kalibrering og bruk av et hjemmelaget luftkvalitetsmåler. Tanken er at instrumentet skal kunne anvendes til måling av partikkeltetthet i luft i tillegg til at det måler fuktighet og temperatur med tilhørende GPS-posisjon. Ideen til byggesettet er hentet fra Air:bit som er utviklet ved Universitetet i Tromsø, se airbit.uit.no. En takk til ***Edvard Pedersen*** som har latt oss bruke ideen. Ellers har ***Patrick A. Driscoll*** fra Inst. for arkitektur og planlegging, NTNU og ***Frank A. Kraemer*** fra Inst. for informasjonsikkerhet og kommunikasjonsteknologi, NTNU støttet prosjektet med informasjon og bakgrunnsstoff. En takk også til ***Tore Nordstad*** ved Trondheim kommune, Miljøenheten som laget en presentasjon om miljøet i Trondheim og som deltok i opplæringen av læringsassistentene.

En partikkelmåler er et instrument som måler partikkeltettheten i luften. Dette skjer ved å sende en laserstråle gjennom en prøve av luften og se på spredningen av lyset. Spredningen er avhengig både av bølgelengden til lyset, partikkelstørrelsen og mengden eller tettheten av partikler. Instrumentet må derfor hente en prøve av luften inn i et lite kammer, belyse prøven og måle spredningen. På bakgrunnen av hvor mye lys som spres anslås partikkeltettheten eller antall partikler.

2 Arbeidsoppdrag

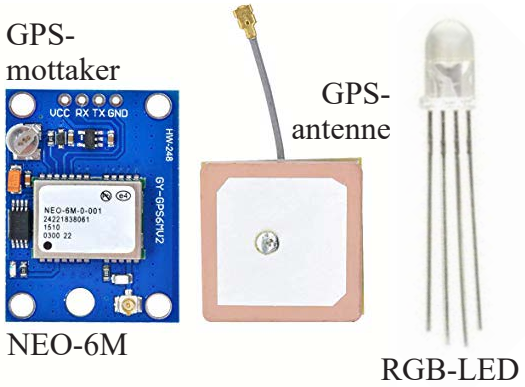
2.1 Kort beskrivelse av komponentene

En ***partikkelmåler*** består av et mørkt kammer og en vifte som drar inn luft i kammeret gjennom et lite rør i siden. En laser belyser luftprøven som fyller kammeret. En lyssensor er plassert til siden for laserstrålen slik at den kun fanger opp det lyset som spres på grunn av partiklene i kammeret. Dette signalet forsterkes, digitaliseres og regnes om til en partikkelkonsentrasjon µg/m^3.



En ***GPS-mottaker*** med antenne etablerer kontakt med et antall satellitter. Disse sender ned tidssignaler som mottakerne benytter for å beregne posisjonen på jordoverflata. Det kan ta noen minutter før kommunikasjonen med satellittene er etablert og en lysdiode begynner å blinke blått på GPS-mottakeren.

En stor ***RGB LED*** vil lyse enten rødt eller grønt avhengig av om GPS-mottakeren klarer å beregne en gyldig posisjon.



- Rødt ved mislykket posisjonsberegning
- Grønt ved vellykket posisjonsberegning

Temperatur-sensor

Luftfuktighets-sensor

En temperatur- og fuktighetssensor er montert på et lite kort. Disse måler og beregner temperaturen i grader C og relativ fuktighet i prosent. Siden den relative fuktigheten er avhengig av lufttemperaturen, så brukes temperaturmålingen til å korrigere målingen av luftfuktighet.

Luftkvalitetsmåleren inneholder også en enhet som skriver dataene inn på en fil på et mikro SD-kort. Ved hjelp av en adapter kan dette kortet leses av PC'ene og ev. dataene hentes inn i Excel eller annen programvare for videre behandling.

Instrumentet forsynes av et 9V batteri. Dette er noe knapt for å gjøre målinger over lang tid over kortere tid er dette tilstrekkelig. Ett nytt batteri varer ca. 1,5 timer.

2.2 Oppdragene

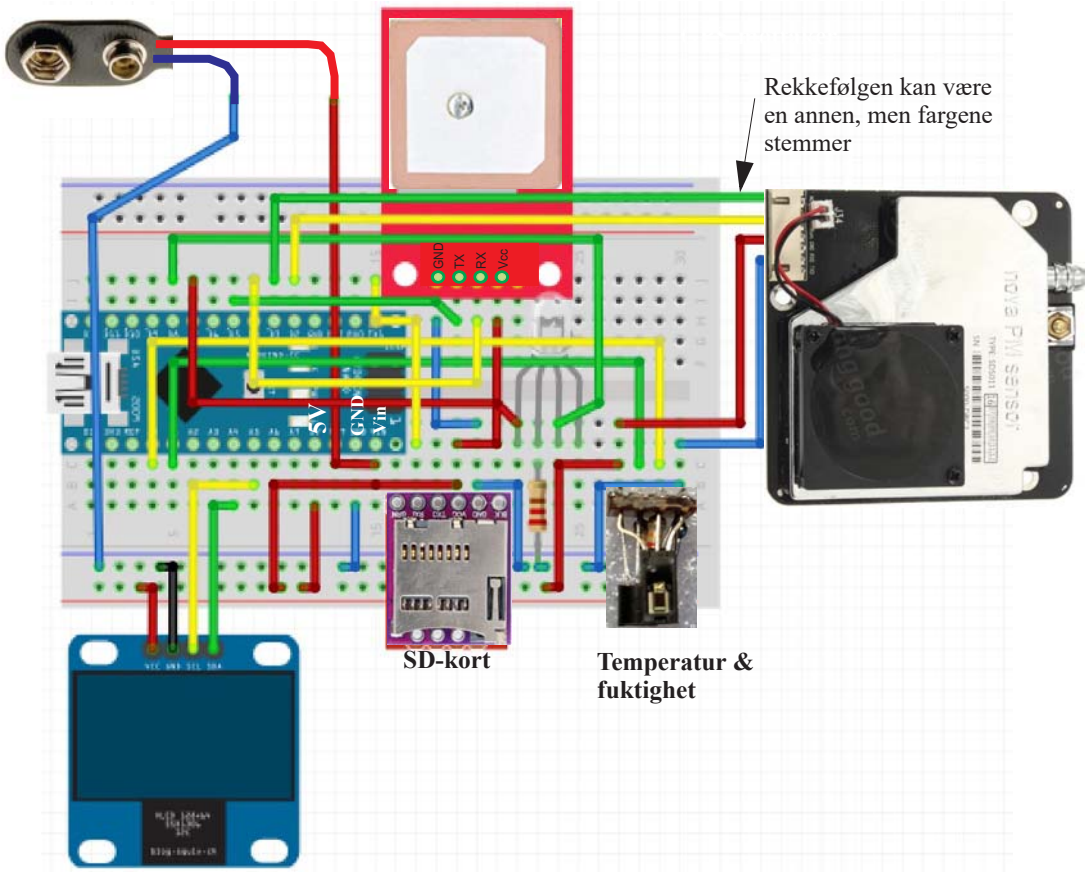
Det ferdige instrumentet måler partikkeltetthet, relativ luftfuktighet (%), temperatur (°C) og posisjon i lengde- og breddegrader og høyde Følgende oppdrag skal løses:

- Bygg luftkvalitetsmåleren
- Programmer og test instrumentet
- Bruk av profesjonell måler BQ20
- Sammenlign egenbygget og profesjonelt utstyr
- Kalibrer temperatur og fuktighet
- Innhent data fra feltmålinger, veikryss og rundkjøring
- Analyser og dokumenter måleresultatene
- Presenter resultatene

Oppdrag 1 – Monter elektronikken måleinstrumentet:

- Koble opp måleinstrumentet.
  Komponentene dere trenger for å bygge opp instrumentet er samlet i en pose.

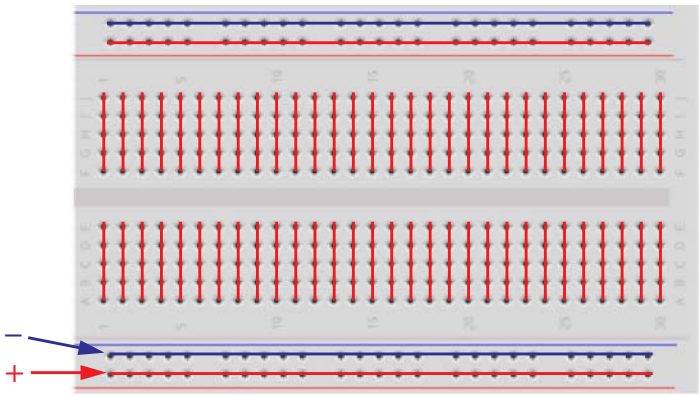
Kretsene kobles opp på et koblingsbrett som vist på figuren under.



For oversiktens skyld vil det være lurt å bruke de anbefalte fargene på ledningene.

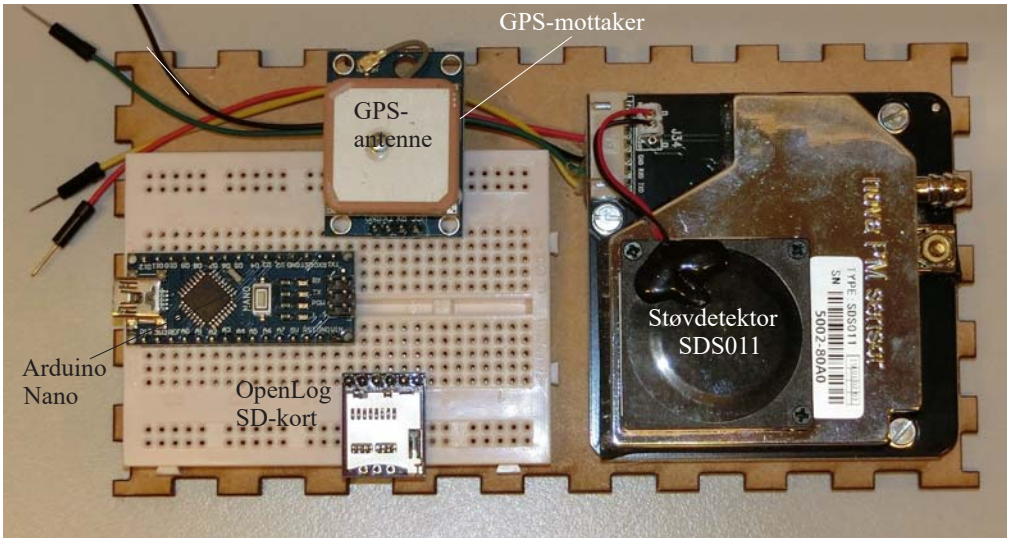
I alt trengs: 5 stk. røde, 4 stk. blå, 3 stk. gule og 3 stk. grønne ledninger.

Figuren til høyre viser hvordan koblingsbrettet er konstruert, dvs. hvilke tilkoblingspunkter som er forbundet med hverandre med elektrisk ledende skinner på undersiden av hullene. Disse er markert med røde og blå linjer..



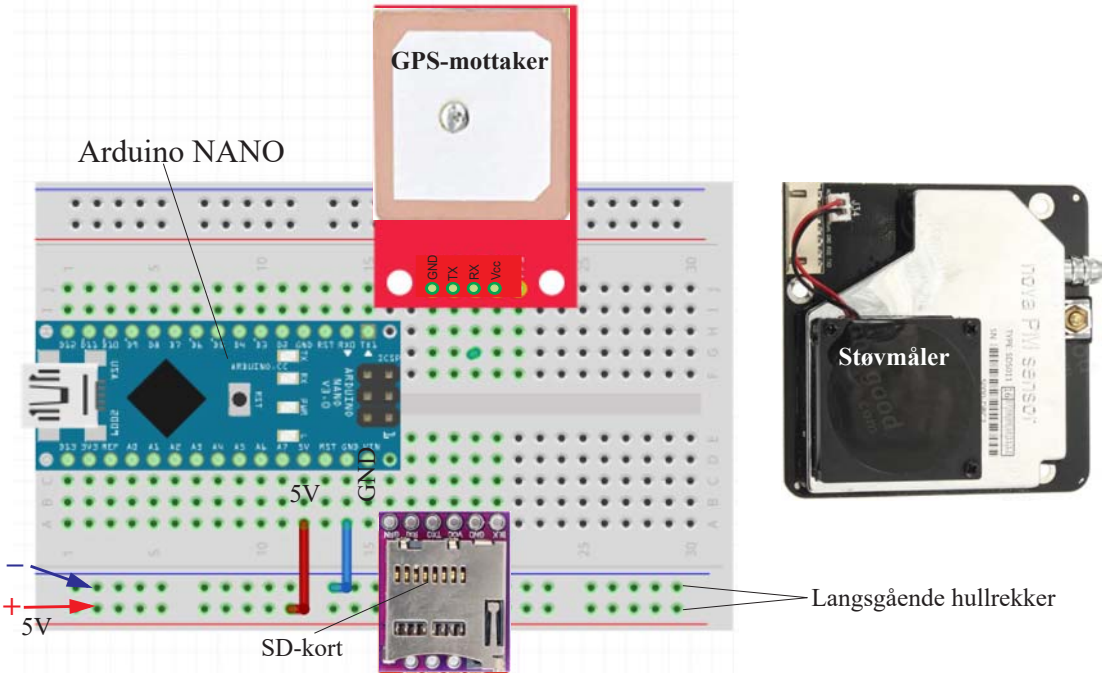
Vi lar den nederste raden med huller være pluss (+) og den nest nederste minus (–) som vist på figuren over.

- Begynn med å plasser komponentene som vist på figuren under. Påse at hver komponent plasseres i de riktige hullene

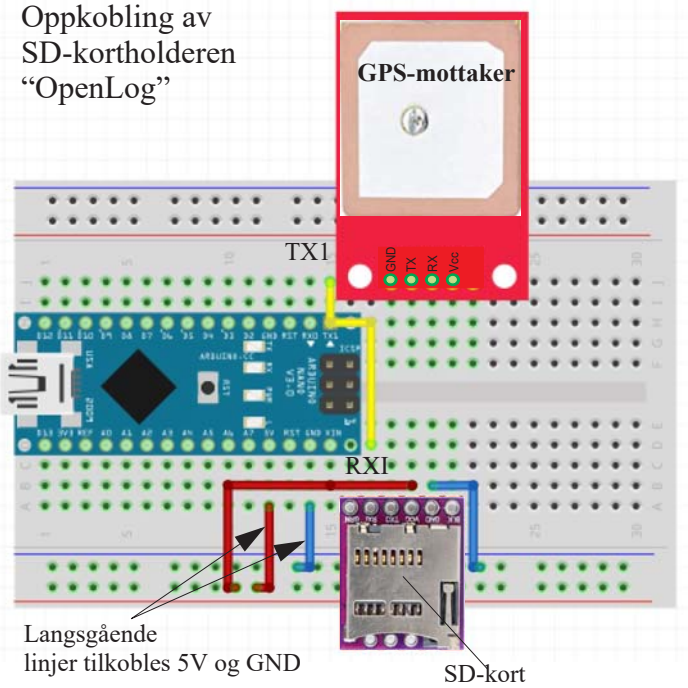


Dette er også vist på tegningen under. Dette er alt gjort når dere får byggesettet.

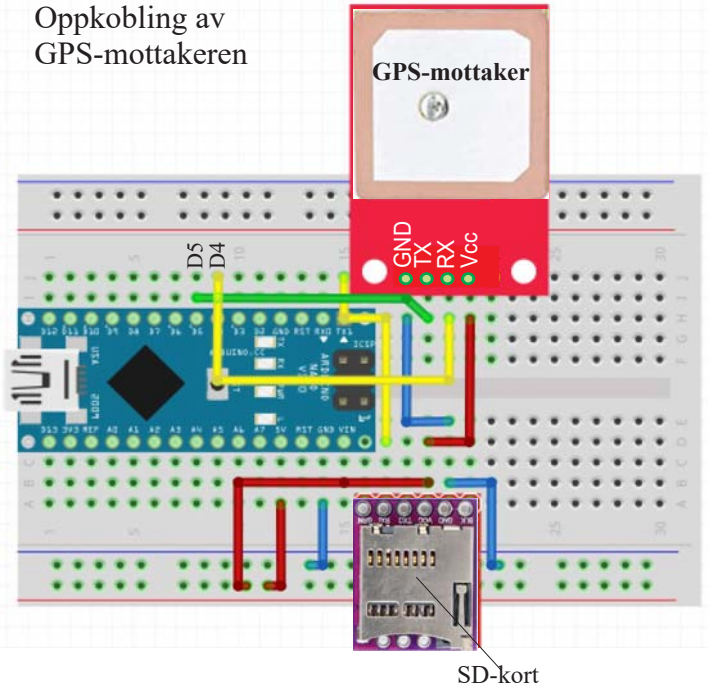
Begynn med å forbinde de to langsgående hullrekkene til +5V og GND som vist på figuren under.



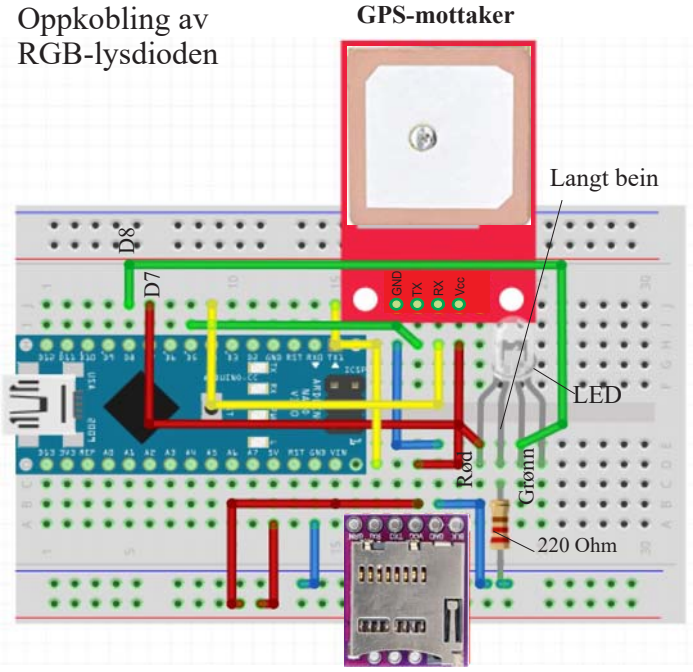
- Koble opp SD-kortholderen. Denne skal ha +5V (rød) og jord (GND) (blå). I tillegg trenger den en ledning for skriving til SD-kortet. Denne forbinder RXI på SD-kortholderen og TX1 på Arduino NANO (gul). Siden vi ikke skal lese fra kortet, kan vi droppe ledningen fra TX0 –> RX0 på Arduino NANO.

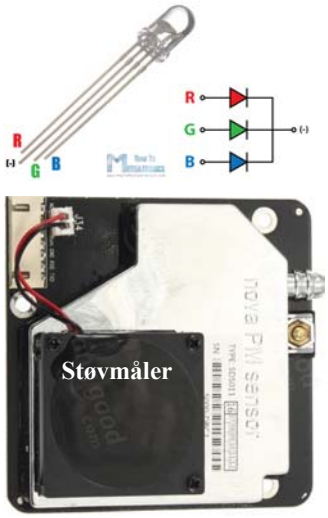


- Koble opp GPS-mottakeren. I tillegg til +5V (rød) og jord (GND) (blå) trenger den to ledninger, en for skriving til GPS-mottakeren (gul D4 –> RX) og en for lesing av mottakeren (grønn D5 –> TX).

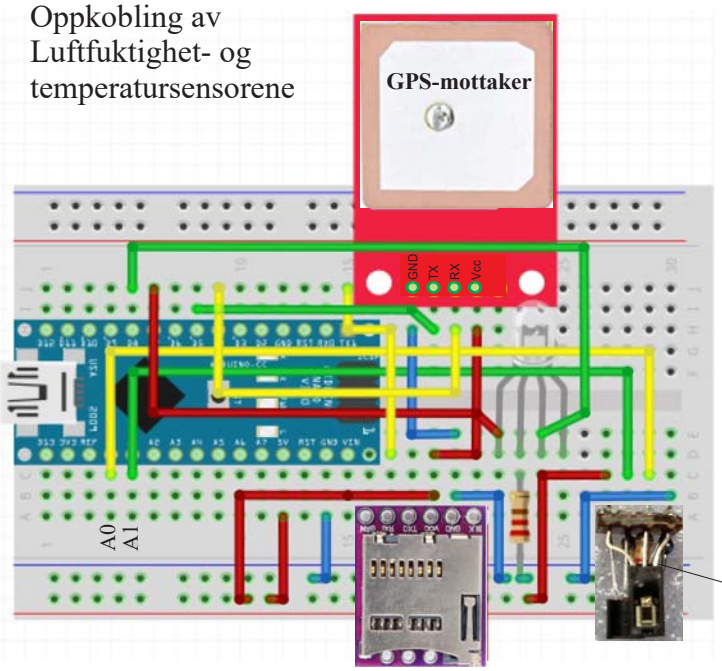


- Koble opp RGB-LED'en. Denne inneholder en rød, en grønn og en blå lysdiode. Vi skal bare bruke den røde og den grønne. Den har også en felles pinne, ***det lengste beinet***, som kobles til jord via en motstand på 220 Ohm (rød rød brun). Den røde lysdioden kobles til port D7 (rød) og den grønne til D8 (grønn/blå) på Arduino NANO'en.

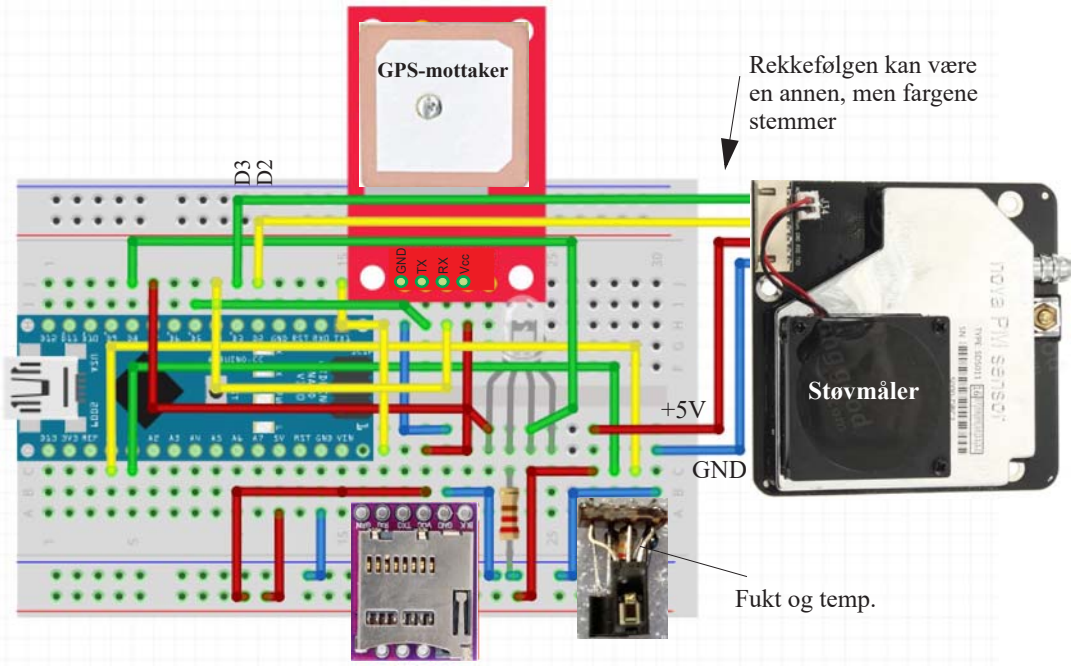




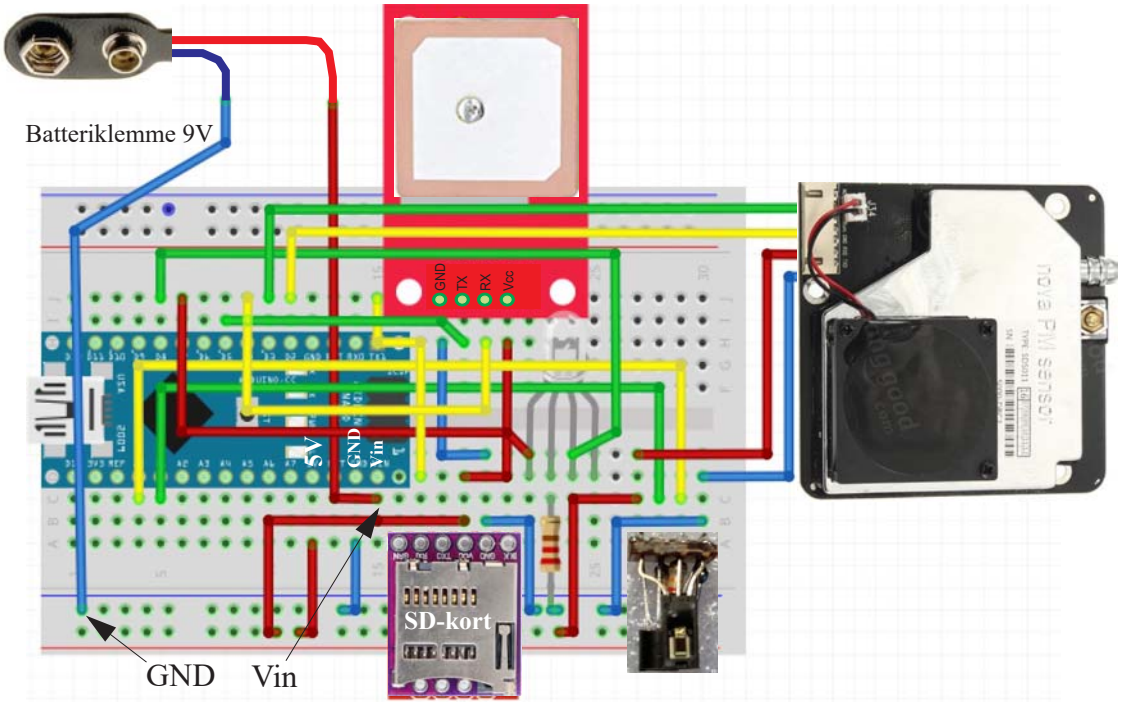
- Monter luftfuktighets- og temperatursensorene som er koblet opp på et eget lite kort. +5V (rød) og jord (GND) (blå) og forbindes med de langsgående koblingsskinnene nederst. I tillegg kobles fuktighetssensoren til A0 på Arduino NANO'en (gul) og temperatursensoren kobles til A1 (grønn) som vist på tegningen under.



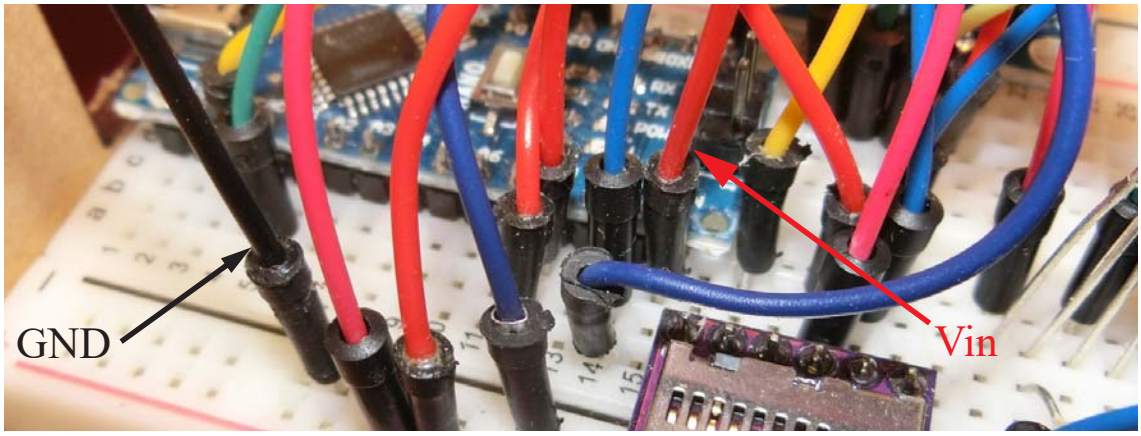
- Koble til støvsensoren, den store boksen som er montert til høyre. Denne har fire ledninger som kan koble rett til koblingsbrettet. I tillegg til +5V (rød) og jord (GND) (blå), har den to ledninger for å overføre data. En gul ledning som kobles til Arduino port D2 og en grønn ledning som kobles til port D3.



- Så kobler vi til den eksterne spenningskilden, et 9V batteri med en batteriklemme. Den røde ledningen kobles til V_{in}. NB! **Det er særdeles viktig at denne kobles V_{in} og ikke til +5V**



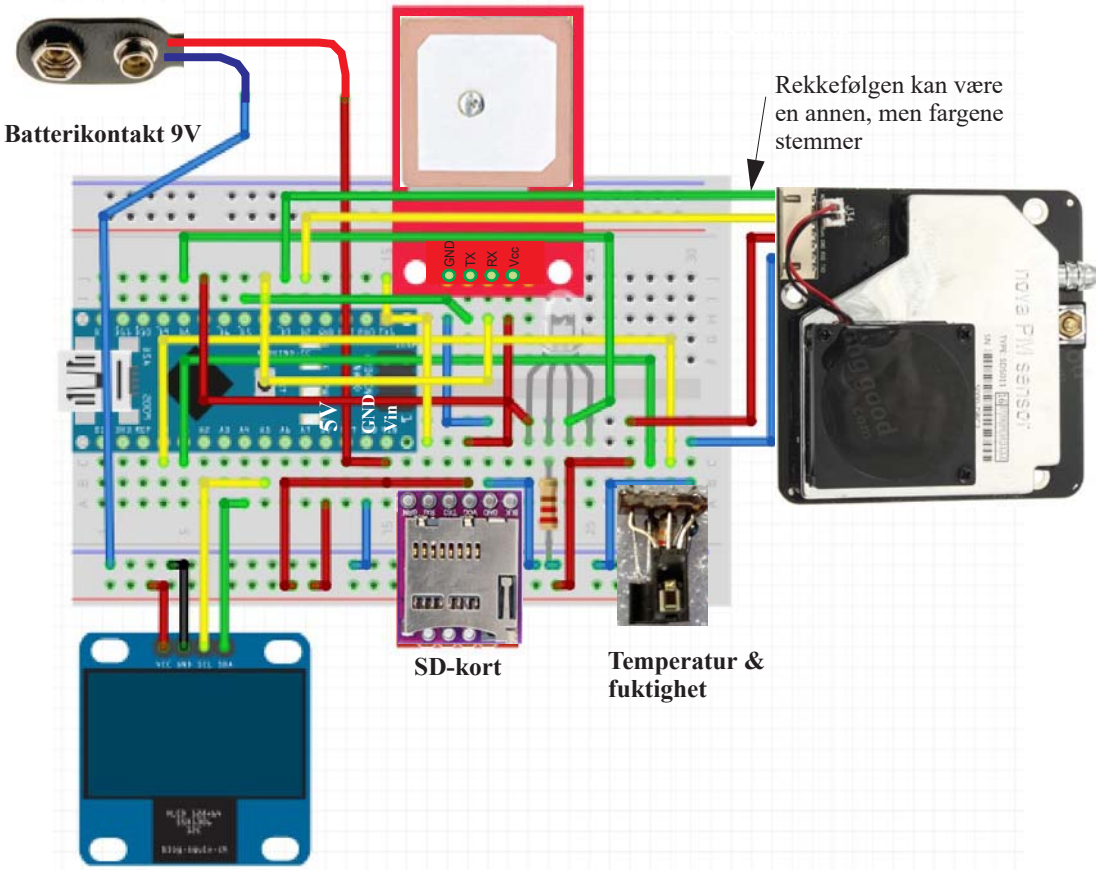
- Bildet under viser hvordan batterikontakten er montert. Rød ledning til V_{in} og sort til GND



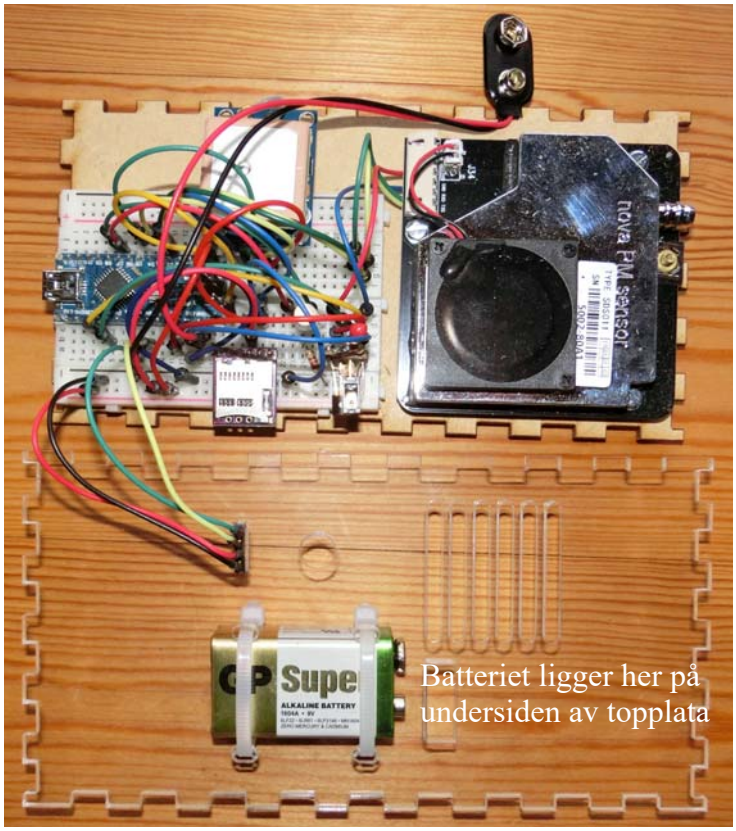
Oppdrag 2 - Sett sammen boksen

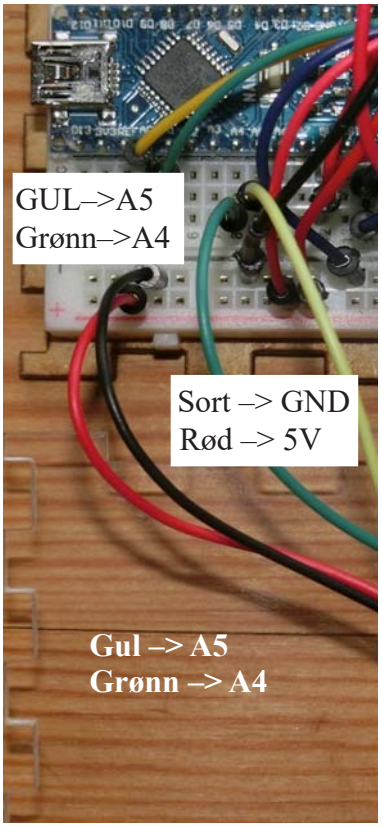
Til å beskytte elektronikken bruker vi en spesiallaget laserkuttet boks i MDF. Det er viktig at alle sideplatene plasseres på rett side da det er laget hull som passer til elektronikken på innsiden. Vi skal ikke lime sammen boksen, men kun presse sideplater og lokk sammen. Om de ikke sitter godt nok, bruker vi en strikk eller litt tape til å holde dem på plass.

- Det første vi gjør er å koble til ledningene fra displayet som sitter på topplate. Displayet har fire ledninger med ulik farge som vist nederst på figuren under.

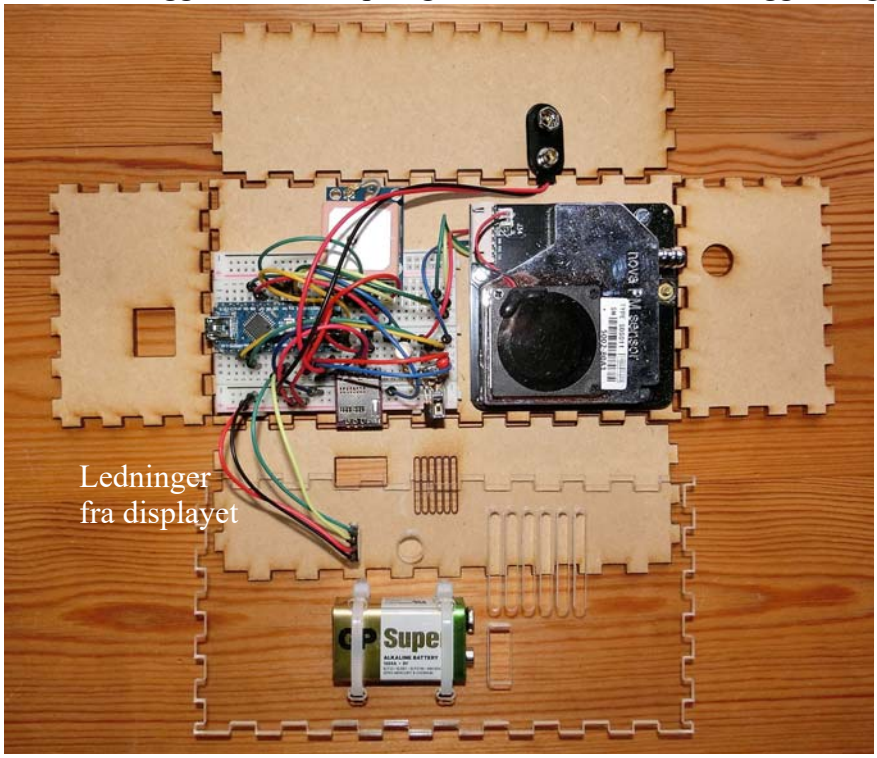


Vi legger topplata opp-ned ved siden av bunnplata og kobler til ledningene som vist på bildet under. Monter batteriet med to strips slik at det blir liggende oppå topplata.

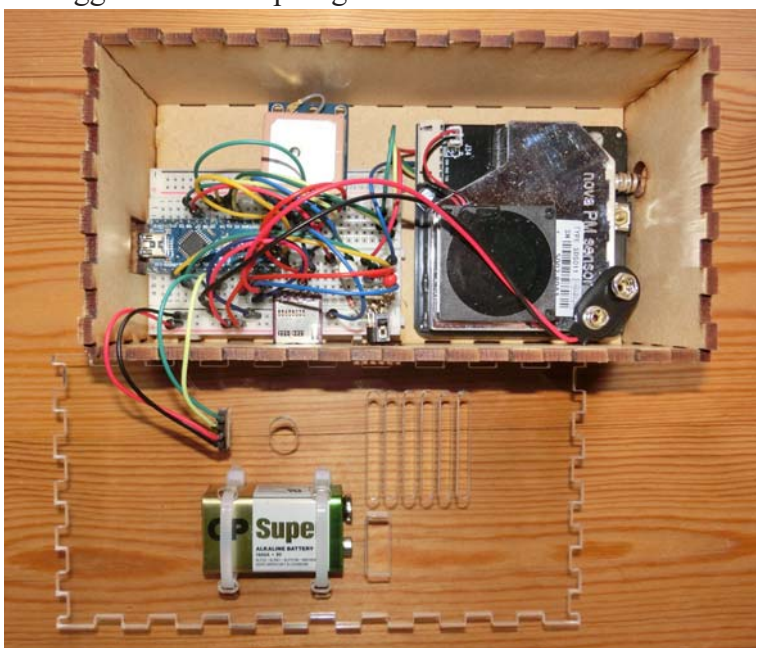




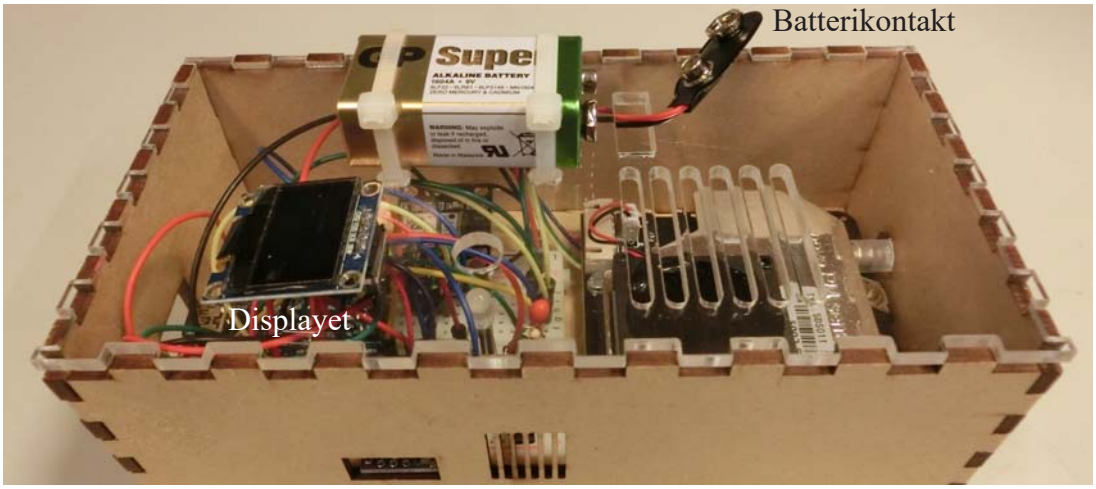
- ***Gå over og sjekk at alle ledningene er koblet opp riktig i henhold til skjemaet.***
- Legg ut over sideveggene som vist på figuren under. Merk hvor veggene ligger.



- Monter de fire veggene som vist på figurene under.

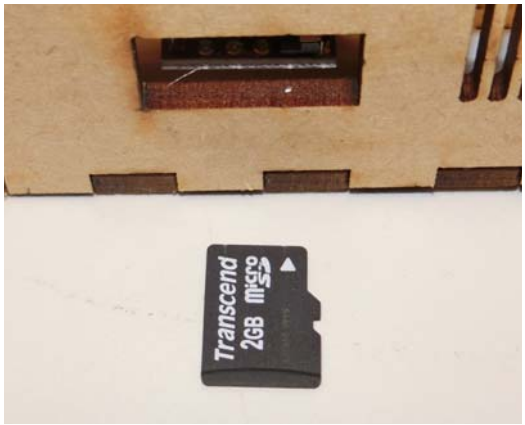


- Tre batteriklemma gjennom hullet i lokket og sett på lokket. Dernest settes displayet ned i sokkelen.



- Monter hetta over støvinntaket som vist på figuren under

- Sett inn SD-kortet. Dette presses inn i SD-kortholderen til man merker et lite klikk. Kortet tas ut med på trykke det inn til man hører et lite klikk og det kommer ut. Påse at kortet settes inn rett vei.



- Vent med å koble til batteriet.

Første sjekk

Den første sjekken av kortet gjøres ved å koble USB-kabelen mellom PC'en og Arduino NANOen ved hjelp av USB-kabelen.

Sjekk følgende:

1. En rød lysdiode skal lyse på Arduino NANO-kortet
2. Om denne ikke lyser. ***NB! Ta ut kabelen og sjekk oppkoblingen.*** Sjekk spesielt at de røde, blå og sorte ledningene er koblet rett.
3. Om den lyser. Sjekk at det blinker gult en gang i blant på undersiden av SD-kortholderen.

2.3 Programmering

Oppdrag 3 - Installer programmet og test at det fungerer

- Last opp et programmet som leser av alle sensorverdiene og skriver dem til SD-kortet.

  Hent programmet fra katalogen Science Camp 2019/Luftkvalitet/Arduinofiler/
  eller hent programmet fra nettsiden: https://www.ntnu.no/skolelab/bla-hefteserie
  Gå ned til fanen: *Science Camp 2019*
  Hent fila: *Luftforurensning_SC_nkr_5.ino*
  Legg den et sted på PC'en hvor dere finner den igjen

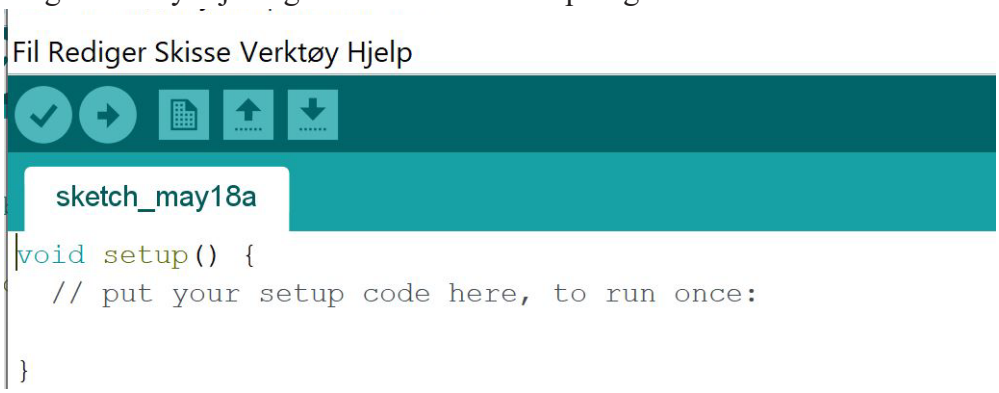
- Start Arduino IDE (editoren til Arduino)

  Startes ved å trykke på programikonet (til høyre)

Kort innføring i bruk av Arduino editoren:

Når du åpner editoren ser du følgende bilde:

Det viktige er menylinjen og ikonene som er vist på figuren under



1. Koble til Luftkvalitetsinstrumentet ved hjelp av USB-kabelen
2. Påse at SD-kortet er montert i SD-kort holderen

Prosedyre for å sette opp editoren for kortet Arduino NANO:

3. Velg "Verktøy" fra menylinjen. Velg "Kort" og velg "Arduino NANO" fra lista
4. Velg "Verktøy" fra menylinjen. Velg "Port" og velg den porten med høyest nummer fra lista
5. Velg "Verktøy" fra menylinjen. Velg "Prosessor" og velg "ATmega328 (Old boot-loader)" fra lista

Prosedyre for å behandle programmet:

6. Hent opp programmet dere lastet ned ved å velge:
   Finn programmet og velg "Åpne" finn fila dere lastet ned
7. Sjekk at programmet er uten syntaksfeil ved å velge

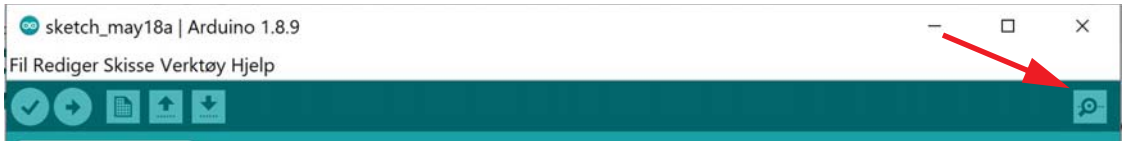
8. Kompiler og last opp programmet til Arduino NANO i instrumentet ved å velge

Programmet skal nå befinne seg i kontrolleren i instrumentet

Prosedyre for å observere data når man er utendørs eller nær vindu

Man har flere måte å observere data på, enten ved å åpne monitoren eller ved å studere displayet. La oss først bruke monitoren:

9. Ytterst til høyre på menylinja finner man monitorsymbolet



Velger man denne kommer det opp et nytt vindu hvor man kan studere data som skrives til SD-kortet

10. Åpne monitoren på PC'en og studer dataene som kommer.

Dersom dere befinner dere innendørs er det lite sannsynlig at GPS'en vil finne noen satellitter. Det er derfor nødvendig å gå utendørs for å teste GPS-mottakeren. Når GPS-kretsen låser til et tilstrekkelig antall satellitter vil den grønne lysdioden begynne å blinke, ellers vil den røde blinke.

Disse skal ha formen:

```
COM8

Luftforurensning_SC_nkr_4C
Tid (s), Lengdegrad, Breddegrad, Hoyde, pm2.5, pm10, Temp(C), Fukt(%)
631,10.453965,63.426319,0.0,0.50,4.40,27.3,38.9
642,10.453982,63.426338,0.0,0.70,3.80,25.9,39.3
649,10.453991,63.426296,0.0,0.70,4.10,26.4,38.2
656,10.453999,63.426273,0.0,1.00,7.10,26.4,38.1
663,10.454012,63.426280,0.0,1.00,7.80,25.4,38.2
670,10.454033,63.426292,0.0,0.90,8.80,26.9,38.1
677,10.454045,63.426292,0.0,0.80,8.20,26.4,38.5
685,10.454057,63.426284,0.0,0.70,5.40,26.9,37.5
693,10.454100,63.426292,0.0,0.70,3.50,25.9,38.7
701,10.454136,63.426292,0.0,0.70,3.50,27.3,38.2
709,10.454094,63.426277,0.0,0.70,3.20,27.3,38.8
717,10.454081,63.426269,0.0,0.50,2.50,26.9,37.6
725,10.454035,63.426261,0.0,0.50,1.90,27.3,38.0
733,10.453997,63.426254,0.0,0.50,1.00,27.8,37.7
Bla automatisk  Vis tidsstempel
```

Tid i sekunder siden start, Lengdegrad, Breddegrad, Høyde over havet, Partikkeltetthet pm2.5 og pm10, temperatur og fuktighet.

Displayet

Bildet under viser displayet:

Bildet til venstre vises før GPS'en har låst til satellitter.

Bildet til høyre når alt fungerer som det skal:
T: Temperatur i grader C, **RF:** Relativ funktighet i %
pm2,5: Konsentrasjon av 2,5 µm partikler, **pm10:** Konsentrasjon av 10 µm partikler,
L: Lengdegrad, **B:** Breddegrad

Prosedyre for testing av data innendørs

Programmet er laget slik at dersom det ikke mottas noen GPS-data så vil utstyret heller ikke skrive ut partikkeltetthet, temperatur og fuktighet. Under den innledende testingen hopper vi over GPS-målingene og venter med dem til vi kommer utendørs.

11. Slik endrer du programmet slik at det hopper over GPS-målingene

    Gå inn i programmet og finn følgende programlinjer

```
/////// Testing og kalibrering /////////
int intervall = 5;    // Angir ca. intervall i sek. mellom hver måling
float tempCal=0.0;    // lineær kalibrering av temperatur
float fuktCal=0.0;    // lineær kalibrering av fukt
bool gpsOn = true;    // True = GPS-måling på False = GPS-måling avslått
```

    Sett:

```
bool gpsOn = false;
```

    Dermed vil programmet inntil videre hoppe over GPS-målingene og vise de øvrige måleverdiene slik at instrumentet kan kontrolleres og ev. kalibreres innendørs.

Oppdrag 4 Sjekk luftfuktighet og temperatur

- Slå på instrumentet
- Les av og skriv ned verdien for temperatur og luftfuktighet på ***selvbygget instrument***:

  Avlest luftfuktighet: _____ % relativ fuktighet

  Avlest temperatur: _____ °C

Les av og skriv ned temperatur og luftfuktighet fra et ***kalibrert instrument***

Avlest luftfuktighet: _____ % relativ fuktighet

Avlest temperatur: _____ °C

Sammenlign verdiene og kommenter:

_____

_____

_____

_____

Oppdrag 4 Sjekk partikkeltetthet

- Slå på instrumentet
- Les av og skriv ned verdier for partikkeltetthet på ***selvbygget instrument***:

  Avlest partikkeltetthet 2,5µm: _____ µg/m^3

  Avlest partikkeltetthet 10µm: _____ µg/m^3

  Les av og skriv ned verdier for partikkeltetthet ***kalibrert instrument***

  Avlest partikkeltetthet 2,5µm: _____ µg/m^3

  Avlest partikkeltetthet 10µm: _____ µg/m^3
- Sammenlign målingene med grenseverdiene for krav til partikkeltetthet i lufta:

Alarmgrenseverdier for partikkelkonsentrasjon[1)]

Luftkvalitet	Verdi i µg/m^3	Indikatorskala
Utmerket	0 til 10 µg/m^3	Grønn
Bra	10 til 35 µg/m^3	Gul
Lav belastning	35 til 75 µg/m^3	Oransje
Middels belastning	75 til 150 µg/m^3	Rød
Kraftig belastning	150 til 250 µg/m^3	Fiolett
Svært kraftig belastning	> 250 µg/m^3	Brun

Sammenlign verdiene og kommenter (se også Vedlegg D på side 43):

_____

_____

_____

Oppdrag 5 Sjekk GPS-målinger og lagring av data

I dette oppdraget skal dere sjekke at GPS-mottakeren fungerer som den skal. Denne testen må gjøres utendørs.

- Gå inn i programmet og slå på GPS målingene:

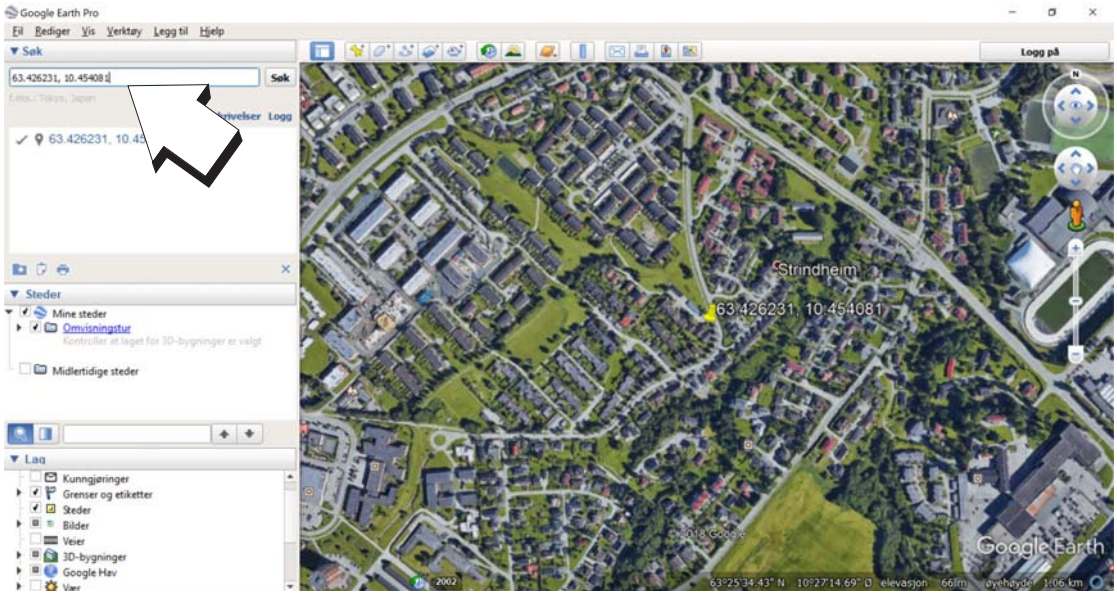
  ```
  bool gpsOn = true;
  ```

- Sett et SD-mikro kort inn i SD-kortholderen
- Slå på instrumentet. Det er sannsynlig at den lille røde lysdioden på GPS-mottakeren lyser kontinuerlig, mens den store røde blinker, hvilket betyr at GPS-mottakerne ennå ikke har låst seg til satellittene og ingen målinger er tilgjengelig.
- Gå utendørs og vent til GPS-kretsen har låst seg til satellittene, det kan ta flere minutter. Dere vil da se at den lille røde lysdioden på GPS-mottakeren og at den store grønne (eller blå) dioden begynner å blinke.
- Bli stående og vent et par minutter, før dere slår av instrumentet og går inn for å sjekke data.
- Ta ut SD-mikro kortet og sett det inn i adapteren og sett det så inn i PC'ens kortleser. Klikk på fila og studer resultatet. Les av koordinatene og skriv ned:

  Breddegrad: _____°

  Lengdegrader: _____°

- Åpne Google Earth og skriv inn koordinatene fra målingene i søkefeltet (pila på figuren under). *Husk at breddegraden (63.--°) skal stå først, deretter lengdegraden adskilt med komma (10.--°), desimaltegnet skal være "."*. Bruk gjerne 5 eller 6 desimaler.



Hvordan stemmer dette med forventningene?

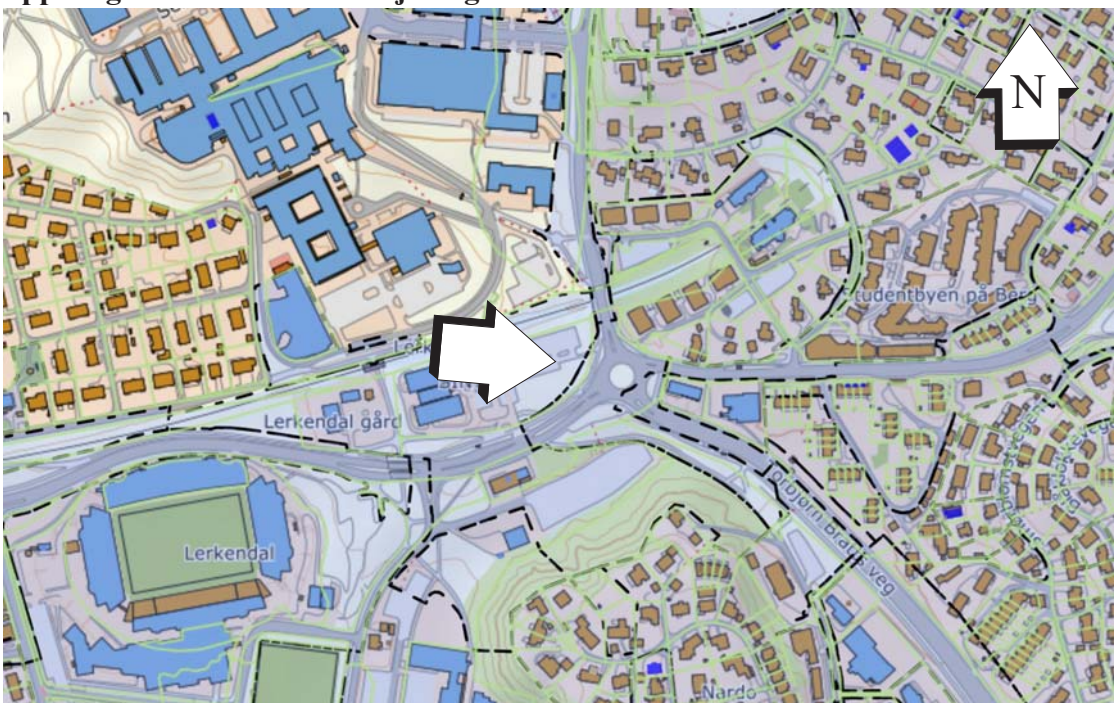
_____

_____

2.4 Feltmålinger

Dersom alt ser ut til å fungere er dere klare for å dra ut på oppdrag i felten.

Oppdrag 6A Dra ut til rundkjøring ved Lerkendal



- **Gå til rundkjøringen ved Lerkendal**

  Ta med dere instrumentet og dra ut til rundkjøringa nord for Lerkendal. Instrumentet slås på i det dere forlater Realfagbygget og slås av idet dere kommer tilbake til Realfagbygget. Det kan ta noen minutter før GPS'en har låst til satellittene. Når det skjer begynner den blå lysdioden på GPS-kortet å blinke og den grønne (eller blå) lysdioden begynner å blinke.

  Plasser dere ved det angitte stedet og gjøre 2 min. opptak. Dernest skal dere gå rundt rundkjøringen og gjøre målinger mens dere går.

- **Bestem vindretningen ved rundkjøringen**

  Forsøk å bestem hvilken kant vinden kommer fra, bruk kartet for å orientere dere. *Tegn inn vindretningen på kartet.*

- **Gjør målinger med det hjemmelaget instrument**

  Gjør målinger med hjemmelaget instrument og noter verdier på fire ulike plasser rundt rundkjøringen. ***Merk av på kartet.*** Les også av fuktighet og temperatur:

  Fuktighet: _____% Temperatur: _____ °C

1. Måling med hjemmelaget måleinstrument 2,5µm: _____ µg/m^3

   Måling med hjemmelaget måleinstrument 10µm: ___ __ µg/m^3

2. Måling med hjemmelaget måleinstrument 2,5µm: _____ µg/m^3
   Måling med hjemmelaget måleinstrument 10µm: _____ µg/m^3
3. Måling med hjemmelaget måleinstrument 2,5µm: _____ µg/m^3
   Måling med hjemmelaget måleinstrument 10µm: _____ µg/m^3
4. Måling med hjemmelaget måleinstrument 2,5µm: _____ µg/m^3
   Måling med hjemmelaget måleinstrument 10µm: _____ µg/m^3

- **Gjør målinger rundt rundkjøringen med profesjonelt instrument**

  Gjør også målinger med profesjonelt instrument og noter verdier på de samme fire plassene rundt rundkjøringen. Les også av fuktighet og temperatur.

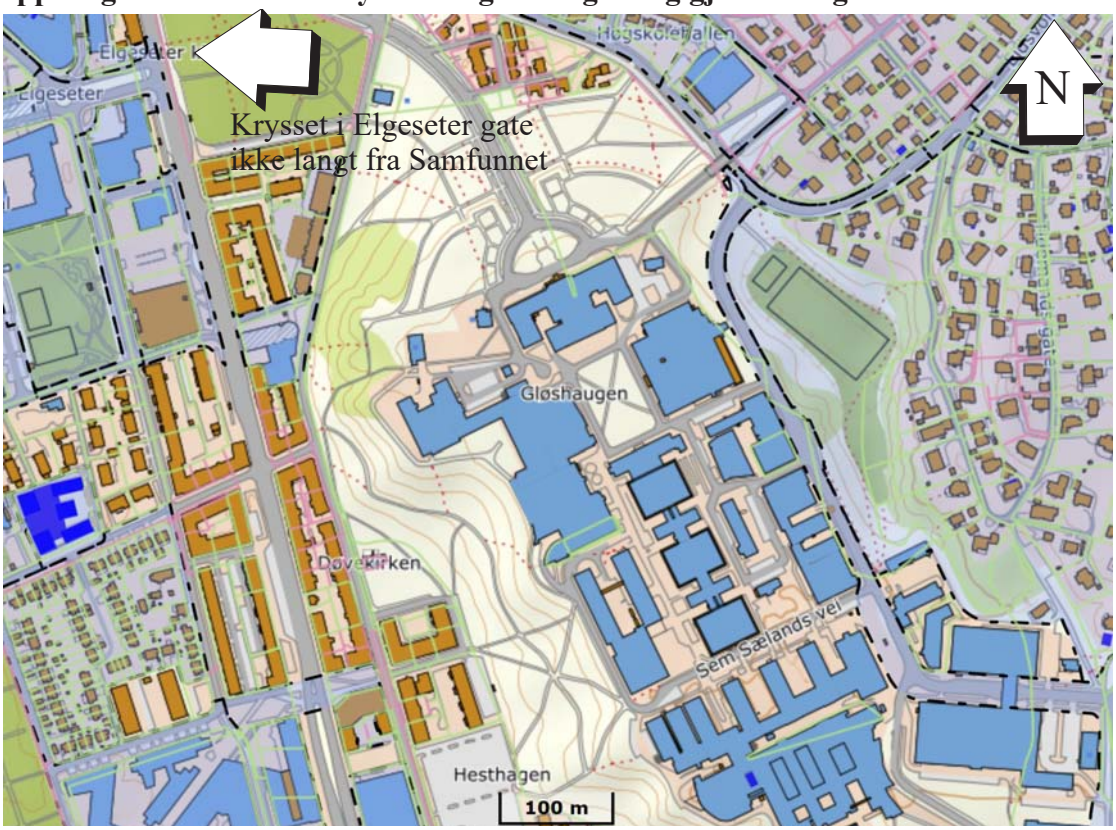
  Fuktighet: _____% Temperatur: _____ °C

1. Måling med profesjonelt måleinstrument 2,5µm: _____ µg/m^3
   Måling med profesjonelt måleinstrument 10µm: ___ __ µg/m^3
2. Måling med profesjonelt måleinstrument 2,5µm: _____ µg/m^3
   Måling med profesjonelt måleinstrument 10µm: _____ µg/m^3
3. Måling med profesjonelt måleinstrument 2,5µm: _____ µg/m^3
   Måling med profesjonelt måleinstrument 10µm: _____ µg/m^3
4. Måling med profesjonelt måleinstrument 2,5µm: _____ µg/m^3
   Måling med profesjonelt måleinstrument 10µm: _____ µg/m^3

- **Dra gjerne tilbake til Realfagbygget å sjekk de innsamlede dataene**

Gå til oppdrag 8 for å se hvordan dere kan analysere dataene.

Oppdrag 6B Dra ned til krysset i Elgeseter gata og gjør målinger



- **Gjør målinger med det hjemmelagde instrumentet**

  Ta med dere instrumentet og dra ned til krysset mellom Elgeseter gata og Olav Kyrres gate som går ned til St. Olavs sykehus. Instrumentet slås på i det dere forlater Realfagbygget og slås av idet dere kommer tilbake til Realfagbygget. Det kan ta noen minutter før GPS'en har låst til satellittene. Når det skjer begynner den blå lysdioden på GPS-kortet å blinke og den grønne (eller blå) lysdioden begynner å blinke.

  Plasser dere ved det angitte stedet (pil på kartet) og gjøre 2 min. opptak. Dernest skal dere gå rundt krysset og gjøre målinger mens dere går.

- **Bestem vindretningen ved rundkjøringen**

  Forsøk å bestem hvilken kant vinden kommer fra, bruk kartet for å orientere dere. *Tegn inn vindretningen på kartet.*

- **Gjør målinger med det hjemmelaget instrument**

  Gjør målinger med hjemmelaget instrument og noter verdier på fire ulike plasser rundt krysset. ***Merk av på kartet under.*** Les også av fuktighet og temperatur.

  Fuktighet: _____% Temperatur: _____ °C

1. Måling med hjemmelaget måleinstrument 2,5µm: _____ µg/m^3
   Måling med hjemmelaget måleinstrument 10µm: ___ __ µg/m^3

2. Måling med hjemmelaget måleinstrument 2,5µm: _____ µg/m^3
   Måling med hjemmelaget måleinstrument 10µm: _____ µg/m^3

3. Måling med hjemmelaget måleinstrument 2,5µm: _____ µg/m^3
   Måling med hjemmelaget måleinstrument 10µm: _____ µg/m^3

4. Måling med hjemmelaget måleinstrument 2,5µm: _____ µg/m^3
   Måling med hjemmelaget måleinstrument 10µm: _____ µg/m^3

- **Gjør målinger rundt rundkjøringen med profesjonelt instrument**

  Gjør også målinger med profesjonelt instrument og noter verdier på fire ulike plasser rundt rundkjøringen. ***Merk av på kartet under.*** Les av fuktighet og temperatur.

  Fuktighet: _____% Temperatur: _____ °C

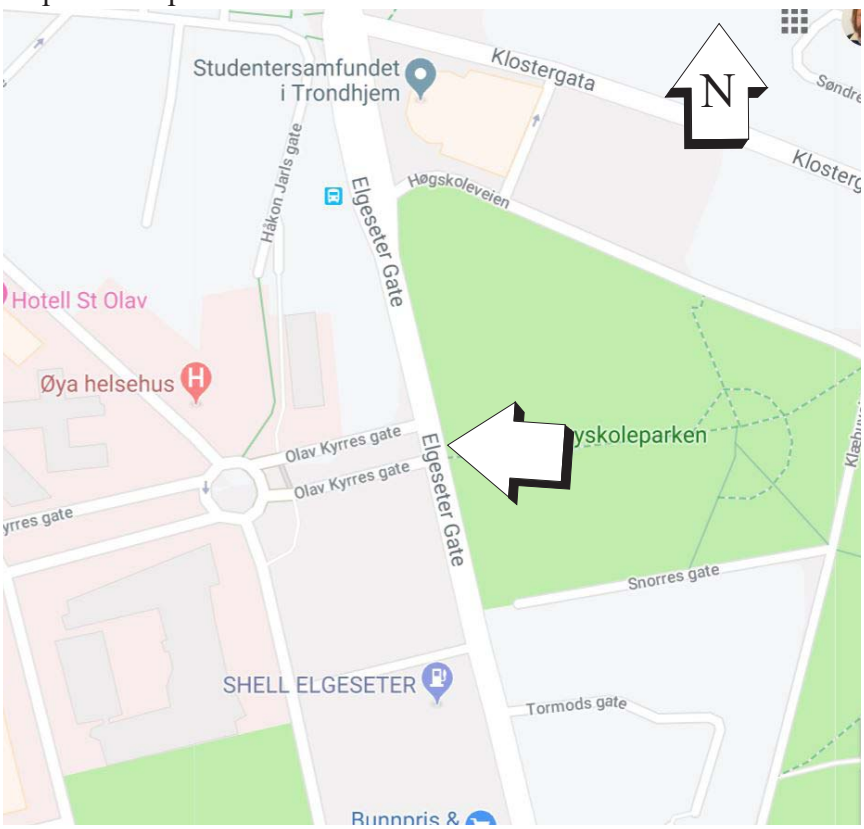
1. Måling med profesjonelt måleinstrument 2,5µm: _____ µg/m^3
   Måling med profesjonelt måleinstrument 10µm: ___ __ µg/m^3

2. Måling med profesjonelt måleinstrument 2,5µm: _____ µg/m^3
   Måling med profesjonelt måleinstrument 10µm: _____ µg/m^3

3. Måling med profesjonelt måleinstrument 2,5µm: _____ µg/m^3
   Måling med profesjonelt måleinstrument 10µm: _____ µg/m^3

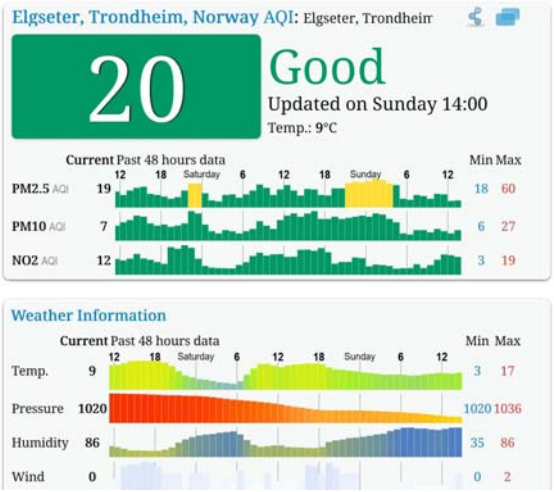
4. Måling med profesjonelt måleinstrument 2,5µm: _____ µg/m^3
   Måling med profesjonelt måleinstrument 10µm: _____ µg/m^3

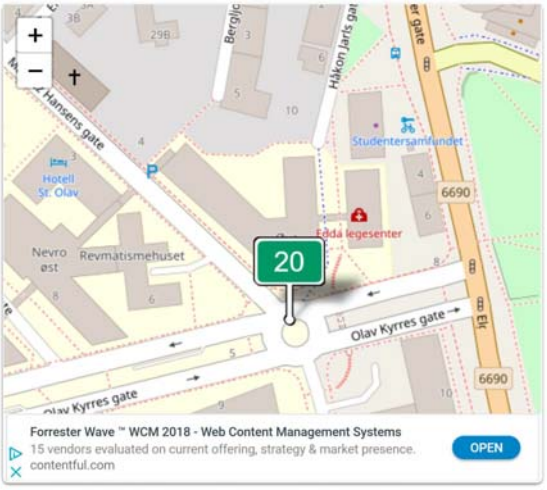
Merk av målepunktene på kartet under



Oppdrag 7 Les av data fra offentlig målestasjon og sammenlign med egne målinger

Gå inn på nettstedet: http://aqicn.org/city/norway/norway/trondheim/elgseter/ og ta ut data fra målestasjonen ved Elgeseter gate for den aktuelle perioden når det gjelder temperatur, luftfuktighet og partikkeltetthet.





- Noter følgende parametere fra målestasjonen for det aktuelle tidsrommet:

  Temperatur: _____C

  Luftfuktighet: _____ % relativ fuktighet

  PM2.5: _____ $\mu g/m^3$

  PM10: _____ $\mu g/m^3$

  Sammenlign med egne målinger utført med den håndholdte profesjonelle måleren.

  Kommenter resultatene og ev. avvik mellom de tre målingene:

  _____

  _____

  _____

  _____

Oppdrag 8 Behandling av data fra hjemmelaget instrument

Sammenlign de dataene dere fra det hjemmelagde med det profesjonelle instrumentet.

Dere skal nå analysere dataene dere har funnet. Følgende skal gjøres

- Plott temperatur, luftfuktighet og partikkeltetthet for 2,5µm og 10µm som funksjon av tiden. Excel kan gjerne brukes for å plotte disse dataene.
- Om dere ønsker å plott ruta dere gikk i Google Earth, så er det forklart i vedlegg B.2 på side 34.
- Forsøk å knytte de to kurvene sammen slik at dere kan bestemme hvor de ulike målingene ble gjort.

Oppdrag 9 Konklusjon og presentasjon

- Oppsummer resultatene og vurder:

  ... luftkvaliteten på de stedene dere har gjort målinger

  ... kvaliteten på deres egne målinger med hjemmelaget utstyr

- Lag en 4 min. lang presentasjon av prosjektet dere har gjennomført. Følgende bør være med:

  ... Beskrivelse og vurdering av byggeprosjektet og uttesting

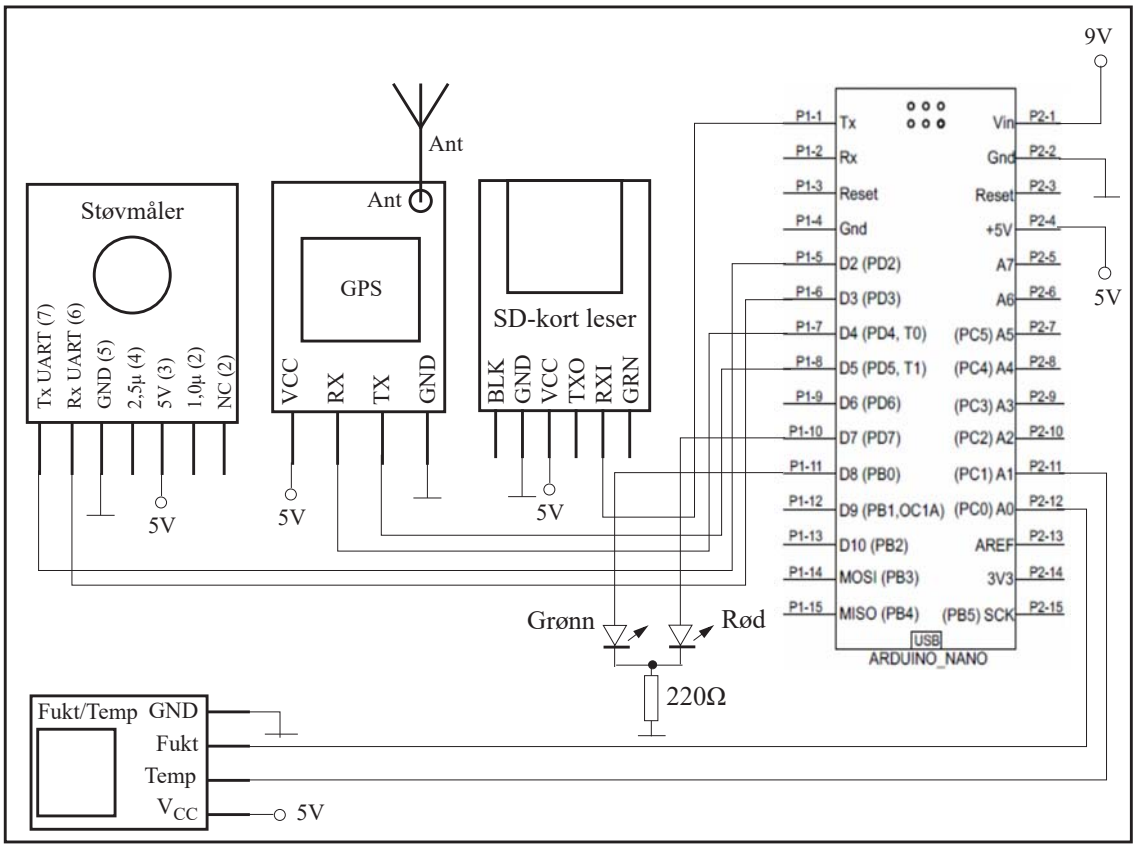
  ... Resultater fra målinger, hva og hvor dere gjorde målinger

  ... Vurdering av luftkvaliteten

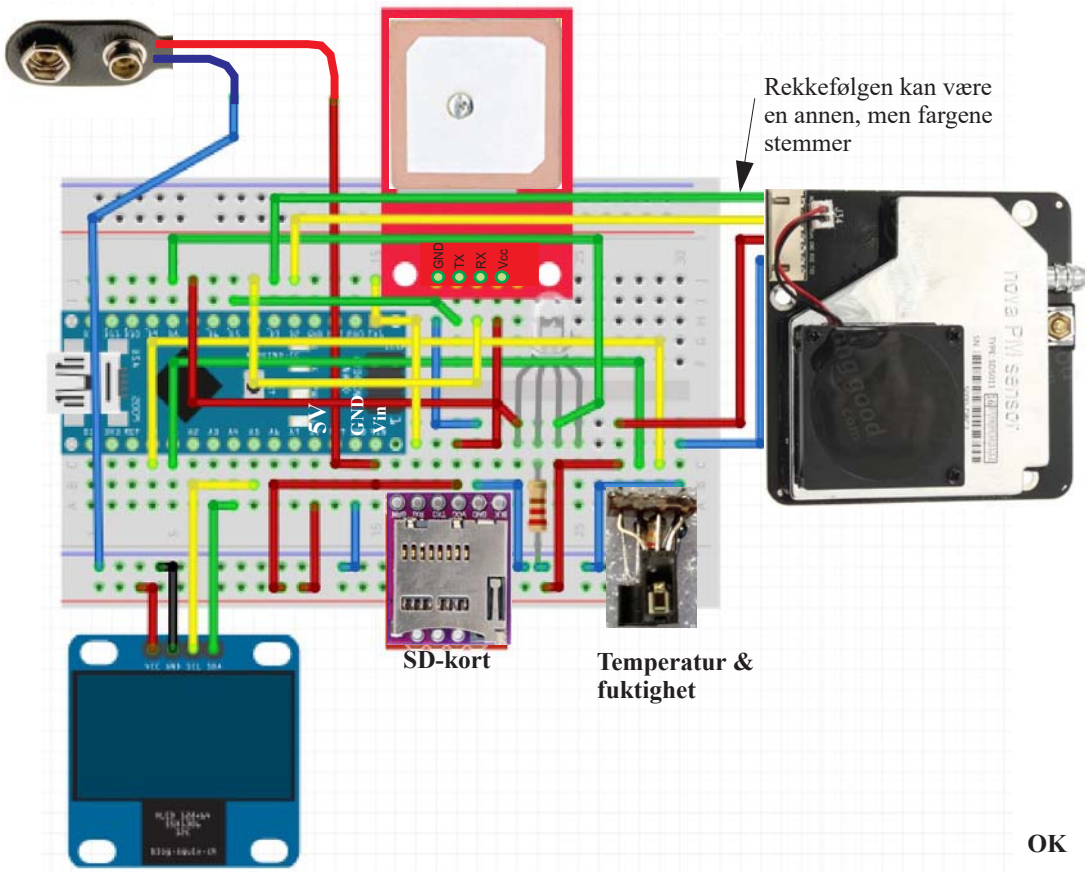
Vedlegg A Tekniske detaljer om luftkvalitetsmåleren

A.1 Koblingsskjema og oppkobling

Figuren under viser skjema for oppkobling av de ulike komponentene.



Kretsen kan kobles opp på et halvkort som vist på figuren under.



Tabellen under angir hvilke pinner som er koblet til hvilke ut- og innganger.

Tabell 2.1 Oversikt over tilkoblinger

Komponent	Pinne Komp	Pinne Nano	Funksjon
LED 1 (Rød)	anode	A1	Strøm
LED 2 (Blå)	anode	A0	Strøm
Temperatur/Fuktighets sensor LM35 og HiH4000	1	GND	GND
	2	A0	V_{LFout}
	3	A1	V_{Tout}
	4	Vcc	+5V
Støvmåler SDS011	3	Vcc	+5V
	5	GND	GND
	Rx UART (6)	D3	Data
	Tx UART (7)	D2	Data

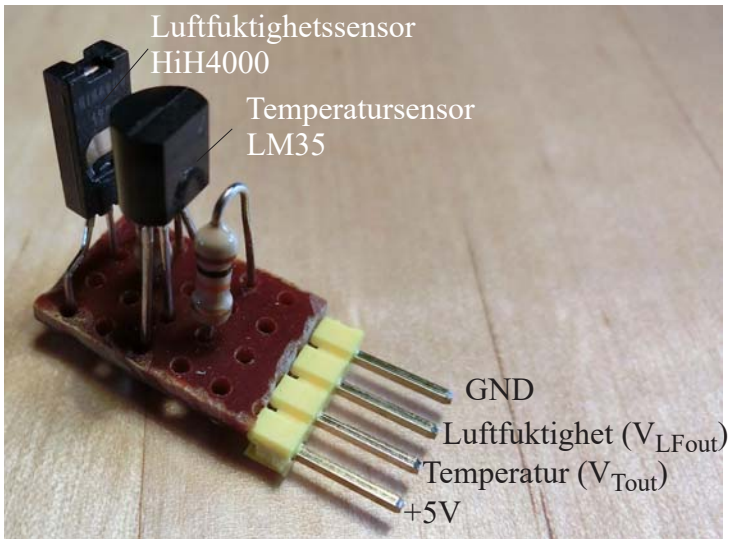
Tabell 2.1 Oversikt over tilkoblinger

Komponent	Pinne Komp	Pinne Nano	Funksjon
SD-kort - OpenLog	+	+5V	+5V
	–	GND	GND
	RXI	D0 ->Rx	Data
	TXO	D1 ->Tx	Data
GPS NEO-6M	VCC	+5V	+5V
	GND	GND	GND
	RXD	D5	Data
	TXD	D4	Data

A.2 Oversikt over komponenter med tilhørende pinning

Luftfuktighet og temperatur målinger

For måling av luftfuktighet og temperatur har vi montert to sensorer på et lite kort



Målingene kommer ut som to spenninger som må regnes om til grader C og luftfuktighet i prosent relativ fuktighet.

Temperatur (°C) = T = V_{Tout} * 100[1]

Luftfuktighet (%) = $(V_{LFout} - 0{,}16)\cdot(1{,}0546 - 0{,}00216\cdot T)/0{,}031$

Dette forutsetter 5V spenningsforsyning. T settes inn i °C[2]

1. http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf

SDS011 - Støvmåler

Figuren viser pinningen til komponenten, “bottum view”.

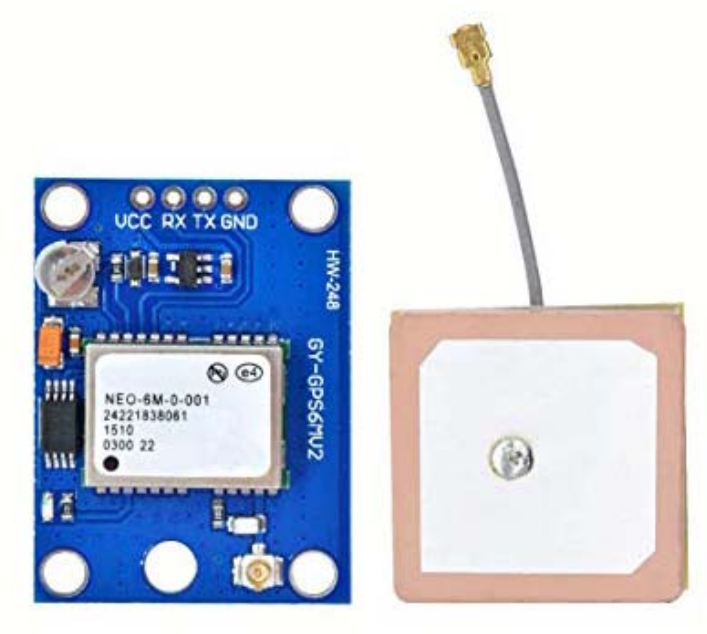
Målingene kommer ut som:

Mengde partikler med størrelse 2,5 µm angis i µg/m^3

Mengde partikler med størrelse 10 µm angis i µg/m^3.

NEO-6M - GPS

Figuren viser pinningen til komponenten, “bottum view”



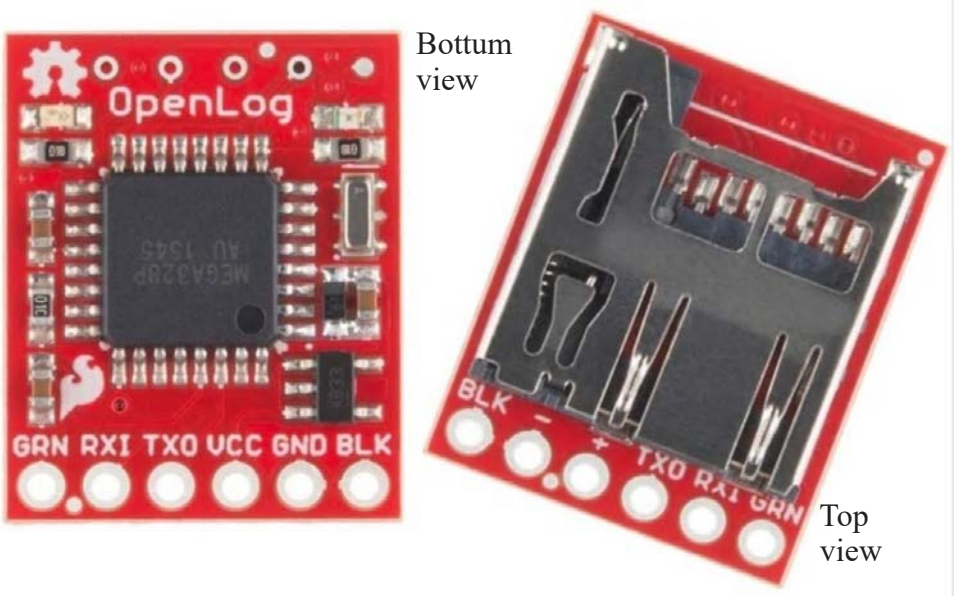
Her kan vi lese ut en rekke ulike data, men nøyer oss med følgende:

Tiden i timer, minutter og sekunder, lengdegrad i desimalgrader med seks desimaler, og breddegrad i desimalgrader med seks desimaler

2. https://sensing.honeywell.com/honeywell-sensing-hih4000-series-product-sheet-009017-5-en.pdf

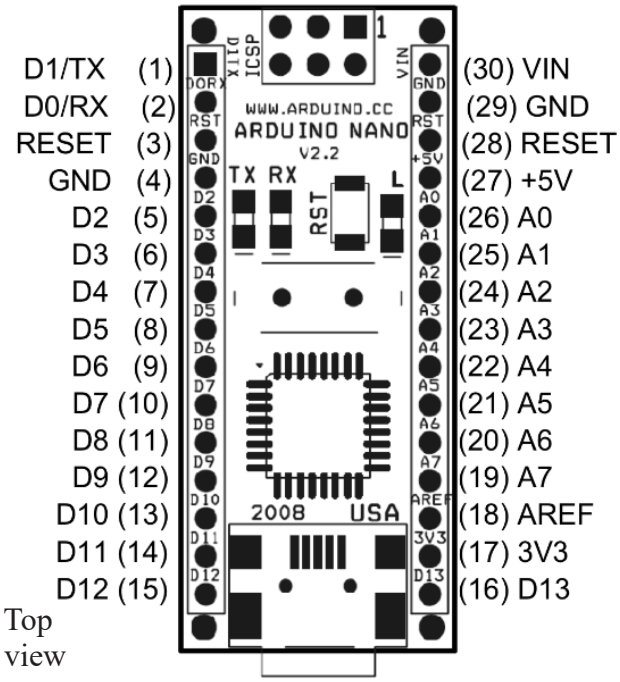
OpenLog

Figuren viser pinningen til komponenten



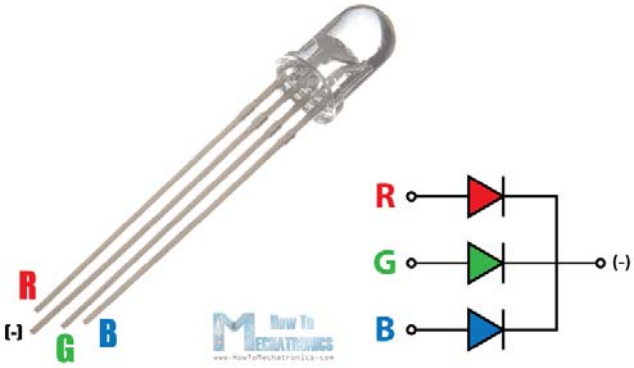
Arduino Nano

Figuren viser pinningen til komponenten



RGB LED

Figuren viser pinningen til komponenten

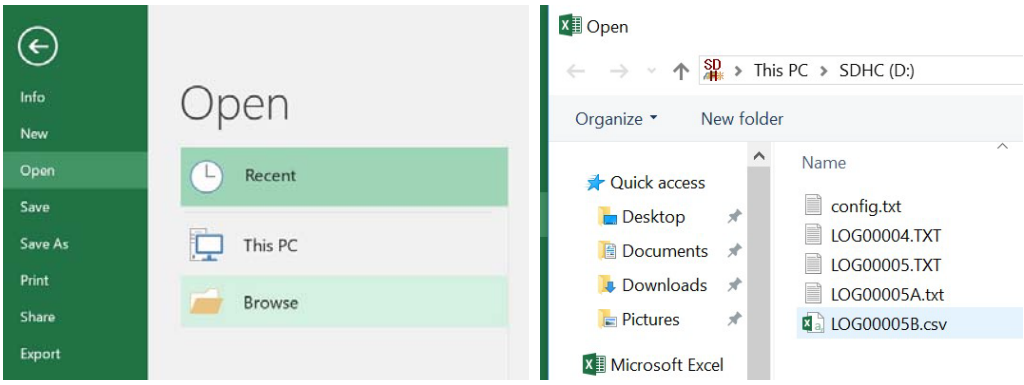


Vedlegg B Behandling av data

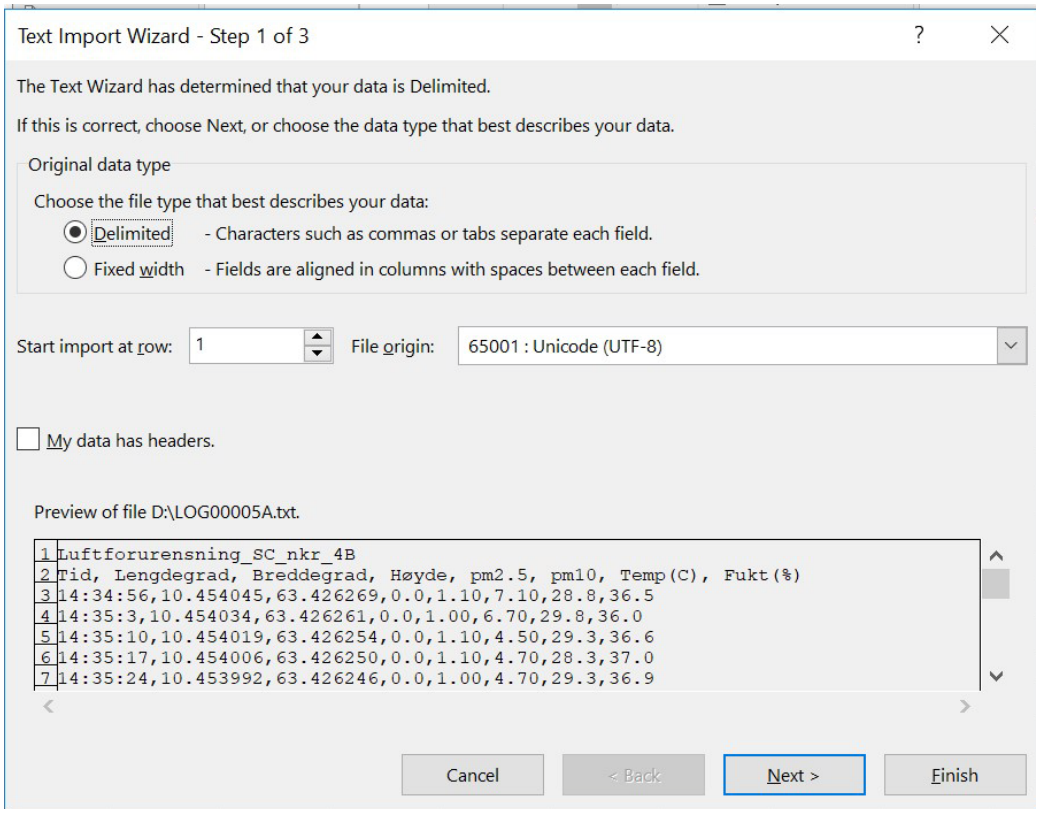
Dette vedlegget beskriver ulike måter å behandle dataene på.

B.1 Behandling av data for plotting av ruta i Google Earth

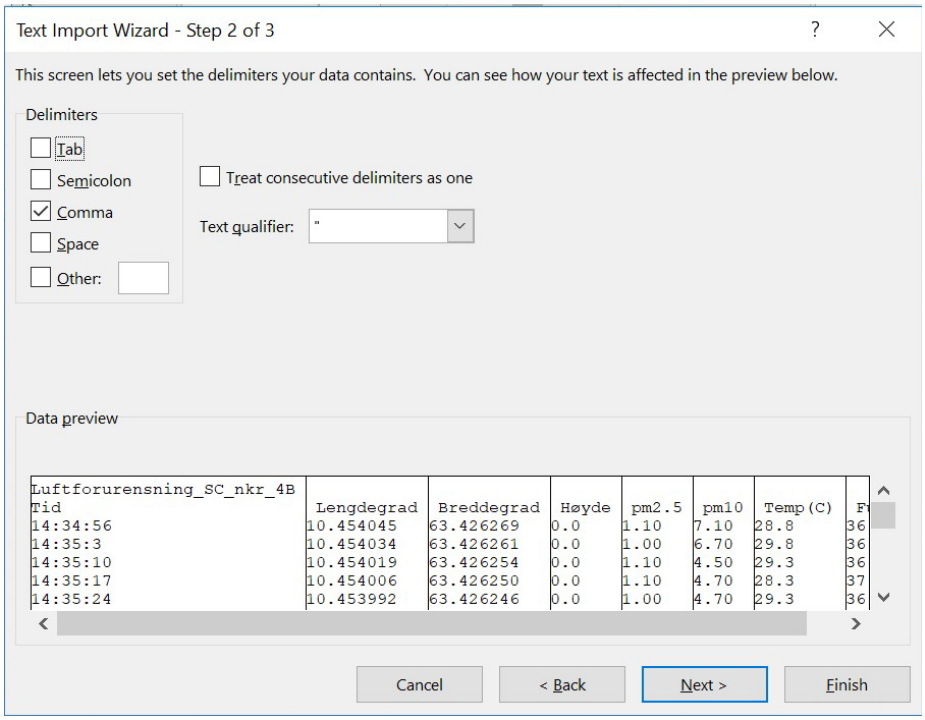
1. Start Excel
2. Velg «Open file» (under til venstre)



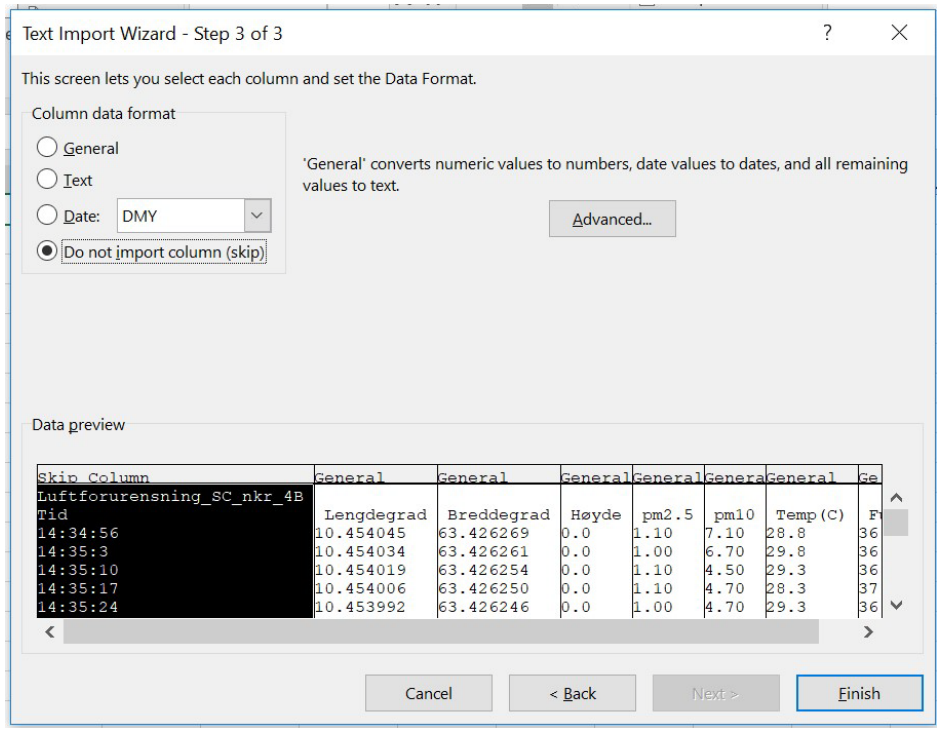
3. Velg «Browse» og velg SD-kort og den aktuelle filen, f.eks. LOG0005.TXT (over til høyre)
4. Du kommer da til «Text import Wizard» (under). Huk av på «Delimited», som betyr at vi kan skille kolonnene med skilletegn, f.eks. komma. Trykk «Next».



5. Fjern haken ved «Tab» og velg i stedet «Comma». Trykk så «Next» (under)

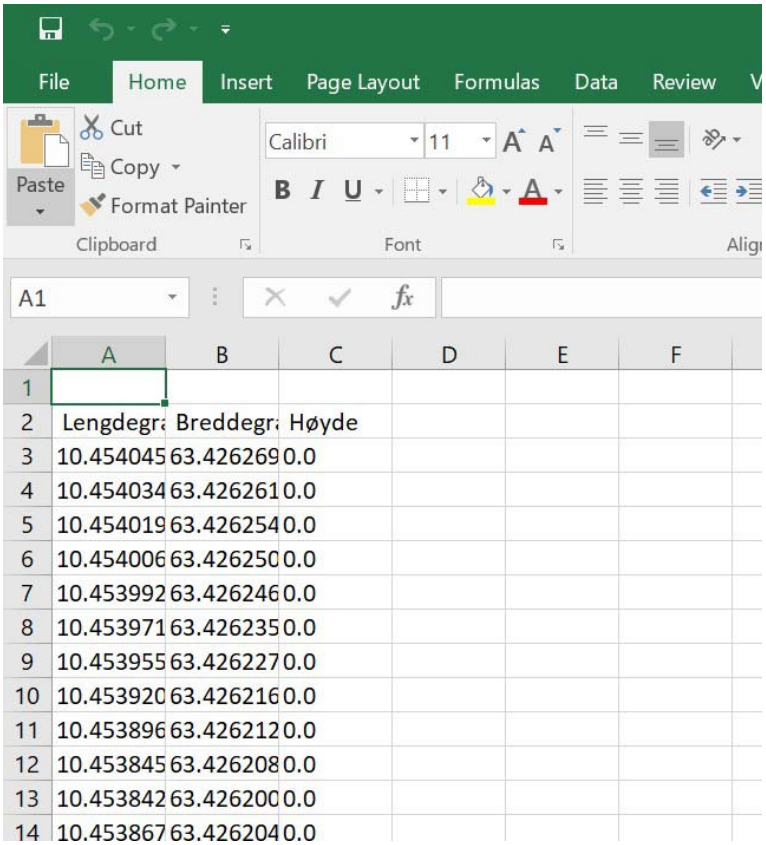


6. I dette vinduet kan du velge hvilke kolonner du vil ha med inn i regnearket. F.eks. tar vi bort tiden i første kolonnen. Vi velger også å ta bort pm2.5, pm10,Temp (C) og Fukt (%).

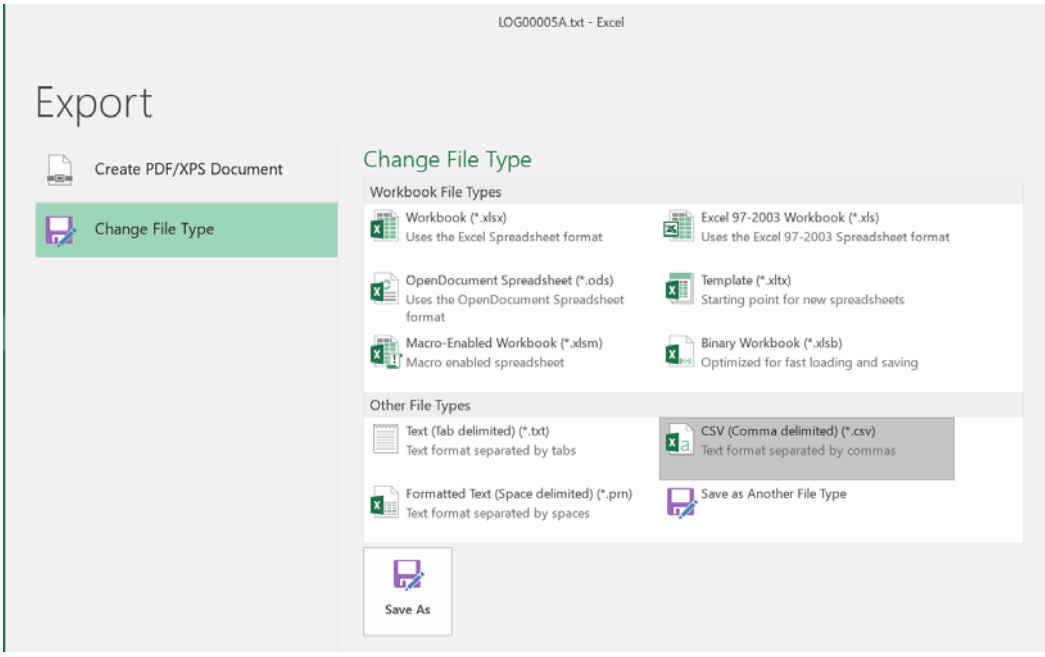


Disse skal vi behandle senere og velger å hake av på «Do not import column (skip)» for disse. Vi velger å ta med "Lengdegrad", "Breddegrad" og "Høyde" som vi merker med «General». Velg til slutt «Finish»

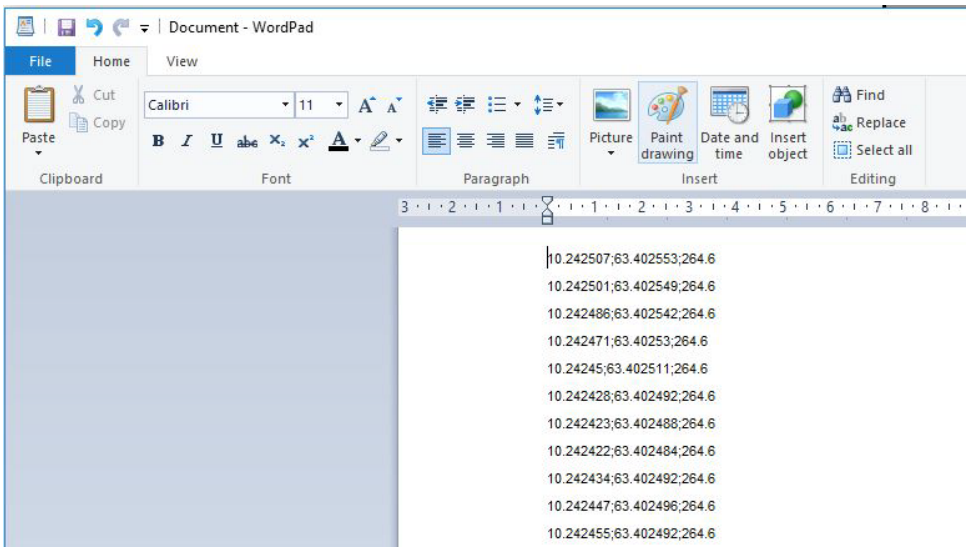
7. Vi skal nå få opp følgende bilde i Excel:



8. Vi har nå Lengdegrad, Breddegrad og Høyde i hver sin kolonne. Denne filen skal vi nå lagre som en CSV-fil, dvs. en fil hvor dataene er separert med komma («Comma Seperated Values»).

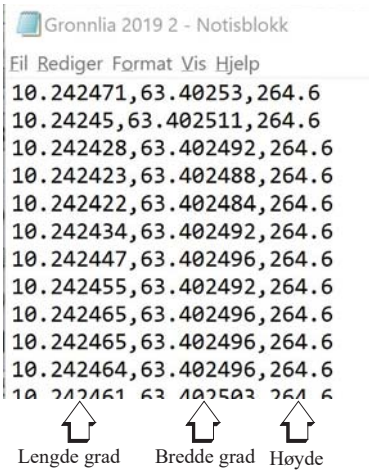


9. Velg «Save as», velg så Export» og deretter CSV (Comma delimited). Filen lagres nå som en lang rekke data separert med komma.
10. Åpne fila i WordPad og sjekk om skilletegner er “;” eller “,”. Om det er koloen. Velg “Replace” og endre alle “;” til “,”.



B.2 Plotting i Google Earth

Vi har nå laget txt-filen som inneholder lengdegrad, breddegrad og høyde over havet som vist i figuren under. Vi velger å hente opp fila ved hjelp av Notisblokk eller Notepad (En)



Dersom vi skal plotte en trase i Google Earth må vi benyttet et programmeringsspråk kalt “Keyhole Markup Language” (KML). Dette er et “markup language” utviklet for visualisering av to- og tredimensjonale traseer knyttet til kartdata.

Vi skal nå benytte en ferdig programkode og klippe inn våre data for lengde-, breddegrad og høyde. Den ferdige programkoden ligger i mappa “Science Camp 2019” under “Luftkvalitet”, “Google Earth filer” og heter: **“StrekningsMal.kml”**. Posisjonsdataene legges inn som en liste med i kml-koden som vist under, før kml-fila lagres med et ønsket navn.

NB! Ved lagring skriver man inn .kml etter filnavnet

Koordinater og høyde data legges inn som vist under:

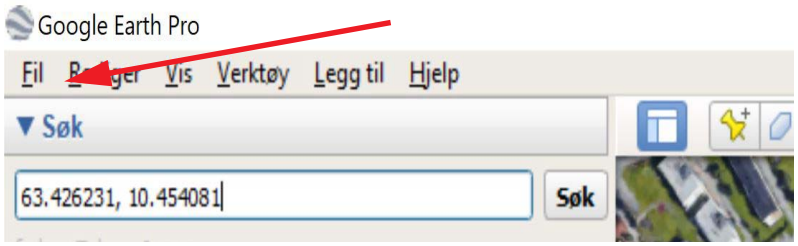
10.454045,63.426269,65.0

Lengdegrader [°], Breddegrader [°], Høyde [m]

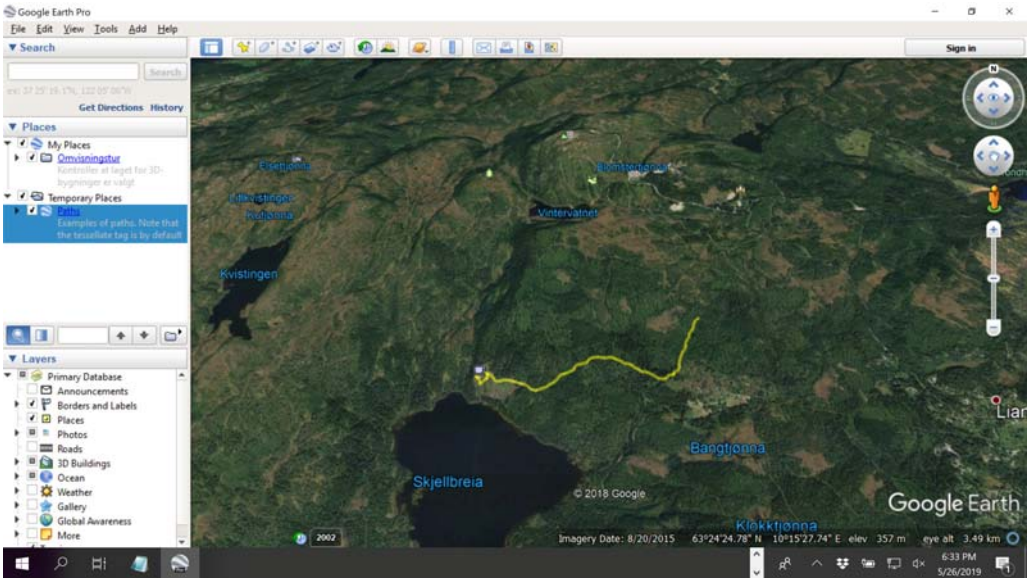
Programkode skrevet i kml (legg merke til at et sett med eksempelkoordinater og høyde er klippet inn).

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2">
  <Document>
    <name>Paths</name>
    <description>Examples of paths. Note that the tessellate tag is by default
      set to 0. If you want to create tessellated lines, they must be authored
      (or edited) directly in KML.</description>
    <Style id="yellowLineGreenPoly">
      <LineStyle>
        <color>7f00ffff</color>
        <width>4</width>
      </LineStyle>
      <PolyStyle>
        <color>7f00ff00</color>
      </PolyStyle>
    </Style>
    <Placemark>
      <name>Absolute Extruded</name>
      <description>Transparent green wall with yellow outlines</description>
      <styleUrl>#yellowLineGreenPoly</styleUrl>
      <LineString>
        <extrude>0</extrude>
        <tessellate>0</tessellate>
        <altitudeMode>clampToGround</altitudeMode>
        <coordinates>
10.454045,63.426269,0.0
10.454034,63.426261,0.0
10.454019,63.426254,0.0
10.454006,63.426250,0.0
10.453992,63.426246,0.0
10.453971,63.426235,0.0
10.453955,63.426227,0.0
10.453920,63.426216,0.0
10.453896,63.426212,0.0
10.453845,63.426208,0.0
10.453842,63.426200,0.0
10.453867,63.426204,0.0
```

```
10.453885,63.426235,0.0
10.453924,63.426231,0.0
10.453936,63.426231,0.0
10.453932,63.426242,0.0
10.453831,63.426189,0.0
10.453737,63.426120,0.0
10.453672,63.426021,0.0
10.453612,63.425949,0.0
10.453562,63.425895,0.0
10.453533,63.425907,0.0
10.453561,63.425937,0.0
10.453541,63.425930,0.0
        </coordinates>
      </LineString>
    </Placemark>
  </Document>
</kml>
```



Filen hentes opp i Google Earth ved å velge *Fil* og *Åpne* for å laste opp den filen hvor koden og dataene ligger (se figuren over). Ev. bare klikke på filnavnet. Figuren under viser ruta i Google Earth.



Dersom man ønsker å vise hvor man har godt en tur så kan det være upraktisk å måtte vise absolutt høyde. Høydemålinger kan ha store avvik slik at en kan oppleve at traseen går mange meter over bakken eller forsvinner under bakken til tross for at man hadde begge beina på jorda. I slike situasjoner kan det være greit å bytte ut kommandoen:

<altitudeMode>absolute</altitudeMode>

med kommandoen:

<altitudeMode>clampToGround</altitudeMode>

Vedlegg C Program for måling av luftkvalitet

Listingen under viser programmet som er brukt i luftkvalitetsmåleren.

Flytdiagram

```
// Programvare for måling av luftkvalitet
// Bygget på programvare utviklet til
Air:bit UiT
// Endret og tilpasset av Nils Kr. Rossing
Mai 2019
// Skolelaboratoriet, Institutt for fysikk,
NTNU

// Inkluder biblioteker
#include <SoftwareSerial.h>  //
#include <TinyGPS++.h>
#include <SDS011.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

///////////////// Display /////////////
Adafruit_SSD1306 display(4); // Deklarasjon
av enheten "display" av klassen
Adafruit_SSD1306

///////////////// GPS ////////////////
#define GPS_RX 5
#define GPS_TX 4

SoftwareSerial gpsCom(GPS_RX, GPS_TX);
TinyGPSPlus gps;

//////// Støvpartikler SDS011 //////////
#define PM_TX 2
#define PM_RX 3
SDS011 sds;

///////////////// LED ////////////////
#define LED_RED 7
#define LED_GREEN 8

/////// Fuktighet og temperatur ////////
int pinTemp = A1;
int pinFukt = A0;
float digTemp;       // Digitalt avlest temperatur
float digFukt;       // Digitalt avlest fuktighet
float temp;          // Beregnet temperatur i Celsius
float fukt;          // Beregnet relativ fuktighet i %
```

```
/////// Testing og kalibrering /////////
int intervall = 5;   // Angir ca. intervall i sek. mellom hver måling
float tempCal=-4.0;  // lineær kalibrering av temperatur
float fuktCal=0.0;   // lineær kalibrering av fukt
bool gpsOn = true;   // True = GPS-måling på False = GPS-måling avslått

//////////////// setup() ///////////////
void setup()
{
  // Aktiver LEDpinner
  pinMode(LED_RED, OUTPUT);
  pinMode(LED_GREEN, OUTPUT);

  // Initialiering av seriekommunikasjon
  Serial.begin(9600);                      // Til PC monitor
  sds.begin(PM_TX, PM_RX);                 // Til støvsensor
  gpsCom.begin(9600);                      // Til GPS mottaker

 display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);  // Initialiser display med
adresse 0x3C

  Serial.println("Luftforurensning_SC_nkr_5");
  Serial.println("Tid (s), Lengdegrad, Breddegrad, Hoyde, pm2.5, pm10,
Temp(C), Fukt(%)");

  // Klargjør display for utskrift
  display.clearDisplay();       // Slett informasjon på display
  display.setTextSize(1);       // Sett størrelse på tekst
  display.setTextColor(WHITE);  // Hvit tekst på sort bagrunn

  // Skriver ut temperatur og fuktighet
    display.setCursor(26,6);          // Plasser markør
    display.println("Init. V5");      // Skriv Initialisering
   display.setCursor(8,16);         // Plasser markør øverst til venstre
    display.println("Kan ta minutter");
    display.display();
}

void loop() {

////// Avlesning av temperatur og fuktighet //////////

  // Midling over 100 målinger for å fjerne tilfeldig støy
  digTemp = 0;
  for(int i = 0; i<100; i++)
  {
```

```
    digTemp = digTemp + analogRead(A1);
  }
  digTemp = digTemp/100;

  temp = digTemp*500.0/1024 + tempCal;        //Omregning fra spenning
til C

  // Midling over 100 målinger for å fjerne tilfeldig støy
  digFukt = 0;
  for(int i = 0; i<500; i++)
  {
    digFukt = digFukt + analogRead(A0);
  }
  digFukt = digFukt/500;

  fukt = (digFukt/1024 - 0.16)/0.0062;        // Omregning fra spenning
til fuktighet RH%
  fukt = fukt/(1.0546 -0.00216*temp)+fuktCal; // Korrigerer fuktighets-
måling med temp


///////////////// Les fra GPS-enhet /////////////////

if(gpsOn)                           //  gpsOn=True Leser GPS-data - For
testing innendørs
  {                                 //  kan GPS slås av dvs. gpsOn=False
  gpsCom.listen();
  bool gpsEncodeComplete = false;

  do
  {
    if (!gpsCom.available())       // Ingen GPS-data tilgjengelig. Les
på nytt
    {
      continue;
    }
    gpsEncodeComplete = gps.encode(gpsCom.read());
   if (!gpsEncodeComplete)      // Ufullstendig GPS-data tilgjengelig.
Les på nytt
    {
      continue;
    }
  } while (!gpsEncodeComplete);    // Gjenta lesning til gyldige data
oppnås

  bool gpsValid   = gps.location.isValid();
  bool gpsUpdated = gps.location.isUpdated();
  bool isUseful   = gpsValid && gpsUpdated;
```

```
  if (!isUseful)                    // Ugyldige data tenn rød lysdiode
  {
    digitalWrite(LED_RED, HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(LED_RED, LOW);
    return;
  }
  else                              // Gyldige data tenn grønn lysdiode
  {
   digitalWrite(LED_GREEN, HIGH);
   delay(500);
   digitalWrite(LED_GREEN, LOW);
  }
}

  //////// Les fra støvmåleren ////////////

  float pm25, pm10;
  int error;
  do
  {
    error = sds.read(&pm25, &pm10);
  } while (error != 0);     // Fortsett å les av støvmåleren helt til
gyldige data

  ////// Skriv ut data til PC monitor og SD-kort //////

  Serial.print(long(millis()/1000));   // Skriv ut sekunder
  Serial.print(",");
  Serial.print(gps.location.lng(), 6); // Lengdegrader i desimalgrader,
6 desimaler
  Serial.print(",");
  Serial.print(gps.location.lat(), 6); // Breddegrader i desimalgrader,
6 desimaler
  Serial.print(",");
  Serial.print(gps.altitude.meters(), 1); // Høyde i meter, 1 desimaler
  Serial.print(",");
  Serial.print(pm25);                     // Skriv ut støvkonsentrasjon
2,5 um
  Serial.print(",");
  Serial.print(pm10);                 // Skriv ut støvkonsentrasjon 10 um
  Serial.print(",");
  Serial.print(temp,1);                    // Skriv ut temperatur
  Serial.print(",");
  Serial.print(fukt,1);                    // Skriv ut fuktighet
  Serial.println();
```

```
  // Klargjør display på toppen av instrumentet for utskrift
  display.clearDisplay();       // Slett informasjon på display
  display.setTextSize(1);       // Sett størrelse på tekst
  display.setTextColor(WHITE);  // Hvit tekst på sort bagrunn

  // Skriver ut temperatur og fuktighet
  display.setCursor(0,0);       // Plasser markør øverst til venstre
  display.print("T: ");         // Skriv "Lufttrykk
  display.print(temp,1);        // Skriv verdien til luftrykk med to
desimaler
  display.print(" C");          // Skriv benevning mbar (mb)
  display.print(", RF: ");      // Skriv "Temp.:", Temperatur
  display.print(fukt,1);        // Skriv den målte temperaturen i ...
  display.println(" %");        // ... grader C

  // Skrive ut støvkonsentrasjon
  display.setCursor(0,12);      // Flytt markør til neste linje
  display.print("pm2.5: ");     // ... ug/m3
  display.print(pm25,1);        // Skriv den målte pm 2,5 u
  display.print(" pm10: ");    // ... ug/m3
  display.println(pm10,1);      // Skriv den målte pm 10 u

  // Skrive ut Lengde- og Breddegrad
  display.setCursor(0,24);              // Flytt markør til neste linje
  display.print("L:");
  display.print(gps.location.lng(),5);   // Skriv lengdegrad
  display.print(" B:");
  display.println(gps.location.lat(),5); // Skriv den målte pm 10 u
  display.display();                     // Overfør informasjonen til
displayet og vis

  delay(intervall*1000);          // Intervall mellom hver måling
}
```

Vedlegg D BQ20 Partikkelmåler

Kompakt miljømåleenhet for registrering av finstøvbelastning, lufttemperatur og luftfuktighet

Med BQ20 har du en kompakt miljømåler som er enkel å bruke og gjør det mulig å registrere helserelevante romklimaparametre med kun ett apparat: Lufttemperatur, luftfuktighet og fremfor alt støvkonsentrasjonen i romluften:

BQ20 registrerer kvantitative konsentrasjoner av luftbåren E-støv (PM10) og A-støv (PM2.5) samtidig. Partikkelmassene til disse vises direkte som masseandel av luften i mikrogram pr. kubikkmeter på displayet. Dessuten informerer en søyleindikator med fargede søyler om statusen til partikkelbelastningen akkurat der og da.

I tillegg kan individuelle grenseverdier defineres i apparatet. Overskridelse av disse signaliseres umiddelbart med en akustisk alarm – en spesielt nyttig funksjon ved bruk av BQ20 for kontinuerlig overvåkning av rom innendørs. For slik permanent bruk kan strømtilførselen også skje direkte med USB-kabel for å skåne batteriet til den ellers mobile, batteridrevne BQ20.

På grunn av kombinasjonen av registrerbare miljøparametre som er helt unik for denne apparatklassen, anbefales BQ20 som et uunnværlig hjelpemiddel for rask overvåkning av luftkvaliteten på arbeidsplassen, ved offentlige institusjoner eller hjemme.

Optisk partikkelmåler for kvantitativ registrering av konsentrasjonen av E- og A-støv.

Et menneskehår har en diameter på ca. 50 til 70 µm. Til sammenligning: diameteren til støvandelen som pustes inn (E-støv, PM10) og partiklene som trenger inn i alveolene (A-støv, PM2.5).

Det finnes nå i mange land lovlige grenseverdier for konsentrasjoner av finstøv for å beskytte nasjonens helse – for eksempel på arbeidsplassen.

Finstøv består av en kompleks blanding av ulike partikler og deles inn i ulike fraksjoner etter størrelse. Støv som kan pustes inn og trenger inn i nesehulen, kalles E-støv og defineres som støvstørrelsesfraksjon PM10 der alle støvpartikler har en aerodynamisk diameter på under 10 mikrometer.

Støvfraksjonen PM2.5 omfatter dessuten alle finpartikler som kan nå inn til alveolene – også kalt A-støv. Disse kan trenge inn i bronkiene og lungeblærene.

BQ20 kan registrere disse støvfraksjonene iht. den internasjonale PM-standarden (Particulate Matter) som PM10 og PM2.5. Måleren viser disse andelene numerisk per kubikkmeter romluft på fargedisplayet til BQ20. Dessuten fremstilles luftens belastningsgrad grafisk med søyler. På den måten kan du til enhver tid raskt komme med pålitelige kvantitative uttalelser om den rådende konsentrasjonen av finstøv med BQ20.

D.1 Kortfattet brukerveiledning

Dette er en meget kortfattet brukerveiledning og et utdrag av manualen som ligger på følgende nettadresse:

https://no.trotec.com/fileadmin/downloads/Messgeraete/Luftqualitaet/BQ20/TRT-BA-BQ20-002-NO.pdf

D.1.1 Vanlig bruk av BQ20

1. Slå på apparatet ved å holde PÅ-tasten inne til displayet begynner å lyse. Det høres et signal og apparatet er klart til bruk så snart skjermen begynner å lyse.

2.Ta av støvhetta foran luftinntaket

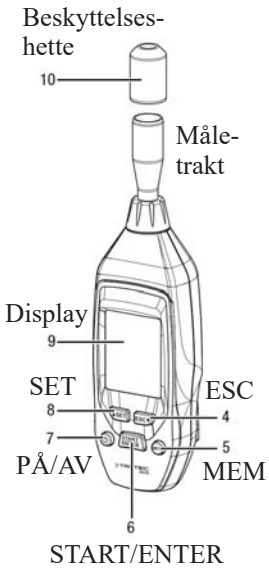
3.Sikt med apparatet mot måleområdet

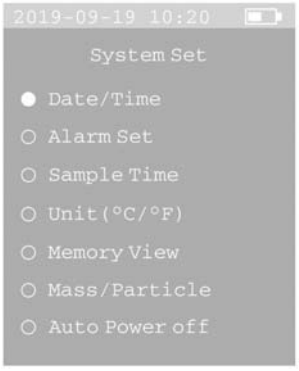
4.Trykk på START-knappen og innsugingen av luft starter. Apparatet teller ned ca. 5 sekunder før målingen starter. Deretter fortsetter målingen over det innstilte måleintervallet (30 sek. 1 min. 2. min. 5. min.) Måleresultatene vises på displayet (se over)

5. Trykk MEM-tasten for å lage data. Alle dataene lagres sammen med tidspunktet da prøven ble tatt.

D.1.2 Innstillinger

Ved å holde SET-tasten inne og en meny følgende innstillinger vil komme opp på skjermen.





1. Hold SET-tasten inn og SYSTEM-menyen kommer opp (til høyre)

2.***Data/Time***
Sett dato og klokke

3.***Alarm Set***
Sett terskel for alarm

4.***Sample Time***
Sett lengden på prøvetiden
(30 sek, 1 min., 2 min. 5 min.)

5.***Unit (°C/°F)***
Velg grader C eller grader F

6.***Memory View***
Se en liste over lagrede måleverdier

7.***Mass/Particle***
Velg å vise måleverdien i µg/m^3 eller antall pr. m^3.

8. ***Auto Power off***
Sett tidsrom før automatisk "strømmen av"

D.1.3 Faregrenser

Tabellene under viser faregrenser for partikkelbelastning ...

Alarmgrenseverdier for partikkelbelastning[1)]

Kanal	Grønn	Gul	Oransje	Rød	Fiolett	Brun
2,5 µm	0 til 545	546 til 1235	1236 til 2470	2471 til 3300	3301 til 4950	> 4950
10 µm	0 til 68	69 til 170	171 til 340	341 til 454	455 til 680	> 680

og partikkelkonsentrasjon.

Alarmgrenseverdier for partikkelkonsentrasjon[1)]

Luftkvalitet	Verdi i µg/m^3	Indikatorskala
Utmerket	0 til 10 µg/m^3	Grønn
Bra	10 til 35 µg/m^3	Gul
Lav belastning	35 til 75 µg/m^3	Oransje
Middels belastning	75 til 150 µg/m^3	Rød
Kraftig belastning	150 til 250 µg/m^3	Fiolett
Svært kraftig belastning	> 250 µg/m^3	Brun

Alarmgrenseverdiene som er oppgitt her refererer til en gjennomsnittsverdi for partikkel-konsentrasjon PM2.5 over et tidsrom på 24 timer og er basert på de globale retningslinjene fra Verdens helseorganisasjon (WHO) for luftkvalitet.

Vedlegg E Luftkvalitet

Vedlegget gir en kortfattet oversikt over hva som ligger i begrepet luftkvalitet. Beskrivelsen er bl.a. hentet fra nettstedet Luftkvalitet i Norge (https://luftkvalitet.miljostatus.no/artikkel/170).

E.1 Hva består luftforurensningen av?

Luftforurensning kan defineres som partikler, gasser og stoffer i lufta som er skadelige for mennesker og/eller økosystemer. Lokal luftforurensning har effekter på lokalt nivå og kan gi skader på:

- Menneskers helse
- Økosystemer og vegetasjon. Både nitrogendioksid (NO_2) og svoveldioksid (SO_2) bidrar til forsuring og overgjødsling av vann og vassdrag. Bakkenær ozon kan skade vegetasjon.
- Materialer og bygninger. SO_2 medfører korrosjon og nedbryting av materialer i bygninger og kulturminner. Bakkenær ozon kan skade materialer.

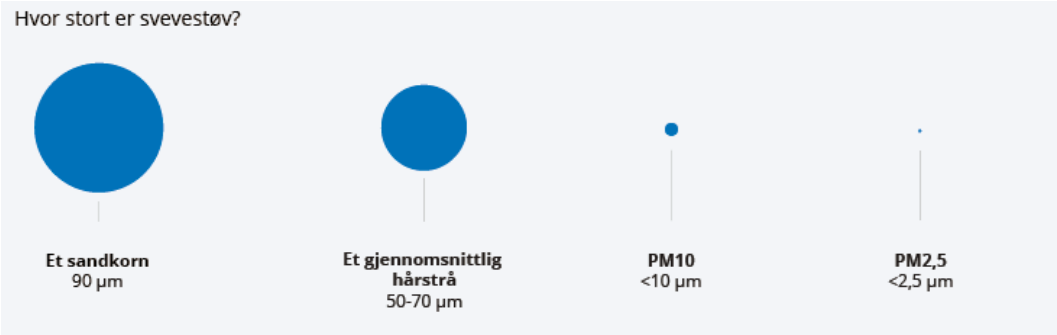
E.1.1 Svevestøv (PM)

Svevestøv, eller partikulært materiale (PM), er små, luftbårne partikler som varierer i størrelse og sammensetning. De viktigste størrelsesgruppene angitt i mikrometer (µm) er:

- PM0,1 (ultrafin fraksjon)
- PM2,5 (finfraksjonen)
- PM10-2,5 (grovfraksjonen)
- PM10 (grovfraksjon og finfraksjon)

De største partiklene avsettes i øvre luftveier. Mindre partikler, med en diameter på under 2,5 µm, kan følge med lufta vi puster inn og helt ned i lungene.

Svevestøv består av en blanding av mange ulike forbindelser, og kan dannes ved forbrenningsreaksjoner og mekanisk slitasje, virvles opp av vind, eller dannes direkte i atmosfæren ved kondensering av gasser. Forbrenningspartikler dominerer i fin-/ ultrafin fraksjon, mens mekanisk genererte partikler som oftest dominerer i grovfraksjonen. De viktigste kildene til svevestøv (PM10 og PM2,5) skyldes veitrafikk, vedfyring og langtransportert forurensning.



Tabellen[1] under gir en oversikt over hva som regnes for å være akseptable og uakseptable verdier. Partikler angis gjerne som µg/m^3.

AQI	Air Pollution Level	Health Implications	Cautionary Statement (for PM2.5)
0 - 50	Good	Air quality is considered satisfactory, and air pollution poses little or no risk	None
51 -100	Moderate	Air quality is acceptable; however, for some pollutants there may be a moderate health concern for a very small number of people who are unusually sensitive to air pollution.	Active children and adults, and people with respiratory disease, such as asthma, should limit prolonged outdoor exertion.
101-150	Unhealthy for Sensitive Groups	Members of sensitive groups may experience health effects. The general public is not likely to be affected.	Active children and adults, and people with respiratory disease, such as asthma, should limit prolonged outdoor exertion.
151-200	Unhealthy	Everyone may begin to experience health effects; members of sensitive groups may experience more serious health effects	Active children and adults, and people with respiratory disease, such as asthma, should avoid prolonged outdoor exertion; everyone else, especially children, should limit prolonged outdoor exertion
201-300	Very Unhealthy	Health warnings of emergency conditions. The entire population is more likely to be affected.	Active children and adults, and people with respiratory disease, such as asthma, should avoid all outdoor exertion; everyone else, especially children, should limit outdoor exertion.
300+	Hazardous	Health alert: everyone may experience more serious health effects	Everyone should avoid all outdoor exertion

E.1.2 Nitrogendioksid (NO_2)

Nitrogenmonoksid (NO) og nitrogendioksid (NO_2) er reaktive gasser som dannes ved høy temperatur i forbrenningsprosesser, og disse har fellesbetegnelsen NO_x. I nærvær av ozon omdannes NO til NO_2. Hovedkilden til NO_2 er veitrafikk.

E.1.3 Svoveldioksid (SO_2)

Svoveldioksid (SO_2) er en fargeløs gass som er lett løselig i vann. Den dominerende menneskeskapte utslippskilden er svovelholdige fossile brennstoffer som kull og tungolje. Hovedkilden til SO_2 er industri.

E.1.4 Bakkenær ozon (O_3)

Ozon er en reaktiv gass som finnes både nær bakken og høyere opp i atmosfæren. Bakkenært ozon dannes i nærvær av NO_x, flyktige organiske forbindelser (VOC) og sollys. Hovedkilden til bakkenært ozon i Norge er langtransportert ozon fra Europa.

E.1.5 Metaller

Ulike metaller kan forekomme i luft, hovedsakelig bundet til svevestøv. Eksempler på forurensende metaller er bly, nikkel, kadmium og arsen. Kilder er lokal industri, trafikk og langtransportert luftforurensning.

1. https://aqicn.org/sensor/sds011/

E.1.6 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

Forbrenning av organisk materiale fører til dannelse av PAH, også kjent som tjærestoffer. PAH inkluderer flere hundre forskjellige stoffer med ulike egenskaper.

PAH forekommer i forurenset luft som damp og bundet til svevestøv. Benzo(a) pyren er en av de mest helse- og miljøskadelige PAH-forbindelsene, og finnes i forurenset luft. Biltrafikk, industri og vedfyring er viktige kilder til PAH.

E.1.7 Benzen (C_6H_6)

Benzen er en fargeløs væske som fordamper raskt ved romtemperatur. I uteluft kan benzen forbli i dampform fra noen timer til flere dager, avhengig av miljø, klima og annen forurensning. Benzen er en naturlig komponent i olje- og kullprodukter, som frigjøres ved kull-, olje- og vedfyring. Trafikk er den viktigste utslippskilden.

E.1.8 Karbonmonoksid (CO)

CO er en fargeløs gass som hovedsakelig dannes ved ufullstendig forbrenning av organisk materiale. Naturlige prosesser gir betydelige CO-utslipp, men det er likevel de menneskeskapte utslippene som har størst betydning for helseeffektene. Trafikk og vedfyring er de viktigste.

Det er viktig å presisere at selv om CO_2 er en alvorlig trussel for det globale klimaet, så er ikke CO_2 noen forurensende gass lokalt. Den er derfor ikke omtalt under forurensende gasser.

E.2 Kilder til luftforurensning

Det finnes ulike kilder til lokal luftforurensning. Veitrafikk og vedfyring er de viktigste i Norge.

E.2.1 Veitrafikk

Veitrafikk er den viktigste kilden til lokal luftforurensning i Norge

Veitrafikk bidrar til luftforurensning både gjennom eksosutslipp og slitasjepartikler. Utslipp fra veitrafikk bidrar mye til konsentrasjonene av luftforurensning fordi de skjer på bakkenivå.

Eksos fra kjøretøy med forbrenningsmotor kan bestå av blant annet små svevestøvpartikler og nitrogendioksid (NO_2). Diesel-kjøretøy er den viktigste kilden til NO_2-utslipp i Norge, men utslippene kan reduseres med renseteknologi.

En annen viktig kilde til lokal luftforurensning er slitasjepartikler fra vei, bildekk og bremser. Disse partiklene kalles ofte veistøv. Alle typer kjøretøy bidrar til slitasjepartikler, men det dannes langt mer veistøv når kjøretøy bruker piggdekk. Svevestøv fra veitrafikk kan virvles opp igjen om det ikke skylles bort av nedbør eller fjernes ved renhold.

Les mer om veitrafikk og luftforurensning på Miljøstatus.no[1].

E.2.2 Vedfyring og forbrenning

Vedfyring og forbrenning er en viktig kilde til luftforurensning i Norge

Ved forbrenning dannes det mange ulike stoffer som slippes ut i røyken. Spesielt utslipp av små svevestøvpartikler (PM2,5) som i stor grad kommer fra vedfyring. I tillegg slippes mange andre stoffer ut, blant annet PAH.

Utslipp fra vedfyring bidrar til konsentrasjoner av luftforurensning over større områder fordi de skjer via piper som er høyere opp enn bakkeplan, noe som fører til større spredning.

Les mer om vedfyring og luftforurensning på Miljøstatus.no.

2.4.1 Skip og havn

Skipstrafikk og havneaktivitet kan bidra til luftforurensning lokalt

Utslipp fra skip og havn kan være en viktig kilde til luftforurensning lokalt. Selv om skip kan ha store totale utslipp av luftforurensning er det hovedsakelig det som slippes ut når skip ligger ved land med motorene i gang som påvirker lokal luftkvalitet i byer.

Nitrogendioksid, svoveldioksid og små svevestøvpartikler er de viktigste utslippene fra skip. Som for alle andre utslippskilder vil bidraget til lokal luftforurensning variere med lokale forhold som topografi og meteorologi. Det er for eksempel viktig om den dominerende vindretningen er fra eller mot land.

E.2.3 Industri

Industri er en viktig kilde til forurensning noen steder i Norge

På enkelte steder i Norge er industri en vesentlig og viktig kilde til lokal luftforurensning. På landsbasis er industri generelt en mindre viktig kilde enn veitrafikk og vedfyring på grunn av strenge krav til rensing av utslipp, og fordi utslippene vanligvis slippes ut via høye skorsteiner.

Utslippene kan bestå av mange ulike stoffer, og varierer med type industri og hva som produseres. Svevestøv, nitrogendioksid, svoveldioksid, metaller og PAH er blant stoffene som kan slippes ut fra industri. I tillegg påvirkes luftkvaliteten i Norge av industriutslipp i andre land som transporteres til Norge med vinden.

Les mer om industri og luftforurensning på Miljøstatus.no.

E.2.4 Langtransportert luftforurensning

Langtransportert luftforurensning kommer med vinden til Norge

Det er små svevestøvpartikler (PM10 og PM2,5) og gasser som ozon som lettest transpor-

1. https://www.miljostatus.no/tema/luftforurensning/utslipp-fra-veitrafikk/

teres med vinden til Norge. Langtransportert luftforurensning kan stamme fra industriutslipp i andre land og fra naturlige kilder som skogbranner.

Les mer om langtransportert luftforurensning på Miljøstatus.no.

E.2.5 Naturlige kilder

Naturlige kilder kan også bidra til lokal luftforurensning

Naturlige kilder kan være utslipp fra vulkaner i utbrudd og skogbranner. Skogbranner og vulkanutslipp vil gi lignende utslipp som vedfyring, og fordi det ofte er store områder som brenner kan skogbranner gi store utslipp på relativt kort tid. Utslipp fra både lokale kilder og fra andre land kan påvirke luftforurensningen i Norge.

E.2.6 Bygg- og anlegg

Bygg- og anleggsvirksomhet kan bety mye lokalt

Bygg- og anleggsvirksomhet kan være en betydelig kilde til utslipp av luftforurensning lokalt. For eksempel ved utslipp fra anleggsmaskiner, graving og transport av masser.

E.2.7 Andre kilder

Andre kilder som kan påvirke luftkvaliteten

Jordbruk kan bidra med utslipp av partikler, ammoniakk og utslipp fra kjøretøy som traktorer. Flytrafikk har utslipp som kan påvirke den lokale luftkvaliteten ved flyplasser. Slitasjepartikler fra skinner, hjul og bremser fra tog, trikk og t-bane kan bidra til høye nivåer av svevestøv på innendørs perronger.

E.3 Hva bestemmer hvor mye luftforurensning det er der jeg er?

Sted: Hvor du befinner deg har stor betydning. Om du befinner deg i nærheten av en forurensningskilde, for eksempel en vei med mye trafikk, og hvordan vær- og spredningsforholdene er (for eksempel mye eller lite vind) vil avgjøre hvor utsatt du er for å puste inn forurenset luft.

Nærhet: Avstanden til forurensningskildene har betydning for i hvilken grad du blir eksponert for luftforurensning. Jo lengre vekk du beveger deg fra forurensningskilden (for eksempel fra veikanten), jo mindre luftforurensning blir du eksponert for.

Skjer forurensende utslipp nær bakken får utslippet større betydning for mennesker som oppholder seg her, enn hvis det skjer høyere oppe. Utslipp fra piper skjer høyere oppe og blir uttynnet før det kommer ned til bakken.

Noen forurensninger har også lengre rekkevidde enn andre. Grove svevestøvpartikler faller raskere til bakken enn finstøv. Veistøv består mest av grove partikler. Det grove støvet når kortere ut fra veien, enn finstøv som kan fordele seg over større områder.

Tid: Luftkvaliteten varierer mye med årstidene og gjennom dagen. Luftkvaliteten er generelt på sitt verste om vinteren og er verre på dagtid enn om natten. Årsakene er spesielle værforhold om vinteren og høyere forurensningsaktivitet på dagtid.

Vær: Værforholdene påvirker hvordan luftforurensningen spres. Vind vil spre forurensningen, for eksempel eksosgass og veistøv fra biler. Nedbør vasker lufta for støv og binder det. Perioder uten nedbør fører til oppvirvling av veistøv fra tørre veibaner, slik at støvet bidrar til forverret luftkvalitet. Når veiene er våte blir det mindre oppvirvling av støv.

I noen tilfeller oppstår et værfenomen som kalles inversjon. Normalt synker temperaturen med høyden, men ved inversjon er det omvendt. Dette fører til at kald luft ligger under varm luft. Siden kaldluft er tyngre enn varmluft vil den kalde lufta virke som et lokk, der lufta under lokket ikke slipper ut. Forurensningen vil da hope seg opp og bli høy.

Omgivelser: Topografi, bygninger og vegetasjon påvirker spredningen av luftforurensning. I noen tilfeller kan omgivelsene fungere som en barriere mot forurensningskilden, og føre til mindre luftforurensning der man befinner seg. Også elver og åpent terreng vil kunne lede forurensningen til områder lenger unna. I andre tilfeller kan omgivelsene føre til mer luftforurensning, for eksempel kan bygninger hindre at forurensningen spres.

Vegetasjon: Vegetasjon kan både ha en filtrerende effekt på luftforurensningen, og kan påvirke luftstrømmene. Vegetasjon langs veier kan for eksempel bidra til å binde partikler og redusere forurensningen, i tillegg til å skjerme bakenforliggende områder. Om vinteren mangler mye av vegetasjonen bladverk og mister dermed sine filtrerende egenskaper.

E.4 Forholdene i Trondheim[1]

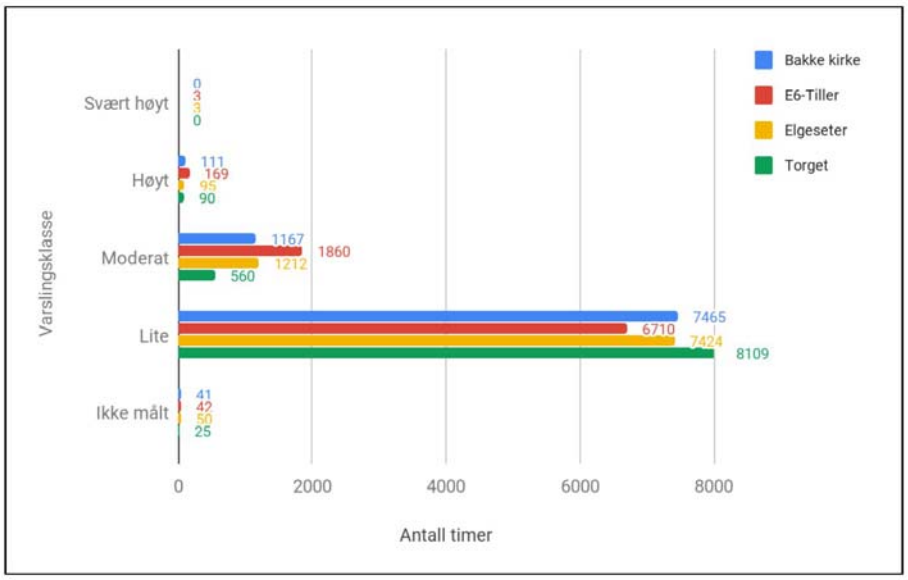
Tabellen under viser varslingsgrenser for partikkeltetthet og NO_2.

TABELL 1 VISER DE NYE VARSLINGSKLASSENE FOR LOKAL LUFTKVALITET I NORGE (2015). TALLENE ER I MIKROGRAM PER KUBIKKMETER (µG/M3). MERK AT DE NYE VARSLINGSKLASSENE ER ENDRET, SLIK AT FORURENSNINGSNIVÅET LETTERE BLIR "HØYT", MENS DET SKAL MYE TIL FØR DET BLIR "SVÆRT HØYT".

Varslingsklasse	PM_{10} døgn	$PM_{2,5}$ døgn	PM_{10} Time	$PM_{2,5}$ Time	NO_2	Helsevirkninger	Helseråd
Lite	<30	<15	<50	<25	<100	Liten eller ingen helserisiko	Utendørs aktivitet anbefales
Moderat	30-50	15-25	50-80	25-40	100-200	**Moderat helserisiko:** Helseeffekter kan forekomme hos enkelte astmatikere og personer med andre luftveissykdommer, samt alvorlige hjertekarsykdommer	Utendørsaktivitet kan anbefales for de aller fleste, men enkelte bør vurdere sin aktivitet i områder med mye trafikk eller høye andre utslipp
Høyt	50-150	25-75	80-400	40-150	200-400	**Betydelig helserisiko:** Helseeffekter kan forekomme hos astmatikere og personer med andre luftveissykdommer, samt alvorlige hjertekarsykdommer	Barn med luftveislidelser (astma, bronkitt) og voksne med alvorlige hjertekar- eller luftveislidelser bør redusere utendørsaktivitet og ikke oppholde seg i de mest forurensede områdene
Svært høyt	>150	>75	>400	>150	>400	**Alvorlig helserisiko:** Følsomme grupper i befolkningen kan få helseeffekter. Luftveisirritasjoner og ubehag kan forekomme hos friske personer	Personer med hjertekar- eller luftveislidelser bør redusere utendørsaktivitet og ikke oppholde seg i de mest forurensede områdene

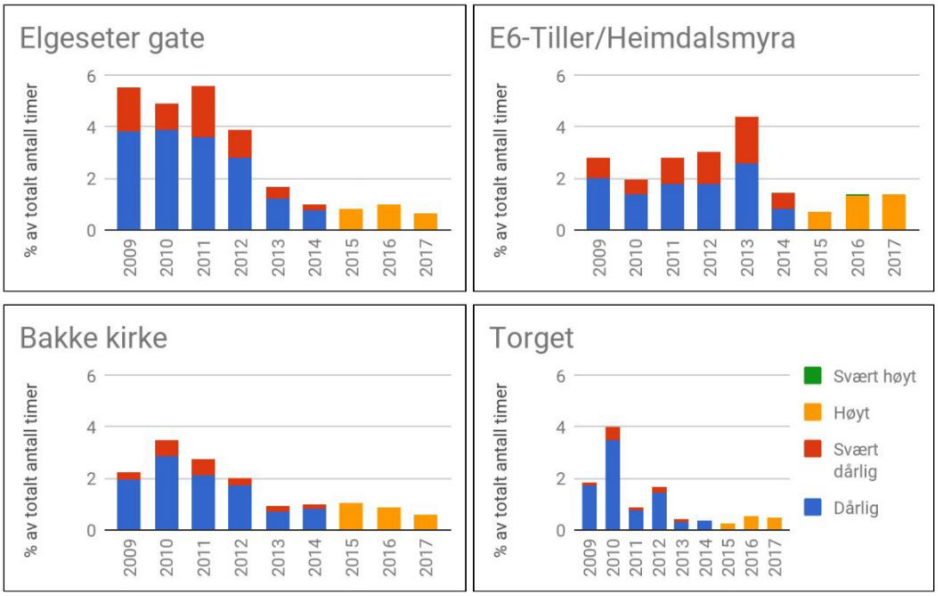
1. Informasjonen er hentet fra: Luftkvalitet i Trondheim 2017 Nettadresse: https://sites.google.com/trondheim.kommune.no/luftrapport/start

Luftkvaliteten i Trondheim er vanligvis god sommerstid. Om vinteren gir bruk av piggdekk på bar asfalt svevestøv, mens kalde motorer og fyring gir noe svevestøv, NO_2 og andre gasser. Det er mest luftforurensning i kaldt, vindstille, tørt vær i rushtidene og på utfartsdager. Luftkvaliteten i Trondheim overvåkes på fire målestasjoner; E6-Tiller, Elgeseter, Bakke kirke og Torvet (se figuren under).



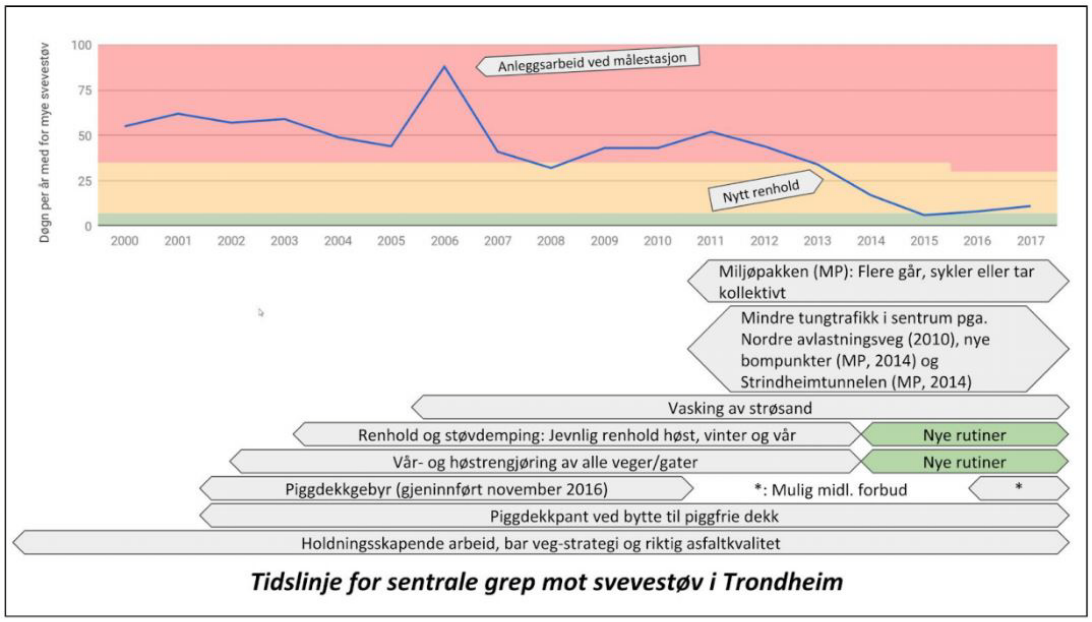
Figur 6: Varslingsklassene gir en samlet vurdering av luftkvalitet basert på alle timeverdiene i hele 2018, for svevestøv (PM_{10} og $PM_{2,5}$) og NO_2. Merk at antall timer med "moderat" luftforurensning ikke nødvendigvis er reelt, jamfør figur 1.

En av årsakene til de høye verdiene for moderat varslingsklasse var perioder med manglende NO_2 data. Av figuren under ser vi også at forholdene har bedret seg betydelig siden 2009. Det skyldes hovedsakelig økt renhold og bruk av støvdempende midler på veier og gater.



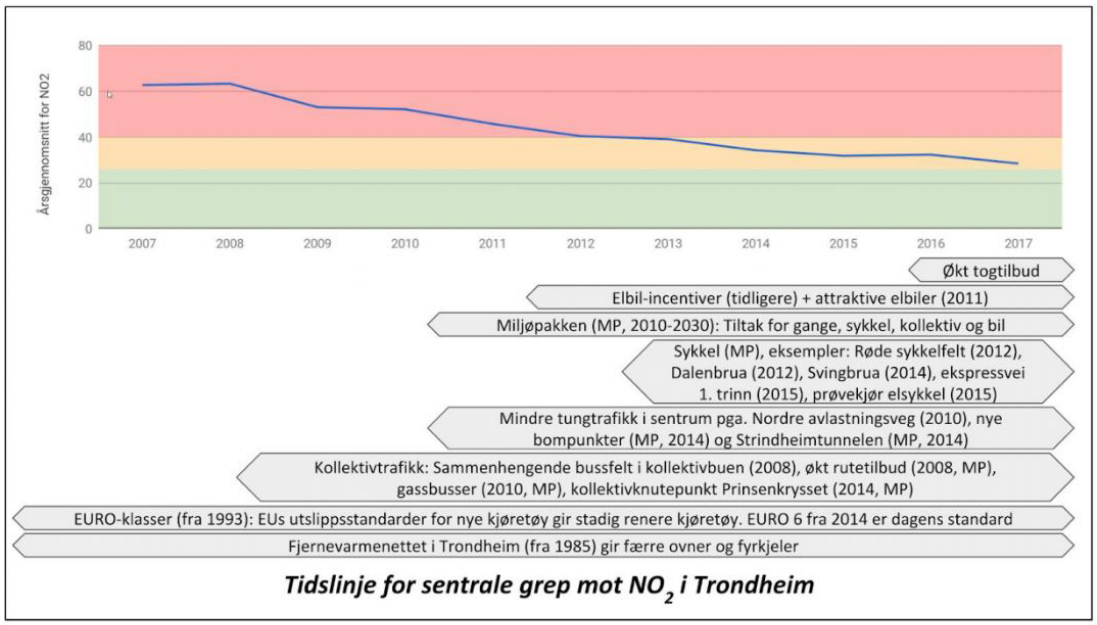
FIGUR 4 VISER ANDELEN "(SVÆRT) DÅRLIG" LUFT ELLER "(SVÆRT) HØYT" FORURENSNINGSNIVÅ (JFR. TABELL 1) FOR DE ULIKE MÅLESTASJONENE. FOR SAMMENLIGNING AV NYE OG GAMLE VARSLINGSKLASSER: GRENSEN FOR "HØYT" FORURENSNINGSNIVÅ MTP. PM ER 20 % LAVERE ENN GRENSEN VAR FOR "DÅRLIG" LUFT.

Det er gjort en rekke tiltak for å senke utslippet av svevestøv, NO_2 og klimagasser i Trondheim (se figur 5 og 6). Siden 2008, er mange av disse tiltakene innført eller intensivert i regi av Miljøpakken.



Figur 5 viser generelt trafikkreduserende tiltak og spesifikke tiltak rettet mot svevestøv (PM_{10}), samt målinger fra verste målestasjon.

Tilsvarende tiltak er gjort for å redusere utslipp av NO_2.



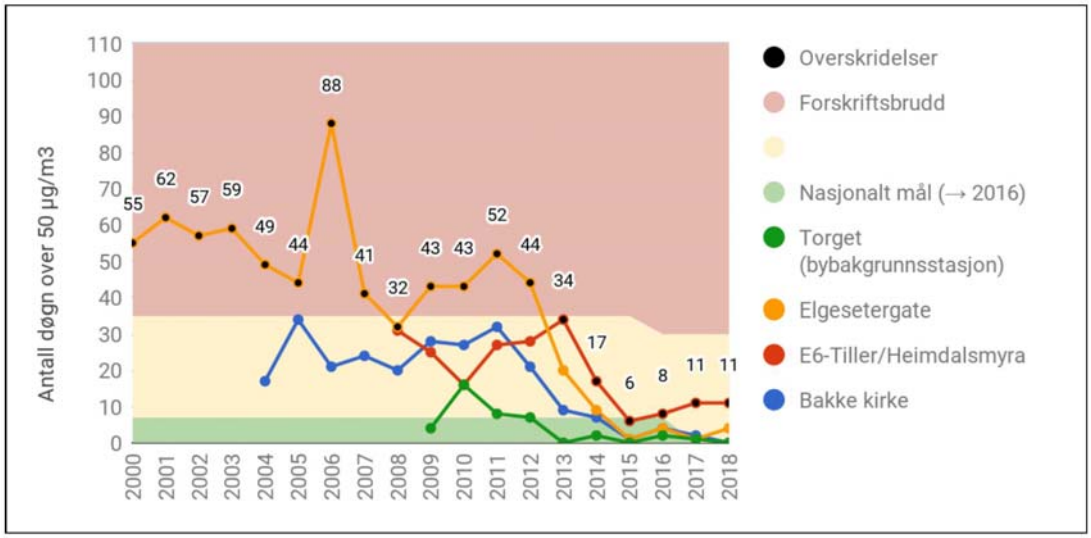
Figur 6 viser generelt trafikkreduserende tiltak og spesifikke tiltak rettet mot NO_2, samt målinger fra verste målestasjon.

Kilder til svevestøv i Trondheim

I Trondheim er det støv fra veislitasje som følge av utstrakt bruk av piggdekk på bar asfalt som vanligvis er hovedårsaken til overskridelsene av grenseverdikrav for PM10. Lokalt eller i perioder kan bygge- og anleggsvirksomhet være den viktigste kilden - som ved E6-

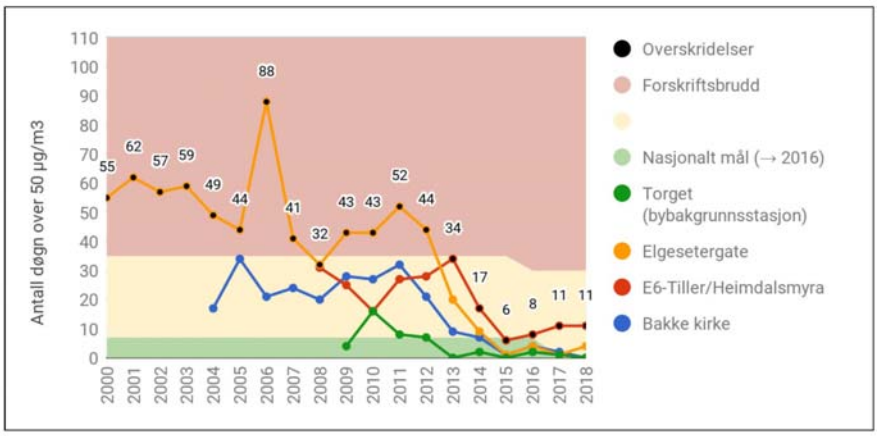
Tiller i 2017, i forbindelse med utbyggingen av E6-sør. Bruk av piggdekk på bar asfalt var medvirkende årsak. Andre kilder til svevestøv er eksos og fyring. Disse gir mest fint svevestøv (PM2,5). Hovedvegene (Elgeseter og E6-Tiller) har mest PM2,5 fra eksos, mens målestasjonene på Bakke kirke og Torget (bybakgrunnstasjon) kan ha betydelig innslag av PM2,5 fra fyring i kalde vintre. Støvmengden i lufta påvirkes av været. Særlig regn har en effekt siden det "vasker" lufta og hindrer oppvirvling av støv. Vind påvirker også ved å tørke opp vegen og dermed spre støvet.

Antall døgn over forurensningsforskriftens grenseverdi er vist i figur 9. Folkehelseinstituttets (FHI) luftkvalitetskriterier – eller anbefaling ut i fra et helseperspektiv – er at døgnmiddel PM10 er maksimalt 30 µg/m3. Frem til 2015 var kriteriet 35 µg/m^3.



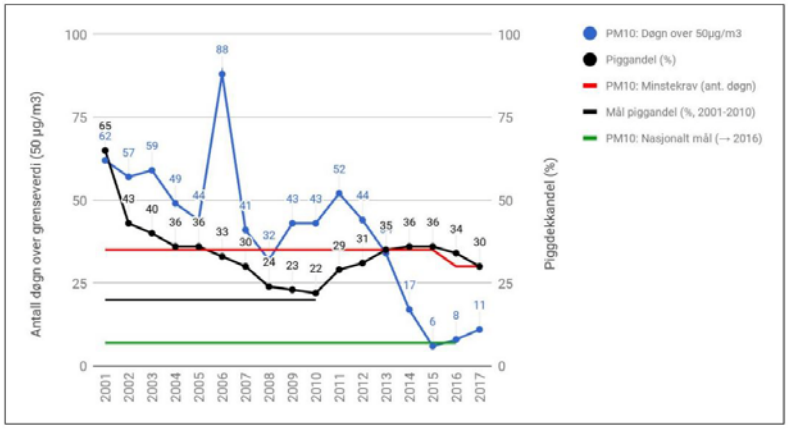
Figur 9 viser antall døgn med overskridelser av grenseverdien for svevestøv (PM_{10}) i perioden 2000 - 2018. Det var anleggsarbeid ved Elgeseter i 2006, Heimdalsmyra i 2013 og i nærheten av E6-Tiller i 2017 og 2018.

Oppvirvling av vegstøv var hovedårsaken til samtlige overskridelser av døgnmiddelkravet for PM10 (se figur 9). Hovedkilden til vegstøvet på den mest forurensede målestasjonen, E6-Tiller, var omfattende massetransport i forbindelse med utbyggingen av E6-sør i 2017–18. Bruk av piggdekk på bar asfalt var medvirkende årsak. På de andre målestasjonene kom overskridelsene i løpet av to dager med kaldt vær og høytrykk, som ga oppblomstring av vegstøv fra bruk av piggdekk på bar asfalt.



Figur 9 viser antall døgn med overskridelser av grenseverdien for svevestøv (PM_{10}) i perioden 2000 - 2018. Det var anleggsarbeid ved Elgeseter i 2006, Heimdalsmyra i 2013 og i nærheten av E6-Tiller i 2017 og 2018.

Boligoppvarming bidro ikke nevneverdig til overskridelser på noen av målestasjonene i 2017. Figur 11 viser forholdet mellom piggdekkandel og svevestøv i perioden 2000–2017. Piggdekkandelen sank og lufta ble bedre da vi hadde piggdekkgebyr (2001–2010).

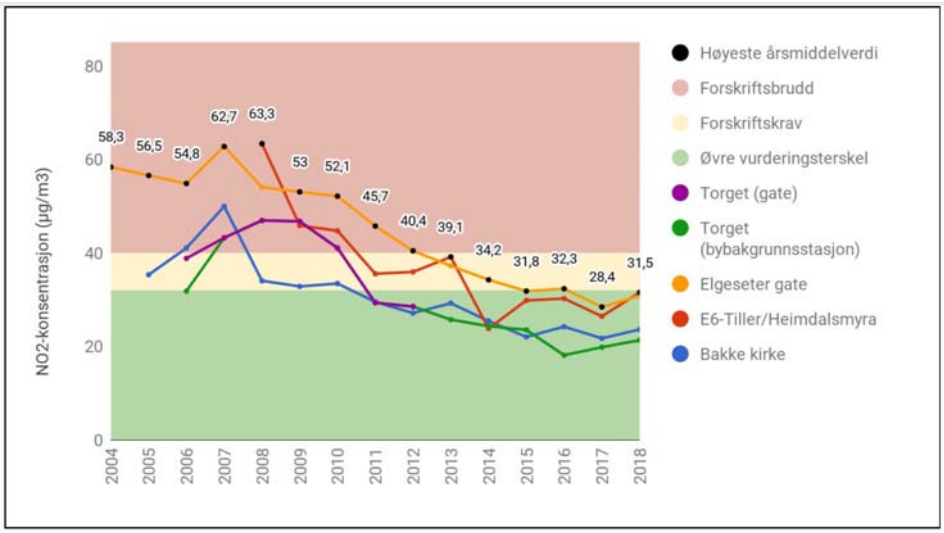


FIGUR 11: PIGGDEKKANDEL OG OVERSKRIDELSER AV DØGNMIDDELKRAVET FOR PM_{10}. ELGESETER HAR HATT FLEST OVERSKRIDELSER FREM TOM. 2012, MENS E6-TILLER/HEIMDALSMYRA HAR FLEST OVERSKRIDELSER FRA 2013. RENERE LUFT FRA 2013 SKYLDES I HOVEDSAK RENHOLD OG STØVDEMPING.

Bedre asfaltkvalitet og andre tiltak antas også å ha hatt effekt på luftkvaliteten. Den absolutt største forbedringen kom imidlertid etter nytt renhold fra 2013: Sammenhengen mellom piggdekkandel og antall døgn med for mye svevestøv forsvinner med det nye renholdet. Økt piggdekkandel vil imidlertid kunne øke utgiftene til renhold og støvdemping, og gi dårligere luftkvalitet langs veger uten jevnlig renhold og støvdemping gjennom vinteren.

Nitrogenoksider i Trondheim

Trondheim hadde dessverre for lav datadekning på de mest forurensede målestasjonene i 2017. Målingene fra 2018, samt trend siste år tilsier likevel at grenseverdiene for NO_2 ble overholdt også i 2017. Forurensningsforskriften stiller krav om maks 18 timer over 200 µg/m^3 per år, og maks 40 µg/m^3 som gjennomsnittskonsentrasjon gjennom året (årsmiddelverdi). Det har ikke vært målt noen timer over 200 µg/m^3 siden 2011. Høyeste årsmiddelverdi i 2018 ble målt på E6-Tiller, med 31,5 µg/m^3 (se figur 8 under). I tillegg har Folkehelseinstituttet et luftkvalitetskriterium på 100µg/m^3 målt med en times midlingstid .



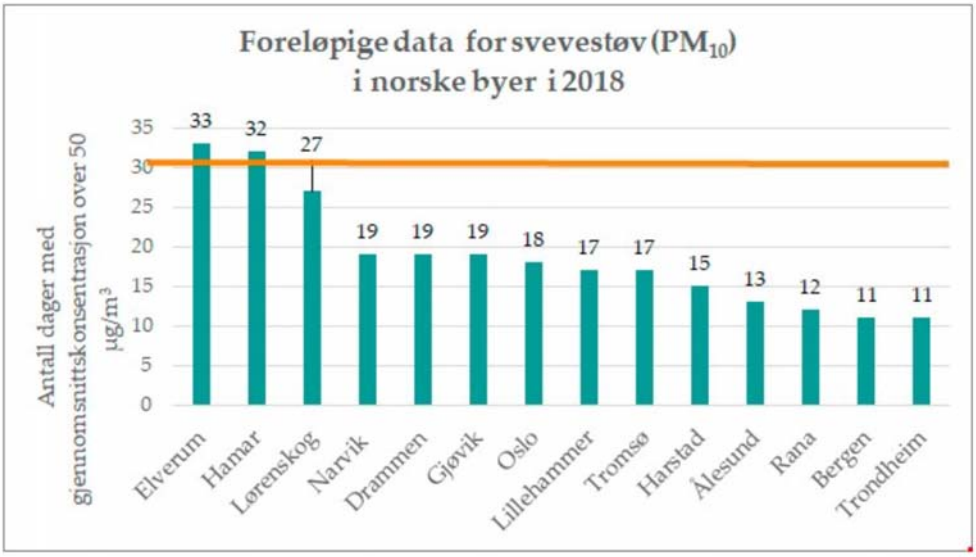
Figur 8: Årsmiddelverdi for NO_2 på alle målestasjoner. Merk at verdiene for 2017 er for lave som følge av manglende data fra november og desember. 2018 hadde dermed den laveste årsmiddelverdien som er målt i Trondheim, tross en relativt kald vinter.

Figur 8 viser årsmiddelverdien for NO_2-konsentrasjonen i Trondheim har gått sterkt ned i perioden 2004–2015. Reduserte utslipp fra personbiltrafikken er trolig hovedårsaken: Veksten i personbiltrafikken har stagnert; bilene har lavere utslipp; kollektivtrafikken har økt kraftig; bussene har skiftet drivstoff fra diesel- til gassbusser. Ikke minst har satsingen på gange, sykkel og elbiler gitt mange utslippsfrie trafikanter, mindre kø og dermed lavere utslipp fra andre trafikanter. Samtidig har det blitt mindre tungtrafikk gjennom sentrum etter bygging av Nordre avlastningsvei og differensierte bomtakster som leder trafikken via omkjøringsvegene. Utbygging av fjernvarmenettet har også gitt mindre fyring, sammen med stadig færre oljefyrer.

Utviklingen ser etter 2015 ut til å ha stabilisert seg. Hovedfartsårene fra sør og øst er fortsatt utsatte områder, sammen med innfartsårene til sentrum, Singsaker-ringen, samt ved hovedveiene på Heimdal og i Ila. Våre tiltak mot NO_2 er listet opp i kapitlet om tiltak mot luftforurensning (over).

Hvordan ligger Trondheim an i forhold til andre norske byer?

Trondheim gått fra å være en "værsting" til å ble omtrent best i klassen de seneste årene. Dette gjelder både for svevestøv og for NO_2. Diagrammet under viser måleresultater for antall døgn med en gjennomsnittlig partikkelkonsentrasjon over 50 µg/m^3 for noen norske byer



Svevestøv: Grafen viser det høyeste antallet døgn målt med en konsentrasjon av svevestøv (PM10) over 50 mikrogram per kubikkmeter luft i ulike kommuner i Norge i 2018. Den oransje linjen viser grenseverdien. Hamar og Elverum brøt grenseverdien i fjor. | *entral database for lokal luftkvalitet (SDB)*

NTNU THE BIG CHALLENGE SCIENCE FESTIVAL TRONDHEIM 2019

Måling av partikler i avløpsvann

Science Camp 2019

for elever på videregående skole

Trøndelag fylkeskommune

NTNU
Skolelaboratoriet for matematikk, naturfag og teknologi

1 Innledning

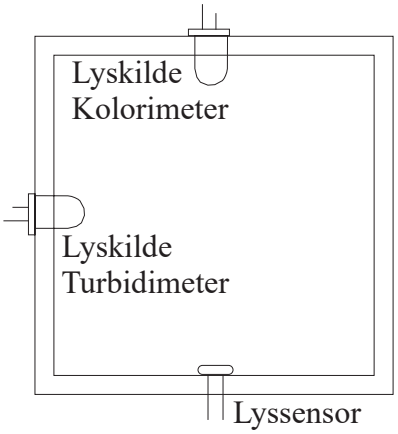
Notatet beskriver oppbyggingen, kalibrering og bruk av et hjemmelaget turbidimeter. Tanken er at instrumentet skal kunne anvendes til måling av partikkeltetthet i avløpsvann og drikkevann.

Et turbidimeter er et instrument som måler spredningen av lys fra partikler i en væske. Instrumentet er om mulig ment å kunne kalibreres mot et profesjonelt instrument. Hovedhensikten er imidlertid at deltagerne skal få en forståelse av hvordan instrumentet fungerer. Instrumentet skal også kunne fungere som et kolorimeter (måling av absorbans).

2 Arbeidsoppdrag

2.1 Beskrivelse

Et turbidimeter måler *spredningen* av lyset som sendes inn i væsken, derfor må lyskilden og lyssensoren plasseres på vegger som står vinkelrett på hverandre. Graden av spredning avhenger av størrelsen og konsentrasjonen av partiklene.



Samtidig kan vi måle *absorbansen* til væskeblandingen, dvs. hvor mye av det utsendte lyset som absorberes i væsken. For å måle absorbans plasseres lyskilden rett overfor sensoren. Dette kaller vi et *kolorimeter*.

Både absorbans og spredning vil være avhengig av fargen til lyset som sendes ut. Det er ikke uvanlig å bruke IR-LED som kilde for turbidimetermålinger, og ulike farger tilpasset absorbsjonsspekteret til oppløsningen. Her har vi foreløpig valgt å bruke hvitt lys.

For å hindre strølys fra å forstyrre målingene våre, monteres lyskilder og sensor i et lystett kammer. Kammeret er så stort at det kan romme et plastkrus med plass til 1,5 – 2 dl vann. På sikt kan man også tenke seg et mindre oppsett tilpasset *dramsglass*.

Senere skal vi bruke turbidimeteret til å måle innholdet av partikler i drikke- og avløpsvann o.a. Vi vil sammenligne målinger gjort med vårt hjemmelagde instrument med et profesjonelt måleinstrument og om mulig kalibrere turbidimeteret vårt. Vurdering av kvaliteten til instrumentet og ev. forslag til forbedringer vil være et mål med utforskningen.

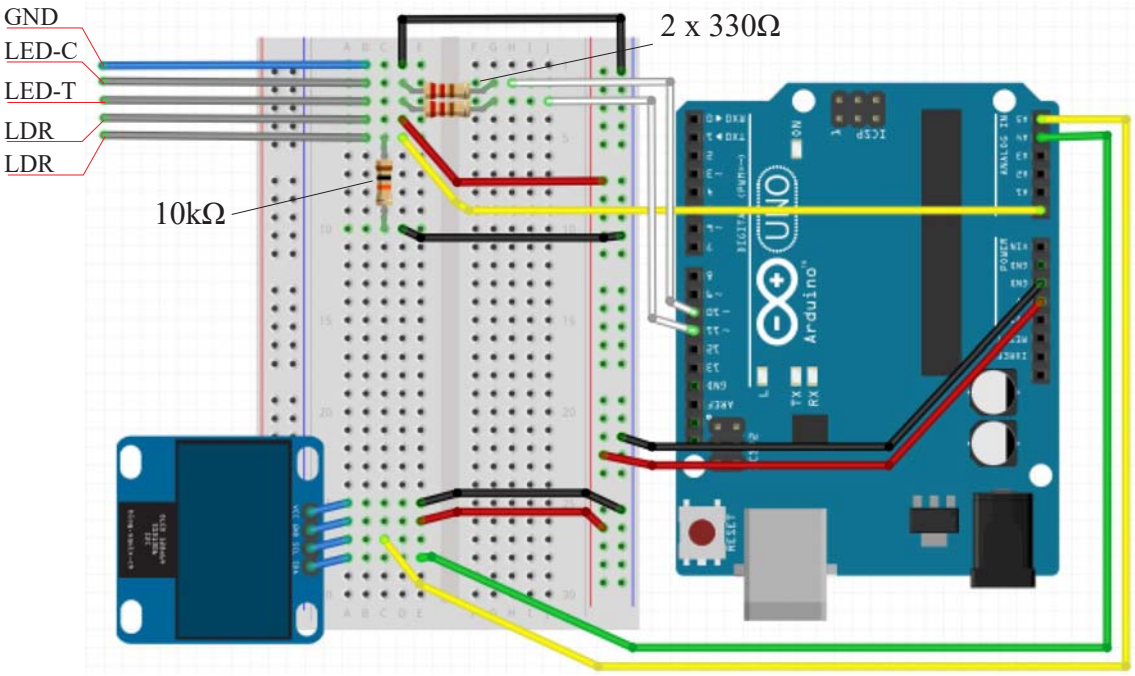
For å utføre målingene bruker vi en Arduino mikrokontroller som styrer lyskildene, leser av sensorverdiene og skriver ut måleverdiene på et lite display.

2.2 Oppdrag

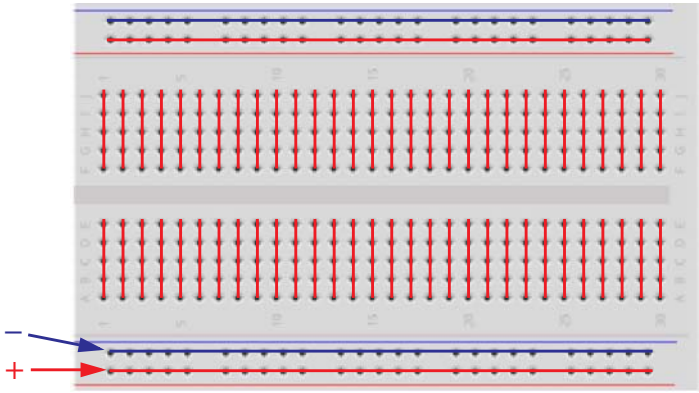
Oppdrag 1 – Monter turbidimeteret:

Først skal vi koble opp kretsen på et koblingsbrett. Vi bruker et ferdig montert kyvettehus hvor lyskilder og sensorer er montert. En flatkabel forbinder kyvettehuset med koblingsbrettet.

- Koble opp måleinstrumentet. Bruk *Sparkfun Inventors kit* pluss tilbehør for å koble opp kretsen med display som vist på figuren under. Flatkabelen knytter sammen kretsen og kyvettehuset med lyskilder og sensorer som vist over.



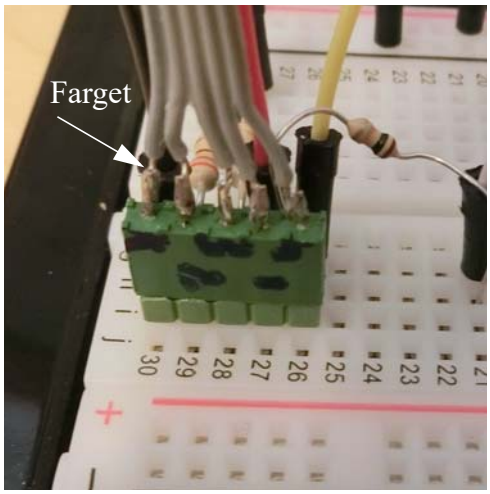
Figuren til høyre viser hvordan koblingsbrettet er konstruert, dvs. hvilke tilkoblingspunkter som er forbundet med hverandre med elektrisk ledende skinner på undersiden av hullene. Disse er markert med røde og blå linjer.

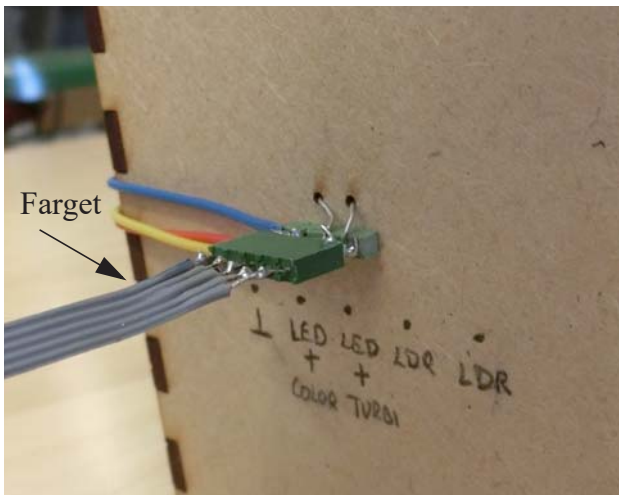


Vi lar den nederste raden med huller være pluss (+) og den nest nederste minus (–) som vist på figuren over.

NB! - MERK AT DET BRUKES TO TYPER MOTSTANDER 2x330Ω (oransje, oransje, brun) og 1x10kΩ (brun, sort, oransje).

En flatkabel med 5 ledere kobler kammeret sammen med Arduino-kretsen.





OBS! PASS PÅ AT FLATKABELEN PLASSERES RETT VEI. Det ytterste lederen er farget blå eller sort.

Oppdrag 2 – Program for måling av lysspredning

Før vi laster opp programmet skal vi gi en meget kort introduksjon til bruk av program-editoren til Arduino'en.

- Hent programmet for bruk i turbidimeteret.

Hent programmet fra katalogen Science Camp 2019/Partikler i avlopsvann/Arduino filer/ eller hentprogrammet fra nettsiden: https://www.ntnu.no/skolelab/bla-hefteserie
Gå ned til fanen: *Science Camp 2019*
Programvare Turbidimeter, lastes ned her og hent: *turbidi_1.0.ino*
Legg den et sted på PC'en hvor dere finner den igjen

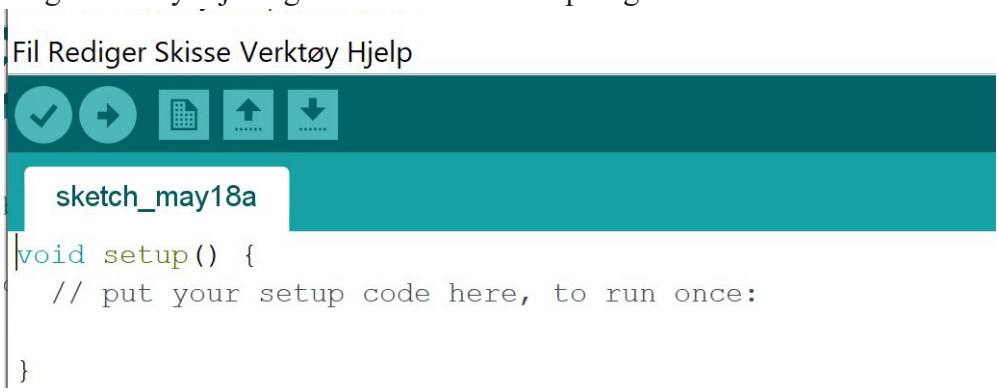
- Start Arduino IDE (editoren til Arduino)

  Startes ved å trykke på programikonet (vist til høyre)

Kort innføring i bruk av Arduino editoren:

Når du åpner editoren ser du følgende bilde:

Det viktige er menylinjen og ikonene som er vist på figuren under



1. Koble Turbidimeteret til PC'en ved hjelp av USB-kabelen

Prosedyre for å sette opp editoren for kortet Arduino UNO:

2. Velg "Verktøy" fra menylinjen. Velg "Kort" og velg "Arduino/Genuino UNO" fra lista
3. Velg "Verktøy" fra menylinjen. Velg "Port" og velg den porten med høyest nummer fra lista

Prosedyre for å behandle programmet:

4. Hent opp programmet dere lastet ned ved å velge:
   Velg "Åpne" og finn fila dere lastet ned
5. Sjekk at programmet er uten syntaksfeil ved å velge
6. Kompiler og last opp programmet til Arduino UNO i turbidimeteret ved å velge

Programmet skal nå befinne seg i Arduinoen i turbidimeteret

Studer programkoden

Studer programmet: *turbidi_1.0.ino* og tegn et enkelt flytdiagram.

Flytdiagram

```
// Programmet gjør 500 målinger av spredt lys, midler
og skriver ut til displayet
// Nils Kr. Rossing 15.04.19

// Inkludering av biblioteker
#include <SPI.h>              // Bibliotek for
seriekommunikasjon
#include <Wire.h>             // Bibliotek for I2C
kommunikasjon
#include <Adafruit_GFX.h>     // Bibliotek for
displayfunksjon
#include <Adafruit_SSD1306.h> // Bibliotek for
displayfunksjon
```

```
// Deklarasjon av displayet
Adafruit_SSD1306 display(4); // Deklarasjon av enheten "display" av klassen
Adafruit_SSD1306

// Deklarasjon av globale veriable
int avlestIntensitet = 0;    // Variabel som holder lysintensiteten avlest av LDR
float sumIntensitet = 0;     // Variabel som holder akkumulert lysintensitet
float midletIntensitet = 0;  // Variabel som holder midlet lysintensitet
int i = 0;                   // Tellevariabel ved midling

int pinColor = 10;           // Utgang koblet til LED Colorimeter
int pinTurbi = 11;           // Utgang koblet til LED Turbidimeter

void setup()
{
  Serial.begin(9600);                        // Initier skriving til monitor

  display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);  // Initialiser display med adresse 0x3C

  pinMode(pinColor, OUTPUT);                 // Port pinColor defineres som en utgang
  pinMode(pinTurbi, OUTPUT);                 // Port pinTurbi defineres som en utgang

}

void loop()
{

  digitalWrite(pinTurbi, HIGH);         // Slå på lyskilde Turbidimeter
  delay(10);                            // Vent litt før måling starter

  // Gjør en midlet måling
  for (i = 0; i < 500; i++)         // Gjør 500 målinger
  {
    avlestIntensitet = analogRead(0);   // Les av analoginngang 0 (LED)
    sumIntensitet = sumIntensitet + avlestIntensitet; // Summer alle 500 målinger
  }
  digitalWrite(pinTurbi, LOW);          // Slå av lyskilde

    midletIntensitet = sumIntensitet/i; // Beregn middelverdien av måleserien
    sumIntensitet = 0;                  // Nullstill summevariabel

    // Skriv resultatet til display

    // Klargjør display for utskrift
    display.clearDisplay();           // Slett informasjon på display
    display.setTextSize(1);           // Sett størrelse på tekst
    display.setTextColor(WHITE);      // Hvit tekst på sort bagrunn

    // Skriver gjennomsnitlig måleverdi
    display.setCursor(0,0);           // Plasser markør øverst til venstre
    display.print("Lysintensitet: "); // Skriv "Lysintensitet
```

```
    display.print(midletIntensitet,1);// Skriv den målte intensiteten i ...

    display.display();                // Overfør informasjonen til displayet og vis
    delay(500);                       // Vent 500 millisekunder
}
```

Innledende tester til turbidimeteret

Sett et tomt beger ned i kammeret, sett lokket på og les av verdien på displayet. Du vil sannsynligvis få en verdi i nærheten av 2 – 300. Fullstendig mørke vil være ca. 0 og fullt opplyst ca. 1000. Siden du sender lyset vinkelrett inn i kammeret i forhold til sensoren, (LDR) måler du nå det spredte lyset. Gjør følgende forsøk:

- Les av verdien med tomt beger og lokket på:_____
- Ta av lokket og les av verdien:_____
- Ta ut begeret og sett på lokket og les av verdien:_____
- Fyll begeret opp til streken med vann og vent noen minutter til vannet har klarnet og roet seg. Sett på lokket og les av verdien:_____

Drøfte resultatene av de fire første målingene:_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

- Drei begeret 90° og 180° rundt, sett på lokket å se om målingene er avhengig av hvordan begeret er orientert:_____

  _____

  _____

Dersom du i stedet for å bruke lysdioden til siden for sensoren bruker den rett fram vil instrumentet fungere som et *kolorimeter*. Dette gjør du ved å endre hvilken LED du velger bruke. Bytt ut linje:

```
digitalWrite(pinTurbi, HIGH);         // Slå på lyskilde Turbidimeter
```

med linjen:

```
digitalWrite(pinColor, HIGH);         // Slå på lyskilde Colorimeter
```

og linjen:

```
digitalWrite(pinTurbi, LOW);         // Slå av lyskilde Turbidimeter
```

med linjen:

```
digitalWrite(pinColor, LOW);         // Slå av lyskilde Colorimeter
```

- Last opp det endrede programmet og les av verdien når begeret er fylt opp til streken med vann:_____
- Sammenlign verdiene for turbidimeteret og kolorimeteret under ellers like betingelser:

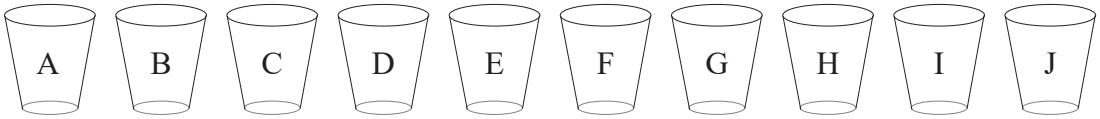
  _____

  _____

  _____

Oppdrag 3 – Bestem rekkefølgen til begrene

Det er satt frem 10 plastbeger merket A til J. I tillegg til 2dL vann inneholder disse fra 1 til 10 dråper melk.



- Bruk instrumentet som *turbidimeter* og bestem rekkefølgen til begrene slik at begeret med én dråpe står lengst til venstre og det med ti står lengst til høyre. Før verdiene inn i tabellen:

Tabell 2.1 Målinger av turbiditet

Målinger	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Verdi										
Rekkefølge										

Gjenta forsøket, men bruk nå instrumentet som *kolorimeter*. Undersøk om du får samme rekkefølgen.

Tabell 2.2 Målinger av absorbans

Målinger	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Verdi										
Rekkefølge										

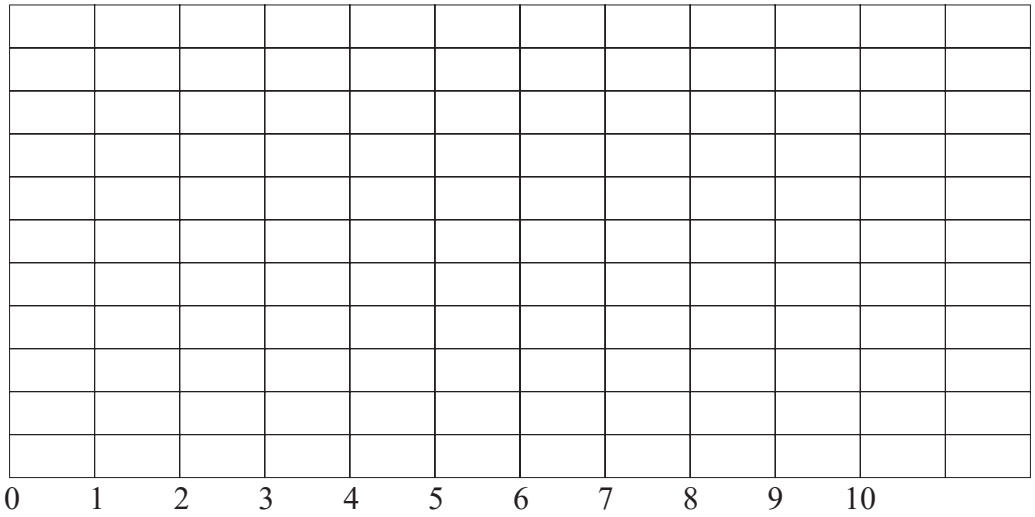
Hvilken målemetode egner seg best for å bestemme rekkefølgen? _____

_____

_____

_____

Tegn grafene for turbiditet og absorbans i det samme diagrammet med antall dråper langs x-aksen og de avleste måleverdiene langs y-aksen.



- Legg inn en best tilpasset kurve og bestem følsomheten til instrumentet, dvs. endring i måleverdi som funksjon av antall dråper melk i oppløsningen for turbidimeteret og kolorimeteret.

Foreslå mulige forbedringer av måleinstrumentet:_____

_____

_____

_____

_____

_____

- Finn en metode for å kalibrere instrumentet og lag en algoritme som gjør det mulig å skrive ut antall dråper melk i en ukjent vannprøve.

Tips:

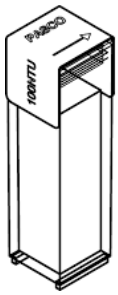
Vurder å:

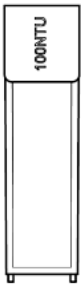
- ... slå av lyskilden mellom hver måling.
  Hva vil du kunne oppnå med en slik løsning?

Oppdrag 4 – Bruk av profesjonelt turbidimeter - kalibrering

Dere skal nå bruke et "profesjonelt" måleinstrument for å kalibrere instrumentet brukt som turbidimeter slik at måleverdiene kommer ut i en standardiserte enhet.

Turbiditet måles i NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Siden vi ikke har noen kalibrert oppløsning som kan brukes direkte til vårt turbidimeter gjør vi en sammenligning mellom vårt hjemmelagde turbidimeter og et profesjonelt instrument, f.eks. ved hjelp av en *Turbidity sensor fra Vernier,* eller *Pasco's SE-3215*. I vårt tilfelle velger vi Pasco's SE-3215.





Kalibret oppløsning 100NTU

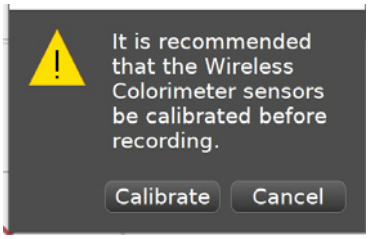
Til tross for at Instrumentet er trådløst så velger vi å koble det til PC'en med en USB-kabel.

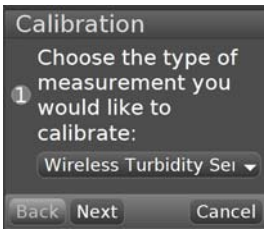
Med instrumentet følger en standard på 100 NTU som passer perfekt i kammeret. I tillegg har vi tomme kyvetthus. Legg merke til at vi bruker de blanke som følger med.

Gjør følgende:

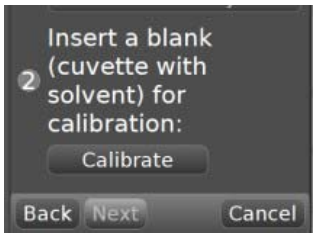
1. Koble instrumentet til PC'ens USB-port
2. Klikk på programikonet og programmet starter.

3. Når programmet starter og instrumentet er plugget inn, får man spørsmål om man ønsker å kalibrere instrumentet (under til venstre), velg "Calibrate". Velg deretter Wireless Turbidity Sensor" fra menyen (under til høyre) og trykk deretter "Next".



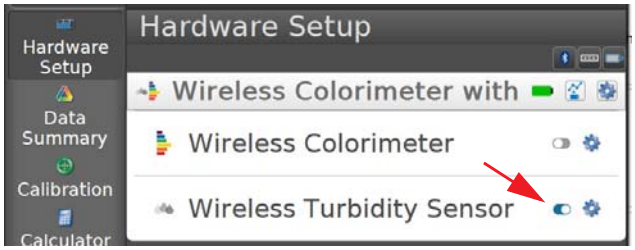


4. Kalibreringsmenyen kommer opp og man blir bedt om å sette en *blank* kyvette med destillert vann ned i kammeret (funder til venstre). ***Tørk godt av den med et tørkepapir før den settes ned i kammeret***, sett på lokket, trykk "Calibrate" og deretter "Next". Ta ut kyvetten.



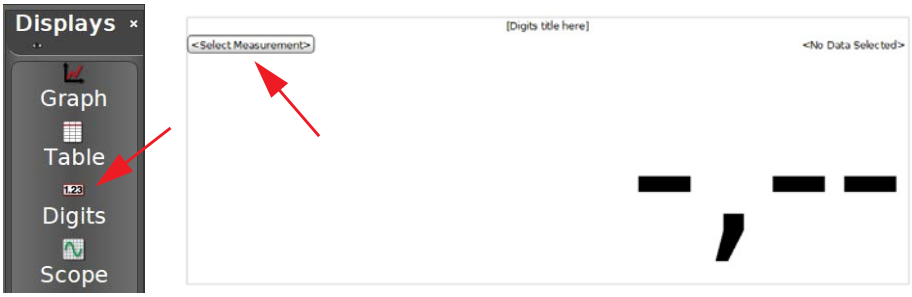
5. Du blir nå bedt om å sette inn en 100 NTU standard (over til høyre). Ta kyvetten med 100 NTU standarden, vend den om fire-fem ganger (ikke rist) og tørk av fingeravtrykk på utsiden. Sett den inn i kammeret og trykk "Calibrate" og deretter "Finish". Instrumentet skal nå være kalibrert.

6. Fra menyen helt til venstre velg "Hardware Setup". Du får da opp valget mellom "Wireless Colorimeter" og "Wireless Turbidity Sensor". Bruk bryteren til høyre for å velge "Wireless Turbidity Sensor". Slå samtidig av "Wireless Colorimeter", som vist på figuren under.

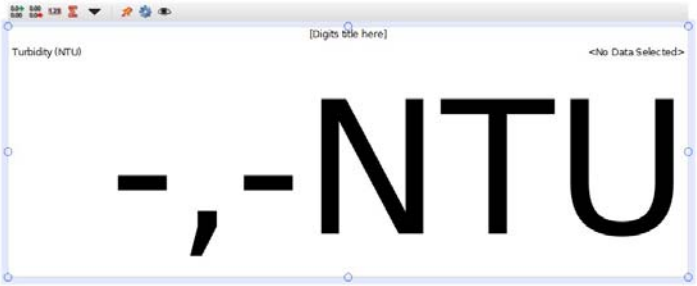


At du har valgt riktig kan du se midt på menylinjen nederst på skjermen (figuren under). Her kan du også stille inn hvor ofte målingene skal tas. I vårt tilfelle tas det en måling hvert sekund (1 Hz).

7. Det neste vi må gjøre er å velge hvilket display vi ønsker å bruke. Siden vi kun skal måle enkeltverdier kan vi velge displayet "Digits" fra menyen til høyre (under til venstre). Bruk musa og dra "Digits-ikonet" ut på arbeidsflata slik at du får et bilde omtrent som vist til høyre på figuren under. Forstørr bildet etter behov



8. Displayet skal så knyttes til et måleinstrument. Dette gjør vi ved å trykke "Select Measurement". Velg "Turbidimeter" fra nedtrekksmeny. Dermed har vi knyttet displayet til turbidimeteret og displayet får benevningen NTU som vist på figuren under.



9. Målingen startes ved å velge "Record" til venstre på menylina nederst (til venstre under).

10. Dermed skulle målingen begynne og displayet viser den målte turbiditeten for den ukjente væsken.

Instrumentet skal nå være kalibrert og kan brukes til å måle turbiditet.

Oppdrag 4 – Bestem turbiditet til ulike vannprøver

I dette forsøket kreves bruk av vernebriller og plasthansker.

I dette oppdraget skal dere bestemme turbiditeten for ulike vannprøver. Ta tre målinger av hver vannprøve og se hvordan variasjonen er:

Vannprøve	Dato	Sted	Måling 1	Måling 2	Måling 3	Gjennomsnitt
Drikkevann - Råvann						
Drikkevann - renset						
Springvann						
Fjellbekk	19.05.19	Oppdal				
Smeltevann fra snø	18.04.19	Oppdal				
Havvann		Mausund				
Urenset avløpsvann		Tr.heim				
Renset avløpsvann		Tr.heim				

Sammenlign med krav til:

Drikkevann < 5 NTU

Renset avløpsvann < 75 NTU

- Er det mulig å påvise noen forskjell mellom urenset og renset drikkevann?

_____

_____

- Tilfredsstiller springvannet og fjellbekken krav til drikkevann mht. partikkeltetthet?

- Oppfyller det rensede avløpsvannet gjeldende krav?

I dette tilfellet kan det være aktuelt å bruke det hjemmelagde turbidimeteret for å måle turbiditeten til “rent” vann. I så fall må det kalibreres.

Oppdrag 6 - Lag en kort presentasjon på maksimalt 4 min

Flere har vært to lag som har jobbet parallelt med målinger i gruppen, samordne resultatene og gi en samlet presentasjon.

- Presenter kort målemetoden (turbibimetri) og hvilket prinsipp den bygger
- Beskriv hvordan dere gikk fram for å bestemme melkeinnholdet i plastkrusene
- Presenter kort resultatene fra målingene fra vannprøvene
- Gi en kort vurdering av resultatene
- Beskriv og ev. forklar avvik mellom arbeidslagene innad i gruppen.

Vedlegg A Kalibrering av hjemmelaget turbidimeter

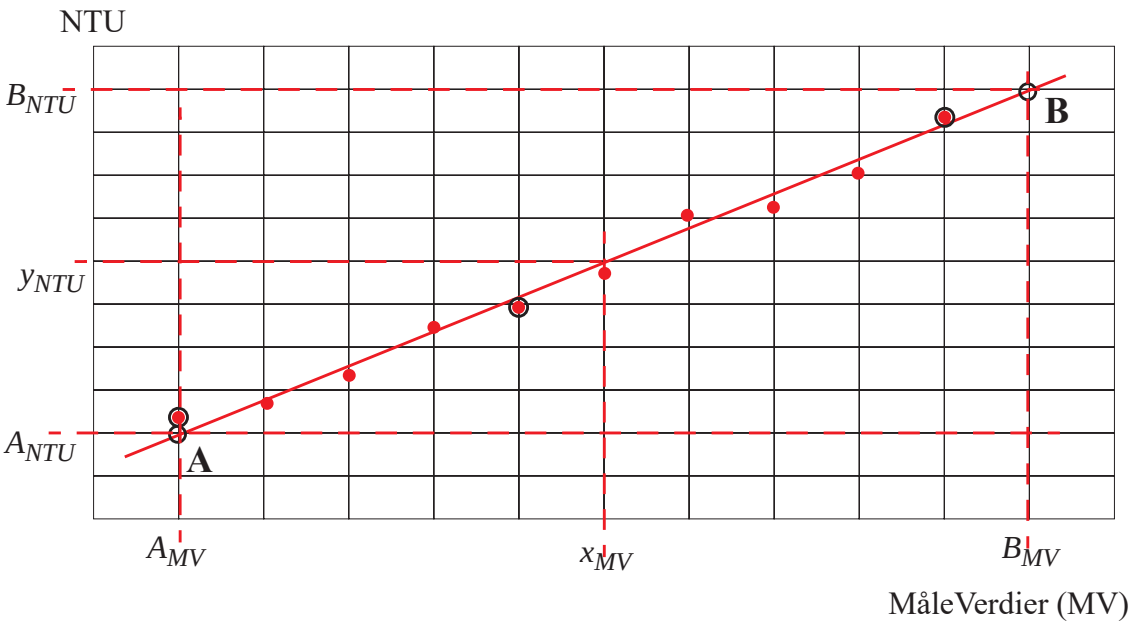
Om vi ønsker kan vi bruke det kalibrerte instrumentet til å kalibrere vårt hjemmelagede turbidimeter:

Fyll væsken fra begrene med melkedråper over i den tomme kyvetten som følger med Pasco-instrumentet som omtalt i de neste punktene:

11. *Fyll den tomme kyvetten med blandingen av 1 dråpe melk og mål NTU-verdien*
    1 dråpe melk gir: _____ NTC. Tøm prøven tilbake i riktig beger.
12. *Fyll den tomme kyvetten med blandingen av 5 dråper melk og mål NTU-verdien*
    5 dråpe melk gir: _____ NTC. Tøm prøven tilbake i riktig beger.
13. *Fyll den tomme kyvetten med blandingen av 10 dråper melk og mål NTU-verdien*
    10 dråpe melk gir: _____ NTC. Tøm prøven tilbake i riktig beger.

Bruk disse tre målte verdiene til å justere måleverdiene for vårt hjemmelagede turbidimeter.

- **Linearisering:**
  Legg en best tilpasset lineær kurve gjennom målepunktene (bruk gjerne øyemål), og gjør en omregning fra måleverdiene (MV) til standardverdiene NTU ved å velge to punkter langs linjen.



Vi kan da sette opp topunktsligningen:

$$\frac{(y_{NTU} - A_{NTU})}{(x_{MV} - A_{MV})} = \frac{(B_{NTU} - A_{NTU})}{(B_{MV} - A_{MV})} \tag{2.1}$$

Denne kan vi så snu om på slik at vi får:

$$y_{NTU} = \frac{(B_{NTU} - A_{NTU})}{(B_{MV} - A_{MV})}(x_{MV} - A_{MV}) + A_{MV} \tag{2.2}$$

Dersom vi har bestemt de to kalibreringspunktene (A_{MV}, A_{NTU}) og (B_{MV}, B_{NTU}) og leser av måleverdien x_{MV} så kan vi lett beregne målepunktets NTU-verdi lik y_{NTU}.

- Legg inn formelen og kalibreringsverdiene og beregn NTU-verdien

Vårt hjemmelagde turbidimeter skal nå være kalibrert og klar til bruk.

Vedlegg B Turbiditet

Stoffet som presenteres her er en forkortet utgave av tu.no/artikler/vaeskeanalyse-turbiditet/218521 (Teknisk Ukeblad) og er forfattet av Knut Erik Boland, Inline Prosess[1].

Turbiditetsmåling brukes ofte i forbindelse med kontroll på inn- og utløp på vannverk og renseanlegg, grunnvannsmålinger fra steinbrudd og tunnelbygging o.l.

Turbiditet er ofte en kvalitetsparameter, hvor det ferdige produktet ofte skal inneholde minst mulig partikler.

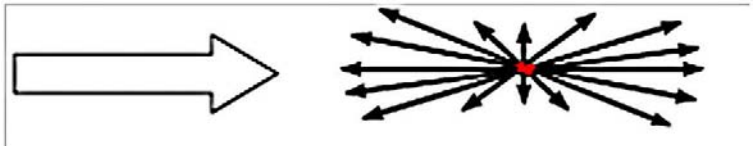
Partikkelstørrelse og form avgjør

Turbiditet er fenomenet som oppstår når en bestemt mengde lys passerer gjennom en væskebasert prøve og dette lyset blir reflektert i ulike retninger av de partiklene som ikke er oppløst i væsken.

Refleksjonsmønsteret er bestemt av både størrelse og form på partiklene i væsken, og man kan dele det opp i tre kategorier som går på størrelse. I dag benyttes ofte en lysdiode (LED) som lyskilde i et turbidimeter, noe som gir lang levetid (typisk ti år), har helt stabil lysenergi og krever liten effekt. Typisk bølgelengde på en LED/NIR-lampe (nær infrarød) er 0,7 til 5 micron (micron = en milliondel av en).

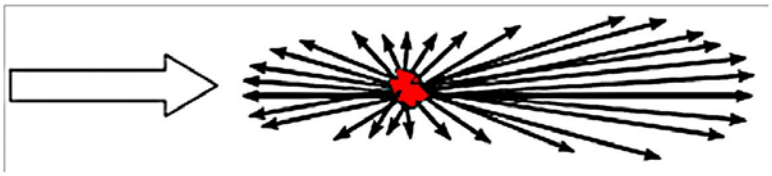
Får ulik lysspredning

Partikler som er mindre enn en tidel av bølgelengden på lyset som benyttes (under 0,5 micron), gir en symmetrisk spredning av lyset ut fra partikkelen. Det blir like mye lys reflektert som mengden som trenger gjennom væsken.



Figur 2.1 De minste partiklene (under 0,5 micron) gir en symmetrisk spredning av lyset.

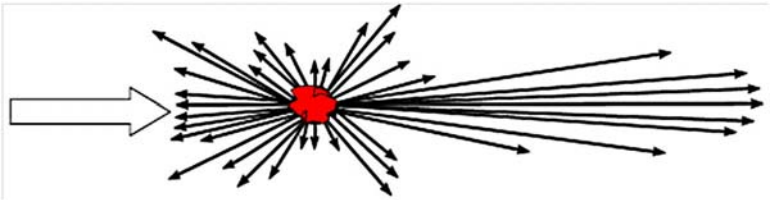
Partikler som er rundt en firedel av bølgelengden på lyset som benyttes (ca. 1 micron) gir en økning av lysmengden som slipper gjennom væsken. Det vil si at over halvparten av lyset når fram til mottakeren.



Figur 2.2 Mellomstore partikler (rundt 1 micron) slipper gjennom mer lys enn det som blir reflektert mot lyskilden.

1. Artikkelen bygger også på: https://www.isanorcal.org/download/tech2007_presentations/turbidity.pdf (by John Daly, ISA) Bilder og tekst er gjengitt etter tillatelse gitt av Teknisk Ukeblad

Partikler som er større enn bølgelengden på lyset som benyttes (over 1 micron), gir en ytterligere økning i lyset som slipper gjennom. I tillegg oppstår også uregelmessige økninger av lysrefleksjoner i alle retninger.



Figur 2.3 De største partiklene (over 1 micron) slipper gjennom mer lys enn det som blir reflektert mot lyskilden, og gir i tillegg uregelmessige refleksjoner i alle retninger.

Partikkeldefinisjon

En partikkel kan være hva som helst som danner en uensartet overflate (heterogen) og som danner en brytningsindeks av lys som er ulik brytningsindeksen for mediet den befinner seg i.

Eksempler kan være:

- Faste partikler i væske, som også kalles en *suspensjon*.
- Oljedråper i vann, eller vanndråper i olje, som kalles en *emulsjon*.
- Gassbobler i væske eller luft, for eksempel *skum*.
- Støvpartikler i luft, som oppfattes som *røyk*.
- Dråpepartikler i luft, som kan oppfattes som *tåke*.

Påvirker refleksjonen

Det er mer enn partikkelstørrelse og form som påvirker lysrefleksjonen som f.eks.:

- Hvilken *type partikkel* det gjelder (som nevnt ovenfor), og dens evne til å absorbere og reflektere lys.
- *Konsentrasjonen* av partikler, hvor mange, vil naturlig nok påvirke mengden reflektert lys.
- *Bølgelengden* på det utsendte lyset vil påvirke absorbans- og refleksjonsegenskapene til partiklene.
- *Vinkelen*, med plassering av detektoren eller fotocellen i forhold til lampekilden, som skal fange opp det reflekterte lyset.

Lysdifferanse

Når man måler på oppløste partikler i en væskeprøve, måler man konsentrasjonen av partiklene, eller suspendert stoff (tørrstoff). Måleenheten er vanligvis mg/l eller ppm (parts per million). Absorbans av utsendt lys er differansen mellom utsendt lys og det som blir absorbert i væskeprøven.

Turbiditetsmåling måler mengden av reflektert lys fra de partiklene som ikke er oppløst i prøven. Detektoren eller fotocellen som fanger opp det reflekterte lyset er ofte plassert 90°, 120° eller 180° i forhold til lampekilden.

Det finnes sensorer som benytter tilbakereflektert lys (på engelsk kalt ”back scattering”), og sensorer som har mer enn én detektor for nettopp å fange opp både store og små partikler.

Turbiditeten øker i takt med mengden lys som væsken absorberer. En typisk måler består av en lyskilde, et målekammer og en mottaker som kalkulerer signalene og angir måleresultatet.

Måleenheten NTU (

Det er mange ulike måter å angi turbiditet NTU er en av dem:

NTU (Nephelometric Turbidity Unit) Denne enheten er basert på at lyskilden og lysmåleren står plassert 90° på hverandre. Standarden som man ofte tar utgangspunkt i er en oppløsning av Formasin-løsning $C_2H_4N_2$, som har en turbiditet lik 4000 NTU (FTU - Formazine Turbidity Unit hvor 1 FTU = 1 NTU).

B.1 Krav til turbiditet i drikkevann

Krav til turbiditet i drikkevann:

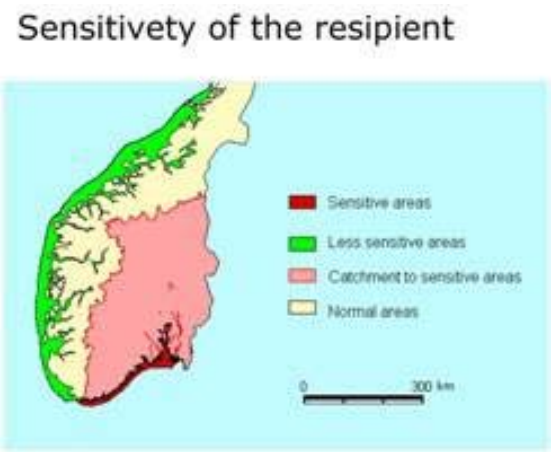
Tabell 2.3 Noen krav til turbiditet av drikkevann, ut fra anlegg

Standard	Anbefalt	Maks.
USA	0,3 NTU	1 NTU
Europa		4 NTU
Norge (Mattilsynet)[a]		1 NTU
Verdens helseorganisasjon	< 1 NTU	5 NTU

a. https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-12-22-1868

B.2 Krav til turbiditet i avløpsvann

I utgangspunktet stilles det ikke krav til turbiditet i avløpsvann, men siden redusert turbiditet er knyttet til fjerning av andre stoffer vil det være naturlig at denne reduseres med fjerning av de uønskede stoffene. Derfor er det satt krav til turbiditet.



Som det framgår av kartet til høyre så varierer kravene til rensing i Norge. Dette skyldes at noen områder er mer sårbare for forurensning. Som vi ser så er kravene i Trøndelag ikke så trenge som på Østlandet og langs sørlandskysten øst for Kristiansand.

Man er spesielt oppmerksomme på følgende stoffer:

- **BOF_5**: Biologisk OksygenForbruk
  Mål for biologisk materialer i avløpsvannet som forbruker oksygen ved nedbrytning
- **KOF**: Kjemisk OksygenForbruk
  Mål for kjemisk materialer i avløpsvannet som forbruker oksygen ved nedbrytning
- **ToT-P**: Totalt innhold av Fosfor
- **ToT-N**: Totalt innhold av Nitrogen
- **SS**: Suspendert stoff (partikler i vannet som fanges opp av filter med poreåpning < 0,45 mikrometer (0,045mm)

Under er vist et sett med rensekrav til avløpsvann. Som nevnt kan kravene kan variere noe fra sted til sted. Vi velger her å holde oss til disse:

- Reduksjon av BOF_5-innhold 70 – 80%, utslippsgrense lik 25-35 mg pr. liter O_2
- Reduksjon av KOF-innhold 70 – 80%, utslippsgrense lik 90-120 mg pr. liter O_2
- Reduksjon av Fosfor-innhold 93 – 94%, utslippsgrense lik 0,25 mg Fosfor pr. liter
- Reduksjon av SS (partikler) på 90 – 92%, med en utslippsgrense på 10 – 25 mg pr. liter

Forholdet mellom NTU og suspenderte faste stoffer er som følger: 1 mg / l (ppm) tilsvarer 3 NTU.

Kravet til renset avløpsvann blir da:

25 mg / l gir SS = 75 NTU

NTNU

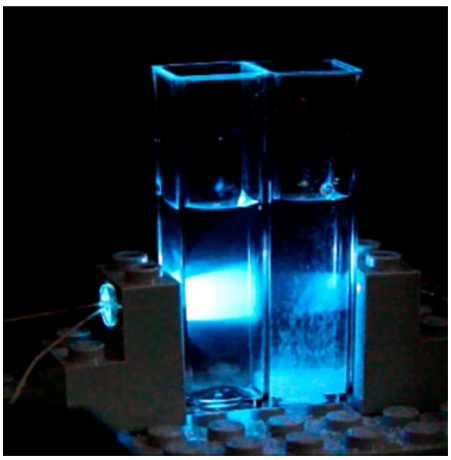
THE BIG CHALLENGE

SCIENCE FESTIVAL

TRONDHEIM 2019

Kjemiske analysemetoder

Hvordan finne ut hva som er i vannet?



Science Camp 2019

for elever i videregående skole

Trøndelag fylkeskommune

NTNU
Institutt for fysikk
Skolelaboratoriet

Del 1: Å bruke vannanalysesett for skolebruk

Bakgrunn

I mange kjemiske forbindelser er fargen proporsjonal med konsentrasjonen av et av stoffene det inneholder. Dette kan være komplekse forbindelser og reaksjoner som vi ikke skal gå i detalj på. I denne oppgaven skal dere bruke ferdige analysesett for å se om dere kan skille vann fra springen fra vann fra andre kilder.

Utstyr

- Vannanalysekoffert
- Vannprøver fra
    - springen
    - Grillstadbekken
    - Grytdalen
    - havet? avløpsvann?
- datalogger med pH-sensor
- begerglass
- engangspipetter
- destillert vann
- engangshansker
- vernebriller

Framgangsmåte

Kjemiske forbindelser:

Bruk instruksjonen i kofferten og finn konsentrasjonen av fosfat, nitrat og ammonium i prøven dere har fått utdelt.

pH-målinger:

Sjekk at utstyret er koblet sammen som vist i bildet over til høyre. I tillegg må loggerenheten kobles til strømnettet. Når loggeren slåes på kommer forhåpentligvis pH-målingen opp automatisk. (Hvis ikke trykker du på tasten med et hus på. Nå kan du velge «Digit» evt. «Siffer».)

Hva finner dere av forskjeller på vannprøvene?

Del 2: Måling av klorid ved titrering

Bakgrunn

Natriumklorid (altså vanlig bordsalt) løser seg til Na^+- og Cl^--ioner i vann. Dette finner vi i varierende mengder i drikkevann, men i kjent mengde i Farris. Vi skal nå se hvor godt vi kan bestemme konsentrasjonen av klorioner i Farris.

Vi har mange andre typer salter. Noen løser seg lett i vann, mens andre er tilnærmet uløselig. F.eks. er sølvnitrat ($AgNO_3$) lett løselig og deler seg i Ag^+ og $(NO_3)^-$, mens sølvklorid (AgCl) ikke løser seg i vann.

Hvis vi tilsetter sølvnitrat til vannløsningen vi ønsker å bestemme kloridkonsentrasjonen i, vil løsningen inneholde frie sølvioner. Dersom det finnes klor-ioner i løsningen, vil klor- og sølvioner danne AgCl som feller ut. Dette påvirker konsentrasjonen av klorioner i løsningen, og kan registreres med en fargeindikator som skifter farge akkurat når løsningen skifter klorionene er brukt opp. Dette gjør at vi kan beregne den opprinnelige konsentrasjonen av klorioner ut fra mengden sølvnitrat vi må tilsettes før dette omslaget kommer.

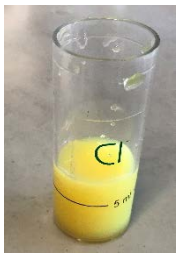
Utstyr

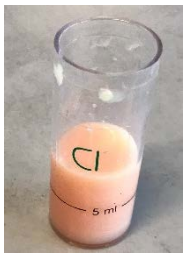
- Farris naturell og en annen type flaskevann uten smakstilsetning
- Kjemikalier for titrering:
    - Reagens 1 merket «R1» (dichlorofluorescein-løsning)
    - Reagens 2 merket «R2» (sølvnitrat-løsning)
- plastsprøyter med gradering per 0,1 ml
- målesylindre (evt. dramsglass) med markering for 5 ml

- engangshansker og vernebriller

Framgangsmåte

1. Bruk engangspipette og mål ut nøyaktig 5,0 ml Farris.
2. Tilsett 2 dråper av flasken merket «R1» (det er dichlorofluorescein-løsning)
3. Sug opp nøyaktig 1,0 ml sølvnitratløsning fra flasken merket «R2» i en engangssprøyte
4. Tilsett 1 og 1 dråpe sølvnitrat-løsning og rist kolben etter hver dråpe. (Det kan være det blir mange dråper!)
5. Fortsett helt til løsningen skifter farge fra å være gulhvit til å bli oransjerosa.





6. Noter deg volumet tilsatt sølvnitrat.
7. 0,1 ml tilsatt sølvnitrat tilsvarer 20 mg klorid/liter. Hvordan stemmer det dere fikk med det som evt. står oppgitt på flaskene?

   Er det stor forskjell på Farris og annet flaskevann?

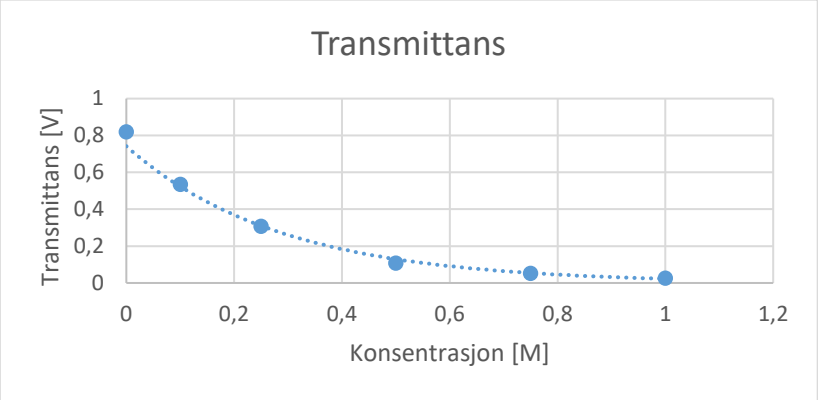
Del 3: Kolorimetri - Måling av kobberkonsentrasjon

Denne oppgaven er basert på en artikkel publisert i Journal of Chemical Education: Asheim, J. Kvittingen, E.V, Kvittingen, L, Verley, R. (2014) A simple, small-scale Lego colorimeter with a Light Emitting Diode (LED) used as detector, s.1037-1039

Bakgrunn

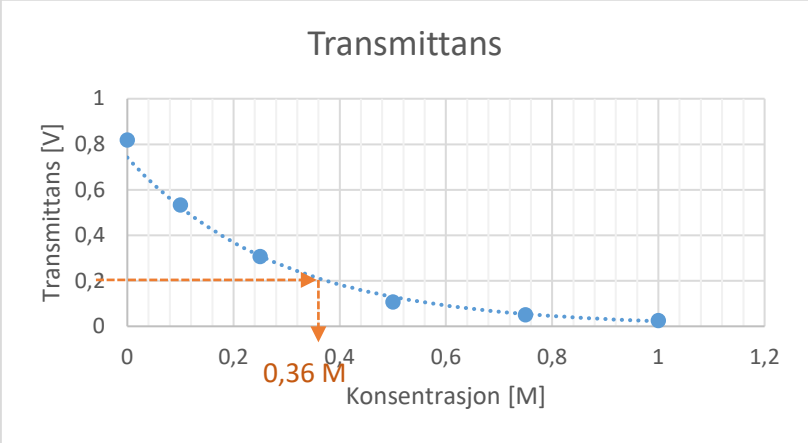
I kolorimetri skinner man lys gjennom en farget løsning, og måler hvor mye lys som kommer ut på den andre siden. Dette kan fortelle noe om konsentrasjonen av løsningen lyset passerer igjennom. Vi sier at det lyset som passerer gjennom den fargede løsningen blir ***transmittert*** og den andelen av lyset som ikke passerer igjennom blir ***absorbert***. Hvor mye, eller lite, lys som transmitteres eller absorberes er avhengig av konsentrasjonen til det fargede stoffet i løsningen.

Hvis vi registrerer transmittansen ved en gitt bølgelengde for en rekke kjente konsentrasjoner av løsningen, kan vi bruke disse målingene til å lage en ***standardkurve*** som gir sammenhengen mellom konsentrasjon og transmittans av lys ved en gitt bølgelengde.



Standardkurve for transmittans

Dersom du har en løsning med ukjent konsentrasjon, kan du måle transmittansen og bruke standardkurven «motsatt vei» til å finne konsentrasjonen. Hvis transmittansen til den ukjente konsentrasjonen f.eks. måles til 0,20 V, gir grafen at den tilhørende konsentrasjonen er 0,36 M.

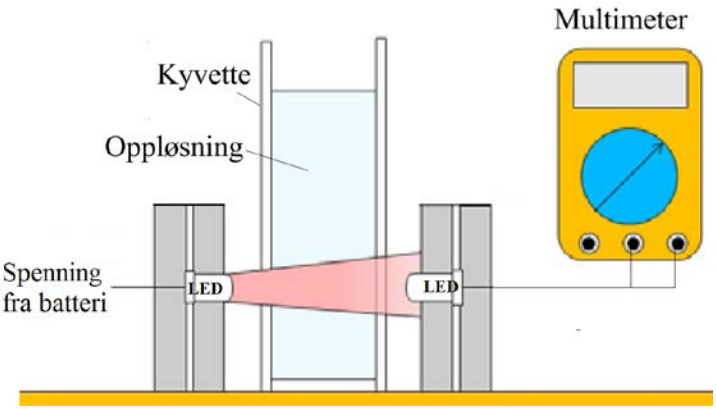


Å bestemme ukjent konsentrasjon fra standardkurven

Virkemåte for kolorimeteret

For å måle transmittansen bruker vi 2 ***LED***, **L**ys **E**miterende **D**ioder. LED sender ut lys med en gitt bølgelengde når det går strøm gjennom dem. Og ikke nok med det, de gjør det motsatte også: De sender ut strøm når de treffes av den samme bølgelengden.

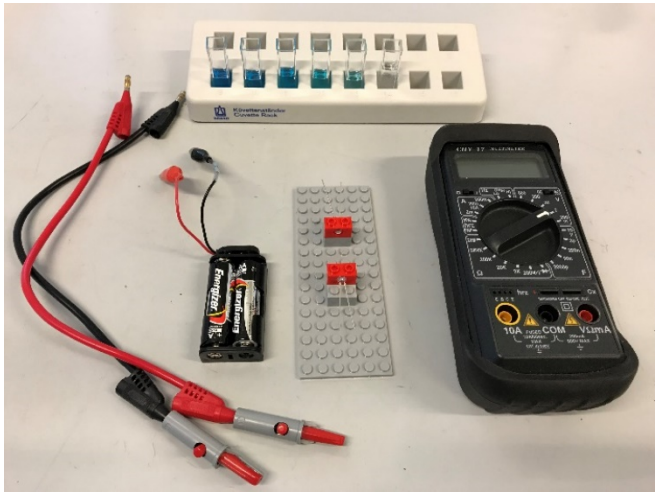
Vårt kolorimeter har en LED på hver side av kyvetten med løsningen. Den ene dioden sender ut lys som går gjennom løsningen. Og den andre registrerer hvor mye av lyset som har gått igjennom (dvs. det transmitterte lyset).



Strømmen denne dioden sender ut er proporsjonal med hvor mye lys den mottar (hvertfall innenfor et begrenset område). Strøm kan gjøres om til spenning via Ohms lov (spenning = resistans x strøm), og dermed kan vi bruke spenningen vi måler over den andre dioden som et mål på transmittansen.

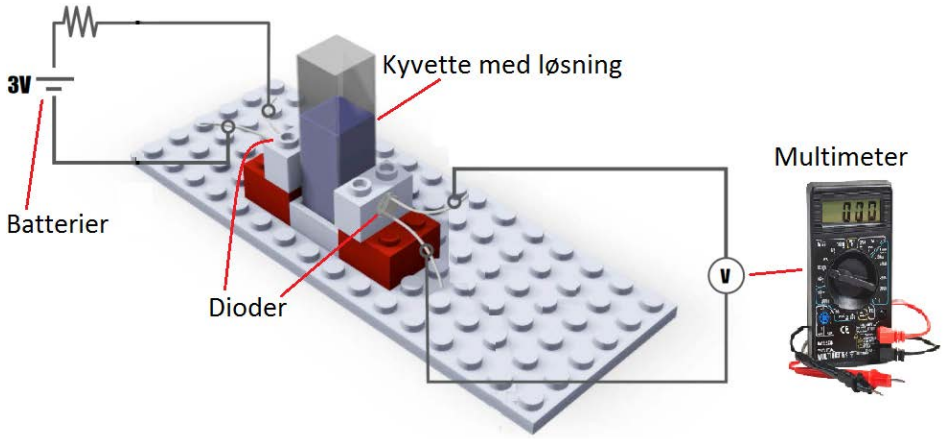
Utstyr

- Sett av løsninger med kjent kobbersulfatkonsentrasjon
- Lego-kolorimeter med røde dioder (innsatt i rød 2x1-lego m/hull)
- Multimeter
- Kyvetter
- Ledninger med krokodilleklemme
- Batterier, 2 x 1,5 V med tilkobling inkludert passende motstand
- Løsning med ukjent konsentrasjon av kobbersulfat
- Engangspipetter
- Engangshansker og vernebriller



Framgangsmåte

1. Bygg Lego-kolorimeteret med røde dioder, og koble det sammen med batterier og multimeter ved hjelp av spesialtilpassede ledninger.



   Pass på at

   - Det lengste beinet på diodene skal kobles til +, dvs. rød ledning både til batteri og multimeter
   - Multimeteret skal stå innstilt på likespenning, dvs. «V» og bryter skjøvet mot «DC» og måleområde 2V
   - Svart ledning til multimeteret skal være koblet til «COM» og rød ledning til «VΩmA»

2. Plasser en kyvette mellom diodene og mål spenningen ut fra dioden på motsatt side (dvs. transmittans) for kjente konsentrasjoner

   Dvs. for hver av de ferdige kobbersulfatløsningene med kjent konsentrasjon:

   a) Noter deg hvilken konsentrasjon løsningen har.
   b) Ha tilstrekkelig løsning i kyvetten sånn at lyset fra dioden må gå gjennom løsningen.
   c) Noter spenningen multimeteret viser
   d) Fyll ut tabellen eller skriv dette direkte inn i et regneark

Prøve nr.	1	2	3	4	5	6
Konsentrasjon [mol/liter]	0,0	0,10	0,25	0,50	0,75	1,0
Målt spenning [V]						

3. Bruk regnearket i Geogebra (eller Excel) til å framstille sammenhengen grafisk, dvs. lage standardkurven. (Se egen beskrivelse om hvordan du gjør dette i Geogebra hvis nødvendig.)

4. Bestem konsentrasjonen i den ukjente kobber-løsning.

Del 4: UV-meter med fluorescens - Kinin i Tonic water

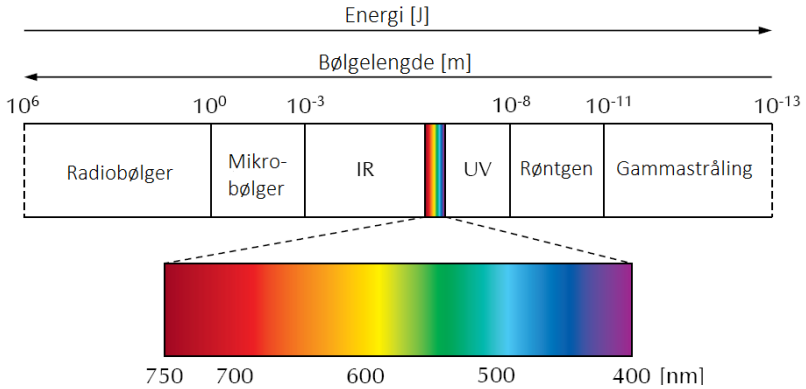
Denne oppgaven er basert på artikkelen

V. Kvittingen, Eivind & Kvittingen, Lise & Melø, Thor & Johanne Sjursnes, Birte & Verley, Richard. (2017). Demonstrating Basic Properties of Spectroscopy Using a Self-Constructed Combined Fluorimeter and UV-Photometer. *Journal of Chemical Education*. 94. 10.1021/acs.jchemed.7b00121.

Bakgrunn

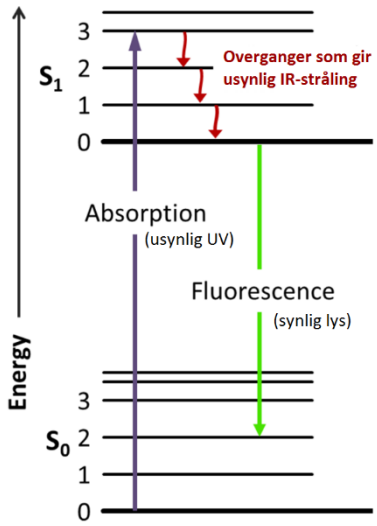
Alle prosesser i naturen faller mot et lavere energinivå (akkurat som en stein alltid faller nedover i tyngdefeltet), og da blir energiforskjellen mellom start og sluttilstanden frigjort på en eller annen måte. I vår dagligdagse verden ser vi at stillingsenergi blir omgjort til bevegelsesenergi og varme.

På mikroskopisk nivå vil vi få det samme. Endringer i tilstanden til elektronene i forbindelsen gjør at de faller nedover i energi, og energiforskjellen blir frigjort. Men her blir energien frigjort i form av stråling. Energiforskjellen bestemmer hva slags type stråling som blir sendt ut, og jo mer energi, dess kortere bølgelengde.



Det er også sånn at et atom eller et molekyl kan absorbere de samme energiene som det sender ut. Dvs. vi kan «løfte» opp et molekyl til en høyere energitilstand. Da vil den falle ned på nytt og sende ut den samme strålingen.

Men … hvert atom og hver kjemisk forbindelse har sitt helt spesielle sett av energitrinn. Og når molekylet faller i energitilstand, kan det godt falle via noen mellomtrinn. Det betyr at det kan sende ut flere, og andre energiforskjeller enn det det absorberte.



Dette ser vi spesielt tydelig på ***fluoriserende*** stoffer. Her er det energirik og usynlig UV-stråling som løfter molekylet opp til et høyere energitrinn. Når det faller ned, gjør det det via mellomtrinn sånn at strålingen som sendes ut er mindre energirik enn den som ble absorbert. Den utsendte strålingen blir synlig lys.

Siden vi ikke ser UV-strålingen, virker det dermed som at det fluoriserende stoffet lyser av seg selv. Og det lyser i ***alle*** retninger.

Et slikt fluoriserende stoff er *kinin* som vi finner i tonic water.

Utstyr

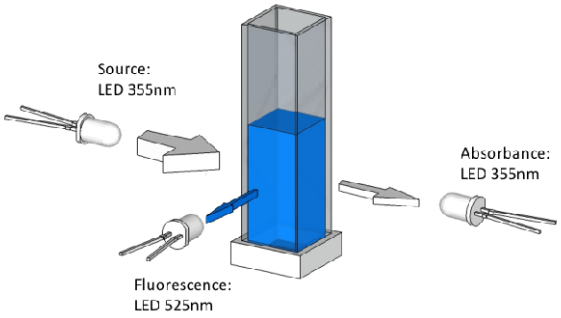
- Løsninger med kjente kinin-konsentrasjoner
- 2 multimeter
- ledning m/ integrert motstand og vanlige ledninger
- 4,5 V spenningskilde (3 x 1,5 V batterier)
- Lego-kolorimeter med UV-dioder og grønn diode
- Schweppes Tonic Water
- Engangspipetter
- Engangshansker og vernebriller

Framgangsmåte

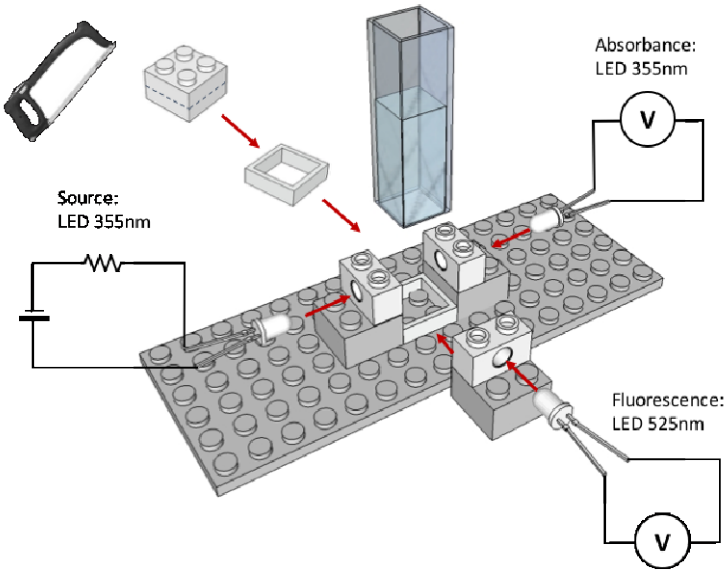
Vi bruker et utvidet kolorimeter i forhold til det vi brukte i del 3.

Også i dette tilfellet bruker vi dioder til å sende ut stråling og registrere hvor mye som passerer igjennom. Men nå er dette dioder som sender ut UV-lys. (*Og de er dyre!!!*)

Vinkelrett på lysgangen har vi satt opp en diode som sender ut/registrerer grønt lys. Denne vil registrere det fluoriserte lyset som løsningen sender ut. Se figuren under.



1. Sjekk at diodene er på plass i Lego-kolorimeteret. (UV-dioder i svarte 2x1-klosser og grønne i blå 2X1-klosser) og at kolorimeteret er satt opp som figuren under viser.



2. Koble multimetre på den ene UV-dioden og den grønne dioden. (Pass på at den lengste foten på dioden kobles til +.)
3. Sørg for at du har kyvetter med alle standardkonsentrasjonene av kinin og at du har oversikt over hvilken konsentrasjon hver kyvette inneholder.
4. Koble batteriboksen til den gjenværende UV-dioden. Hvis du har koblet + til den lengste foten på dioden, skal den lyse.
5. Slå av lyset og plasser en av kyvettene mellom diodene. Hva skjer?
6. For hver av standardkonsentrasjonene:
    - Mål spenning fra UV-dioden på motsatt side av lyskilden (transmittansen) og skriv inn resultatene i tabellen under eller direkte i et regneark.
    - Mål spenning fra den grønne dioden normalt på lysgangen (fluorescensen) og skriv inn resultatene i tabellen under eller direkte i et regneark.

	Blind	1	2	3	4	5	6
Kons. kinin (mg/L)	0	5	10	15	25	50	100
Målt spenning, V_{trans} motsatt side							
Målt spenning, V_{fluor} normal på							

7. Plott standardkurven for transmittans-spenningen som funksjon av konsentrasjon i Geogebra.
8. Plott standardkurven for fluorescense-spenningen som funksjon av konsentrasjon i Geogebra.

9. Gjør nødvendige målinger og finn konsentrasjon av kinin i tonic water ut fra standardkurven du har funnet.

Grensen for innhold av kinin i matvarer er 83 mg/L. Holder Schweppes seg innenfor dette?

HELSE OG SIKKERHET

Det brukes UV-LED som kan være skadelig for synet. LEDen emitterer lys ved 355 nm, dvs nært synlig lys. Likevel ikke se direkte på LEDen. Oppsett med lyskilde-LED og detektor-LED stående mot hverandre, gjør det nesten umulig å se direkte på LEDen.

NTNU THE BIG CHALLENGE SCIENCE FESTIVAL TRONDHEIM 2019

Registrering av mikroplast

Science Camp 2019

for elever på videregående skole

Trøndelag fylkeskommune

NTNU
Skolelaboratoriet for matematikk, naturfag og teknologi

Elevark

I arbeidet med temaet Mikroplast i vann og slamprøver, skal drikkevannprøver, avløpsvann- og slamprøver, sjøvannsprøve og smeltet vann fra snø, analyseres for mikroplast.

I tillegg skal innholdet i magesekken fra en fisk undersøkes for om det er mikroplast.

Elevarket beskriver hvordan de innsamlede vann- og slamprøvene skal filtreres og undersøkes med bruk av stereolupe og Night Sea utstyr (del 1)

Fisken skal dissekeres og mageinnholdet skal undersøkes (del 2)

DEL 1

Aktivitet 1 – Filtrer vannprøvene

I arbeidet med temaet mikroplast i vann- og slamrøver, skal drikkevannprøver fra Vikelvvegen vannbehandlingsanlegg (VIVA), avløpsvann- og slamprøver fra Ladehammeren Renseanlegg (LARA), sjøvannsprøve fra Mausund og smelte vann fra snø hentet fra Grytdalsskaret i Fagerhaug analysers for mikroplast.

Prøve nr.	**Prøvemateriale**
1	Råvann
2	Renset drikkevann
3	Rå avløpsvann
4	Renset avløpsvann
5	Sjøvann fra Mausund
6	Smeltet snø fra Grytdalskaret fagerhaug
7	Pasteurisert, stabilisert slam

Bilde 3

1.1 Fire rørstykker med hvert sitt filter påmontert, settes sammen til en sammenhengende søyle. Se bilde 3.

Filterne har maskestørrelse 500µm, 210µm, 80µm og 40µm.

1.2 Tøm 500 ml vann fra prøve nr. 1 igjennom rørsystemet.

Vannet samles opp i begerglass og tømmes ut.

1.3 Søylen demonteres til fire små rørstykker. Se bilde 4.

1.4 Hver av rørstykkene med filter av ulik maskestørrelse studeres under stereolupen. Se aktivitet 5.

Bilde 4

Etter analyse med stereolupe, skylles hver rørdel rent med destillert vann. Gjenta punkt 1.1-1.4 med

- Renset drikkevann
- Rå avløpsvann
- Renset avløpsvann
- Sjøvann fra Mausund
- Smeltet snø

Aktivitet 2 – filtrer slamprøvene

2.1 ……g slam blandes opp i xx ml hypersalint vann.

2.2 La stå 10 min, eller til slammet har sunket ned.
2.3 Supernatanten dekanteres over i begerglass evn pippeteres med plastpipette

Deretter filtreres det. Følg punkt 1.1-1.4.

Gjenta punkt 2.1-2.3. Deretter filtrering som beskrevet i aktivitet 3.

Bilde 5

Aktivitet 3 – filtrer vann- og slamprøver og farg med Nile Red.

3.1 Mål opp 200 ml av hver av vannprøvene (1-6) i begerglass.

3.2 Tilsett 1 ml Nile Red. la stå i 10 min.

3.3 Hver av prøvene 1-6, filtreres gjennom vanlig filter i Buchnertrakt. 3.4 Filtrene tas ut og studeres under stereolupen.

Slamprøven følger beskrivelsen 2.1-2.4. Deretter 3.2-3.4

Bilde 6

Aktivitet 4– studer preparatene under stereolupe

4.1 Når filtreringen er ferdig (1.1-1.4), demonter rørsystemet og hver rørdel kan settes direkte under stereolupen for analyse.

Tell antall partikler mikroplast og noter resultatene i tabell 1.

4.2 Når filtreringen er ferdig (3.1-3.4), studer hvert filter under stereolupen.

Tell antall partikler mikroplast og noter resultatene i tabell 2.

Tabell 1: Resultater etter analysering med stereolupe påkoblet Night Sea Utstyr.

Prøve nr.	**Prøvemateriale**	**µm**	**UV-lys** Antall partikler	**Blått lys** Antall partikler	**Gruppe**
1	Råvann	500 120 80 45			5A/6A
2	Renset drikkevann	500 120 80 45			5A/6A
3	Rå avløpsvann (kokt)	500 120 80 45			5A/6A
4	Renset avløpsvann	500 120 80 45			5B/6B
5	Sjøvann fra Mausund	500 120 80 45			5B/6B
6	Smeltet snø fra Grytdalskaret Fagerhaug	500 120 80 45			5B/6B
7	Pasteurisert, stabilisert slam	500 120 80 45			5A og B / 6A og B

Tabell 2: Resultater etter analysering med stereolupe påkoblet Night Sea Utstyr.

Prøve nr.	**Prøvemateriale**	**UV-lys** Antall partikler	**Blått lys** Antall partikler
1	Råvann		
2	Renset drikkevann		
3	Rå avløpsvann (kokt)		
4	Renset avløpsvann		
5	Sjøvann fra Mausund		
6	Smeltet snø fra Grytdalskaret Fagerhaug		
7	Pasteurisert, stabilisert slam		

Del 2

Aktivitet 5 – prøver fra mageinnhold til fisk

Introduksjon med fiskens anatomi.

Hvilken type fisk og hvor lever den?

Sprett opp buken på fisken dere har fått ulevert. Finn fram til magesekken. Løsne denne og legg den over i en bakk.

Snitt opp magesekken. Mageinnholdet overføres til en ren skål.

Farges med Nile Red.

Studeres under stereolupen.

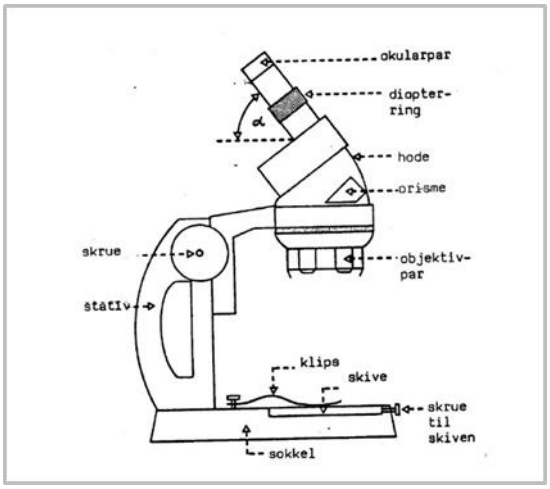
Tabell 3 Resultater etter analysering med stereolupe påkoblet Night Sea Utstyr.

Prøve nr.	**Type fisk Lengde vekt**	**Prøvemateriale**	**UV-lys** Antall partikler	**Blått lys** Antall partikler
1 **6A og B/** **5A og B**		mageinnhold		

Stereolupe

En stereolupe, eller et stereomikroskop, er kjennetegnet av at man ser stereoskopisk (tredimensjonalt) gjennom et okularpar og har mellom 10x og 40x forstørrelse. Night Sea utstyret består av en lampefot som har UV-lys, eller blått lys påmontert. I tillegg er det et filter for UV-lys og et filter for blått lys som festes til objektivet. Det skal også påmonteres et filter til stereolupen for beskyttelse av øynene. Hovedhensikten er at deltakerne skal få en forståelse for hvordan stereolupe med Night Sea utstyr kan brukes for å avdekke om det er mikroplast i prøvene.

En stereolupe er i virkeligheten satt sammen av to enkle mikroskoper. Ved hjelp av dobbelte okularer og dobbelte objektiver
gir instrumentet stereoskopiske (tredimensjonale) bilder med forstørrelser mellom 10 x og 40 x.
Lyset som skal sendes mot preparatet som skal undersøkes, skal være UV-lys og blått lys.



Figur 1: Enkel stereolupe uten belysning. Illustrasjonen er hentet fra heftet Mikroskop og Stereolupe av Marie L. Krogness og Cato Tandberg, *Skolelaboratoriet i biologi, Universitetet i Oslo*

ISBN - 978-82-8054-202-1

NTNU
Det skapende universitet