



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2022 30 stp
Fakultet for realfag og teknologi

"Vi må finne sykt mye info" **- En sammenlikningsstudie i** **utforskende arbeidsmåter i** **fysikk**

"We have to find so much information"
- A comparative case study on inquiry-based
physics teaching

Sondre Østbye Roos
Lektorutdanning i realfag (LUR)

Forord

Det var det!

Da har man endelig fått på plass noen avsnitt man føler man kan levere. Denne oppgaven har vært litt av en reise. Jeg gikk inn med en forventning om at dette var noe jeg kom til å håndtere greit og at det kom til å bli didaktisk forsker av meg. Etter bare en liten smakebit av denne verden tror jeg nok det blir mange år i klasserommet før det skjer.

Jeg vil starte med å takke forskeren som delte sitt fantastiske datasett med meg. Uten det datasettet hadde jeg aldri kommet i mål. Vi hadde flere gode diskusjoner rundt hva som ligger i utforskende arbeidsmåter og hva forskjellige teoretikere har funnet i dette feltet.

Jeg vil også sende en takk til de skolene, lærerne og elevene jeg fikk observere. Det hadde ikke vært mulig å se hvordan elever utforsker uten elever og lærere!

Deretter vil jeg takke mamma for fantastisk hjelp gjennom hele min skolegang, og for å kaste seg rundt og hjelpe til med grammatikk og korrekturlesning.

Jeg vil takke hele husstanden – og da spesielt kjæresten – for både gode diskusjoner som har hjulpet oppgaven fremover, og for å ha sparka meg i gang når jeg har trengt det.

Jeg vil også takke Gerd Johansen for god veiledning, gode diskusjoner, kaste seg rundt og korrekturlese på søndager og for å ha satt meg i kontakt med forskeren. Jeg hadde, som sagt, aldri kommet i mål uten.

Det å skrive masteroppgave har tross alt vært en flott reise, men nå føler jeg meg veldig klar for å tre inn i lærerrekken.

Tusen takk for 6 flotte år på NMBU!

Sammendrag

I 2020 ble det innført ny læreplan, LK20, for videregående skoler. Disse skal implementeres i løpet av 2023. I den nye læreplanen legges det opp til at elevene skal lære ved hjelp av utforskende arbeidsmåter. Siden utforskning har blitt en større del av kompetansemålene vil bruk av utforskende arbeidsmåter i undervisningspraksis måtte tas i bruk i større grad.

Det er behov for støttestrukturer og rammer når elevene skal arbeide utforskende. Rammer kan deles opp i rammefaktorer, som; lokalisering, kompetansemål, oppgavens struktur, vurdering, læreren og tidsbruk. Hvordan disse rammefaktorene anvendes i utforskende arbeid vil være med på å påvirke hvordan elevene lærer fysikk, og hvordan dette legger til rette for elevenes oppfattelse av naturfaglige praksiser.

Denne masteroppgaven tar for seg hvordan lærere i fysikk 1 kan bruke rammefaktorer og støttestrukturer til å legge til rette for utforskende arbeidsmåter og naturfaglige praksiser. I litteraturen har jeg tatt utgangspunkt i utforskende arbeidsmåter. Videre har jeg benyttet litteratur som omtaler utforskning og rammefaktorer eller NOS.

I denne oppgaven har jeg sammenliknet to ulike, høyt presterende elevgrupper i fysikk 1 på norske videregående skole over fire undervisningsøkter. Jeg har brukt en kvalitativ tilnærming, og brukt utdrag fra videoobservasjoner fra to klasser for å se på likheter og ulikheter i klassene. Jeg har også foretatt et intervju med to av lærerne i den ene klassen. På bakgrunn av intervjuene og klasseromsobservasjonene har jeg forsøkt å belyse hvilke muligheter vi som lærere har når vi bruker utforskning som arbeidsmåte i fysikkundervisningen.

I denne oppgaven fremkommer det at de støttestrukturene og rammefaktorer man benytter som lærer, tilrettelegger for læring om forskjellige deler av NOS. Funnene i denne oppgaven peker på at lærerens rolle som støttestruktur i utforskende arbeid er helt avgjørende for å lage gode rammer for naturvitenskaplige praksiser. På bakgrunn av oppgavens funn, kan det være aktuelt med videre forskning på lærerens bruk av relasjonsbygging som didaktisk verktøy, i forkant av et utforskende prosjekt, påvirker elevenes forståelse og læring om NOS.

Abstract

In 2020, changes were made to the curriculum in Norwegian high schools, and the changes are to be implemented within 2023. In the new curriculum LK20, a goal is to enable students to learn through inquiry. The use of inquiry as a method will have to be used in teaching practice due to inquiry being more integrated in competence goals.

For students to do inquiry, sufficient scaffolding and support structures must be in place. These support structures can be divided into factors, such as: location, competence goals, task structure, assessment, teacher, and time use. How these factors are used in inquiry will influence how students learn physics, and how this facilitates students' perceptions and understanding of scientific practices.

This study addresses how teachers can use support structures to facilitate inquiry as a method and scientific practices. To present these topics I have used literature that includes both inquiry or NOS and framework or scaffolding. In this study, I have compared two different high-performing student groups in physics 1 at a Norwegian high school over four teaching sessions. I have used a qualitative approach and used excerpts from video observations from the two classes to look for similarities and differences. I have also interviewed two of the teachers in class A. I have tried to shed light on which opportunities we as teachers have when we use inquiry as a way of teaching physics.

The findings of this study indicate that the teacher's role as a support structure in exploratory work is crucial for creating a good framework for scientific practices. Further research is required to answer questions like how the teacher's use of relationship building as a didactic tool in advance of inquiry affects students' understanding and learning about NOS.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	ii
Sammendrag	iv
Abstract.....	vi
Innholdsfortegnelse	viii
1. Innledning	1
1.1 Bakgrunn og motivasjon	1
1.2 Målet med oppgaven.....	3
2. Teori	4
2.1 Utforskende arbeidsmåter.....	4
2.1.1 NOS i utforskning	7
2.1.2 Rammefaktorer i utforskende arbeid	11
3. Metode.....	14
3.1 Forskningsdesign.....	14
3.2 Metode og kontekst for datainnsamling	17
3.1.1 Utvalg av klasser og anonymisering av deltagere.....	17
3.2.1 Gjennomføring av observasjoner i klasse A.....	18
3.2.4 Likheter og ulikheter i kontekst	20
3.3 Analysemetode	21
3.3.1 Analyseramme	22
3.4 Den kvalitative forskerrollen.....	26
3.5 Etske hensyn, validitet, reliabilitet og generaliserbarhet.....	26
3.5.1 Etske hensyn	27
3.5.2 Validitet.....	28
3.5.3 Reliabilitet	29
3.5.4 Generaliserbarhet	30

4. Resultat og analyse	31
4.1 Rammefaktorer	31
4.1.1 Rammefaktorer for utforskning i klasse A	31
4.1.2 Rammefaktorer for utforskning i klasse B	38
4.1.3 Likheter og ulikheter i rammefaktorer	44
4.2 NOS i tilknytning til utforskende arbeidsmåter og rammefaktorer	47
4.2.1 NOS i klasse A.....	47
4.2.2 NOS i klasse B.....	49
4.2.3 Sammendrag av NOS i klasserommet.....	50
5. Diskusjon og konklusjon.....	53
5.1 Utforskende arbeidsmåter, rammefaktorer og NOS	53
5.2 Hva kunne vært gjort annerledes	57
5.3 Konklusjon og veien videre	58
5.3.1 Konklusjon.....	58
5.3.2 Veien videre	59
6. Litteraturliste	60
7. Vedlegg.....	62
Vedlegg 1 – Intervjuguide	62
Vedlegg 2 – NSD skjema klasse A.....	64
Vedlegg 3 – NSD skjema klasse B.....	68
Vedlegg 4 – Utforskende oppgave klasse A.....	73
Vedlegg 5 – Utforskende oppgave klasse B	77

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og motivasjon

Dette er en masteroppgave i fysikkdidaktikk. Min motivasjon for denne oppgaven går tilbake til ungdomsskolen da matematikk og naturfag var de eneste fagene av virkelig interesse for meg. Matematikk og fysikk ble derfor det naturlige fagvalget på videregående, men det var da jeg fikk en veldig engasjert og motivert fysikklærer på utvekslingsåret mitt i USA at interessen virkelig skjøt fart. Han viste meg at relasjon til de rundt oss er helt sentralt for å kunne lykkes i diverse sammenhenger. Dette inspirerte meg, og det ble fort klart at jeg ønsket å bli matte og fysikklærer selv. Dette, i kombinasjon med en fascinasjon for Deweys «*Learn to know by doing, and to do by knowing*» som jeg ble introdusert for gjennom lektorutdanningen. Dette motiverte meg til å skrive denne oppgaven om utforskende og erfaringsbasert læring i fysikk.

Ifølge Hole og kolleger (2019) har fysikkresultatene i Norge vært dalende siden 1995, og da spesielt sammenlignet med de andre landene som er med i TIMSS og TIMSS Advanced. TIMSS er en komparativ studie som ser på elevers faglige prestasjoner i matematikk og fysikk på tvers av land. Et av hovedområdene norske elever sliter med er basiskunnskaper som å skrive og lese, samt elementære algebrakunnskaper. Selv om dette er utenfor fokusområdet til denne oppgaven, ønsker jeg å nevne dette for å se konklusjonen i en større sammenheng.

Det er ikke bare dårlige nyheter heller. Samtidig viser Hole og kolleger (2019) også at det er kjennetegn for å lykkes med realfag i skolen. I Norge er vi så heldige at vi har god økonomi, politikere som arbeider på tvers av politiske ståsteder for å fremme norsk utdanning og en velferdsstat som utjevner forskjeller i samfunnet. Disse tre faktorene gir oss et meget godt utgangspunkt for å ta de grepene som må til for å kunne videreutvikle norsk skole, slik at vi holder tritt med de andre TIMSS landene (Hole et al., 2019). For å oppnå dette blir det pekt på at spesialiserte lærere, som lykkes med å få elevene til å jobbe tverrfaglig, med utforskende metoder og modellering ved hjelp av matematiske verktøy, er helt sentralt i den nye læreplanen (LK20). Den nye læreplanen legger opp til at lærere skal ha mer handlingsrom til utforskende arbeid (Utdanningsdirektoratet, i.d.-b). Slik vil norske lærere få muligheten til å tilpasse undervisningsopplegget mer til sin klasse, og gi spillerom for å lære

ved at elevene skaper sin egen kunnskap. Dette tydeliggjøres i kompetansemålene for fysikk 1 (FYS01-02) der ordet "utforske" brukes åtte ganger (Utdanningsdirektoratet, i.d.-b).

Bruk av utforskende arbeidsmåter og hvilken effekt det har å arbeide utforskende har vært diskutert og ifølge Angell og kolleger (2019) har flere vært kritiske. Angell og kolleger (2019, s.199) skriver at utforskende arbeidsmåter har blitt beskrevet som «*hands on – minds off*». Med dette menes at elever har blitt så opptatt av hva de skal gjøre, at de glemmer å tenke på hvordan og hvorfor de gjør det. Ifølge Angell og kolleger (2019) mener noen at elevene blir så oppslukt i forsøket som gjøres at de ikke sitter igjen med noe faglig kunnskap.

Det finnes mange ulike beskrivelser av hva utforskende arbeid er, men hvordan utforskning ser ut i klasserommet, og hva lærere faktisk skal gjøre, er lite beskrevet (Osborne, 2014).

Klette og kolleger (2017) hevder at kvaliteten på undervisningen har mer å si for elevenes læringsutbytte enn tidligere antatt. Et av feltene der de mener det trengs mer forskning, er på hvordan lærere kan gjennomføre god undervisning som fremmer læring hos elevene. Forskning på utforskende arbeid har i stor grad sett på hva som skyldes at elevene lykkes, og gjør det godt på vurderinger (Klette et al., 2017). I denne oppgaven ønsker jeg å vise hvordan lærere kan legge til rette for god utforsknings praksiser. Ved å sammenlikne to klasserom ønsker jeg å vise forskjellen mellom hva læreren gjør, for deretter å bruke dette til å komme med forslag til hvordan en lærer kan lykkes med utforskning i sitt klasserom. De to klassene har jeg valgt å kalle for klasse A og klasse B.

I klasse A har jeg samlet inn datamateriale selv ved å observere og filme et klasserom over fire skoletimer, hvor elevene har arbeidet utforskende. I tillegg har jeg intervjuet lærerne i klasse A, for å høre deres tanker rundt timene. I klasse B har jeg fått tildelt et datamateriale fra en forsker som også ser på utforskende arbeid. Dette datamaterialet består av videoobservasjoner av en gruppe på to elever, som arbeider utforskende i fire skoletimer. For å kunne gjøre sammenlikninger mellom klassene har jeg kun brukt utdrag fra den ene gruppen som sitter nærmest kameraet i klasse A. Dette er også gjort av praktiske årsaker, da disse hadde diktafon liggende mellom seg, og var eneste gruppen jeg hadde tydelige lydopptak fra.

Hole og kolleger (2019, s. 254-258) presiserer at det ikke er et spørsmål «om» vi trenger de nye læreplanene, men at det kommer til å være utfordrende å finne gode metoder for å implementere de nye læreplanene i klasserommet:

«Det er ikke det at nye læreplaner generelt legger mer vekt på kvalitative aspekter som framstår som det store problemet, men mer hvordan dette implementeres i klasserommet»

(Hole et al., 2019, s. 256)

I denne oppgaven vil jeg blant annet se på læreplanene som rammefaktorer. I klasse A hadde elevene den nye læreplanen LK20, mens i klasse B jobbet de fortsatt etter KL06.

1.2 Målet med oppgaven

Målet med denne oppgaven er først og fremst å klargjøre hva som ligger i uttrykket «utforskende arbeid». Jeg ønsker å finne punkter lærere kan ta med seg for å lykkes med utforskning i sitt eget klasserom, og hvordan lærere praktisk kan løse utfordringene knyttet til mengden utforskning som forventes i den nye læreplanen. Målet er at konklusjonen av denne oppgaven skal ha en nytteverdi for både nyutdannede og erfarne lærere, og vise dem hvilke muligheter utforskning skaper for lærere i klasserommet. Jeg har tatt utgangspunkt i problemstillingen:

- Hvordan kan lærere lykkes med utforskende arbeidsmåter?

Da dette er et meget bredt og komplisert spørsmål avhengig av mange faktorer, har jeg utarbeidet to forskningsspørsmål knyttet opp mot denne problemstillingen:

- Hvordan lage gode rammer for utforskende arbeid?
- Hvordan legger rammene til rette for naturvitenskaplige praksiser?

2. Teori

I dette kapitlet vil relevant litteratur bli presentert. Målet er å belyse hva andre forskere har kommet frem til om dette temaet. Teorien som presenteres vil være utgangspunktet for analyserammene som senere brukes til å analysere datamaterialet. Resultatene fra analysen vil deretter diskuteres og ses i lys av foreliggende teori.

2.1 Utforskende arbeidsmåter

I dette delkapitlet vil jeg beskrive hva som ligger i utforskende arbeid ved å se på hva ulike forfattere legger vekt på i sin beskrivelse av utforskende arbeid. Dette blir presentert i tabell 1.

Betegnelsen «utforskende arbeid» kan sies å ha fått økt fokus etter innføring av LK20. I læreplanen til fysikk 1 på videregående skole er ordet «utforske» nevnt åtte ganger, mens i den «gamle» læreplanen ble ordet utforske ikke brukt. Likevel er ikke utforskende arbeidsmåter helt nytt, da flere viktige begreper innen utforskende arbeidsmåter var med i den «gamle» læreplanen. Istedenfor å bruke begrepet «utforskende», havnet utforskende arbeid under delkapitlet «den unge forskeren». Det som gjør det uklart er hva forskjellige forfattere legger i utforskning, da dette er blitt diskutert siden starten på 2000-tallet. Haug og Mork (2021) sier at:

«begreper relatert til å utforske brukes om hverandre (...) Utforskende arbeid, som kan sidestilles med utforskende aktiviteter og det å utforske, viser i naturfag til måter elever jobber på for å lære fagstoff, metoder og ferdigheter som er relevante innen naturvitenskapen» (Haug & Mork, 2021, s. 16-17)

I dette utdraget av hva som ligger i utforskende arbeid er metode og naturvitenskaplige ferdigheter sentralt. Dette står i kontrast til Angell og kollegers (2019, s. 200) forklaring av kjernepunkter i utforskende arbeidsmåter, som blir knyttet tett opp til elevers tolkning og diskusjon rundt innsamlede data. Det synes derfor at det er noe ulike innfallsvinkler til hvordan man forstår utforskende arbeid.

«Inquiry has been a buzz word in science education for many years; however, there is still no consensus as to what it actually is and what it looks like in the classroom» (Capps & Crawford, 2013, s. 523)

Crawford (2013) viser at utforskning er et tema som har vært populært lenge. Forskere har enda ikke landet på en felles definisjon av hva det vil si å jobbe utforskende, hvilket tyder på at dette er et såkalt «Wicked Problem» (Block et al., 2019). Et «wicked problem», som beskrevet av Block og kolleger (2019), er et problem der det hverken er enighet om at det er et problem eller hvordan man skal løse det. Bruken av utforskende arbeidsmåter i klasserommet blir da et slikt «wicked problem», da det ikke er enighet om at det er en god metode, eller hvordan vi skal definere det å utforske i klasserommet (Osborne, 2014).

Det finnes flere definisjoner av hva som inngår i utforskende arbeidsmåter.

Tabell 1 viser en kategorisering av de ulike definisjonene basert på ord og uttrykk som blir brukt i litteraturen. I tillegg har jeg sett på hvilke begreper de forskjellige forfatterne spesifikt bruker i sine beskrivelser hva utforskende arbeid inneholder, og hvilke begreper de forskjellige forfatterne spesifikt bruker i sine beskrivelser av hva utforskende arbeid inneholder. Haug og Mørk (2021, s. 12) har for eksempel valgt sine begreper basert på hva som står i den nye læreplanen (LK20).

Tabell 1 viser at det er små forskjeller mellom hvilke ord som blir brukt i definisjonen av hva utforskende arbeid er. Det at de forskjellige tekstene ikke har fått et kryss for et av begrepene betyr at det ikke er nevnt i deres utledning, eller forklaring, av hva som ligger i utforskende arbeid. For eksempel hos White og Fredriksen (White & Frederiksen, 1998) er det mer fokus på å gjøre vitenskap, da det å gjøre observasjoner og gjennomføring av forsøk har blitt vektlagt i større grad enn å diskutere, argumentere eller forklare.

Tabell 1: En oversikt over hvilke tekster som vektlegger hvilke begreper i sin forklaring av hva det vil si å arbeide utforskende. Det at de forskjellige tekstene ikke har fått et kryss for et av begrepene betyr at det ikke er nevnt i deres utledning, eller forklaring, av hva som ligger i utforskende arbeid.

	Crawford	Haug og Mørk	Angell et al.	White og Frederiksen	Osborne
Stille spørsmål	X	X	X	X	X
Lage og gjennomføre forsøk	X		X	X	X
Lage hypotese		X	X	X	
Observere	X	X	X	X	X
Diskutere	X	X	X		X
Forklare	X	X	X		X
Argumentere	X	X	X		X
Vurdere	X	X	X	X	X
Lage modeller	X	X		X	X
Tolke data	X		X	X	X
Naturvitenskapenes egenart	X		X		
Bruke modeller				X	

Tabell 1 tar ikke for seg frihetsgrader, da dette er på mange måter inngående i flere av punktene. Antall frihetsgrader er gitt ved hvorvidt elevene selv bestemmer problem, metode og resultat.

«Ideen er at jo flere beslutninger eleven må ta selv, jo «åpnere» er oppgaven»

(Knain & Kolstø, 2011b, s. 29).

Knain og Kolstø (2011b) presiserer at disse frihetsgradene ikke er absolutte, men at det er en skala. Metoden kan for eksempel være helt fri, noe fri, litt fri eller ikke fri. Gyllenpalm og kolleger (2010) bruker frihetsgrader til å skille mellom når elevene utforsker og når de ikke gjøre det. Så lenge svaret eller resultatet er noe fritt, så kan man si at elevene utforsker.

2.1.1 NOS i utforskning

I denne delen av oppgaven vil jeg se på hva som inkluderes i begrepet naturfagenes egenart – «nature of science» (NOS) – og hvordan det presenteres i litteraturen, hva kjernen er og hvordan utforskende arbeid overlapper med naturfagenes egenart. Jeg vil også se på hvilken plass naturfagenes egenart har i klasserommet og i den nye læreplanen.

Lederman og Lederman (2014) stiller spørsmål ved hvorfor elever skal lære om naturfagenes egenart. De kommer frem til at målet skal være at elever skal lære å diskutere, utøve og undersøke forskning selv. Her ser vi flere fellestrekk med hva som inngår i NOS og utforskende arbeid. I utforskende arbeid skal man diskutere for å lære, mens i NOS er diskusjon er et redskap som står sentralt. Dermed kan man si at ved å lære og diskutere så lærer man å utforske. For å få en undervisning som lærer elever å diskutere, er man nødt til å ha en form for utforskning. Når elevene diskuterer et tema, blir de nødt til å tenke kreativ og selvstendig for å komme med gode argumenter.

Lederman og Lederman (2014) presenterer at det foreligger lite forskning om hvordan man skal undervise om naturfagenes i perioden mellom 2005 og 2014. Ifølge Lederman og Lederman (2014) har det vært mye diskutert hvordan man skal definere NOS, og hvilken definisjon man skal måle elevenes forståelse av NOS etter. Lederman og Lederman (2014) formulerer denne utfordringen som «Hvem sin NOS er det vi måler» (Lederman & Lederman, 2014, s. 615, egen oversettelse). Lederman og Lederman (2014) hevder at det er lite hensiktsmessig å benytte lister for å forklare hva som ligger i begrepet NOS. De peker på at det ofte kan bli en ufullstendig forklaring som gir lite forståelse av hva forfatteren tenker det er viktig at eleven skal kunne om NOS etter endt skolegang. For å tydeliggjøre min forståelse av begrepet NOS har jeg likevel valgt å utarbeide en liste. Denne er basert på Lederman og kolleger (2013) sin definisjon av «What is NOS?» (Lederman et al., 2013, s. 140). For å unngå at beskrivelsen blir ufullstendig beskriver jeg viktige elementer ved hvert punkt. Jeg har sammenfattet de seks avsnittene Lederman og kolleger (2013) presenterer til fire punkter. For å gjøre dette har jeg tatt det som omhandler menneskelige aspekter i NOS og samlet dem under ett punkt. De øvrige avsnittene har beholdt sitt eget punkt. Jeg har valgt denne fremgangsmåten for å hente ut de viktigste aspektene av NOS, og fordi dette oppsummerer Lederman og kollegers (2013) forståelse av NOS på en tydelig måte.

De fire avsnittene er:

1. Observasjon
2. Teori og lover
3. Menneskelige aspekter
4. Vitenskapens grenser

Observasjon

Observasjon handler om å presist gjengi det man har opplevd. I utgangspunktet handler det om hva man ser, hører eller lukter når man observerer, og man skal prøve å utelate tolkninger (Lederman et al., 2013). Man kan også få hjelp av verktøy og hjelpemidler til å være presise i sin gjengivelse, som for eksempel et kamera eller mikrofon. Det er viktig at elevene er oppmerksomme på når de gjør en "ren" observasjon, og når de selv er innblandet på en slik måte at de er med på å påvirke systemet (Lederman et al., 2013). Fra kapittel 2.1 ser vi også at observasjon er en viktig del av utforskende arbeid, da alle forfatterne som jeg har tatt for meg nevner observasjon i sin definisjon av utforskende arbeid.

Teorier og lover

Det er viktig at elevene lærer begrensningene til både lover og teorier, og hvordan vi skiller teori og lov fra hverandre. For å skille mellom teori og lov bruker vi observasjonsbegrepet. En lov vil forutsi hva vi kommer til å observere basert på mange tidligere observasjoner (Lederman et al., 2013). En teori er forklaringen på hvorfor vi observerer det vi observerer. Det er dermed ikke slik at en teori kan bli til en lov. Ofte vil vi se på lover som noe standhaftig, som ikke kan endres. Dette stemmer ofte, men noen ganger kan ny informasjon være med på å gjøre endringer på etablerte lover (Lederman et al., 2013). Det å undervise om forskjellen mellom teori og lover krever at elevene klarer å gjøre sine egne vurderinger. Det å vurdere er også et fellestrekk blant alle definisjonene av utforskende arbeid jeg har tatt for meg.

Menneskelige aspekter

Det er viktig at elevene lærer om de menneskelige aspektene ved vitenskapen. Når man presenterer noe som vitenskap må man se på motivasjonen bak. Ofte kan data bli manipulert til å forklare det meste. Dette er noe vi muligens har sett nylig i oljeindustrien,

der en forskningsrapport som var meget positiv til utbyggelse av oljeindustrien i Norge, ble presentert like før stortingsvalget (Norum et al., 2021). Dette førte til store diskusjoner om hvorvidt dette var en rapport man kunne stole på eller ikke. Dette ville vært en gylden mulighet til å bruke som diskusjonsgrunnlag i klasserommet om forskerens motivasjon knyttet til politikk, økonomi og filosofi.

Et annet menneskelig aspekt man ønsker å undervise i NOS er hvordan naturfagene legger til rette for å være kreativ. Med det menes det ikke at man skal manipulere resultatene sine, men man skal komme med modeller og forklaringer som kanskje ikke er åpenbare og på den måten være kreativ (Lederman et al., 2013). Utforskende arbeidsmåter med flere frihetsgrader er en måte man kan legge til rette for kreativitet i naturfagundervisningen, som i tillegg krever at elevene diskuterer og argumenterer for sitt ståsted.

Naturvitenskapens grenser

I naturfagundervisningen er det naturlig å peke på vitenskapens grenser og hva som ikke nødvendigvis kan svares på med naturvitenskapen. For å undervise om dette kan man trekke frem hvordan lover og teorier har utviklet seg. Det vil også være relevant å bringe inn menneske som datainnsamlingsredskap og se på hvordan man igjennom tidene har utviklet nye observasjonsmåter og funnet feil ved tidligere lover og teorier. Slik kan man reflektere over hvorfor man gjør naturvitenskap. Naturvitenskapen er ikke absolutt, men i stadig endring og utvikling (Lederman et al., 2013).

Sammenfatning av NOS

Ulike teoretikere forstår og beskriver NOS ulikt. Lederman og kolleger (2013) tar avstand fra de mer filosofiske diskusjonen av NOS, og på denne måten unngår de områdene der det er mest uenighet om hva begrepet NOS skal sammenfatte (Lederman et al., 2013).

McComas og kolleger (2020) presiserer at undervisning knyttet til NOS fungerer best når det er planlagt og ikke er en spontan aktivitet.

«For instance, when students engage in authentic inquiry laboratory work, they will encounter important NOS ideas such as multiple research methods, the importance of creative thought, the role of evidence, and many other NOS issues»

(McComas et al., 2020, s. 3)

McComas og kolleger (2020) mener at laboratoriearbeid skal ha en tilknytning til virkeligheten og at det er viktig å vise elevene at det man gjør har en verdi, og ikke bare tilknyttet deres læringsprosess. For å gjøre dette er det viktig læreren bruker et presist språk.

«But in presenting science content, teachers must carefully use language in a way that accurately reflects NOS. For instance, consider how the term “prove” has very different meanings in everyday language and in a nuanced NOS-related context»

(McComas et al., 2020, s. 3)

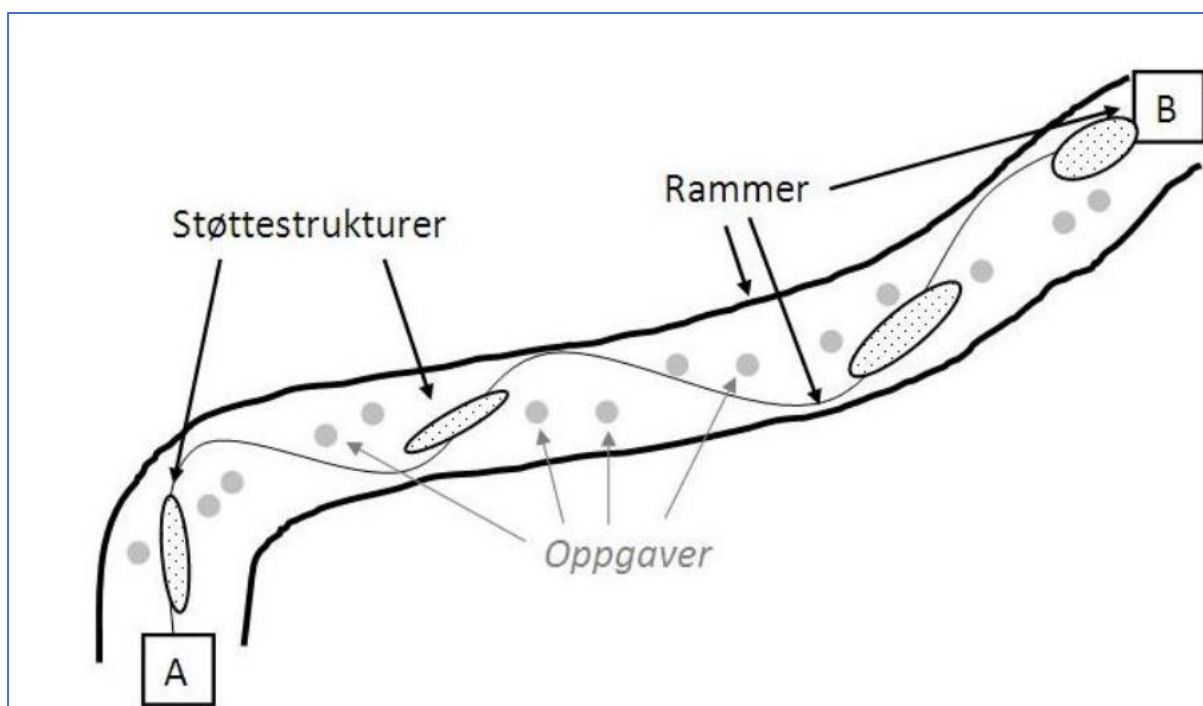
Ved å bruke et presist språk vil man kunne vise for elevene at selv arbeid som virker virkelighetsfjernt har en tilknytning til hvordan forskere arbeider (McComas et al., 2020). Å arbeide på denne måten er ikke uten problemer. Hvis elever som har misforstått viktige aspekter av NOS blir møtt med et komplekst forsøk, der språket skal legge til rette for læring av NOS, vil dette ifølge McComas og kolleger (2020) kunne føre til at elevene ikke får med seg hvordan arbeidet knyttes opp mot NOS. Elevene vil fortsatt misforstå disse aspektene av NOS som læreren har planlagt i sin undervisning. Løsningen som McComas og kolleger (2020) presenterer er å starte med enkle forsøk som knyttes opp mot en historisk kontekst for å gi mening. Slik kan læreren forklare og undervise NOS, og samtidig plukke opp og prøve å rette på eventuelle misforståelser. McComas og kolleger (2020) konkluderer med at for å effektivt undervise NOS må man bruke flere metoder, og at man bruker elevenes erfaringer til å sette aspektene av NOS i kontekst med hvordan man arbeider med naturfagene.

Osborne (2014) forklarer hvorfor man har byttet til utforskende arbeidsmåter da målet ikke er å pugge vitenskap og gjenfortelle hva som er blitt gjort tidligere. Målet er at elevene skal få en dypere forståelse av vitenskapens verden. Altså, elevene skal ikke bare klare å "gjøre" vitenskap, de skal også kunne skrive, snakke, lese og presentere vitenskap. Osborne hevder at bare selv om elevene får arbeide «hands-on», og gjøre forsøk, betyr ikke det at de arbeider utforskende. For å lære elevene om NOS er vi derfor avhengig av å vise hele spekteret av hva det vil si å arbeide med vitenskap, og siden 1995 har man benyttet utforskende arbeidsmåter som metode for dette (Osborne, 2014).

2.1.2 Rammefaktorer i utforskende arbeid

For å få en god forståelse av rammefaktorer er det relevant å diskutere hva som ligger i de forskjellige begrepene knyttet til rammefaktorer. Jeg tar utgangspunkt i Knain og kolleger (2011) sin forklaring av rammer og støttestrukturer. Jeg vil kort forklare disse begrepene, før jeg tar for meg de rammefaktorene jeg har valgt å se på.

I følge Knain og kolleger (2011) utgjør rammene det «*som elevene skal begi seg ut på tur, og retningen de skal i fra utgangspunktet*» (Knain, Bjønness & Kolstø, 2011, s. 86). Rammene for et prosjekt er altså det som viser elevene hvor de skal starte, hva som skal gjøres og hvordan de kommer i mål. Støttestrukturene er det som hjelper elevene underveis og som de kan forholde seg til. Målet er at støttestrukturene skal kunne guide elevene til å forstå oppgaven og gi dem gode verktøy for å løse den. I figur 1 fremkommer det hvordan Knain og kolleger (2011) har valgt å presentere forholdet mellom støttestrukturer, deloppgaver og rammene for en større oppgave. En rammefaktor blir da et lite utklipp av rammene. Jeg har valgt å diskutere rammefaktorer i stedet for rammer, da jeg ønsker å se på effekten av den enkelte rammefaktor i stedet for den totale rammen.



Figur 1: Illustrasjon av hvordan støttestrukturer, rammer og oppgaver henger sammen. Figuren er hentet fra side 87 i boken «*Elever som forskere i naturfag*», Knain et al. (2011).

Ifølge Knain og kolleger (2011) fungerer utforskende arbeidsmåter forskjellig for forskjellige elever. Elever som har et godt faglig utgangspunkt lykkes oftere, mens de som sliter med faget kan få et mindre læringsutbytte enn vanlig når de bruker utforskende arbeidsmåter. Rammefaktorer i utforskende arbeid er det som er med på å bygge opp rammene for arbeidet slik at elevene vet hvor de skal starte, hvordan de skal arbeide underveis og hvordan de skal komme i mål. Rammefaktorer er alt som er med på å lage rammene for elevene. I det følgende vil jeg beskrive og eksemplifisere noen av rammefaktorene som er viktig for utforskende arbeidsmåter og NOS.

1. Lokalisering: Hvor foregår undervisningen og er det med på å hjelpe elevene, eller er plasseringen ugunstig for elevene? Hiim og Hippe (2015) forklarer at hvor undervisningen skjer er helt kritisk for yrkesfagelever. Det er rimelig å anta at dette også er relevant for realfagene, da lærere i fysikk er helt avhengige av en fysikkklubb for å kunne gjennomføre deler av undervisningen. Ifølge Johansen (2018) spiller fysikkklubben en viktig rolle i elevenes muligheter til å gjøre vitenskap.
2. Kompetansemål: Hva ønsker vi at elevene skal lære? Hiim og Hippe (2015) beskriver hvordan «*akademisk læringstradisjon skjer læring gjennom teoriformidling*» (Hiim & Hippe, 2015, s. 53). Denne teoriformidlingen tar da utgangspunkt i læreplan. Målet med dette er at elever skal være forberedt på hva som møter dem i videre studier og at studiesteder skal kunne ta imot elever fra hele landet (Utdanningsdirektoratet, 2021).
3. Oppgaven: Har oppgaven tydelige trinn som skal gjennomføres som en kokebok? Eller er den mer åpen og stiller krav til at elevene finner egne løsninger? Oppgavens struktur bestemmer hvordan elevene skal jobbe underveis. Oppgaven veileder elevene i hvilket landskap de skal bevege seg i.
4. Vurdering: Hvordan skal oppgaven vurderes? Skal man levere en oppgave? Gjennomføre en presentasjon? Ha fagsamtale? Vurderingsformen er viktig fordi den bestemmer målet til elevene.
5. Lærer: Hiim og Hippe (2015) beskriver læreren som rammefaktor. Ifølge Hiim og Hippe (2015) spiller lærerens kvalifikasjoner en stor rolle, og vedkommendes interesse og pedagogiske forutsetninger er helt sentralt for elevenes læring. Knain og kolleger (2011) har en annen fremstilling av lærerens rolle da de ser på læreren som

en støttestruktur som skal veilede arbeidet. Selv om Hiim og Hippe (2015) og Knain og kolleger (2011) beskriver lærerens rolle ulikt, anerkjenner Knain og kolleger (2011, s. 86) at det er noe overlapp i hva man kaller for en rammefaktor, ramme og støttestruktur. De ulike beskrivelsene av lærerens rolle kan således ikke sies å være motstridende.

6. Tid: Tidsrammer for læring vil alltid være en faktor i skolen. Dette er knyttet til læreplan da elevene har et år på å lære seg det som utdanningsinstitusjonen har satt som mål for elevene. Når elevene har tydelige tidsrammer og produktkrav hevder Knain og kolleger (2011, s. 92) at det kan gi jevn fremdrift hos elevene.

3. Metode

I dette kapitlet vil jeg gjøre rede for hvilke metoder jeg har brukt i oppgaven. Innledningsvis presenteres forskningsdesign. Deretter tar jeg for meg utvalget av klasser og lærere, og gjør rede for datainnsamlingens kontekst. Så vil jeg beskrive hvordan jeg har samlet inn data i klasse A, og hvilke metoder som er brukt for å samle inn data som jeg har fått tildelt i klasse B. Videre vil jeg gjøre rede for analysemetoden som er brukt, og hvordan jeg har laget en analyseramme for å belyse temaene utforskende arbeidsmåter, NOS og rammefaktorer. Til sist tar jeg for meg min rolle som kvalitativ forsker, og oppgavens reliabilitet og validitet.

3.1 Forskningsdesign

Målet for mine forskningsspørsmål er og finne ut hvordan lærere kan legge til rette for utforskende arbeidsmåter, og hvordan dette påvirker elevenes mulighet til å lære om NOS. Når man skal svare på "hvordan" spørsmål anbefaler Yin (2014) flere metoder, blant annet casestudier. En sammenliknende casestudie vurderes å være spesielt hensiktsmessig når man ønsker å beskrive en situasjon og forklare hvorfor man observerer det man gjør (Thomas, 2011). I en sammenlikningsstudie belyses temaet ved å se på hva som gjør situasjonene unike gjennom vurdering av likheter og ulikheter. Slik oppnås det en bedre forståelse av hva det er som skjer og hvorfor det skjer. Jeg ønsker å avdekke hvilke rammefaktorer som er med på å legge til rette for utforskende arbeid og læring om NOS.

Sammenlikningsstudie

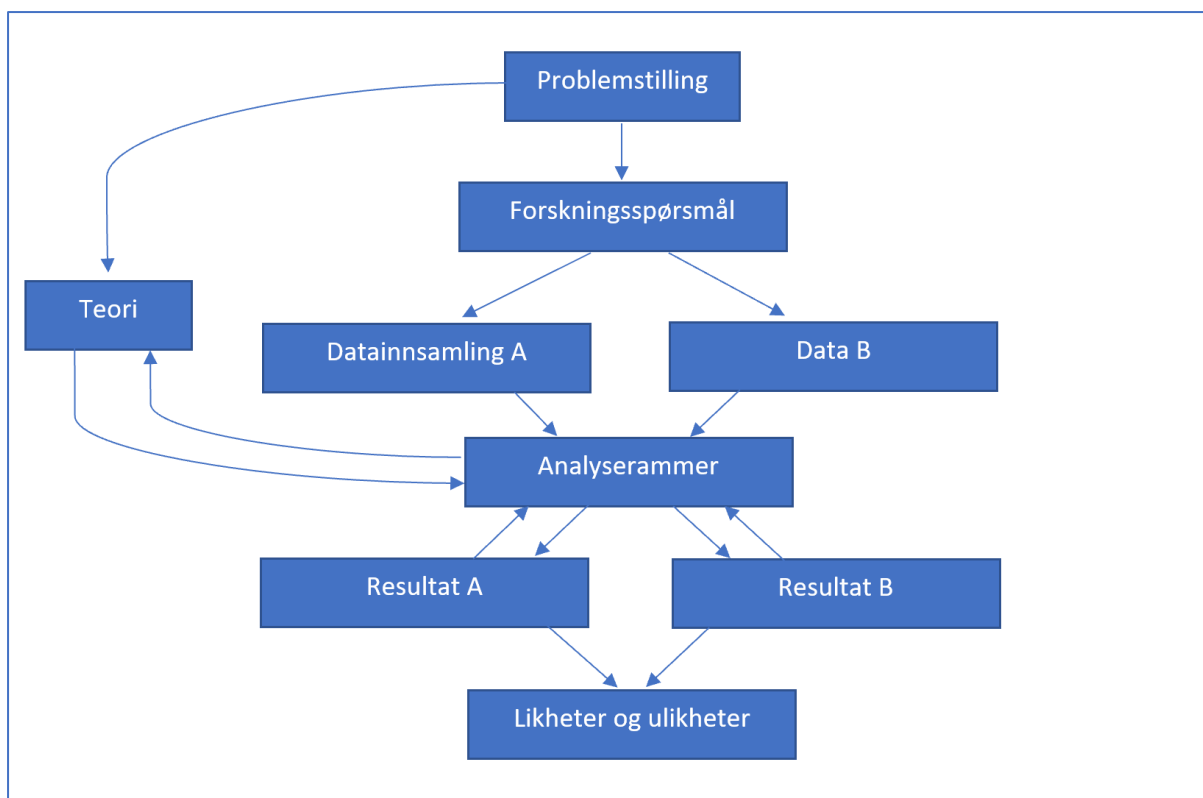
Bartell og Vavrus (2017) skriver at en av fordelene med en sammenlikningsstudie er hvordan man kan bruke sammenlikning til å se på det samme fenomenet på tvers av kontekst. Man får to eller flere ulike blikk på det samme fenomenet. Videre diskuterer Bartell og Vavrus (2017) hvordan sammenlikningsstudier passer spesielt godt til å finne komplekse sammenhenger mellom situasjoner, og hvordan flere sammenliknende casestudier bør bruke sammenlikninger mer underveis i sitt arbeid. Bartell og Vavrus (2017) sine beskrivelser er derfor utgangspunkt for hvordan jeg vil presentere utvalg av klasser, hvordan jeg har gjennomført datainnsamlingen og sammenlikne hvordan denne prosessen er blitt utført.

Mitt forskningsdesign

I mitt design tar jeg utgangspunkt i videoobservasjoner av to klasser, A og B. Ifølge Knoblauch (2012) har videoobservasjoner blitt vanligere i sosialvitenskaplige studier, og er spesielt gunstige når målet er å analysere situasjoner mellom mennesker. Gjennom mine forskningsspørsmål ønsker jeg å svare på hvordan læreren kan legge til rette for utforskende arbeidsmåter og NOS. Dette krever en viss interaksjon mellom lærer og elev, og denne interaksjonen ønsker jeg å studere gjennom videoobservasjon. En fordel, beskrevet av Thomas (2011) er at datamaterialet som fremkommer i videoobservasjoner kan brukes med store tidsintervall. Dette har blitt dratt nytte av i denne oppgaven, da det er nesten et års tidsforskjell mellom de to datainnsamlingsprosessene. Det at sammenligningen skjer på kryss av læreplaner vil påvirke studien, men samtidig være med på å gjøre studien unik.

Figur 2 illustreres hvordan jeg har arbeidet for å svare på problemstillingen min. Jeg har tatt utgangspunkt i en bred problemstilling, for så å kondensere den ned til spissere forskningsspørsmål som vil kunne være med på å svare på problemstillingen. Jeg har jobbet med teorien parallelt med datainnsamlingen i klasse A. I klasse B har jeg fått utdelt et datamateriale og dermed har det ikke vært noe sammenheng mellom disse to prosessene. Videre har jeg brukt teori og datamateriale til å utvikle analyserammer.

I begge klassene har lærerne et ferdig planlagt og utforskende opplegg der jeg skal gjøre observasjoner av hva som har skjedd. Jeg tar ikke del i å lage eller gjennomføre opplegget i et forsøk på å observere situasjonen slik den er. Ifølge Capps og Crawford (2013) kan det at jeg ikke deltok i planleggingen føre til problemer ved at lærerne som blir observert ikke legger til rette for utforskende arbeidsmåter. Interessant nok oppgav lærerne som deltok i Capps og Crawford (2013) sin studie at de la til rette for utforskende arbeidsmåter, selv om de gjennomførte et "kokebokforsøk" som ikke fulgte de teoretiske nøkkelbegrepene for utforskende arbeid. I dette forskningsdesignet unngår jeg dette problemet ved et tydelig utvalg av klasser der det blir lagt til rette for utforskning, samt å mota et ferdig datasett fra en forsker som også ser på utforskende arbeidsmåter, der hen har vært med på å designe opplegget.



Figur 2: Skjematisk oversikt over mitt forskningsdesign. Man ser det abduktive ved at analyserammene utarbeides ved å se på både resultatene og teorien. I klasse B fikk jeg tildelt data, og dermed er det ikke noen datainnsamlingsprosess for klasse B.

For å finne svaret på hvordan læreren lykkes med å få elevene til å bruke utforskende arbeidsmåter i sitt arbeid, valgte jeg å ha et intervju med lærerne som har vært med på å lage opplegget. Ved å gjennomføre observasjonene i klasserommet først vil jeg kunne spørre om spesifikke situasjoner og diskutere med lærerne hva de har gjort for å få elevene til å arbeide på denne måten.

Utvikling av analyserammer

Analyserammene brukes for å systematisere dataene og sammenlikne de forskjellige dataene på kryss av datainnsamlingsmetode og tema. Ved å arbeide abduktivt har jeg muligheten til å utarbeide analyserammene ved å gå frem og tilbake mellom resultatene og teorien (Anker, 2020). Slik kan jeg fortsette å spisse analyserammene inn mot mine forskningsspørsmål. Når analyserammene har blitt utarbeidet, blir disse brukt til å finne likheter og ulikheter i klasse A og B som er med på å besvare forskningsspørsmålene.

3.2 Metode og kontekst for datainnsamling

For å samle inn data valgte jeg å filme et klasserom over to undervisningsøkter. I klasse A har jeg gjort datainnsamlingen selv, vært observatør og filmet undervisningen. Jeg har også intervjuet de to lærerne som hadde ansvar for opplegget. Dette datamaterialet sammenliknes med videoobservasjoner tildelt fra klasse B som beskrevet over. Jeg valgte å bruke videoobservasjoner av klasserommet fordi det blir en observasjon som er mulig å analysere flere ganger (Thomas,2011). Ifølge Postholm og Jacobsen (2018) er observasjon den mest grunnleggende måten å hente inn data på. Det er allikevel noen mangler ved observasjon som metode, som blant annet at man ikke vet hva som skjer inni hodene til de som observeres. Derfor anbefaler Postholm og Jacobsen (2018) å bruke intervjuer og observasjoner som «*komplementære datainnsamlingsstrategier*». Jeg har på bakgrunn av denne anbefalingen intervjuet lærerne i klasse A. Jeg valgte å ikke intervju lærerne i klasse B. Dette har sammenheng med at det er noe tid siden dataene ble samlet inn, og det ville ha lite hensikt å spørre lærerne om hva de tenkte for over et år siden.

3.1.1 Utvalg av klasser og anonymisering av deltagere

Utvalget av klasser er gjort etter rekruttering i eget nettverk, der jeg har bedt tidligere kollegaer, studenter og avdelingsledere om tips til lærere som lykkes med å arbeide med utforskende arbeidsmåter. Etter en rask spørreunde fikk jeg kontakt med en lærer som skulle ha et prosjekt der elevene skulle jobbe utforskende noen uker senere. Denne læreren ble beskrevet av kolleger som dyktig og kreativ i sin undervisning. Denne klassen har jeg kalt for klasse A.

Den andre klassen, klasse B, er en klasse som en forsker har fulgt over en lengere periode. I starten av mitt prosjekt anbefalte veilederen min meg å ta kontakt med denne forskeren, da jeg muligens kunne få benytte noe av hans datasett. Denne forskeren vil jeg beskrive som kompetent og engasjert i sitt lærerarbeid, noe som er sentralt da hen påtar seg en lærerrolle underveis i videomaterialet. På bakgrunn av personvern hensyn vil jeg ikke dele navn på denne forskeren da det fremkommer i vedkommendes prosjekt hvilken skole og klasse hen har gjort sin datainnsamling.

Videre i oppgaven kommer jeg til å diskutere forskjeller og likheter mellom de to klassene. Navnet på lærer og elever vil bli anonymisert ved å initialer EA for elever, for eksempel EA1,

i klassen A og LA for lærere i klasse A, og tilsvarende for klasse B. Jeg vil bruke Sondre og S om meg selv. For min forskerkollega som tar rolle som lærer i noen av utdragene vil jeg bruke forsker og F.

I hver klasse har jeg fulgt en gruppe elever. I klasse A var dette en gruppe på fire elever, mens i klasse B var det kun to elever.

3.2.1 Gjennomføring av observasjoner i klasse A

I timen jeg fulgte i klasse A satt elevene først og fremst i klasserommet, mens noen satt på grupperom eller i gangen. Klasserommet var en fysikk-lab, med enkelt utstyr stående fremme. Pultene til elevene var plassert avlangt i tre rader. Dette medførte at noen av elevene ble sittende langt unna læreren. Det var god plass til elevene, men i et slikt gruppeprosjekt hadde det vært veldig bråkete å gjennomføre med alle elevene i klasserommet. Derfor fikk elevene mulighet til å gå på grupperom eller i kantina for å arbeide med oppgaven. Elevene hadde på forhånd fått utdelt oppgaven og jobbet noe med å utvikle problemstillingen før denne timen.

Underveis i observasjonene tok jeg notater. Cowie (2009) har laget et system for å ta feltnotater. Cowie (2009) anbefaler å dele opp i tre forskjellige kolonner der den første beskriver rammefaktorene for observasjonen. Den andre kolonnen skal være der man gjør selve observasjonen, og man skal beskrive så presist som mulig. I denne kolonnen skal ikke tanker man selv har, eller andre vurderinger man gjør underveis komme med. I den siste kolonnen skriver man ned analyser knyttet til observasjonen i etterkant av at observasjonen er gjort. I mine feltnotater brukte jeg en variant av dette. Da jeg vurderte at rammefaktorene ville endre seg lite underveis skrev jeg disse i toppen av notatet, og benyttet kun to kolonner, en til observasjon og en til analyse. Der hvor jeg mener at de var en endring i rammefaktorene har jeg kommentert dette i observasjonen. Disse feltnotatene brukte jeg som støtte mens jeg gjorde videoobservasjoner av den samme klassen. Slik kunne jeg utdype og få en tykkere beskrivelse av hva som skjedde.

Timen starter med læreren som står foran klassen. Læreren i klasse A begynte med å introdusere meg som observatør og vi tok en rask gjennomgang av NSD skjemaet de allerede hadde lest og signert. Elevene fikk mulighet til å stille spørsmål og eventuelt trekke seg. Klassen hadde spørsmål om det var mulig å lese oppgaven når den var ferdig, og da

svarte jeg at den ville være tilgjengelig for alle og at de kunne få den tilsendt hvis de ønsket det. Alle valgte å delta. Videre forklarte læreren hva de skulle jobbe med og håpet at de hadde klar en foreløpig problemstilling. Mens jeg tok feltnotater og observerte forsøket tilstrebet jeg å opptre som en «fullstendig observatør» (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 115), eller som en "en flue på veggen". Målet med å opptre som en fullstendig observatør er å påvirke klasserommet som observeres i så liten grad som mulig. Underveis stilte elevene meg spørsmål om forskningsprosjektet og datainnsamlingen. I tråd med Postholm og Jacobsens (2018) beskrivelse av hva det innebærer å være en fullstendig observatør hadde jeg ingen fysikkfaglige samtaler med elevene.

Kompetansemålene klasse A arbeidet med er gitt i figur 3. Disse er hentet rett fra oppgaven som ble delt ut i klasse A (vedlegg 4).

Kompetansemål etter fysikk 1

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- **vurdere ulike påstander og argumenter om energi og klima i samfunnsaktuelle problemsstillinger**
- **utforske hvordan energi kan gå fra en form til en annen, og vurdere energikvalitet og virkningsgrad i slike overganger**
- **forstå begrepet temperatur og forklare hvordan tilført varme til et system fører til temperaturendring i dette systemet**
- **bruke modeller av strålingsbalansen til jorda til å gjøre beregninger, og vurdere hvordan endringer på jordoverflaten og i atmosfæren påvirker denne balansen**

Figur 3: Oversikt over kompetansemål, utdelt som del av oppgaven i klasse A.

3.2.4 Likheter og ulikheter i kontekst

For å tydeliggjøre hvordan datainnsamlingen har foregått, har jeg valgt å presentere det i tabell 2. I en sammenliknende casestudie er det rimelig å tro at det er en forventning om at datainnsamlingen skal ha skjedd på en så lik måte som mulig. De største forskjellene på hvordan datainnsamlingen har foregått er min posisjon som observatør i klasse A i forhold til B og at det kun ble gjennomført intervju med lærere i den ene klassen.

Begge klassene er fysikk 1 klasser, med høyt presterende elever. I klasse A følger elevene den nye læreplanen, LK20. I klasse B følger de den forrige læreplanen, KL06. Begge klassene lærer om solinnstråling og hvordan man kan bruke den energien. I klasse A er det valgfritt tema innenfor energifysikk, mens i klasse B lærer de om solfangere og solceller.

I klasse A ble observasjonen gjort av hele klassen, men det er gjort utdrag fra en gruppe som sitter nærmest kamera og som har diktafon liggende ved seg. I klasse B er observasjonene gjort av en gruppe på to elever som jobber på et fysikkbakrom. I begge klasserommene har elevene arbeidet med oppgave utdelt fra lærer.

Tabell 2: En oversikt over hvordan innsamling av data er gjort og kontekst i klassene

	Klasse A	Klasse B
Kontekst		
Klasse	Fysikk 1 – VG2	Fysikk 1 – VG2
Lokasjon	VGS på Østlandet	VGS på Østlandet
Oppgave	Valgfritt tema innen energifysikk	Solceller og solfangere
Klasserom	Fysikkklubb	Fysikkbakrom
Læreplan	LK20	KL06
Arbeidsform	Gruppearbeid	Gruppearbeid
Planlegging av undervisningsopplegget	Kun lærer	Lærer og forsker
Økter observert	Fire ganger 45 minutter	Fire ganger 45 minutter
Datainnsamling og utvalg		
Intervju	Lærere	Ingen
Utvalg av lærere	Utforskende læringsopplegg	Utforskende læringsopplegg
Utvalg av klasser	Høyt presterende	Høyt presterende
Datainnsamling metode	Observasjon og video	video

Den største forskjellen på datamaterialene er hvor stor del av klassen som filmes. For å kunne gjøre sammenlikninger har jeg valgt å kun ta utdrag fra kun en gruppe i klasse A,

siden jeg kun har en gruppe i klasse B. Målet med dette er å få et datamateriale som er mulig å sammenlikne, ved at kontekstene for de to datainnsamlingene blir så like som mulig.

3.3 Analysemetode

Målet med analysen i en sammenlikningsstudie er å finne ut hva det er som skjer i en gitt situasjon. For å komme frem til et resultat gjør man da en sammenlikning med en situasjon som er lik på noen områder, og ulik på andre (Thomas, 2011). For å gjennomføre analysene har jeg tatt utgangspunkt i Anker (2020) sin metode for analyse. Den er delt opp i fire faser.

Fase 1: Den første analysefasen gjøres under datainnsamlingen. Ved å ha en liten forskerlogg og ta notater over hva man tenker underveis i datainnsamlingsprosessen. Anker (2020) presiserer at det første nivået skal være usystematisk, da dette er den første bevegelsen inn i analyseprosessen. Målet i denne fasen er å få oversikt over datamaterialet, slik at man kan ta stilling til hvilke deler av datamaterialet som skal være med til fase 2.

Fase 2: I den andre fasen jobber man strukturert med datamaterialet. I denne fasen lager man koder for å samle de delene av datamaterialet som har en form for overlap. Jeg utarbeidet en analyseramme, der jeg tar for meg det jeg har valgt å kalle for kategorier istedenfor koder. Dette valget gjøres på bakgrunn av at kategoriene mine tar for seg store temaer. Jeg har valgt å jobbe med en kombinasjon av teori- og empiriske kategorier, en slik analyse kaller Anker (2020, s.79-80) for en abduktiv analyse. Jeg tok utgangspunkt i teorien knyttet til utforskende arbeidsmåter og NOS, og brukte det til å lage analyserammene. Etter å ha gjort denne analysen oppdaget jeg at også rammefaktorer var viktig for min problemstilling. Derfra gjorde jeg noen justeringer på forskningsspørsmål og analyserammer og kjørte analysefase 2 igjen.

Fase 3: Den tredje analysefasen handler om å skrive selve analysen. I en sammenlikningsstudie er det nærliggende å gjøre sammenlikninger. I denne delen av analysen prøver jeg å finne fellestrekk mellom klasse A og klasse B, hvilke rammefaktorer er like, hva lærer de av NOS som er felles og hva som er felles i utforskningsarbeidet. Da får man tydeligere frem kontrastene, og man kan finne hva

forskjellene er (Anker, 2020). I en sammenlikningscase studie er dette sentralt for å kunne svare på «*hva er spesielt med denne situasjonen*» (egen oversettelse, Thomas, 2011, s. 37). Underveis i fase tre oppdaget jeg noen koder jeg ønsket å gjøre endringer på, dermed gikk tilbake til fase 2 igjen, og gjorde noen utbedringer på analyserammene. Etter å ha gjort de første endringen gikk jeg tilbake i teorien og fant noen vesentlige punkter som jeg ikke hadde vurdert i første runde av fase 2. Så kjørte analysefase 2 på nytt.

Fase 4: Den fjerde analysefasen går ut på å diskutere og drøfte funnene sine. Dette betyr i praksis at den siste delen av analysen skjer mens man skriver ut diskusjon og konklusjonen. Anker (2020) viser flere eksempler på hvordan man kan gjøre dette i praksis, og at det er et såpass lite skille mellom analyse og diskusjon at det er mulig å skrive disse sammen. Jeg har valgt å prøve å skille disse ved å presentere datamaterialet igjennom analysen, for så å ta for meg diskusjon av funnene i et eget kapittel.

Disse fire fasene ble gjort samtidig for de to klassene. Ved å arbeide igjennom datasettet igjen og igjen, ved å gjenta fase 2 flere ganger oppnår man det Thomas (Thomas, 2011, s. 171) kaller for «*constant comparative method*». Den går ut på at man går igjennom datamaterialet flere ganger, og gjør små endringer underveis. Målet er å få frem det som er vesentlig i datamaterialet, å få frem noen kategorier som kan analyseres videre. Disse kategoriene ble til grunnlaget for min analyseramme.

3.3.1 Analyseramme

Ved å bruke abduktiv analyse kan jeg jobbe frem og tilbake mellom empirien og teorien. Jeg tok utgangspunkt i noe teoretiske aspekter ved utforskende arbeidsmåter, for så å gå inn i datamaterialet ved hjelp av kodeord, oppsummert i tabell 3. Ut fra empirien dukket det opp noen nye aspekter jeg ønsket å ha med i min analyse. Dermed tok jeg disse aspektene inn i analyserammene for så å igjen se de nye aspektene opp mot teorien. I en sammenlikningsstudie er det rimelig å anta at et arbeid mellom empirien og teorien er viktig, da man prøver å finne likheter og ulikheter mellom situasjonene. Thomas (2011, s. ') viser hvordan casestudier kan gjøre slike sammenlikninger mellom virkeligheten og teorien for å forstå situasjonen og bedre de verktøyene vi bruker.

De tre aspektene jeg vil ta med meg videre inn i analyserammen er:

1. Rammefaktorer
2. Diskusjon, forklaringer og argumentasjon som verktøy i utforskning
3. Sammenheng mellom utforskning, NOS og rammefaktorer

Rammefaktorer er noe man har i alle klasserom, og det er viktig at man er observant på hvordan er det man legger til rette for læring i sitt klasserom. Dette ble tydelig etter å ha startet datainnsamlingen, og er hentet inn i som punkt etter at datainnsamlingen startet.

Diskusjon, forklaringer og argumentasjon som verktøy i utforskning: Disse tre punktene er med i alle definisjoner av utforskende arbeidsmåter jeg har jobbet med. Dermed vil disse være de som jeg tar for meg videre

Sammenhengen mellom utforskning, NOS og rammefaktorer: Disse temaene har flere fellestrekk. Dermed kan man finne hvilke fordeler og ulemper som kommer med å arbeide utforskende opp mot hva elevene lærer av NOS og hvordan læreren kan bruke rammefaktorer til å lykkes med utforskende arbeidsmåter slik at elevene lærer NOS.

For å finne disse kategoriene i datamaterialet har jeg dratt frem noen nøkkelord som gjør det mulig å klassifisere deler av observasjonene, intervjuet og videofilmen sammen. Målet med dette er å ta komplekse temaer og bryte de ned i ord som brukes i dagligtalen. Jeg har også vært observant på hvordan jeg har gjennomført analysefase 1 for å gjøre denne delen av arbeidet mer presist. I fase 1 var jeg observant på å bruke ord som: «argumentere» og «diskutere» når jeg observerte elevene gjøre dette for å gjøre kodingen i fase 2 enklere.

Videre vil jeg se på hvordan rammefaktorer og NOS kan knyttes opp mot utforskende arbeid i en analyseramme:

- Rammefaktorer:
 - o Oppgave: I utforskende sammenheng skal oppgaven som elevene får utdelt legge rammer for hvordan det forventes at de skal arbeide. Den bestemmer om elevene skal arbeide hver for seg eller de skal samarbeide. Den legger også opp til om elevene skal innhente egne data, som i et forsøk eller om de skal bruke teori til å forklare sitt ståsted.

- Vurdering: I utforskende arbeid har læreren større frihet til å vurdere arbeide underveis og samtidig ha en sluttvurdering (Knain, Bjønness, Klevenberg, et al., 2011). Læreren får muligheten til å både vurdere elevenes arbeidsprosess og sluttprodukt.
- Kompetansemål: I utforskende arbeid er det viktig å ikke glemme kompetansemålene. Her kan vi forvente å se noen forskjeller, da klasse A arbeider etter de nye læreplanmålene, LK20. I klasse B er det fortsatt KL06 som undervises.
- Lokalisering: Lokalisering som rammefaktor i utforskende arbeid vil påvirkes av oppgaven som gis. Hvis man forventer at elevene skal gjøre forsøk, men ikke har tilgang til et laboratorium med relevant utstyr eller en arena der man kan gjøre forsøk kan man ikke forvente at elevene skal klare å gjennomføre. Det er også viktig at utstyret og rommene som brukes er moderne og legger til rette for læring (Hiim & Hippe, 2015).
- Lærer: Lærers kunnskap og egnet het kommer tydelig frem i utforskende arbeid igjennom hvordan den individuelle lærer legger til rette for utforskning (Bjønness et al., 2011).
- Tid: Er et aspekt som påvirker alle typer undervisning. Ifølge Bjønness og kolleger (2011) tar utforskende arbeid mye tid, og det er noe man må ta hensyn til i en travel skolehverdag, der man har mange kompetansemål å undervise.

- NOS

- Observasjon: å gjøre observasjoner er en naturlig del av både NOS og utforskende arbeid da elevene ofte gjennomfører forsøk eller på andre måter gjøre observasjoner av verden rundt seg.
- Teori og lov: Ved å bruke allerede etablerte teorier og lover, kan elevene lære om hvordan teorier og lover blir til og lære om hva som defineres som teori og hva som defineres som lov.
- Menneskelige aspekter: I utforskende arbeid vil elevene ofte få rom til å være kreative og må bruke kildekritikk til å analysere om metodene og teorien de bruker er relevante.

- Vitenskapens grenser: For å utforske vitenskapen kan elevene diskutere sine problemstillinger. Man må så legge til rette for at elevene skal kunne utforske hvordan forskjellige teorier og lover er blitt til.

Da disse tre kategoriene er ganske omfattende er det ikke overaskende at det er noen overlappende elementer. Noen av nøkkelordene startet i en kategori, enten fordi jeg tenkte det var naturlig å ha de der, eller ut fra teorien. Et ord som "prøve" plasserte jeg først under rammefaktor, da jeg har opplevde at flere lærere bruker det som et synonym for "vurdering". I datasettet opplevde jeg at "prøve" ikke ble brukt om vurderinger en eneste gang, men derimot ofte brukt i konteksten "prøve seg frem". Dette passer bedre i den utforskende kategorien da elevene skal prøve ut og teste hypotesen sin.

Noen av ordene har også forskjellig betydning på tvers av de tre kategoriene. Produkt som rammefaktor handler om hva elevene skal ha produsert ved slutten av oppgaven, og hva som skal vurderes. Produkt i NOS har en litt annen betydning, da går det ut på hva man sitter igjen med etter endt arbeid. Det kan være en rapport, kanskje et fremlegg eller et verktøy til senere bruk. Bare fordi man har lært hvordan man skal ende opp med et produkt er det ikke nødvendigvis produktet som skal vurderes, men når det er en rammefaktor så er produktet nødvendigvis en del av vurderingen.

Tabell 3: Oppsummering av nøkkelord og kategorier i analyserammen

Kategori	Nøkkelord
Rammefaktorer	Tid, vurdering, lokalisering, kompetansemål, oppgave, lærer
Utforskende	Kommunisere, problemstilling, metode, produkt, frihetsgrader
NOS	Observer, menneskelige aspekter, vitenskapens grenser

3.4 Den kvalitative forskerrollen

Undervis i datainnsamling av kvalitative data er man som regel i kontakt med dem eller det man ønsker å forske på. I dette prosjektet både snakker jeg med og observerer elever og lærere. Mitt kroppsspråk og væremåte vil påvirke hvordan de svarer på spørsmål og oppfører seg i klasserommet. Postholm og Jacobsen (2018, s. 115) deler opp i fire forskjellige observatørroller etter hvor deltakende forskeren er i systemet som skal undersøkes. De fire forskjellige rollene er kategorisert etter hvor mye forskeren deltar, og hvor stor avstand det er mellom de som blir observert og forskeren. Det påpekes at disse fire kategoriene ikke er absolutte, det er mer en oppdeling av en skala. Ettersom jeg bruker flere metoder for datainnsamling i dette prosjektet, påtar jeg meg også flere forskjellige forskerroller. Som observatør i klasserommet er jeg en «*deltakende observatør*». Jeg gjør så godt jeg kan for å ta en "flue på veggen" rolle, men som Postholm og Jacobsen (2018) presiserer kan jeg samhandle med elevene – som å svare på spørsmål om hvorfor jeg er der – men jeg kan ikke svare på spørsmål som har med undervisningen å gjøre.

I klassen som filmes er jeg en «fullstendig observatør». I den klassen har jeg ikke hatt kontakt med elevene, eller lærer. Jeg har kun snakket med forskeren jeg har fått utdelt datasettet fra. Dette gjør noe med min rolle som forsker, jeg får et noe annet blikk inn i denne klassen da jeg verken har møtt lærerne og fått et inntrykk av dem, og jeg har heller ikke vært i klasserommet og kjent på klasserommiljøet. Dette tror jeg har lite innvirkning på dataene, da elevene i begge klassene har vært observante på at datamaterialet skal bli sett av en forsker i etterkant. Det er rimelig å anta at hvorvidt det er jeg eller den andre forskeren som er i klasserommet ikke vil ha forskjellige påvirkninger på klasserommene.

3.5 Etiske hensyn, validitet, reliabilitet og generaliserbarhet

I denne delen av oppgaven vil jeg presentere hvilke etiske hensyn som er blitt tatt underveis. Så vil jeg ta for meg oppgavens validitet og hva jeg har gjort for å gjøre resultatene mine så pålitelige som mulig. Til slutt vil jeg se på oppgavens reliabilitet og diskutere hvilke situasjoner oppgaven har overføringsverdi til. Thomas (2011) mener validitet og reliabilitet er mindre hensiktsmessige begreper å bruke for å beskrive en casestudie, da disse kommer fra kvantitativ forskning. Allikevel velger jeg å bruke disse

begrepene for å gjøre det enklere for leseren å finne hvilke hensyn jeg har tatt for å få en oppgave som er gyldig og pålitelig.

3.5.1 Etske hensyn

Den formelle etiske vurderingen av denne oppgaven er gjort av NSD (Norsk senter for forskningsdata). Jeg sendte inn et søknadsskjema for oppgaven, som tar for seg både mine egne datainnsamlinger (klasse A) og de dataen som er blitt delt med meg (klasse B). Både mitt og det andre prosjektet er godkjent av NSD (prosjektnummer: 854664). Arbeidet opp mot NSD har vært spesielt viktig i dette prosjektet, da jeg har brukt data fra et annet forskningsprosjekt for å sammenlikne med mine egne data. Elevene og lærerne i klasse A fikk utdelt NSD skjema (vedlegg 2) og forklart hva det innebærer å delta i mitt forskningsprosjekt før datainnsamlingen startet.

I klasse B var datainnsamlingen allerede gjort. Her fikk elever og lærere spørsmål av forskeren tilknyttet klasse B om det var mulig å bruke dataene som allerede var innsamlet til et annet prosjekt. Dette godtok de og fikk utsendt nytt NSD skjema (vedlegg 3), som omhandler mitt prosjekt. Samtykke til å delta i mitt prosjekt var innhentet før datamaterialet ble delt med meg.

Datamaterialet vil bli slettet ved prosjektets slutt, i tråd med godkjenning fra NSD.

Ifølge Thomas (2011) er man nødt til å være forsiktig når man gjør studier på mennesker, da det er umulig å vite om bakenforliggende grunner til at mulige deltakerne ikke ønsker å delta i studien. Derfor har jeg valgt det som blir beskrevet som «*opting in*» (Thomas, 2011, s. 70) samtykke. Dette går ut på at forskningsobjektene får tydelig forklart, med dagligdags språk, hva prosjektet går ut på, at de ikke må være med på prosjektet, hvordan dataen skal oppbevares at, at de når som helst kan trekke sitt samtykke, at hvis de underveis i datainnsamlingen ikke lenger ønsker å delta så vil datainnsamlingen stoppe og at dataen samlet inn på dem vil bli slettet.

I min oppgave har jeg brukt transkripsjoner av intervjuer og videoobservasjoner for å presentere resultatene min. Ifølge Kvale og Brinkmann (2015) kan intervjuobjekter føle seg fornærmet hvis man bruker direkte transkripsjoner, da transkripsjoner av muntlige samtaler kan oppfattes som mindre intellektuelt og usammenhengende enn hvordan utsagnene oppfattes i selve samtalen. På bakgrunn av dette har jeg prøvd å skrive om det som blir sagt

på en måte som gjør at konteksten blir ivaretatt, men fremstilt på en mer leservennlig og mindre muntlig måte. Jeg har imidlertid forsøkt å beholde sitatene så ordrett som mulig. Dette gjøres for å prøve å etterleve vitenskapelig metode.

Underveis i klasseromsobservasjonen opplevde jeg også et lite etisk dilemma. Elevene stilte gode faglige spørsmål til hverandre, uten helt å klare å svare på de selv, og læreren deres var ikke i nærheten for å hjelpe til. Som lærer kjente jeg på en trang til å hoppe inn for å hjelpe elevene til en mer fullstendig forståelse av temaet som ble diskutert, men jeg endte med å ikke gripe inn da det at elevene diskuterer seg imellom er sentralt for problemstillingen min, og det å involvere meg selv i undervisningen ville være med å påvirke datamaterialet mitt. Ifølge Glesne (2011), beskrevet av Postholm og Jacobsen (2018, s. 133) så må forskeren bestemme sin egen «rolle ut fra flere forhold: situasjonen og hensikten med forskningen, forskerens teoretiske ståsted og forskerens personlighet og verdier». I ettertid har jeg reflektert rundt om hvorvidt jeg burde ha grepet inn, og om mine egne resultater var viktigere enn elevenes læring i den aktuelle situasjonen. Som lektorstudent kjente jeg på et behov for å at elevenes læring skulle ivaretas, men siden jeg allerede hadde valgt mitt teoretiske ståsted, som «fullstendig observatør» (Postholm & Jacobsen, 2018), valgte jeg å ikke gripe inn. Dette ble gjort med tanke på at jeg forsøkte å fokusere på min rolle som observatør og ikke lærer, og at mitt fokus skulle være på den utforskende prosessen. På sikt vil dette muligens ha store innvirkninger for eleven, da det er lettere å lære noen noe nytt, enn å endre på misoppfatninger. I forkant av at jeg skulle observere burde jeg ha reflektert mer rundt dette, og kanskje ha diskutert med veileder om hvordan jeg skulle ha forholdt meg til slike dilemma. Imidlertid gav denne situasjonen meg et perspektiv på hvor viktig det er at lærer er tilgjengelig når utforskende arbeidsmåter benyttes i et klasserom for å ivareta elevenes læring. Men, hvis man ønsker å lære noe om elevens læring er vi også nødt til å se hva som fungerer og ikke fungerer, og da vil slike dilemmaer oppstå.

3.5.2 Validitet

Kvale og Brinkmann (2015) beskriver validitet som en «håndverksmessig kvalitet» (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 277). Postholm og Jacobsen (2018, s. 222) bruker begrepet «gyldighet» som et synonym for validitet. I en casestudie handler validitet om hvordan du har arbeidet igjennom prosessen, i et forsøk på å ende opp med en oppgave som er "et godt stykke arbeid". Måten man oppnår dette, ifølge Kvale og Brinkmann (2015), er at man arbeider

systematisk med teorien igjennom hele oppgaven, og at hver antagelse følger en logisk tankegang som andre også kan følge. Thomas (2011) argumenterer for at mange av begreper knyttet til validitet er uegnet til å svare på hvorvidt casestudier er gyldig. Ifølge Thomas (2011) bør en casestudie heller fokusere på kvaliteten av arbeidet. Måten dette oppnås, ifølge Thomas (2011), er å skrive tydelig, vurdere om det man studerer har noen bruksområder, bruke anerkjente metoder og å formulere tydelige hovedfunn. Måten jeg håper å oppnå dette er å beskrive hva som har blitt gjort i hvert ledd av oppgaven, og å være åpen om resultatene og prosedyrene jeg har brukt for å få de resultatene jeg har. Jeg har også brukt to forskjellige datainnsamlingsmetoder for å kunne sammenlikne funnene som er gjort med hver av de.

Ifølge Postholm og Jacobsen (2018) så er intervju og observasjon utfyllende datainnsamlingsmetoder, da man får muligheten til å både se hva som har skjedd på utsiden, men også spørre deltakerne om hva de tenkte underveis. Dette er en måte jeg har triangulert ved bruk av datainnsamlingsmetoder og ved å ha forskjellige deltakere i studien.

Ifølge Postholm og Jacobsen (2018) skal man være forsiktig med å bruke triangulering i en masteroppgave, selv om det «*er et ideal i forskningen*» (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 237). Postholm og Jacobsen (2018) påpeker at det er et tids- og ressursproblem. Ifølge Thomas (2011) bør begrepet "triangulering" brukes som en metafor for å se på en case fra forskjellige vinklinger, og at det er hva en casestudie går ut på. Måten jeg har triangulert i denne oppgaven er å bruke mitt eget datamateriale, få et materiale fra en annen forsker og intervjuet to lærere. Med dette har jeg oppnådd noe bredde i datainnsamlingsmetoder og samtidig fått fordypet meg både i hvordan man bruker datainnsamlingsmetodene og i datamaterialet.

3.5.3 Reliabilitet

En oppgaves reliabilitet er helt avgjørende for å gjennomføre forskning. Postholm og Jacobsen (2018, s. 222) bruker begrepet "pålitelighet" istedenfor reliabilitet. I andre typer forskning handler reliabilitet om instrumentene som brukes og at instrumentene skal gi de samme resultatene selv om noen andre bruker dem (Thomas, 2011). I sosialvitenskapen er dette vanskeligere, da vi forsker på mennesker. Det er for mange variabler til å kunne kontrollere for alle, og dermed blir det vanskelig å repetere forsøket og få det samme resultatet. Det er allikevel ønskelig å tilstrebe at forskningen skal være mulig å gjenta

(Postholm & Jacobsen, 2018). For å oppnå dette viser jeg alle stegene jeg har tatt, og beskriver hva som er gjort i hvert ledd av forskningen. Postholm og Jacobsen (2018) presiserer at det er viktig at forskere tenker over hvordan de påvirker resultatene sine og gjør prosessen tydelig, slik at andre også kan inspisere og vurderer forskningsprosessen.

Kvale og Brinkmann (2015) påpeker at et av problemene med å bruke intervjuer i forskning er at det skjer fortolkninger i hele intervju og transkripsjonsprosessen. Måten jeg oppnår pålitelighet i transkripsjonene mine er å prøve å transkribere så ordrett som mulig, for så å kun skrive om språket så det blir mer lesbart etter at jeg har fortolket transkripsjonene og valgt ut hva jeg ønsker å bruke i resultatene.

3.5.4 Generaliserbarhet

En av svakhetene i en sammenliknende casestudie er hvilken overførbarhetsverdi resultatene har (Postholm & Jacobsen, 2018). Dette har jeg valgt å løse ved å prøve å se på hva de forskjellige lærerne gjør for å legge til rette for sine elever. Det vil naturligvis være forskjellig fra klasse til klasse hva slags type tilrettelegging som trengs, men dette prosjektet ønsker å gi lærere noen verktøy og ideer de kan prøve ut i sine egne klasserom. Målet er ikke å finne det absolutte svaret på hvordan lage gode rammer for utforskende arbeid, men heller å gi lærer kunnskap om hva som har fungert og ikke fungert for andre lærere i andre klasserom.

«Ifølge postmodernismen er både en søken etter universell kunnskap og troen på individuelle og unike byttet ut med vektlegging av kunnskapens mangfold og kontekstualisering.»

(Kvale & Brinkmann, 2015, s. 289)

Det er vanskelig å si hvilken påvirkning kamera har i klasserommet, og hvorvidt det endrer hva man faktisk måler. I likhet med Ødegaard og kolleger (2021) observerte jeg at elevene og lærerne fort glemte at kameraet var tilstede. Dette leder til samme konklusjon, som Ødegaard og kolleger (2021), at undervisning og klasseromssamtaler er i stor grad upåvirket av videokamera i klasserommet og at de samme observasjonene ville blitt gjort med og uten videokamera i klasserommet.

4. Resultat og analyse

I denne delen av oppgaven vil jeg presentere resultatene av datainnsamlingen, hva jeg har samlet inn av datamateriale, hvordan jeg har valgt å analysere dataene og hvilke resultater som har utkrystallisert seg som viktige for mitt forskningsspørsmål. Dette gjøres ved å systematisk gå igjennom resultatene for rammefaktorene først, for deretter å presentere hvordan dette påvirket elevenes muligheter til å lære om NOS og hvordan dette legger til rette for vitenskapelige praksiser. Resultatene presenteres temavis, men også klassevis.

4.1 Rammefaktorer

Rammefaktorer er de enkelte faktorene som er med å lage rammene for undervisning og læring i et klasserom. Rammer er med på å styre elevene fra startpunktet mot det målet elevene skal nå (Knain, Bjønness & Kolstø, 2011), og rammefaktorer er de forholdene som legger til rette for eller begrenser læring (Hiim & Hippe, 2015). Innledningsvis vil jeg ta for meg rammefaktorene i begge klassene hver for seg, før jeg vurderer likheter og ulikheter mellom rammefaktorene i de to klassene. Jeg vil gå igjennom de ulike rammefaktorene i som presentert i teorien, for så å se på hvordan rammefaktorene påvirker elevenes NOS forståelse.

4.1.1 Rammefaktorer for utforskning i klasse A

Lokalisering

Lokalisering som rammefaktor handler om hvordan lokalet er med på å hjelpe eller stå i veien for elevene (Johansen, 2018). I første økt i klasse A fikk elevene mulighet til å enten gå på grupperom eller bli sittende på fysikklabben. I den andre økten var det et vanlig klasserom, med noe bedre plass, og grupperom som ble brukt. Da ingen av gruppene valgte å gjennomføre et eksperiment i sin utforskning og det ikke var mulig å skille elevaktivitetene fra labben til det vanlige klasserommet, vil jeg anta at lokalet hadde liten påvirkning på elevene. Det var ingen av elevene som snakket om påvirkningen av klasserommet for sitt prosjekt. Den største effekten jeg observerte at lokalet hadde på det utforskende arbeide som rammefaktor var at det ble store avstander mellom de forskjellige elevgruppene. Dette medførte at læreren måtte løpe mye mellom klasserommet og grupperommene. Dette er

også muligens årsaken til at det etiske dilemmaet oppstod, som er diskutert under "etiske hensyn".

Kompetansemål

For prosjektet i klasse A er kompetansemålene en av de viktigste rammefaktorene, men også en tydelig støttestruktur. Ved å presentere kompetansemålene før elevene skal få oppgaven de skal løse, har elevene fått tydelige forventninger om hva de skal lære i løpet av perioden. Videre får de fritt spillerom til å vise hvordan de har lært seg kompetansemålene. Kompetansemålene blir altså rammene for oppgaven. Dette kan virke som viktig for lærerne i klasse A, da kompetansemålene ble tatt med i samtalen etter spørsmål om hvordan de gikk frem for å veilede til gode problemstillinger:

S – Når elevene skal lage en problemstilling, hvor mye er det dere guider dem?

LA2 – Sånn som vi gjorde nå, hadde vi felles rammer, tema og kompetansemål. Så er det en problemstilling de kan velge fritt.

Dette, i kombinasjon med at kompetansemålene stod tydelige på første side, tolker jeg som at lærerne i klasse A jobber tett på kompetansemålene og ofte bruker kompetansemålene som rammefaktor for sine oppgaver og prosjekt. Elevene ble ikke observert å diskutere eller snakke om kompetansemålene.

I klasse A fulgte elevene den nye læreplanen, LK20. I denne læreplanen har det vært et tydelig skifte mot mer utforskende arbeid. Ordet «utforske» nevnes 8 ganger i LK20, og ordene som er brukt til å beskrive utforskende arbeid (tabell 1) blir bruk gjennom alle kompetansemålene i fysikk 1.

Oppgave

Oppgaven utdelt i klasse A (vedlegg 4) kan sies å være meget åpen. Kompetansemålene som elevene skal få utforske blir først presentert. Videre blir vurderingsform, tema, vurderingskriterier og tips til kilder. Denne oppgaven har kun ett trinn som elevene må følge, de skal lage en samfunnsaktuell problemstilling innen energifysikk og utforske den. Elevene fikk presentert temaene for den skriftlige prøven i form av punkter, som i figur 4.

Individuell prøve (skriftlig/muntlig)

- Bruke Bohrs atommodell til å beregne bølgelengde og frekvens
- Bruke bevaringslover i kjernefysiske reaksjoner
- Beregne frigjort energi fra en kjernefysisk reaksjon
- Bruke sammenheng effekt, energi, tid, regne om fra kWh til Joule, bruke prefiks.
- Beregne virkningsgrad

Figur 4 – Oversikt over temaer for skriftlig prøve i klasse A. Hentet fra oppgaven som ble utdelt i klasse A (vedlegg 4).

Det å presentere temaene for den skriftlige prøven er en støttestruktur for elevene, siden de beskriver tydelige forventninger fra læreren til resultat. I oppgaven fremkommer det meget klart frem hvilke tema de skal ha kontroll på ved slutten av prosjektet. Elevene skal forstå Bohrs atommodell, vite hvordan energi blir til i kjernefysiske reaksjoner, bruke begreper presist i energifysikk og regne ut virkningsgrad til et valgfritt kraftverk. Hvordan elevene skal tilegne seg kunnskapen er derimot opp til elevene.

I klasse A observerte jeg flere elever som møtte på utfordringer med oppgavens omfang, og flere valgte å gi opp. Ved å gi opp mener jeg at de brukte tiden til å sosialisere, eller jobbe med andre fag. Under denne observasjonen ytret elevene følgende:

EA1 – «Hvordan kan vi starte?»

EA2 – «Skal vi gjøre utregninger?»

LA1 – «Har dere en problemstilling?»

Lærer veileder elevene til å få på plass en god problemstilling ved å stille spørsmål som elevene måtte vurdere, før læren gikk videre

EA3 – «Vi må finne sykt mye info!»

Videre valgte elevene å bruke tid på telefonen

Utsagnet «vi må finne sykt mye info» viser hvordan elevene følte seg overveldet av oppgavens omfang. Det at elevene valgt å gi opp kan tyde på at støttestrukturene knyttet til denne oppgaven ikke passet godt for denne elevgruppen. Oppgave utdelt i klasse A opplever jeg som meget åpen for elevene. Det er ikke noe tydelig startpunkt, og innleveringen ved slutten av prosjektet har valgfri form.

I figur 5 vises det hvordan oppgaven legger opp til valgfri fremgangsmåte og innleveringsform. Jeg mener at dette legger til rette for mange frihetsgrader i det utforskende arbeidet til elevene, da det ikke er tydelige forventninger til hva problemstilling, fremgangsmåte eller resultat skal være på forhånd.

Innlevering (valgfri form? Film, plakater, podcast, nyhetsinnslag, powerpoint, animasjon)

Tema, alle

- Jordas strålingsbalanse
- Grunnlag for tiltak, Paris-avtalen? Glasgow? FNs bærekraftsmål.
- Hvordan fungerer et kraftverk? Hovedprinsipp, energioverføring, virkningsgrad generelt.

Valgfritt tema, samfunnsaktuell problemstilling

- Eksempel: Hvordan kan Norge dekke sitt energiforbruk uten fossilt brennstoff? (Eller en annen relevant problemstilling). "Hva hvis....?"
 - Status Norge, tall fra SSB. Datasett? Programmering?
 - Havvind/landvind?
 - Kjernekraft?
 - Batterityper (løfte blokker, pumpekraftverk?)
- Liste relevante begrep som bør benyttes
 - Virkningsgrad, energiovergang, varme

Figur 5: Valg av tema og innleverings/presentasjonsform for klasse A. Hentet fra oppgaven som ble utdelt i klasse A (vedlegg 4).

Fra intervjuet kom det frem at det var viktig for lærerne i klasse A at elevene fikk den friheten som trengtes for å arbeide utforskende, men at det måtte være noen rammer for oppgaven. Fra intervjuet fremkom det følgende:

S – Så elevene får velge problemstilling helt fritt?

LA1 – Ja, innenfor et tema da selvfølgelig

LA2 – Man må jo ha noen rammer. Så er det jo at de skal bygge kunnskapen selv. At de skal finne kilder og gjøre oppdagelser. Som da helst ikke presenteres fra læreren ved kateteret.

Da får eleven forhåpentligvis få mer eierskap til kunnskapen.

I intervjuet fremkommer det at læreren var bevisst på å definere rammer for kunnskapsutvikling. Læreren er videre opptatt av at elevene ved å benytte utforskende metoder selv skulle ta eierskap til egen læring. I intervjuet er læreren bevisst på å ikke innta en ordinær rolle som formidler av kunnskap, men ønsket at elevene skulle tilegne seg læring gjennom å aktivt søke og benytte teori. Ved å benytte seg av denne metoden, uttaler læreren et ønske om at eleven får økt eieforhold til egen kunnskap og kompetanse.

I oppgaven til klasse A står det at det er forventet at de skal drøfte på bakgrunn av «eksperimentelle data og teori». Dette tolker jeg som at elevene skal gjøre en datainnsamling og drøfte de funnene som gjøres opp mot teori. Oppgaven inneholder en liste med forslag til teori rundt klima og energifysikk, men det er ingen forventninger om at elevene skal bruke disse, da kildene er presentert som «tips gode sider, bakgrunn klima». Med denne listen gir læreren støtte til å komme i gang med teori lesing, men også rom til å kunne finne annen teori og kilder hvis man ønsker det.

Vurdering

Vurderingsformen blir presentert tydelig i oppgaven til klasse A. Det skal gjennomføres en skriftlig prøve, som inkluderer temaene gitt i oppgaven, og en form for innlevering eller presentasjon. Som rammefaktor viser dette elevene hvor de skal ende opp. Målet er at elevene skal kunne levere noe som viser at de har utforsket sin problemstilling. I klasse A brukte elevene mye tid på å bestemme seg for hvordan de skulle presentere sine funn:

EA3 – Vi kan jo analysere det i spyder og vise det sånn

EA4 – Vi må ikke bruke for mye tid på det, vi må jo ha god tid til å lage presentasjonen

Dette med presentasjonsform kom også frem i intervjuene, da lærer A1 forklarte at en av gruppene hadde valgt å løse oppgaven ved å skrive et dikt:

S – Klarer elevene å utforske, dere har jo gitt de fri tøyler.

LA1 – De har jo fått ganske frie tøyler, men de klamrer seg til noe som er kjent, de vil selv skrive en oppgave. Så er det en gruppe hos meg som skal skrive et dikt, og de jobber tverrfaglig.

S – Hvordan synes du det er å hjelpe den gruppa som jobber litt annerledes?

LA1 – Jeg synes jo det er veldig interessant, men så kan jo ikke jeg guide de på det norskfaglige, og det er jo ikke meninga heller. Men jeg kan passe på at de gjennomfører og at det blir gjort på en kul måte. Jeg kan stille spørsmål på hvordan de tenker å presentere resultatene sine som: hvordan skal dere fremføre det eller blir det skriftlige innlevering? Også minne de på at det er de samme vurderingskriteriene som gjelder for dem, at de må passe på å få med alt de skal.

I dette utdraget ser vi at lærer A1 tenker på vurderingskriteriene og vurderingsformen som en veiledning til elevene. Lærer A1 bruker altså vurderingen som en påminnelse om at elevene ikke må henge seg opp i hvordan de skal presentere, og at de må huske på at det er det fysikkfaglige som kommer først. Vurderingskriterier er noe som også blir presentert tydelig i oppgaven, da det er en egen oversikt over hva som kreves for å oppnå høy, middels og lav måloppnåelse som vist i figur 6.

Vurderingskriterier

- Høy
 - Fysiske fenomener og sammenhenger: Beskrive og forklare fysiske grunnbegreper og fenomener med et presist faglig språk. Bruke og forklare ulike representasjoner av et fysisk fenomen. Forklare og anvende sammenhenger mellom ulike deler av fysikken. Begrunne bruk av lover i sammensatte situasjoner. Argumentere for løsninger og vise god fysikkforståelse
 - Problemløsning: Løse kompliserte problemstillinger og gjøre antakelser, forenklinger, drøfte konsekvenser og vurdere resultatet. Gjøre beregninger i flere trinn korrekt, og vise stor sikkerhet i utregningene både symbolsk og numerisk. Gjøre vurderinger og usikkerhetsberegninger på en sikker måte på bakgrunn av eksperimentelle data. Foreslå og drøfte matematiske modeller basert på eksperimentelle data og teori.
 - Presentasjon: Presentere løsningene på en tydelig og overbevisende måte. Oppgi svar med riktig enhet og korrekt antall siffer. Presentere løsningen i et korrekt matematisk formspråk. Tegne oversiktlige og forklarende figurer med god symbolbruk.
- Middels (mellom høy og lav....)
- Lav
 - Fysiske fenomener og sammenhenger: Beskrive og gjøre rede for en del fysiske grunnbegreper og fenomener på en enkel måte ved å bruke hverdagslige ord og uttrykk. Gjenkjenne og beskrive enkle fysiske sammenhenger.
 - Problemløsning: Løse enkle problemstillinger når forutsetningene er kjent. Gjøre enkle beregninger.
 - Presentasjon: Presentere på en forenklet måte. Oppgi svar med riktig enhet. Tegne enkle figurer

Figur 6: Oversikt over vurderingskriterier for oppgaven i klasse A. Hentet fra oppgaven som ble utdelt i klasse A (vedlegg 4).

Lærer

Læreren sin rolle som rammefaktor var tydelig i klasse A. Da oppgaven, tema og metoden for å arbeide med oppgaven var veldig lite ledende ble det satt større krav til læreren sin rolle som rammefaktor. Fra videoobservasjonene i klasse A hører man lærer A1 si: «Ja, da er det tre grupper igjen. Jeg får gå på en liten vandring» etter å ha veiledet en gruppe til en forskbar problemstilling. Oppgaven lærer A1 tydelig påtok seg var å gå rundt og passe på at alle skjønner hva de skulle gjøre og for å komme i gang. Hiim og Hippe (2015) beskriver hvordan lærerens kompetanse i faget er en viktig rammefaktor. Dette ble observert da lærer A1 fikk spørsmål om noe hen var usikker på. Lærer A1 svarte så godt hen kunne, med

avsluttet med «*dette er jeg nødt til å ta en nærmere titt på*». Lærer A1 kom så tilbake fem minutter senere og svarte på spørsmålet. Dette er et godt eksempel på at det ikke er mulig som lærer å være oppdatert på hele fagfeltet, og når elever utforsker vil man som lærer få spørsmål det ikke alltid er lett å svare på. En dyktig lærer vil da ha selvinnsikt nok til å si at dette er noe de ikke kan, og finne en løsning slik at man kommer frem til riktig svar.

Tid

Tid er en faktor i all undervisning. Erfaringsmessig så skulle man gjerne hatt mer tid til å gjennomføre spennende prosjekter, der elevene får tid til å jobbe seg igjennom de utfordringene de møter. I klasse A var tid en viktig rammefaktor. Dette presiserer læreren ved å ha det første punktet i oppgaven (vedlegg 4), «*tid tilgjengelig*». Oppgaven var laget slik at elevene fikk hele oppgaven utdelt på en gang. Lærer A1 ble også observert at hen minnet elevene på tidsfristen da en av elevene ble sittende på telefonen litt lengre enn det tar å svare på en melding. Denne situasjonen ble også nevnt i intervjuet:

S – Har ikke vært noe behov for å minne elevene på å legge bort telefonen?

LA2 – Nei, ikke som jeg ser det nå. Så er det, det er nok mer at de ikke jobber effektivt, men at de roter seg bort i problemstillingen og spørsmål. Men det er ikke sånn at jeg har så mange elever som sitter på mobilen og tuller.

LA1 – Ja, jeg har det. Men Inntrykket mitt er at de tar opp telefonen, svarer på meldingen, også legger man telefonen bort også jobber man ordentlig.

Det er tydelig at lærer A1 var bevisst på tidsrammene i sin undervisning, og opplevde telefonbruk noe problematisk. LA2 var hadde ikke opplevd telefonbruk som problematisk i dette opplegget, men var fortsatt bevisst på at elevene kunne jobbe noe ineffektivt. I klasse A var det kun en tidsfrist for endelig produkt og skriftlig vurdering.

4.1.2 Rammefaktorer for utforskning i klasse B

Lokalisering

Videoobservasjonene av klasse B skjer først og fremst på fysikkbakrommet. Der har elevene tilgang til det som trengs av utstyr til å gjennomføre forsøk og observasjoner tilknyttet oppgaven. Slike lokaler er det rimelig å anta at vil inspirere elevene til aktiv læring, da de får muligheten til å koble og prøve seg frem for å få et så effektivt som mulig solcelleanlegg. Hiim og Hippe (2015) beskriver hvordan gode timeplaner og romforhold legger til rette for

god undervisning, og at tilgangen på praksisrom og laboratorium der hvor elevene får prøve seg frem er helt sentralt for elevenes læring. Uten tilgang på slike rom kan det få negative konsekvenser for elevene. Da både klasse A og klasse B hadde tilgang på laboratorium og ellers gode romforhold blir det vanskelig å si om det har hatt noen negative konsekvenser. Det er rimelig å forvente at lokalet i både klasse A og klasse B legger godt til rette for læring.

Kompetansemål

I oppgaven til klasse B ble ikke kompetansemålene presentert på en like tydelig måte. Istedenfor å bli presentert med de konkrete kompetansemålene valgte lærer og forsker i klasse B å omformulere dem til «*formålet med prosjektet*», som i figur 7.

Hva er formålet med prosjektet:

Hvordan kan elev-gruppene konstruere bruk av fornybar-sol-teknologi på *Skole B*. for å få ned energiforbruket (elektrisitetsforbruket). Jeg vil at elevene skal designe/konstruere fornuftige/forsvarlige stor-skala-anlegg som inneholder solcelle-teknologi og solfanger-teknologi. Jeg vil at elevene skal underveis i prosjektet drøfte og diskutere fordeler og ulemper med sine design, spesielt med tanke på økonomi og miljømessige aspekter, og elev-gruppene må begrunne sine valg av skala på anleggene med energi-beregninger som de har blitt introdusert for underveis i prosjektet mens de eksperimenterte med små-skala systemer for solceller og solfangere i fagdagen uka før.

Figur 7: Formålet med prosjektet i klasse B. Hentet fra oppgaven som ble utdelt i klasse B (vedlegg 5)

I figur 7 fremkommer det hva som er forventet at elevene i klasse B skal kunne ved slutten av prosjektet. Fra figur 7 har jeg tolket hvilke kompetansemål det er forventet at elevene skal arbeide med i prosjektet:

- *definere begrepene strøm, spenning og resistans, og bruke prinsippene om bevaring av ladning og energi på enkle og forgreinede likestrøms kretser*
- *lage en eller flere matematiske modeller for sammenhenger mellom fysiske størrelser som er funnet eksperimentelt*

(Utdanningsdirektoratet, i.d.-a)

Disse, i tillegg til deler av alle punktene under «den unge forskeren,» mener jeg elevene har fått tilrettelagt å tilegne seg kunnskap omkring. I den gamle læreplanen, KL06, nevnes ikke det å utforske, istedenfor bruker de et eget kapittel som kalles «den unge forskere» (Utdanningsdirektoratet, i.d.-a). I kapitlet den unge forskeren vektlegges det å gjøre fysikk, men ikke å utforske. Det å «gjøre rede for» har fokus, mens «drøfting» kun er nevnt fire ganger blant kompetansemålene i fysikk 1. Med dette legger kompetansemålene i KL06 mer opp til at elevene skal gjengi kunnskap de har blitt fortalt, istedenfor å kunne benytte ervervet kunnskap til å diskutere og argumentere for det som de har lært. Underkapitlet «den unge forskeren» har fått oppgaven å legge til rette for utforskning i den gamle læreplanen, og er med det kun en femtedel av læreplanen. Dette er i motsetning til den nye læreplanen, der utforskende arbeidsmåter gjennomsyrrer alle kompetansemålene.

Elevene nevnte kort kompetansemålene i siste økt, men de ble ikke diskutert videre.

Oppgave

Oppgaven utdelt i klasse B (vedlegg 5) er langt mer omfattende enn oppgaven utdelt i klasse A. Oppgaven i klasse A er på tre sider, mens oppgaven som skal løses på like mange skoletimer i klasse B er på 35 sider. Oppgavene var delt opp etter økter, slik at elevene ikke fikk utdelt 35 sider samtidig, men fikk et nytt hefte hver økt. Dette betyr ikke at det er forventet mer av elevene, men det tyder på tydeligere støttestrukturer for elevene. I figur 8 ser vi at starten på oppgaven har tydelige trinn elevene skal gjøre, i en form for "kokebokforsøk".

Forsøket går ut på å måle sammenhengen mellom strøm og spenning for en solcelle som leverer strøm. Man bør sørge for at lysintensiteten er mest mulig konstant under forsøket; altså la avstanden mellom lampe og solcelle være konstant.

- 1) Plasser solcellen vinkelrett på innstrålingen. Koble kun voltmeteret over solcellen, og mål spenningen (ved denne målingen er strømmen 0 A)
- 2) Koble inn amperemeteret og den variable motstanden (motstands Brettet) slik som vist på bildet over. Varier motstanden mellom 10 ohm til 100 ohm. (Med et koblingsbrett må man seriekoble motstandene slik at man får ønsket motstand).
- 3) Mål til slutt strømmen når du kortslutter solcellen, dvs når du fjerner den variable motstanden og kobler amperemeteret direkte til solcellen (Akkurat som i punkt 1, men da må multimeteret være et amperemeter). Da er spenningen lik 0 V.
- 4) Fremstill målingene (inkludert den første og den siste) grafisk med spenningen (U) som x-aksen og strømmen (I) langs y-aksen.
- 5) Bruk grafen til å bestemme den maksimale effekten (P) til solcella. Hvor stor er strømmen og spenningen når effekten er maksimal.
- 6) Gjør nødvendig beregninger for å fastslå solcellens virkningsgrad (η).

Figur 8: Fremgangsmåte for å regne ut virkningsgrad for solcelle. Fremgangsmåten er hentet fra oppgaven som ble utdelt i klasse B (vedlegg 5).

Målet med dette er at elevene skal lære seg å bruke de forskjellige instrumentene og bruke fagbegreper i diskusjon seg imellom. I den første delen av oppgaven er det en eller ingen frihetsgrader. Problemstillingen og metoden er tydelig beskrevet, men resultatet elevene kommer frem til er avhengig av hvor presise de er i målingene sine. Oppgaven legger allikevel opp til utforskende arbeidsmåter ved å presisere at elevene skal diskutere og argumentere for resultatene sine. Etter å ha presentert og argumentert for sine resultater

får elevene i siste oppgave, oppgave 5 i figur 9, stort spillerom til å utforske.

OPPGAVE 5

Altså, nå vil jeg at dere skal bruke tidligere gitte lenker og med hjelp av disse og de overnevnte utregningene til å designe et passende solcelle-anlegg på *Skole B*. som imøtekommer *Skole B*s behov i forhold til elektrisitetsbehovet. Dere skal tenke på;

- plasseringen,
- de økonomiske kostnadene,
- de økonomiske gevinstene/besparelsene og tapene/utgiftene,
- valg av solcelle-materiale og
- ulike (fordeler/ulempen) miljømessige aspekter ved å montere et solcelle-anlegg

Hvis tid. For diskusjon:

- Andre sosio-politiske faktorer?

Hvis tid. For diskusjon:

- Hvilke forenklinger har man gjort for å komme frem til dette arealet?
- Hvilken himmelretning bør solcellene stilles og i så fall hvorfor?
- Hvordan skal man lagre den elektriske energien produsert av solcellene? Er det noen utfordringer rundt denne måten å lagre energien på?

Til ettertanke: Hvorfor er timesforbruket på søndagene 02/08 og 09/08 så ulike??

Figur 9: Oppgave 5 fra vedlegg 5. Denne er siste oppgaven som elevene fikk utdelt i klasse B.

Her skal elevene bruke det de har lært så langt i forsøket til å utforske hvilke muligheter skole B har til å ta i bruk solceller og solfangere. Dette mener jeg utfordrer elevens selvstendighet, og gjør at de må arbeide utforskende i form av å diskutere, lage modeller og tolke data.

I klasse B møtte elevene på noen like utfordringer som elevene i klasse A i form av oppgavens kompleksitet og omfang. Elevene ble litt satt ut av mengden informasjon de skulle innhente for å besvare oppgaven på en god måte:

EB1 – Ja, det blir mye informasjon

EB2 – Ja, jeg vet!

EB1 – *Ja, det blir jo helt overpakka med informasjon.*

EB2 – *Ahh, men vi klarer dette! Vi skal vise at vi er 6'er elever*

Istedenfor å gi opp når elevene møtte på denne barrieren som det virket som elevene i klasse A møtte på, tar elev B1 og B2 tak i oppgavearket og jobber videre med oppgavene på arket. Her blir altså oppgavene utdelt av lærer, ikke bare en rammefaktor for hvordan de skal jobbe, slik som i klasse A, men det blir også en støttestruktur elevene kan bruke når de føler at oppgaven blir for stor til å løses. Man kan også vurdere hvor vidt det er oppgaven som legger til rette for at elevene skal arbeide, eller om elevene i klasse B er i større grad motivert av karakterer enn i klasse A.

Kilder og teori blir presentert på en meget lik måte i oppgaven til klasse B som i klasse A. I klasse B gjøres det ved å presentere det som «*relevante nettsider*».

Vurdering

Elevene i klasse B blir vurdert med en presentasjon for klassen, lærer og en fra ledelsen. Vedkommende fra ledelsen var til stede for å gjøre at elevene fikk brukt den kunnskapen de hadde tilegnet seg. Et mål fra lærer i klasse B var at dette skulle gi elevene handlingskraft, da elevene får muligheten til å presentere hvilke muligheter skolen har, tilknyttet til solceller og solfangere. Presentasjon var en veldig tydelig rammefaktor for elevene. Elevene fikk tydelige retningslinjer der de skulle presentere funnene sine, og hvordan de har blitt brukt til å oppskalere til et solfanger- og solcelleanlegg som kan brukes til å stå for tilførselen av varmtvann til skolen. Forskjellen mellom klasse A og klasse B i vurderingen som rammefaktor er at i klasse B er det veldig tydelig hva elevene skal gjøre, de skal lage en presentasjon. I klasse A er det valgfri innleveringsform, altså de kan enten lage en presentasjon, skrive dikt eller løse det på en annen måte.

Lærer

Klasse B skiller seg fra klasse A ved at elevene i klasse B ved at forskeren i klasse B minner elevene gjentatte ganger om tidspresset. I klasse A får elevene veiledning til hvordan oppgaven skal løses og hvilken fremgangsmåte de skal bruke. I klasse B kommer veiledningen først, for så å minne elevene på tidspresset.

F – *Når dere er ferdig med den oppgaven så går dere videre til solceller. Vent med oppgave 5. Ting tar tid!*

Læreren i klasse B får derfor en litt annerledes rolle som rammefaktor. I klasse A er læreren en faglig støtte, som i utgangspunktet sørger for at elevene holder seg innenfor de faglige rammene oppgaven har. Oppgavens innleveringsfrist er absolutt og vurderingen tar ansvaret for at elevene husker på tidsfristen. I klasse B får elevene utdelt en oppgave av gangen. Det læreren og forskere som sitter med tidsplanen til når de skal være ferdig. Dermed påtar læreren og forskeren seg et ekstra ansvar for at elevene skal bli ferdig med oppgaven innenfor tidsrammene.

Tid

Siden oppgaven i klasse B var laget på en litt annerledes måte enn i klasse A, påvirket dette spesielt tidsrammene. I klasse B fikk elevene utdelt oppgavene for en økt av gangen. Dermed hadde de strenge tidsrammer å forholde seg til, da det ble kommunisert at det var ønskelig at de skulle fullføre oppgavene i løpet av økta, slik at man kunne bruke resultatene man hadde kommet frem til videre i neste økt. Dette var i stor kontrast til klasse A, der det ikke var noen kontinuerlige tidsrammer, men kun frist for det endelige produktet. Det ble tatt hensyn til om noen elever arbeidet raskere enn andre ved å ha ekstra oppgaver i klasse B hvis noen av elevene ble ferdig tidligere enn andre, slik som i vedlegg 5.

4.1.3 Likheter og ulikheter i rammefaktorer

I denne delen av oppgaven vil jeg oppsummere resultatene knyttet til rammefaktorer og presentere de i tabell 4 for å gi en tydelig oversikt som gjør det lettere å sammenlikne.

I de to klassene er det både likheter og ulikheter ved rammefaktorene for det utforskende prosjektet elevene arbeider med. I klasse A er utforskningen elevstyrt, og avhenger veldig av hvordan hver gruppe tar for seg oppgaven de er blitt tildelt. I klasse B styrer læreren utforskningen ved hjelp av oppgaven som en tydelig rammefaktor. Det er oppgavens struktur hvor man finner størst forskjell mellom klassene. I klasse A er det ingen underveis oppgaver, kun kompetansemål elevene skal kunne besvare. I klasse B er oppgaven lukket, og de må følge trinnene oppgaven legger frem for å komme i mål.

Vurderingsformen er nokså lik, da begge klassene legger opp til en form for presentasjon. I klasse A har elevene mer frihet til å velge hvordan, men fra intervjuet ser man at elevene ofte velger den tryggeste veien, ved å skrive en oppgave og lage en presentasjon. I klasse B

løser de oppgavene fortløpende, og i den endelige vurderingen skal elevene presentere funnene sine.

Elevene i klasse A arbeider etter den nye læreplanen, LK20, mens elevene i klasse B arbeider etter den gamle, KL06. Det er vanskelig å si noe om hvordan dette påvirker arbeidsformen til elevene.

Lokaliseringen for arbeidet var også nokså likt. Elevene fikk den plassen og verktøyene de trenger for å kunne arbeide med sine prosjekter. I klasse A observerte jeg at avstanden mellom der elevene satt kan påvirke lærerens muligheter til å veilede og hjelpe. Dette er også naturlig at skjer i en klasse med mange elever.

Tiden elevene fikk, som rammefaktor, inneholder også flere likheter. Elevene i begge klassene hadde i utgangspunktet god tid til å jobbe seg igjennom de utfordringene de møter på. Allikevel brukte lærerne tid som rammefaktor nokså forskjellig. I klasse A er det meget fri bruk av tiden, og hvis elevene ønsket å prioritere annet arbeid hadde de frihet til det. I klasse B ble tiden brukt som et middel til å få elevene til å arbeide med denne oppgaven. Dette ble gjort ved å ha oppgaver som skulle leveres i slutten av hver økt, og dermed fikk elevene i klasse B meget tydelige tidsrammer for oppgavene som skulle gjøres.

I observasjonen av klasse B var det tydelig for meg at oppgaven som ble utdelt var meget gjennomarbeidet. Hver deloppgave var viktig for sluttproduktet, og hadde en naturlig sammenheng og oppbygning. Noen av oppgavene kunne løses ved enkel utregning, mens andre oppgaver trengte diskusjon og samarbeid. I klasse A var derimot målet til læreren å teste og trene elevene på naturfaglige tanke- og fremgangsmåte. Elevene i klasse A fikk kun utdelt tema, med noen spesifikke områder som skulle bli forklart. Et av kriteriene var å lage en problemstilling og besvare denne, men hvordan man gikk frem for å både lage, løse og presentere svaret på problemstillingen var opp til elevene. En styrke jeg observerte med å løse det på denne måten var at elevene ble nødt til å snakke sammen i gruppene, og komme frem til noe de alle enten lurte på, var interessert i eller kunne engasjere seg til å arbeide med i den tre ukers perioden. I klasse A var det altså mer diskusjon om fremgangsmåte og problemstilling, og i klasse B var diskusjonen knyttet mer opp mot det fysikkfaglige og hvordan gå frem for å løse de enkelte oppgavene. Dette passer godt med hvordan Knain og

Kolstø (2011b) beskriver at hvis en type økt har en styrke går det ofte på bekostning av andre elementer i undervisningen.

Tabell 4: Oversikt over noen av rammefaktorene i klasse A og B

	Klasse A	Klasse B
Hvem styrer utforskningen?	Elevstyrt utforskning – med veiledning fra lærer ved behov	Lærerstyrt utforskning ved hjelp av strukturerte oppgaver
Lokalisering	Laboratorium, klasserom og grupperom – muligens noe negativ påvirkning med store avstander	Klasserom og fysikkbakrom
Kompetansemål	Ny læreplan VG2 fysikk 1 – LK20	Gammel læreplan VG2 fysikk 1 – KL06
Oppgave struktur	Åpen – ingen deloppgaver, kun en stor oppgave som skulle besvares	Lukket – mange deloppgaver som skulle løses hver økt
Vurderingsform	Valgfri presentasjon av funn og fremgangsmåte, og skriftlig prøve	Muntlig presentasjon av funn og fremgangsmåte
Lærer	Godt kvalifisert, dyktig og engasjerte lærer	Godt kvalifisert, dyktig og engasjerte lærere
Tid	Fritt – kun en frist for ferdigstilt presentasjon	Fast tidsramme fra time til time, med veiledning fra lærer om hvor mye tid de hadde til hver enkelt deloppgave
Tverrfaglighet	Ønsket bruke koding som verktøy til å besvare problemstillingen. Ønsket å presentere funnene ved å skrive dikt	Ønsket å presentere funnene ved å lage en nettside

4.2 NOS i tilknytning til utforskende arbeidsmåter og rammefaktorer

I dette kapittelet skal jeg presentere hvordan rammefaktorene i klasserom A og B påvirket elevenes muligheter til å lære om NOS og naturvitenskaplige praksiser.

4.2.1 NOS i klasse A

Observasjon

I klasse A var det ikke observasjoner som stod i sentrum for prosjektet. Elevene hadde mulighet til å velge en problemstilling som kunne forklares ved hjelp av forsøk og observasjoner. Etter å ha observert dette spurte jeg om det i intervjuet med lærerne:

S – Så er det dette med å gjøre en observasjon, eller litteratursøk. Hvordan kan man legge til rette for det?

LA1 – Jeg tenker at det er ganske mange som er motivert for å jobbe med dette her. Det er jo en annen måte å jobbe på, mesteparten av undervisningen er veldig tradisjonell. Først vise en powerpoint, regne en oppgave på tavla og så skal de bruke dette til å løse noen oppgaver selv. Men nå skal de jo helst bruke det de har lært i teorien i praktiske og samfunnsmessige problemstillinger. Og det er mange interessert i rett og slett. De synes det er helt i sin egen art, de synes det er interessant å jobbe med, og da har man jo motivasjonen på plass, men jeg føler at resultatet vært litt "hands off" fra min side.

Målet med oppgaven var ikke at elevene skulle lære hvordan man gjør observasjoner, men heller hvordan den vitenskapelige prosessen gjennomføres i praksis. Oppgaven var altså ikke bundet til fagets egenart, ved å gjøre forsøk, men hadde heller en teoretisk tilnærming. Dette ble oppnådd ved elevene fikk stille seg et fritt spørsmål, innenfor temaet, og så svare på den ved å gjøre et litteratursøk og bruke litteraturen til å svare på sine «samfunnsmessige problemstillinger».

Menneskelige aspekter

De menneskelige aspektene med vitenskap ble diskutert flere ganger i klasse A. Hvilken motivasjon og agendaer man har ble blant annet diskutert:

EA2 – Se her, naturvernforbundet sier at: Norge bør stoppe med oljevirkosomhet!

LA1 – Ja, det høres riktig ut. Men hva tenker dere om naturvernforbundets motivasjon og agenda?

EA1 – Ja, de vil jo alltid være mot å pumpe olje uansett?

Videre diskuterer lærer A1 og elevene hvordan mennesker har forskjellig motivasjon og agendaer for å si og skrive det de gjør. Dette ble videre brukt til å ha en diskusjon om bærekraft, og hvordan man kan bruke energifysikk til å løse de bærekrafts utfordringene verden kommer til å møte. Jeg vil anta at denne situasjonen gjorde så elevene vurderte kildene sine på en litt annen måte etter denne samtalen, da elevene fikk et lite innblikk på de politiske motivasjonene bak forskjellige rapporter og artikler.

Oppgaven i klasse A la også opp til at elevene måtte være kreative. Når man får en åpen oppgave, der man må både finne en problemstilling og løsningen på den setter det krav til elevenes kreativitet. Dette påpeker også lærer A1 i intervjuet:

LA1 – Det er jo noen av disse elevene som tenker at hvis man kan modellere dette så gjør vi det. For det å kode er jo noe av det beste man kan gjøre som elev og som menneske og sånn i det hele tatt. Så det er jo mange som gjør det. Men så har jo jeg prøvd å gå frem som et godt eksempel og istedenfor å bruke kalkulator eller telefon så bruker jeg spyder eller IPython for å gjøre utregninger. Vi sitter jo alltid på PC'en, så det å ha en dings i tillegg er jo litt masete. Man må jo bruke det man har.

Her ser vi også hvordan lærer A1 tenker rundt å legge til rette for kreativitet. Hvis lærer A1 er kreativ i måten hen løser oppgavene på, vil også elevene også motiveres til å gjøre det.

Vitenskapens grenser

Som nevnt tidligere ble det i klasse A brukt det en del tid på å lage gode problemstillinger. Følgende ble uttalt av lærer i intervjuet:

LA1 – Ja. At elevene skal drilles litt i hva som er en god problemstilling og ha litt tanker om hva en dårlig problemstilling er. Kan vi ha kjernekraft i Norge? Ja. Det er en dårlig problemstilling siden vi kan svare med bare et ord. Så det å prøve å stille litt sånn, hvordan, hvorfor, hvorfor ikke spørsmål, litt sånn. Spisse det inn mot faktiske problemer. Hvordan kan vi redde verden? Dårlig problemstilling. Det at de får litt tanker om det også, men at de skal få en god problemstilling som er mulig å besvare, innafor det korte prosjektet vi har nå. Slik at den er spiss nok, men ikke for spiss.

I utdraget over kommer læreren med to forslag til "dårlige" problemstillinger. Disse problemstillingene har også et mindre faglig fokus enn hva som kanskje forventes i en fysikkoppgave, da disse er mer etiske problemstillinger. Fokuset for oppgaven er at elevene

skal stille spørsmål som kan besvares av vitenskapen, men som ikke nødvendigvis er så enkle at svaret er uinteressant.

4.2.2 NOS i klasse B

Observasjon

Elevene i klasse B jobbet aktivt med observasjoner gjennom hele prosjektet. Elevene fikk utdelt problemstilling: «*Hvordan kan skolen bruke solceller og solvarmere til å dekke skole B sitt varmtvannsbehov*» (vedlegg 5). Elevene skulle først gjøre observasjoner for å forklare hvordan de kunne svare på problemstillingen. I videoobservasjonen har elev A1 det som kan se ut som en liten åpenbaring etter å ha fått veiledning fra forskeren på hvordan man skal gjøre observasjonene

EA1 – Jeg tror ikke det har så mye å si, vi må bare lese den og den samtidig!

Denne uttalelsen kom etter at elevene hadde jobbet med strømmen fra en solcelle, og observasjonene elevene skal gjøre er hvordan strøm og spenning er avhengige av hverandre når motstanden er konstant. Etter å ha fått veiledning opplever eleven å forstå sammenhengen, noe som viser at læreren er en viktig ramme for at elevene skal lære å gjøre riktige observasjoner. Hvis læreren ikke hadde kommet bort ville elevene fortsatt å ta målinger på med noe tidsforskjell, som ville ført til unøyaktige målinger. Det at hver økt var delt opp i nye oppgaver gav også gode rammer for å gjøre observasjoner, slik at elevene i klasse B visste hvor lang tid de har på å gjøre observasjonene sine.

I forhold til klasse A var fokuset i større grad på det å gjøre sine egne observasjoner og bruke disse til å utforske videre. I klasse A ble ikke observasjon brukt som vitenskapelig verktøy.

Menneskelige aspekter

I klasse B skjedde kildekritikken mer som en ettertanke blant elevene:

EB2 – Jeg regner med at hvis skolen skulle kjøpt solceller, hadde de ikke kjøpt fra en slik "jalla" nettside.

EB1 – «solcellespesialisten» liksom?

EB2 – Dette ser jo ut som IT-årsprøven din!

Her er viser eleven kritikk til kilden sin, som først og fremst omhandler sidens layout og ikke det faglige innholdet. I klasse A var det lærer som innledet en til diskusjon til kildekritikk,

men i klasse B er det elevene selv som igangsetter denne samtalen. I videoopptaket kan man se hvordan elevene diskuterer med lærer hvorvidt de kan benytte nettsider som de synes ser suspekte ut. De kommer frem til at nettsiden kan benyttes siden den er oppført som anbefalt litteratur fra lærer. At elevene selv tar initiativ til kildekritikk, er således en interessant observasjon.

Vitenskapens grenser

I klasse B tok elevene stilling til vitenskapens grenser ved å gjøre antagelser og forenklinger. Etter å ha innhentet priser og effekten til et solcellepanel skulle elevene oppskalere til et anlegg som skulle brukes til å drive hele skolen.

EB1 – Det er jo ikke noe pris per solcellepanel?

F – Ja, det er bare for hele anlegget?

EB2 – Ja, det står 30 paneler avgangen

F – Mhm, ja. Prøv å tenk litt linjert nå. Kan man gjøre noen antagelser for å løse dette her?

Elevene fikk gjentatte anbefalinger om å arbeide lineært, altså å ikke gjøre oppgaven vanskeligere enn nødvendig, men å anta at resultatene de fikk ville være tilnærmet lineære. Dette synes å legge til rette for at elevene skal gjøre forenkling på bakgrunn av tiden som rammefaktor. Dette tror jeg også viser elevene hvordan man kan gjøre forenklinger i vitenskapen, og fortsatt komme frem til et resultat som har verdi og kan utnyttes.

4.2.3 Sammendrag av NOS i klasserommet

I klasse B visste elevene at de skulle presentere resultatene sine foran klasse, lærer og ledelse, i motsetning til kun klasse og lærer i klasse A. Dette virket å engasjere elevene i klasse B, da de visste at det arbeidet de gjorde nå skulle bli presentert for noen som vil ha mulighet til å påvirke hvilke energikilder skolen bruker i fremtiden. En ide med opplegget til klasse A var at det å gi friere tøyler skal gi handlekraft. Elevene fikk utdelt en oppgave der de valgte tema etter hva de synes var spennende, og muligens noe de tenkte at kunne gjøre en forskjell. I intervjuet opplyste lærerne at de ikke hadde brukt mye tid på å snakke om bærekraft, men at de hadde hatt en kort økt om FN's bærekraftsmål: «*Nei, vi har ikke brukt mye tid på det. Men det ligger som et slags teppe, en bakgrunn for hvorfor jobber vi med dette*» (LA1).

I dette utsagnet presiserer læren hvor man starter i den vitenskapelige prosessen. Man må ha noe man lurer på, før man starter å finne informasjon. Dette kan virke noe overveldende, og fra videoobservasjonen ser jeg at elevene brukte noen minutter etter dette utsagnet til å komme i gang igjen med arbeidet. Denne situasjonen ble noe diskutert i intervjuet også:

S – Noen av eleven ble fort distraheret av telefon, facebook, snap og insta. Virker det som om elevene kaster bort mye tid når de får så frie tøyler? Og har vi noen måter å unngå det på? Ønsker vi å unngå det?

LA1 –Jeg liker ikke å være en kjeftesmelle som forteller dem at de må jobbe. Men stiller heller litt dumme spørsmål. For eksempel: har hun bloggeren der begynt med fysikk? Da skjønner de hva jeg mener, og vi får i gang praten. Så blir vi enig om at man må jobbe videre. Og det er jo litt sånn man jobber i virkeligheten, man får jo disse innputtene hele tiden. Det får man jo uansett hvilken jobb man har, og det å lære hvordan man skal takle det er bra er det mye læring i. Det at man klarer å jobbe bra til tross for at man har ting som blinker og plinger, det har jo en slags verdi det også. Så jeg tenker jo at det ikke er helt bortkastet. Også bruker vi mye mobiltelefonen i klasserommet ellers også, med trackere og andre målere, og lager videoer. Så det er jo et nyttig verktøy det også, selv om det noen ganger kan bli litt mye.

Jeg synes dette er et spennende utdrag fra intervjuene, da flere aspekter med mine funn blir tydeliggjort på veldig kort tid. Læren sier at man ikke kan kjefte for mye på elevene, da det kan skade relasjon og gjøre det vanskeligere å arbeide med klassen. Istedenfor liker læren å bruke de situasjonene til å heller snu på det, og bruke det som en mulighet til å bygge relasjon istedenfor. Læreren presiser også at det å få i gang praten er vesentlig for sitt eget relasjonsarbeid. Videre forklarer han hvordan han ser på telefonen som en del av NOS. Man kommer ikke foruten telefonen som en distraksjon, og derfor må man også lære å arbeide selv om man får andre impulser. For å støtte opp dette sier han videre at telefonen blir brukt som et verktøy når elevene arbeider i klassen. Her får vi se hvordan utforskende arbeidsmåter krysser med NOS. Elevene skal prøve å finne ut noe, så de er nødt til å få noen tall de kan analysere eller lage en modell av, og dermed trenger de noen verktøy som kan gjøre denne datainnsamlingen for dem.

Tabell 5: Sammendrag av resultater knyttet til NOS

	Klasse A	Klasse B
Observasjon	Elevene gjorde ikke egne observasjoner i løpet av prosjektet	Observasjon gjennomsyrrer hele oppgaven. Elevene fikk god tid til å gjøre egne observasjoner
Menneskelige aspekter	Diskusjon av motiv, motivasjon og agenda bak forsknings artikler	Elevene var selv kritiske til kildene, først og fremst layout
Vitenskapens grenser	Det er viktig for lærerne hvordan elevene velger problemstilling	Elevene ble veiledet til å gjøre forenklinger for

5. Diskusjon og konklusjon

I denne delen av oppgaven vil jeg diskutere resultatene mine opp mot teori, hvor hensikten er å svare på mine to forskningsspørsmål: «Hvordan lagge gode rammer for utforskende arbeid? Og «hvordan legger rammene til rette for naturvitenskaplige praksiser?». Jeg vil først diskutere funnene opp mot teori og se på sammenhengene mellom utforskende arbeidsmåter, rammefaktorer og NOS. Deretter vil jeg adressere hva som kunne vært gjort annerledes, og til slutt vil jeg anvende funnene mine til å komme til en konklusjon og se på veien videre.

5.1 Utforskende arbeidsmåter, rammefaktorer og NOS

Av ulike støttestrukturene kan læreren sies å være den viktigste støttestrukturen i utforskende arbeid. Klasse A mottar få støttestrukturer i sin oppgave, mens klasse B får en guide til å gjennomføre utforskningen av læreren. Imidlertid ser vi lærerne i begge klassene veilede og guide elevene til å gjennomføre den oppgaven de jobber med på en best mulig måte. Dette passer godt med funnene til Knain og kolleger (2011, s. 125) som beskriver dette godt, *«læreren er like nødvendig i utforskende arbeidsmåter som annen undervisning. Det som endres, er lærerens rolle og oppgave»*. Dette var også noe som ble observert. Det er kanskje ikke overaskende da læreren er den voksne som skal styre klasserommet, og når elevene møter utfordringer søker de etter noen som kan hjelpe de med å komme seg videre. Da blir læreren den naturlige personen man søker seg til. Utforskende arbeid er noe som krever mye av elevene i form av selvstendighet, og læreren kan bruke seg selv og andre rammefaktor for å gjøre det enklere for elevene å arbeide seg igjennom disse utfordringene.

Det er helt avgjørende for utforskende arbeidsmåter at oppgaven som deles ut beskriver tydelig hva som forventes av elevene og innenfor hvilket tidsrom. I begge klassene sier elevene nøyaktig samme setning «Vi må finne sykt mye info!». Dette blir sagt etter å ha uttrykt en form for håpløshet for oppgavens omfang. Forskjellen er at i klasse A gir elevene opp, mens i klasse B klarer elevene å ta tak i den utfordringen som oppstår og arbeide videre. Fra mine observasjoner er det ikke mulig å si om dette skyldes ytre motivasjon, indre motivasjon, engasjement knyttet til oppgaven eller problemstilling eller andre faktorer. En av årsakene kan være at elevene i klasse B har en tydelig vei videre for å komme til neste

spørsmål, mens veien videre er veldig vanskelig å se for elevene i klasse A. Dette peker på at oppgavens oppdeling er meget viktig for utforskende arbeidsmåter. Som lærer må man vurdere hva hensikten med oppgaven er. Læreren må stille seg spørsmål som: Hva ønsker jeg at elevene skal lære? Og, hvordan skal de komme seg dit? På den andre siden er det mye læring i å jobbe seg igjennom en oppgave som virker uløselig, eller for stor. Dette kan gi elevene en enorm mestringsfølelse, og det er bra for elevene å lære å løse store utfordringer, der de "gir opp" flere ganger i løpet av prosessen. Dette krever at elevene har de støttestrukturene som trengs for å fortsette arbeidet. Her vil også forskjellige elever kreve forskjellige støttestrukturer. Dette kan tyde på at relasjonsbygging med elevene, før man setter i gang med et utforskende arbeid, er helt sentralt da man kan identifisere hvilke elever som trenger hvilken type støtte.

Ved å bruke forskjellige støttestrukturer og rammer for det utforskende arbeidet legger læreren opp til å lære om forskjellige aspekter med NOS. Det er to veldig forskjellige tilnærminger for å løse samme oppgave. I klasse A er det veldig "hands on" fra læreren sin side, mens i klasse B tar læreren en mer "hands off" tilnærming og lar oppgaven være veiledningen. Dette er noe i kontrast til hva Troxel (1968), presentert i Lederman og Lederman (2014, s. 605-606), fant når de så på elevers læring av NOS. I Troxel (1968) sin erfaring påvirket ikke rammefaktorene elevenes læring av NOS. Å arbeide med et forsøk på et laboratorium eller om det var "normal" undervisning ga det samme læringsutbyttet, knyttet til NOS. Det hadde generelt lite påvirkning på elevers forståelse av NOS hvordan undervisningen var lagt opp. På den andre siden så har ikke mitt prosjekt sett på elevenes læring, men kun hvordan læreren kan legge til rette for utforskning. Det er mulig å se for seg at elevenes læring om NOS endres mye basert på hvor man arbeide, men at mulighetene for å lære mer om NOS hvis de blir utnyttet.

Åpne oppgaver legger til rette for å lære om kildekritikk. I de to forskjellige klassene ser vi at i klasse A er oppgaven er åpen, mens i klasse B er den lukket. Dette er i tråd med hva Knain og Kolstø (2011a) skiver om halvåpne forsøk og «åpen testing rundt romslig definerte kunnskapsmål» (Knain & Kolstø, 2011a, s. 258). Ved å ha lukkede oppgaver, med tydelig trinn oppnår læreren i klasse B å legge til rette for bruk av naturfaglige praksiser, ved at elevene får muligheten til å gjøre vitenskap. På den andre siden får elevene i klasse A stort

spillerom til bruk av fremgangsmåter og kilder, og må dermed vurdere hva de kan og ikke kan bruke av kilder.

En likhet var at elever i begge klassene ønsket å presentere oppgaven på en alternativ måte, som kan ligne på tverrfaglig arbeid. I klasse A ønsket flere elever å løse problemstillingen sin ved hjelp av koding og en av gruppene ønsket å presentere resultatene sine i form av et dikt, da de nettopp hadde hatt om diktanalyse i norskundervisningen. I klasse B foreslo elevene at den siste oppgaven kunne presenteres ved hjelp av en nettside, noe de hadde forsøkt i IT-undervisningen. Kvamme og Sæther (2019) og Dypedahl og Vold (2019) beskriver at hvis man ønsker å la elevene arbeide med de store spørsmålene, som for eksempel FN's bærekraftsmål, krever det at man er villig til å arbeide tverrfaglig. Videre presiserer de også hvordan språkfagene og estetiske fag, som IT, har spesiell nytte når man ønsker å presentere det man har observert eller funnet ut av. En av styrkene Kvamme og Sæther (2019) presenterer med å arbeide tverrfaglig er at det gir elevene mulighet til å lære om bærekraft og miljø på tvers av kontekster i andre fag.

De nye kompetansemålene ser ut til å legge til rette for utforskende arbeidsmåter i større grad enn de gamle. Det har imidlertid vært utfordrende å observere dette. Jeg kan ikke ut ifra mine observasjoner si hvordan de nye kompetansemålene har påvirket lærerens undervisningsopplegg eller elevenes læring. Ifølge Gyllenpalm (2010) har det vært behov for å utvikle læreplaner som tar mer hensyn til hvordan elevene arbeider. Elevene skal få frihet til å arbeide med «*hva*» og «*hvordan*» spørsmål igjennom læreplanene (Gyllenpalm et al., 2010, s. 58). Elevene i begge klassene arbeider utforskende, selv om det er på litt forskjellige måter, virker ikke de nye kompetansemålene å ha hatt noen effekt på de klassene jeg har observert. Dette kan være flere årsaker til mangelen på disse funnene, blant annet at jeg har fulgt klassene i en kort tidsperiode eller at de nye kompetansemålene allerede var bestemt når videoobservasjonen fant sted og kan dermed ha påvirket læreren allerede til å arbeide mer utforskende med sine klasser.

I begge klassene er tid en tydelig rammefaktor, og lærerne i begge klassene observeres å bevisstgjøre elevene på hvor mye tid det er igjen av oppgaven. Bjønness og kolleger (2011) diskuterer denne problematikken ved utforskende arbeidsmåter, noe som tyder på at de har observert noe liknende det jeg har. Elevene bruker mye tid på å lære noe som kanskje hadde vært enklere å bli fortalt eller pugge. Her må det stilles spørsmål om hva det er

ønskelig at elevene skal sitte igjen med. Hvis vi ønsker at elevene skal lære å gjengi informasjon eller gjennomføre en oppgave uten å gjøre feil er kanskje ikke utforskende arbeidsmåter den beste metoden. Hvis vi ønsker at elevene skal klare å produsere egne produkter, gjøre egne observasjoner og lære elevene til å bli forskere kan man se for seg at utforskning er en nyttig arbeidsmåte. Bjønness (2011, s.161) forklarer at lærere kan «forsvare» utforskende arbeidsmåter ved å arbeide tverrfaglig, slik at man kan få bedre tid ved at man arbeider med flere kompetansemål, fra forskjellige fag, i samme prosjekt. Her kan det virke som at de nye læreplanene, LK20, legger bedre til rette for lærere og at man slipper å "forsvare" metoden man velger, da utforskning er tatt med i flere av kunnskapsmålene.

Fysikklabbene elevene jobbet på la godt til rette for utforskende arbeid i fysikk, det er allikevel vanskelig å se fra mitt datamateriale hvordan dette påvirket elevenes vitenskapelige praksiser. Johansen (2018) beskriver viktigheten av fysikklabben og hvordan den legger til rette for forskjellige typer vitenskapelige praksiser. Videre argumenterer Johansen (2018) for at rommet elevene tilbringer tiden sin i har som primær oppgave å legge til rette for læring. Det at jeg ikke har observert noen påvirkning kan også ses som et resultat. Rommet bare "er der". Det kan også tyde på at det ikke er noen store ulikheter mellom fysikklabbene. I begge fysikklabbene har elevene det de trenger for å gjøre fysikk. Klasserommene blir ikke en begrensning for elevenes læring, og har da, etter Johansen (2018) sitt krav til klasserommet, gjort jobben sin. Ifølge Johansen (2018) har også «layout» av klasserommet påvirkning på elevenes muligheter til å lære om vitenskapelige praksiser. Dette peker på hvordan de forskjellige rammefaktorene som denne oppgaven har tatt for seg kan brukes til å legge til rette for læring om forskjellige deler av NOS.

Jeg har ikke observert elevene eller lærerne diskutere forskjellene på teori og lover. Mangelen på disse resultatene kan skyldes flere ting, blant annet at jeg følger klassene over en relativt kort tidsperiode. Derfor har jeg utelatt det underkapittelet i resultatene. Ifølge Lederman og kolleger (Lederman et al., 2013) har noen personer dårlig forståelse av forskjellen mellom lov og teori. Det å oppdage dette over bare noen få undervisningsøkter tror jeg vil være utfordrende, da forståelsen av hva som er lov og hva som er teori er komplekst. Det kan også tenkes at det ikke har vært fokusområdet et for lærerne i dette prosjektet. Mangelen på denne observasjonen kan også skyldes tradisjoner for

undervisningspraksis. Ifølge Lederman og Lederman (2014, s. 609) er ikke vitenskapelige teorier en viktig del av valg en lærer gjør opp mot sin undervisningspraksis. Dette kan ikke sies å ha blitt observert i denne studien, men kan være årsaken til at elevene ikke har blitt observert å arbeide med teorier eller lover.

5.2 Hva kunne vært gjort annerledes

«Flue på veggen» strategien min følte jeg fungerte godt, men jeg burde plassert meg litt bort fra kameraet. Slik ville jeg kunne sammenlignet observasjoner fra forskjellige grupper. Det kan ha vært mye spennende som skjedde i gruppen som satt lengst unna, men det kommer jeg aldri til å få vite. Jeg skulle også gjerne fulgt noen av elevene på grupperom, men på en annen side tror jeg det ville hatt stor påvirkning på deres gruppedynamikk.

Det å få et datasett å sammenlikne med sine egne data likte jeg veldig godt. Man får en litt annen innfallsvinkel enn den man har selv. Som at kameraet er plassert litt annerledes i rommet og bruk av mikrofon eller diktafon er også litt annerledes. Dette er en metode jeg virkelig vil anbefale, så lenge det er gjennomførbart. Den største forskjellen mellom datamaterialet er kvaliteten på bilde og lyd. I gjennomføring av videostudier må man ikke undervurdere viktigheten av godt bilde og lyd. I dette studiet tror jeg ikke det har hatt stor påvirkning, men hvis jeg skulle gjort dette på nytt ville jeg investert spesielt i bedre lyd. Man kan høre alt som blir sagt, men det er slitsomt å ha mye bakgrunnsstøy og lav lyd kvalitet i transkripsjonsarbeidet.

Underveis i intervjuet med lærerne i klasse A gikk brannalarmen, som tidligere diskutert. Dette er en situasjon jeg kunne ha taklet bedre. Man bør ha en plan om noe går galt slik at man er forberedt på ulike scenario slik som hva man gjør hvis brannalarmen går, hvis en av intervju deltakerne ikke kan møte eller må gå underveis eller liknende uventede utfordringer. Hvis man har tenkt over noen av disse utfordringene før man møter dem er det også lettere å løse dem på en god måte. Jeg burde ha brukt tiden vi ble stående ute til å høre igjennom de siste minuttene av intervjuet, slik at vi kunne fortsatt der vi slapp og ikke starte rett på ett nytt tema. Jeg tror vi muligens mista en interessant del av samtalen ved at brannalarmen gikk.

5.3 Konklusjon og veien videre

5.3.1 Konklusjon

Målet med denne oppgaven har vært å gi lærere et tydelig blikk på hva som inngår i utforskende arbeidsmåter ved å se på teorien knyttet til hvordan elever utforskende. Det er blitt diskutert hvordan lærere kan bruke rammefaktorer for å støtte elevene i sitt utforskende arbeid, og hvordan rammefaktorer kan legge til rette for vitenskapelige praksiser og forståelse av NOS. Resultatene peker, ikke uventet, på at lærerens rolle i klasserommet er helt sentral. Hvilke rammefaktorer og støttestrukturer læreren tar i bruk har innvirkning på hvilke områder av NOS elevene lærer om. Som vist i klasse A, vil bruken av få rammefaktorer sette krav til elevenes kreativitet og gjennomførings evne. Men hvis elevene får tydelige støttestrukturer, slik som i klasse B, vil dette lære elevene hvordan man gjør vitenskap, steg for steg.

I denne oppgaven fremkommer mange av de samme funnene gjort i forskningsprosjektet "ElevForsk" (Knain & Kolstø, 2011a). Dette kan sies å være en styrke ved min studie.

Forskjellen mellom funnene er at "ElevForsk" ser på naturfag, mens jeg tar for meg fysikk 1 klasser. Dette peker på at godt valgte støttestrukturer også er viktig i fysikk 1 og ikke bare i naturfag. I denne oppgaven har jeg funnet noen støttestrukturer vi lærere kan bruke for å lage gode rammer for utforskende arbeid og læring om NOS:

- Man må være observant på tidsbruken. Det å ha en tidsplan, uansett hvor fri, er viktig for at elevene skal vite hva de skal ha gjort i løpet av timen.
- Læreren må omhyggelig velge støttestrukturer og hvilke rammefaktorer som skal utnyttes fra hvilket nivå elevene skal utforske på.
 - o Ved elevstyrt utforskning må læreren være tilgjengelig med faglig påfyll, dette egnes kanskje bedre i mindre klasser, eller med høyere lærertetthet.
 - o Ved lærerstyrt utforskning kan oppgaven som deles ut sin struktur være en nyttig støttestruktur for å hjelpe elevene å holde fremdriften i arbeidet.
- Støttestrukturer og rammefaktorer vil også påvirke elevenes muligheter til å lære om de ulike aspektene ved NOS.
- Med de nye læreplanene trenger ikke lærere lenger å forsvare hvorfor elevene arbeider utforskende. Det er nå en del av kompetansemålene å arbeide utforskende.

Utforskning er litt som å kaste elevene ut i et svømmebasseng. Skal man lykkes, må læreren ta hensyn til elevenes forutsetninger. Hvis eleven kan svømme godt så la hen hoppe fra 5-metern og utforske fritt. Man skal la eleven oppdage at man får propper i ørene hvis man kommer langt nok under vann, og hvis elevene ikke kan svømme må man være litt mer forsiktig og lage gode rammer for at de skal lære seg utforske og ikke druknet i et hav av litteratur og vitenskapelige praksiser.

5.3.2 Veien videre

Lederman og Lederman (2014, s. 615) bruker uttrykket «*Still Waters Run Deep*» for å beskrive forskning på undervisning av NOS. Denne studien har vært enda en støtte for dette utsagnet, ved å vise at selv om læreplanen endrer seg betyr ikke det at hva som er gode undervisnings- og læringsstrategier endrer seg.

Ifølge Lederman og Lederman (2014) har forskning på undervisning om NOS ikke frembragt noen store funn de siste årene. Ved å bruke sammenlikning som metode til å se på hvordan man bruker rammefaktorer i utforskende arbeid og hvordan dette legger til rette for læring om NOS sitter jeg allikevel igjen med noen spørsmål. Lærerne i klasse A var relasjon spesielt viktig for å lykkes i utforskende arbeid. Jeg tror det ville vært interessant å se på hvilke metoder lærere kan bruke for å skape gode og sterke relasjoner i klasserommet før et utforskende arbeid, og hvorvidt dette faktisk ville hatt en effekt på læringsutbytte.

Inspirasjonen til denne oppgaven er hentet fra min egen utvikling som fysikklærer. Etter å ha arbeidet med utforskende arbeidsmåter i denne perioden tror jeg det ville vært meget interessant å se hvilken effekt lærerens relasjonsarbeid har, og på muligheten til å ha et eget fag som kun går ut på å utforske. Som min veileder sa i en av de siste veiledningstimene, «*faget er prosessen*».

6. Litteraturliste

- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E. K., Kolstø, S. D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2019). *Fysikkdidaktikk* (2. utgave. utg.). Cappelen Damm akademisk.
- Anker, T. (2020). *Analyse i praksis : en håndbok for masterstudenter* (1. utgave, 1. opplag. utg.). Cappelen Damm akademisk.
- Bartlett, L. & Vavrus, F. (2017). Comparative Case Studies. *Educação & Realidade [online]*, 899-920. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/2175-623668636>
- Bjønness, B., Johansen, G. & Byhring, A. K. (2011). Lærerens rolle ved utforskende arbeidsmåter. I E. Knain & S. D. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag* (s. 127-163). Universitetsforlaget.
- Block, T., Poeck, K. & Östman, L. (2019). Tackling wicked problems in teaching and learning. Sustainability issues as knowledge, ethical and political challenges. I (s. 28-39). <https://doi.org/10.4324/9781351124348-3>
- Capps, D. K. & Crawford, B. A. (2013). Inquiry-Based Instruction and Teaching About Nature of Science: Are They Happening? *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 497-526. <https://doi.org/10.1007/s10972-012-9314-z>
- Cowie, N. (2009). Observation. I J. Heigham & R. A. Croker (Red.), *Qualitative Research in Applied Linguistics: A Practical Introduction* (s. 165-181). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1057/9780230239517_8
- Dypedahl, M. & Vold, E. T. (2019). Interkulturell kompetanse gjennom engelsk og fremmedspråk - et bidrag til bærekraftdidaktikk. I O. A. Kvamme & E. Sæther (Red.), *Bærekraftdidaktikk* (s. 117-134). Fagbokforlaget.
- Gyllenpalm, J., Wickman, P.-O. & Holmgren, S.-O. (2010). Secondary science teachers' selective traditions and examples of inquiry-oriented approaches. *Nordic Studies in Science Education*, 6, 44-60. <https://doi.org/10.5617/nordina.269>
- Haug, B. S. & Mork, S. M. (2021). *Nøkkelbegreper i utforskende arbeid*. Universitetsforlaget.
- Hiim, H. & Hippe, E. (2015). *Undervisningsplanlegging for yrkesfaglærere* (3. utg.). Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Hole, A., Onstad, T. & Hagen, T. E. (2019). *20 år med fysikkprestasjoner i fritt fall - Analyser fra TIMSS Advanced og andre internasjonale studier*. Cappelen Damm Akademisk/NOASP (Nordic Open Access Scholarly Publishing). <https://doi.org/10.23865/noasp.83>
- Johansen, G. (2018). The School Science Lab: Hybrid Space and the Production of School Science. I K. Otrell-Cass, M. K. Sillasen & A. A. Orlander (Red.), *Cultural, Social, and Political Perspectives in Science Education : A Nordic View* (s. 29-47). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61191-4_5
- Klette, K., Blikstad-Balas, M. & Roe, A. (2017). Linking Instruction and Student Achievement -Research design for a new generation of classroom studies. *Acta Didactica*, 11. <https://doi.org/10.5617/adno.4729>
- Knain, E., Bjønness, B., Klevenberg, B. & Mestad, I. (2011). Vurdering ved bruk av utforskende arbeidsmåter. I E. Knain & S. D. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag* (s. 209-254). Universitetsforlaget.
- Knain, E., Bjønness, B. & Kolstø, S. D. (2011). Rammer og støttestrukturer i utforskende arbeidsmåter. I E. Knain & S. D. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag* (s. 85-126). Universitetsforlaget.
- Knain, E. & Kolstø, S. D. (2011a). Hvordan lykkes med utforskende arbeidsmåter. I E. Knain & S. D. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag* (s. 255-283). Universitetsforlaget.
- Knain, E. & Kolstø, S. D. (2011b). Utforskende arbeidsmåter - en oversikt. I E. Knain & S. D. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag* (s. 13-55). Universitetsforlaget.
- Knoblauch, H. (2012). Introduction to the special issue of Qualitative Research: video-analysis and videography. *Qualitative Research*, 12(3), 251-254. <https://doi.org/10.1177/1468794111436144>
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (Bd. 3). Gyldendal.

- Kvamme, O. A. & Sæther, E. (2019). Bærekraftdidaktikk - spenninger og sammenhenger. I O. A. Kvamme & E. Sæther (Red.), *Bærekraftdidaktikk* (s. 15-42). Fagbokforlaget.
- Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2014). Research on Teaching and Learning of Nature of Science. I N. G. Lederman & S. K. Abell (Red.), *Handbook of Research on Science Education* (1st. utg., Bd. 2, s. 600-620). Routledge. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9780203097267>
- Lederman, N. G., Lederman, J. S. & Antink, A. (2013). Nature of Science and Scientific Inquiry as Contexts for the Learning of Science and Achievement of Scientific Literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 138-147. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED543992.pdf>
- McComas, W. F., Clough, M. P. & Nouri, N. (2020). Nature of Science and Classroom Practice: A Review of the Literature with Implications for Effective NOS Instruction. I W. McComas (Red.), *Nature of Science in Science Instruction: Rationales and Strategies* (s. 67-111). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6_4
- Norum, H., Cosson-Eide, H. & Knežević, M. (2021). Slår tilbake mot MDG-Berg: – Vi har vår faglige integritet i behold. *NRK*. <https://www.nrk.no/norge/rystad-energy -mesteparten-av-norsk-oljekutt-vil-bli-erstattet-1.15630386>
- Osborne, J. (2014). *Scientific Practices and Inquiry in the Science Classroom* (Bd. 2). Routledge.
- Postholm, M. B. & Jacobsen, D. I. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanning* (1. utg.). CAPPELEN DAMM AS.
- Thomas, G. (2011). *How to do your case study*. SAGE Publications Ltd.
- Utdanningsdirektoratet. (2021, 04.10.2021). *Evaluering av fagfornyelsen – hva, hvorfor og hvordan*. Hentet 08.05 fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagfornyelsen/evaluering-av-fagfornyelsen/fagfornyelsen-hva-skal-evalueres/>
- Utdanningsdirektoratet. (i.d.-a). *Kompetansemål og vurdering KL06*. Hentet 15.05 fra <https://www.udir.no/kl06/FYS1-01/Hele/Kompetansemaal/fysikk-1>
- Utdanningsdirektoratet. (i.d.-b). *Kompetansemål og vurdering LK20*. Hentet 03.04 fra <https://www.udir.no/lk20/fys01-02/kompetansemaal-og-vurdering/kv466>
- White, B. & Frederiksen, J. (1998). Inquiry, Modeling, and Metacognition: Making Science Accessible to All Students. *Cognition and Instruction - COGNITION INSTRUCT*, 16, 3-118. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1601_2
- Yin, R. K. (2014). *Case Study Research*. SAGE Publications. <https://books.google.no/books?id=Cdk5DQAAQBAJ>
- Ødegaard, M., Kjærnsli, M., Karlsen, S., Kersting, M., Lunde, M. L. S., Olufsen, M. & Sæleset, J. (2021). Linking Instruction in Science and Student Impact (LISSI) - Tett på naturfag i klasserommet. https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/lissi-laring-naturfag/lissi_kortrapport.pdf

7. Vedlegg

Vedlegg 1 – Intervjuguide

Intervjuguide: Lærer

Intro:

Hei, jeg er masterstudent fra NMBU

Jeg kommer til å ta opp intervjuet og bruke det slik som står i infoskrivet du har skrevet under på. Det er frivillig å delta på intervjuet

Skru på diktafon

Du kan når som helst trekke deg, det gjør du ved å si at du ikke ønsker å være med på intervjuet lenger, eller ta kontakt med Gerd (min veileder).

Spørsmål:

1. Hva legger du i uttrykket «utforskende arbeid»?

2. Hva synes du om å la elvene jobbe utforskende? Synes du det er det vanskelig å gi fra deg kontrollen?

Spørsmål etter undervisningen:

Diskuterer dere bærekraftsmålene ofte? Flere av elevene nevnte de og brukte FN sine sider

En av elevene foreslo å analysere ved hjelp av spyder - Har dere jobbet mye med å lage å bruke modeller?

**Når elevene jobber på gangen – er det de «flinke»/høyt presterende som blir sittende?
Eller er det en god blanding?**

**En av elevene virket spesielt oppgitt over arbeidsmengde og kompleksiteten av oppgaven
- Hvordan unngå håpløshet knyttet til oppgaven? Hvordan kan man eventuelt legge til rette for elever som ikke liker/mestrer slike oppgaver?**

Finnes det noen god måte å unngå bortkastet tid i et slikt prosjekt? Mindre tid vil vel ikke nødvendigvis gjøre så elevene arbeider mer effektivt?

Når føler du at elevene lykkes med å jobbe utforskende? Hva gjør du for å få elevene til arbeide utforskende?

3. Hvordan legger du til rette for utforskning i dine timer knyttet opp mot:

- a. Forberedelser
- b. Gjennomføring og observasjoner
- c. Argumentasjon og diskusjon
- d. Utforming og bruk av modeller
- e. «Nature of science»

Kildekritikk

Bruk av verktøy i timen

- f. Bærekraft

Hvis vi får tid:

Litt utenfor utforskende arbeid – mer fordi jeg er interessert. Har dere diskutert dette med en tydelig oppstart på timene? Inngangsbillett for elevene

Vil du delta i forskningsprosjektet

"Utforskende arbeidsmåter i fysikk"?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvordan lærere kan undervise på en utforskende måte. Forskningsprosjektet søker å se på ulike måter å tilnærme seg utforskende arbeid i fysikk/naturfag. Derfor er det ønskelig å se på hvordan ulike klasser gjennomfører utforskende arbeid. Forskningsprosjektet vil kombinere et eksisterende datamateriale med ny-innsamlet materiale. Denne delen av prosjektet er innsamling av nye data.

Formål

Formålet med prosjektet er å undersøke hvordan lærere kan undervise på en måte som legger til rette for at elever skal kunne jobbe på en utforskende måte. For å oppnå dette ønsker jeg å filme klasserommet der læreren underviser, for så å analysere hva som blir sagt og hvordan elevene jobber i etterkant. Dette vil danne datagrunnlaget for mitt mastergradsprosjekt.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), fakultet for realfag og teknologi er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du er en elev eller lærer på trinn som passer til mitt forskningsprosjekt og jeg ønsker å filme deres klasserom opptil to ganger.

Hva innebærer det for deg å delta?

Som lærer:

Hvis du velger å delta i prosjektet betyr dette at du vil delta i undervisning som filmes, opptil to ganger. Undervisningen vil foregå i ditt vanlige klasserom, så lenge det er mulighet for å sette opp filmkamera på en måte som gjør at vi får se store deler av klasse. Du vil også bli

spurt om å delta i et dybdeintervju, der vi ser på deler av filmen sammen. Dette intervjuet vil ta opptil to skoletimer.

Som elev:

Hvis du velger å delta i prosjektet betyr dette at du vil delta i undervisning som filmes, opptil to ganger. Undervisningen vil foregå i ditt vanlige klasserom, med din vanlige lærer. Hvis du velger å krysse av for å bli intervjuet senere vil du muligens bli kontaktet for videre gruppeintervjuer. Det vil ta under en skoletime med gruppeintervjuet.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg. Det kommer ikke til påvirke ditt forhold til skolen eller lærer. Ønsker du som elev ikke å delta plasserer vi deg utenfor synsvinkelen til kameraet, slik at du fortsatt får deltatt i undervisningen uten å være på film.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Det vil da si at veileder og masterstudent vil ha tilgang på datamaterialet. Navn og kontaktopplysningene dine vil jeg erstatte med en kode som lagres på egen navnlister, adsiklt fra øvrige data.

Som deltaker vil du ikke kunne gjenkjennes i publikasjonen da alle navn og andre opplysninger vil anonymiseres underveis i prosjektet.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er juni 2022. Ved projektslutt, eller senest 16.08.2022, vil opptak av klasserommet slettes.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Norges miljø- og biovitenskapelige universitet – NMBU Fakultet for realfag og teknologi har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Norges miljø- og biovitenskapelige universitet – NMBU Fakultet for realfag og teknologi ved Gerd Johansen på epost: gerd.johansen@nmbu.no
- Vårt personvernombud:
Hanne Pernille Gulbrandsen, tlf: 40 28 15 58, epost: personvernombud@nmbu.no

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost: personverntjenester@nsd.no eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Gerd Johansen

(Forsker/veileder)

Sondre Østbye Roos

(Masterstudent)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet "Utforskende arbeidsmåter i fysikk", og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i filmet klasseroms undervisning
- å delta i gruppeintervju/dybdeintervju basert på filmet undervisning

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vil du delta i forskningsprosjektet

"Utforskende arbeidsmåter i fysikk"?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvordan lærere kan undervise på en utforskende måte. Forskningsprosjektet søker å se på ulike måter å tilnærme seg utforskende arbeid i fysikk/naturfag. Derfor er det ønskelig å se på hvordan ulike klasser gjennomfører utforskende arbeid. Forskningsprosjektet vil kombinere et eksisterende datamateriale med ny-innsamlet materiale. Denne delen av prosjektet tar utgangspunkt i det eksisterende videomateriale innsamlet av *FORSKER*. Med utgangspunkt i disse videofilmene skal det gjøres intervjuer. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Formålet med prosjektet er å undersøke hvordan lærere kan undervise på en måte som legger til rette for at elever skal kunne jobbe på en utforskende måte. Målet er å se hvordan læreren kan legge til rette for utforskende arbeidsmåter.

For å oppnå dette ønsker jeg å bruke eksisterende filmer av klasserommet der læreren underviser i utforskende arbeid. I tillegg ønsker jeg å intervju lærer og elever om deres oppfatning av utforskende arbeid – og ulike faser i utforskende arbeid. Dette vil danne datagrunnlaget for mitt mastergradsprosjekt.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Norges miljø- og biovitenskaplige universitet (NMBU), fakultet for realfag og teknologi er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du er en elev eller lærer på trinn som passer til mitt forskningsprosjekt. Klasserommet deres har vært filmet tidligere og jeg ønsker å bruke dette datasettet til et nytt formål.

Hva innebærer det for deg å delta?

Som lærer:

Hvis du velger å delta i prosjektet betyr dette at de videoopptakene som er gjort brukes i en litt ny sammenheng. Hvis du velger å krysse av for å bli intervjuet senere vil du muligens bli kontaktet for videre dybdeintervjuer. Intervjuet vil ta under to skoletimer.

Som elev:

Hvis du velger å delta i prosjektet betyr dette at de videoopptakene som er gjort brukes i en litt ny sammenheng. Hvis du velger å krysse av for å bli intervjuet senere vil du muligens bli kontaktet for videre gruppeintervjuer. Intervjuet vil ta under en skoletime.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg. Det kommer ikke til påvirke ditt forhold til skolen eller lærer.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Det vil da si at veileder og masterstudent vil ha tilgang på datamaterialet. Navn og kontaktopplysningene dine vil jeg erstatte med en kode som lagres på egen navnlister, adsiklt fra øvrige data.

Som deltaker vil du ikke kunne gjenkjennes i publikasjonen da alle navn og andre opplysninger vil anonymiseres underveis i prosjektet.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er juni 2022. Ved projektslutt, eller senest 16.08.2022, vil opptak av klasserommet slettes.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Norges miljø- og biovitenskapelige universitet – NMBU Fakultet for realfag og teknologi har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Norges miljø- og biovitenskapelige universitet – NMBU Fakultet for realfag og teknologi ved Gerd Johansen på epost: gerd.johansen@nmbu.no
- Vårt personvernombud:
Hanne Pernille Gulbrandsen, tlf: 40 28 15 58, epost: personvernombud@nmbu.no

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Gerd Johansen

(Forsker/veileder)

Sondre Østbye Roos

(Masterstudent)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet "Utforskende arbeidsmåter i fysikk", og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i filmet klasseroms undervisning
- å delta i gruppeintervju/dybdeintervju basert på filmet undervisning

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 4 – Utforskende oppgave klasse A

Tid tilgjengelig

Uke 9 og 10

Vurdering i løpet av uke 11, 5 timer tilgjengelig?

Kompetansemål etter fysikk 1

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- **vurdere ulike påstander og argumenter om energi og klima i samfunnsaktuelle problemsstillinger**
- **utforske hvordan energi kan gå fra en form til en annen, og vurdere energikvalitet og virkningsgrad i slike overganger**
- **forstå begrepet temperatur og forklare hvordan tilført varme til et system fører til temperaturendring i dette systemet**
- **bruke modeller av strålingsbalansen til jorda til å gjøre beregninger, og vurdere hvordan endringer på jordoverflaten og i atmosfæren påvirker denne balansen**

Aktuelle, men i mindre grad:

- **utforske, sammenligne og beskrive stråling fra legemer med ulik temperatur og overflate**
- **beskrive ulike atommodeller og drøfte hvordan observerbare effekter støtter eller utfordrer dem**

Vurderingsform

Om underveisvurdering, utdrag fra læreplan

"Elevene viser og utvikler kompetanse i faget når de bruker fagbegreper, teorier og modeller til å beskrive, forklare og drøfte sammenhenger i og mellom fysiske fenomener. Elevene viser og utvikler også kompetanse når de reflekterer over hvordan fysikken brukes i praktiske situasjoner og i situasjoner i samfunnet."

Individuell prøve (skriftlig/muntlig)

- Bruke Bohrs atommodell til å beregne bølgelengde og frekvens
- Bruke bevaringslover i kjernefysiske reaksjoner
- Beregne frigjort energi fra en kjernefysisk reaksjon
- Bruke sammenheng effekt, energi, tid, regne om fra kWh til Joule, bruke prefiks.
- Beregne virkningsgrad

Innlevering (valgfri form? Film, plakater, podcast, nyhetsinnslag, powerpoint, animasjon)

Tema, alle

- Jordas strålingsbalanse
- Grunnlag for tiltak, Paris-avtalen? Glasgow? FNs bærekraftsmål.
- Hvordan fungerer et kraftverk? Hovedprinsipp, energioverføring, virkningsgrad generelt.

Valgfritt tema, samfunnsaktuell problemstilling

- Eksempel: Hvordan kan Norge dekke sitt energiforbruk uten fossilt brennstoff? (Eller en annen relevant problemstilling). "Hva hvis....?"
 - Status Norge, tall fra SSB. Datasett? Programmering?
 - Havvind/landvind?
 - Kjernekraft?
 - Batterityper (løfte blokker, pumpekraftverk?)
- Liste relevante begrep som bør benyttes
 - Virkningsgrad, energiovergang, varme

Vurderingskriterier

- Høy
 - Fysiske fenomener og sammenhenger: Beskrive og forklare fysiske grunnbegreper og fenomener med et presist faglig språk. Bruke og forklare ulike representasjoner av et fysisk fenomen. Forklare og anvende sammenhenger mellom ulike deler av fysikken. Begrunne bruk av lover i sammensatte situasjoner. Argumentere for løsninger og vise god fysikkforståelse
 - Problemløsning: Løse kompliserte problemstillinger og gjøre antakelser, forenklinger, drøfte konsekvenser og vurdere resultatet. Gjøre beregninger i flere trinn korrekt, og vise stor sikkerhet i utregningene både symbolsk og numerisk. Gjøre vurderinger og usikkerhetsberegninger på en sikker måte på bakgrunn av eksperimentelle data. Foreslå og drøfte matematiske modeller basert på eksperimentelle data og teori.
 - Presentasjon: Presentere løsningene på en tydelig og overbevisende måte. Oppgi svar med riktig enhet og korrekt antall siffer. Presentere løsningen i et korrekt matematisk formspråk. Tegne oversiktlige og forklarende figurer med god symbolbruk.
- Middels (mellom høy og lav....)
- Lav
 - Fysiske fenomener og sammenhenger: Beskrive og gjøre rede for en del fysiske grunnbegreper og fenomener på en enkel måte ved å bruke hverdagslige ord og uttrykk. Gjenkjenne og beskrive enkle fysiske sammenhenger.
 - Problemløsning: Løse enkle problemstillinger når forutsetningene er kjent. Gjøre enkle beregninger.
 - Presentasjon: Presentere på en forenklet måte. Oppgi svar med riktig enhet. Tegne enkle figurer

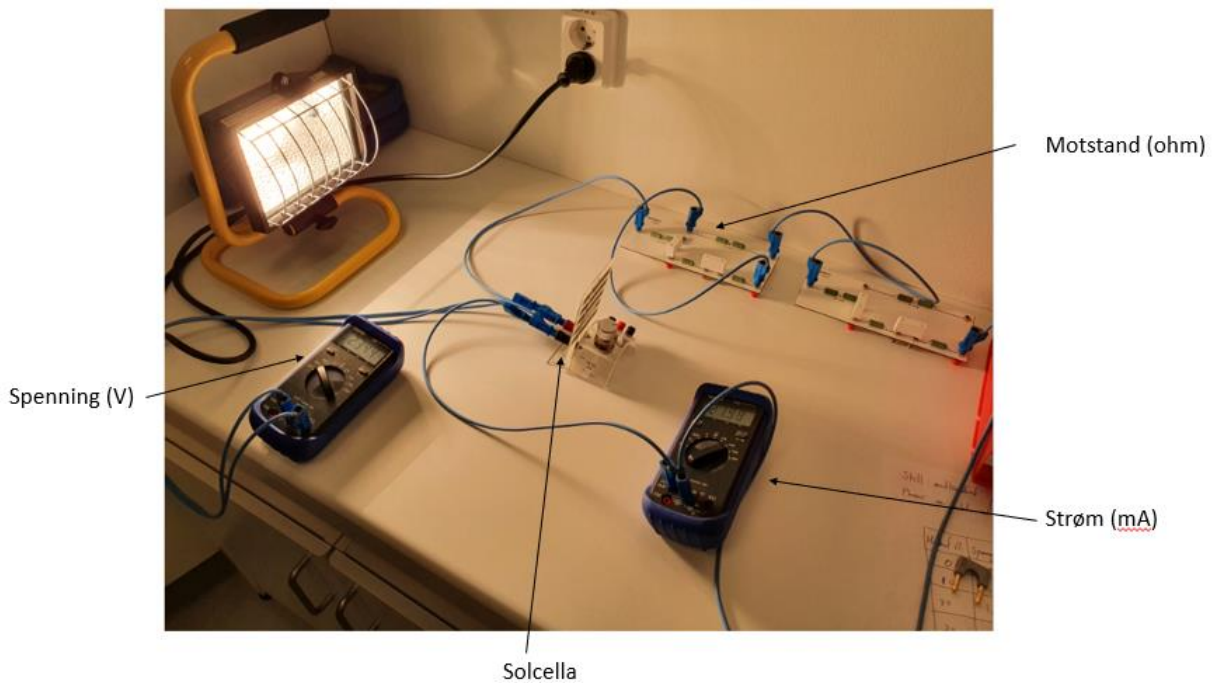
[FNs bærekraftsmål](#)



Tips gode sider, bakgrunn klima:

- [Klimaendringer \(fn.no\)](https://www.klimaeffektiv.no/)
- **Parisavtalen 2015:** [Parisavtalen \(fn.no\)](https://www.klimaeffektiv.no/)
- **Glasgow 2021:**
 - [Dette er viktig å ha med seg fra klimatoppmøtet – NRK Urix – Utenriksnyheter og -dokumentarer](https://www.nrk.no/utenriksnyheter/og-dokumentarer)
- **Norges mål:** [Klimaendringer og norsk klimapolitikk - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no)
- **EU, Green Deal:** [A European Green Deal | European Commission \(europa.eu\)](https://european-council.europa.eu/media/en/press-room/default.aspx?id=14544)
- <https://www.nrk.no/norge/slutt-pa-kraftoverskot-om-fem-ar-1.15857020>
- Ny klimarapport fra FNs klimapanel: <https://www.nrk.no/nyheter/ny-rapport-fra-fns-klimapanel-1.15872439>
- Hvordan påvirker Putins herjinger i Ukraina europeernes oppfatning av kjerneenergi <https://www.nrk.no/vestland/europa-vil-heller-ha-atomkraftverk-enn-russisk-gass-1.15872833>
- Olkiluoto 3 nytt kjerneenergi i Finland <https://www.tvonen.fi/en/index/production/plantunits/ol3.html>

Forsøksbeskrivelse av solcelle:



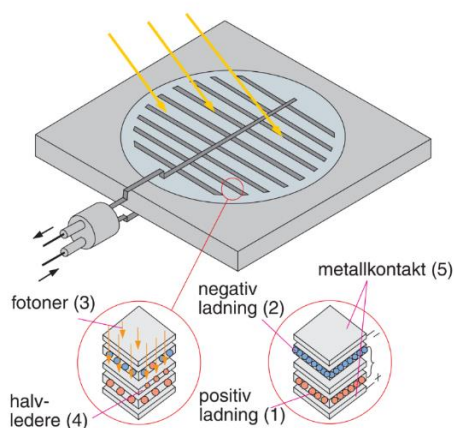
Hensikt:

Finne effekten (P) og virkningsgraden (η) til en solcelle.

Utstysrliste:

Lyskilde (500 W), solcelle, voltmeter, amperemeter, variabel motstand (motstands Brett), pyranometer/solarimeter og ledninger. (Vi bruker multimeterer som kan være både voltmeter og amperemeter, men ikke samtidig)

Teori:



En solcelle består av to silisiumhalvledere mellom to elektroder (metallkontakter). De positive ladningene samles på den ene av halvlederne (1), de negative på den andre (2). Når lys, (fotoner, 3) treffer p–n-overgangen mellom de to halvlederne (4), vil de erstatte elektronene på den positive halvlederen. Det dannes dermed elektrisk strøm. Metallkontaktene (5) forbinder de to ladede områdene. Kilde: SNL (Store Norske Leksikon)

Fremgangsmåte:

Forsøket går ut på å måle sammenhengen mellom strøm og spenning for en solcelle som leverer strøm. Man bør sørge for at lysintensiteten er mest mulig konstant under forsøket; altså la avstanden mellom lampe og solcelle være konstant.

- 1) Plasser solcellen vinkelrett på innstrålingen. Koble kun voltmeteret over solcellen, og mål spenningen (ved denne målingen er strømmen 0 A)
- 2) Koble inn amperemeteret og den variable motstanden (motstandsboardet) slik som vist på bildet over. Varier motstanden mellom 10 ohm til 100 ohm. (Med et koblingsboard må man seriekoble motstandene slik at man får ønsket motstand).
- 3) Mål til slutt strømmen når du kortslutter solcellen, dvs når du fjerner den variable motstanden og kobler amperemeteret direkte til solcellen (Akkurat som i punkt 1, men da må multimeteret være et amperemeter). Da er spenningen lik 0 V.
- 4) Fremstill målingene (inkludert den første og den siste) grafisk med spenningen (U) som x-aksen og strømmen (I) langs y-aksen.
- 5) Bruk grafen til å bestemme den maksimale effekten (P) til solcella. Hvor stor er strømmen og spenningen når effekten er maksimal.
- 6) Gjør nødvendig beregninger for å fastslå solcellens virkningsgrad (η).

Resultater:

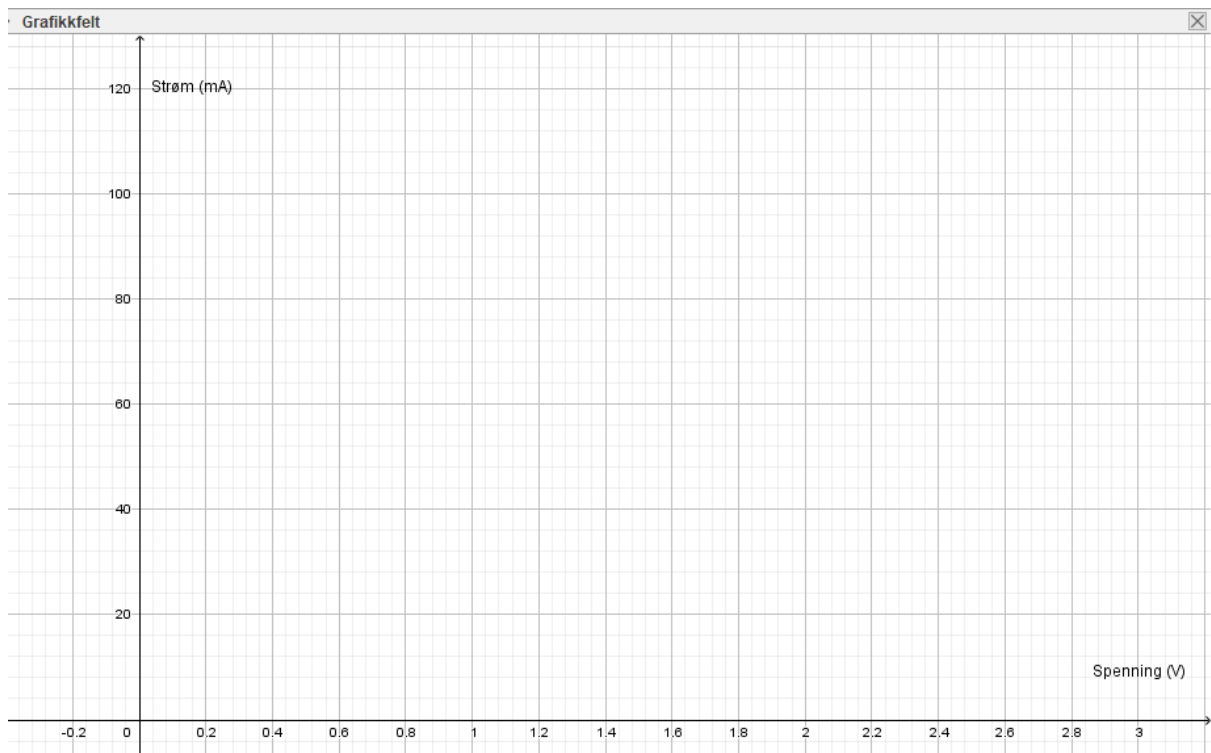
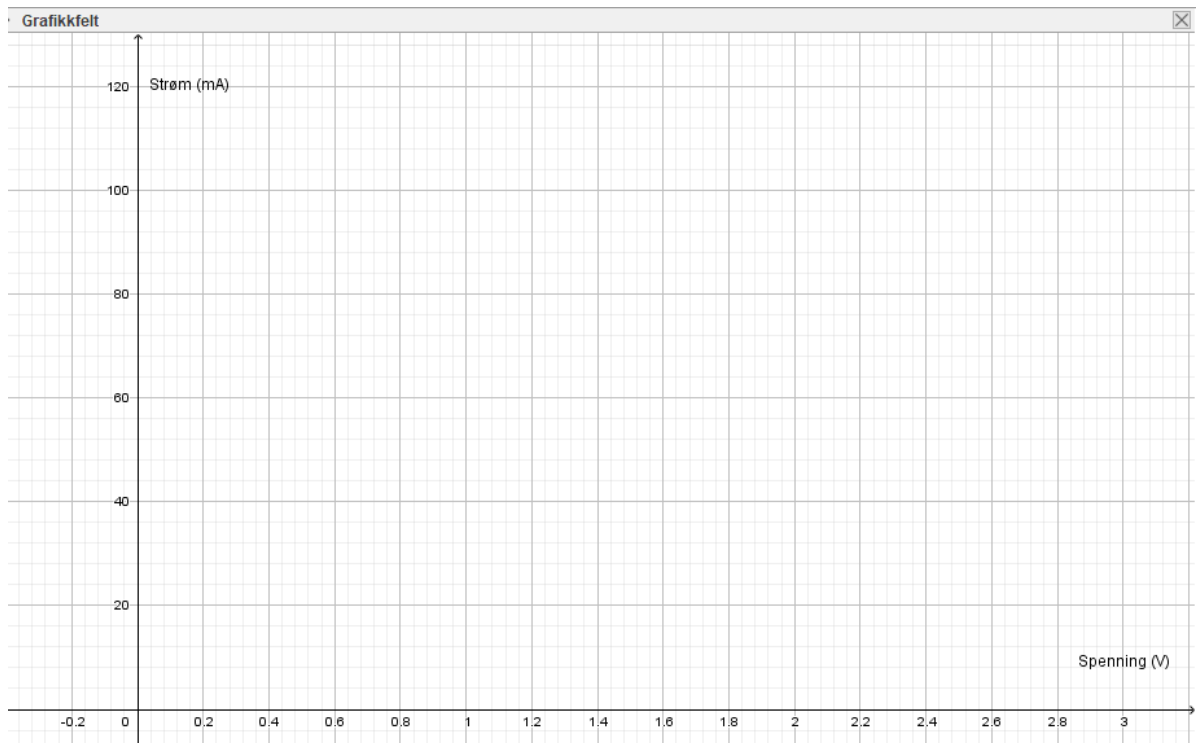
a) Bruk fremgangsmåten over og fyll ut tabellen nedenfor (Punktene 1-6, se over).

Motstand (ohm)	Spenning (V)	Strøm (mA)
0		
10		
20		
30		
40		

50		
60		
70		
80		
90		
100		
Svært stor (Kun voltmeter)		

Diskusjon og feilkilder:

a) Plott målepunktene i grafen nedenfor og lag en glatt kurve gjennom målepunktene.



**b) Bruk den glatte kurven til å finne sånn ca. hvor den maksimale effekten vil være?
Hvilke strøm (mA) og spenning (V) gir altså denne maksimale effekten?**

NB: Husk å gjør om mA til A (altså del på 1000)

Strøm ved maksimal effekt er: $I = \underline{\hspace{2cm}}$ A.

Spenning ved maksimal effekt er: $U = \underline{\hspace{2cm}}$ V.

Maksimal effekt for solcella: $P_{max} = U \cdot I = \underline{\hspace{2cm}}$ W.

c) Til slutt vil jeg at dere skal beregne virkningsgraden (η) til solcella. Da må dere finne ut hva solinnstrålingen/lampe-effekten er på solcella og solcellens areal.

$$P_{\text{lampe på solcelle}} = I_{\text{lampe}} \cdot A_{\text{solcelle}}$$

der;

I_{lampe} er energien pr m^2 ved solcella og måles med et pyranometer/solarimeter (W/m^2).

A_{solcelle} er arealet til solcella (m^2).

Utrekning virkningsgrad:
$$\eta = \frac{\text{nyttig effekt}}{\text{tilført effekt}} = \frac{P_{max}}{P_{\text{lampe på solcelle}}} = \frac{U \cdot I}{I_{\text{lampe}} \cdot A_{\text{solcelle}}}$$

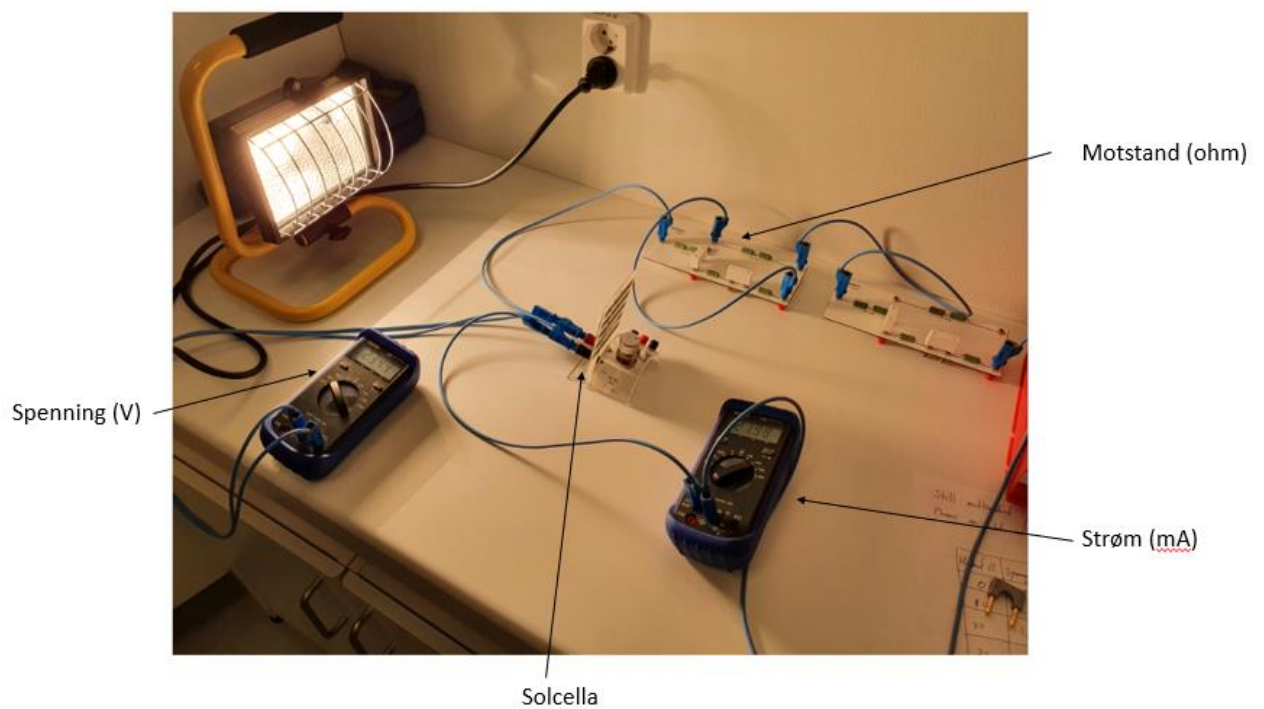
Altså; virkningsgraden til solcella er ca. $\underline{\hspace{2cm}}$

Hva er den teoretiske virkningsgraden til ei solcelle?

Hvorfor er den teoretiske virkningsgraden det den er?

Konklusjon:

**Lab-forsøk til *forsker*: Avdekke solcellens effekt og virkningsgrad
(Eksempel)**



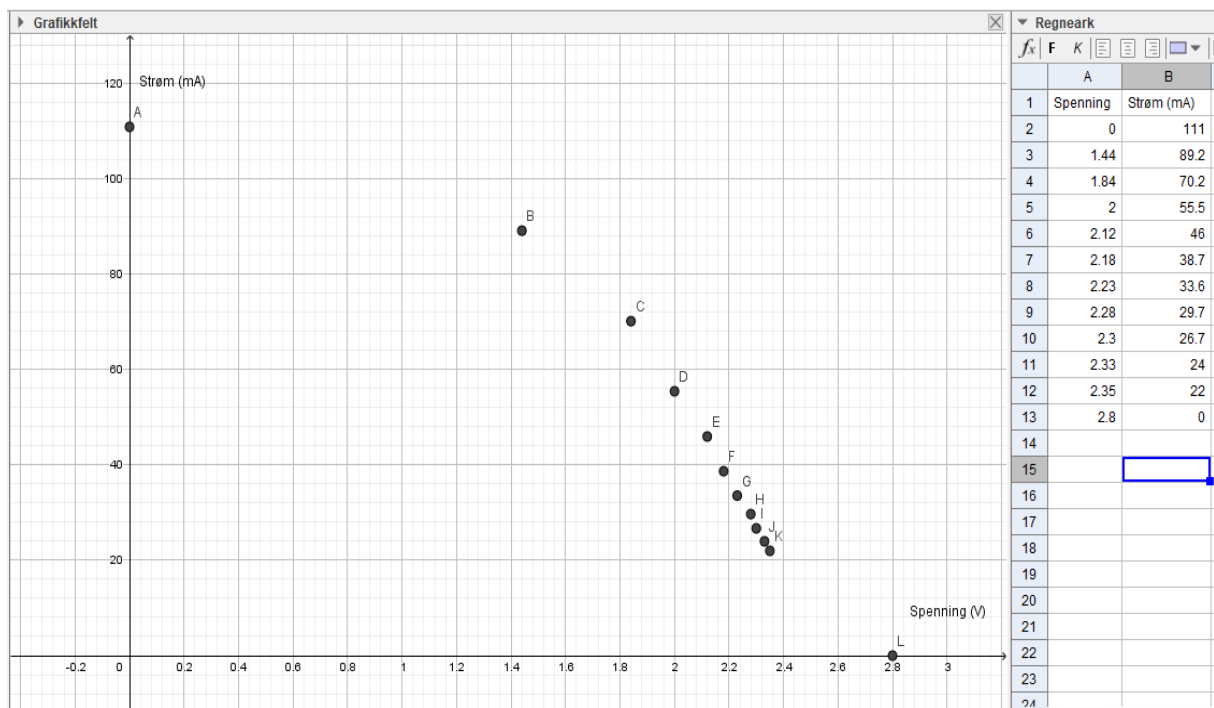
Mine resultater:

Motstand (ohm)	Spenning (V)	Strøm (mA)
0	0	111
10	1,44	89,2
20	1,84	70,2
30	2,0	55,5

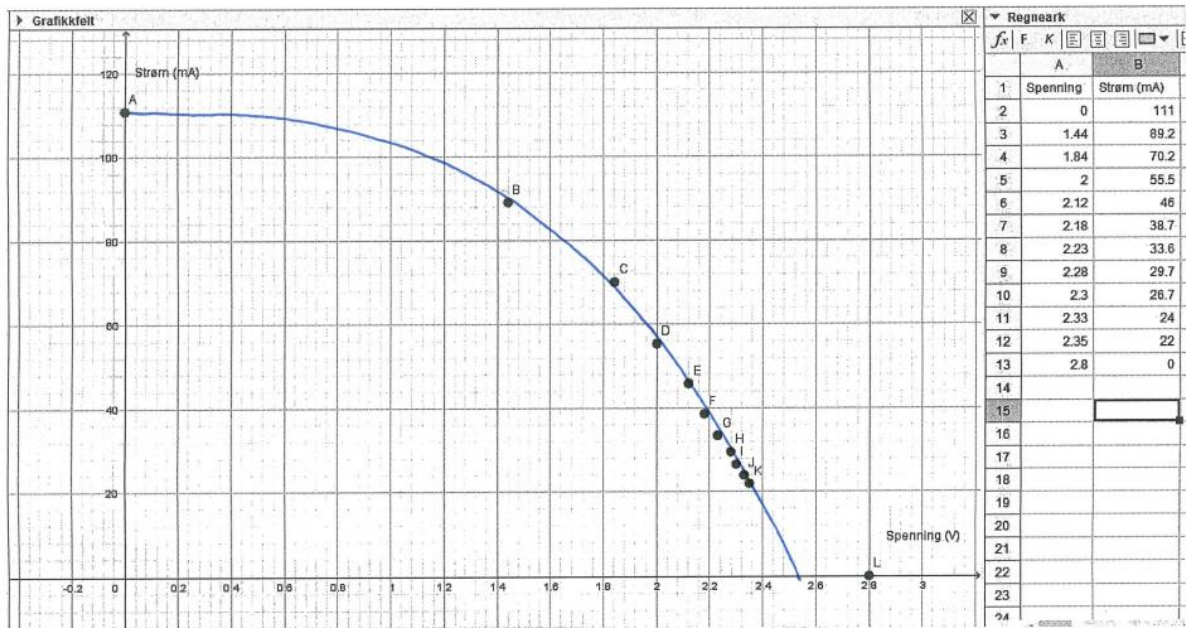
40	2,12	46
50	2,18	38,7
60	2,23	33,6
70	2,28	29,7
80	2,3	26,7
90	2,33	24
100	2,35	22
Svært stor (Kun voltmeter)	2,8	0

Dette betyr at jeg må plotte resultatene mine i en graf for å finne maksimal effekt 😊

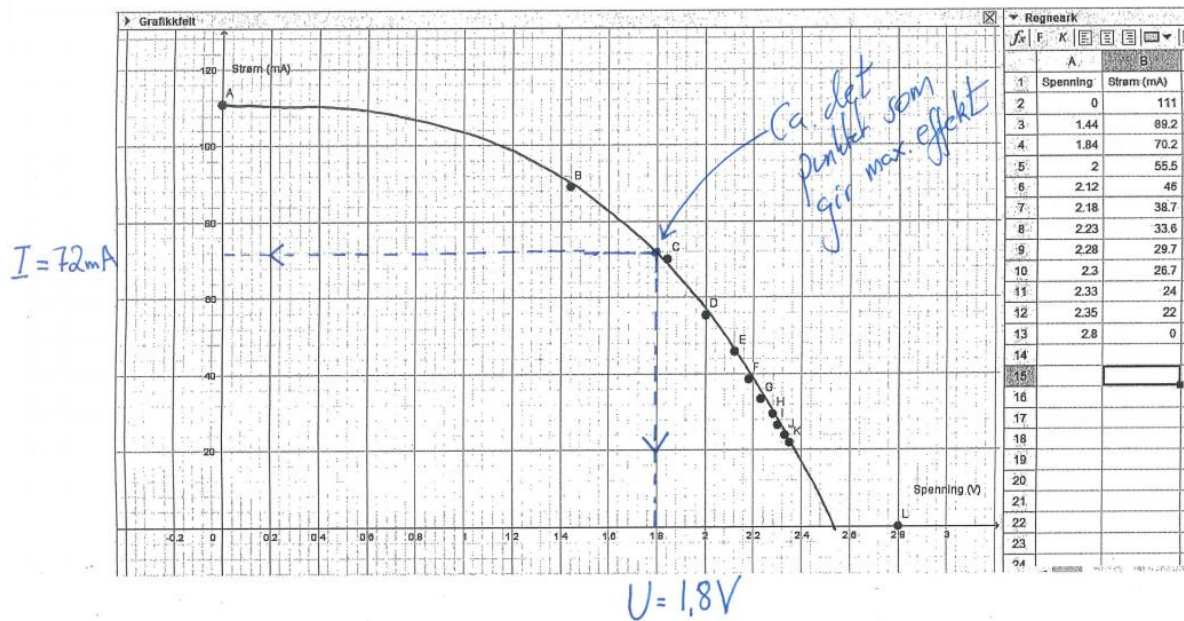
Plott 1



Plott 2 (Jeg tegner en glatt kurve gjennom punktene. Er det noe usikkerhet her?????????)



Plott 3 (Hvis jeg regner på effekten for hvert målepunkt, så vil min maksimale effekt oppstå ca. ved punkt C. Hvordan kan jeg regne ut dette?)



Den maksimale effekten inntreffer, ifølge overnevnt teori, der kurven begynner å «stupe».

Altså vil den maksimale effekten til solcellen være omkring punktet C og da er spenningen 1,8 V og strømmen er 72 mA (altså 0,072 A). Den maksimale effekten til solcella er altså:

$$\underline{P = U * I = 1,8 V * 0,072 A \approx 0,13 W}$$

For å finne effekten fra lampa der solcella stod, så må vi bruke et pyranometer eller et solarimeter til å måle lysintensiteten (lysinnstrålingen). Dette apparatet gir effekten pr areal, så derfor må vi måle og beregne arealet til selve solcellen slik at vi beregner riktig effekt som solcella mottar fra lampa.

Solcella som jeg brukte, er ca. 5 cm brei og 10 cm høy. Dette gir følgende areal:

$$A = 0,05 \text{ m} * 0,1 \text{ m} = 0,005 \text{ m}^2.$$

Lysintensiteten ved solcella målte/beregnet jeg til å være ca. 160 W/m²

Dette betyr at effekten som solcella mottar er: $P_{\text{solcelle}} = 160 \text{ W/m}^2 * 0,005 \text{ m}^2 = 0,8 \text{ W}$

$$\eta = \frac{\text{nyttig effekt}}{\text{tilført effekt}} = \frac{0,13 \text{ W}}{0,8 \text{ W}} = 0,1625 \approx 16 \%$$

Altså; virkningsgraden til den solcella er ca. 16 % **(Hva sier litteraturen?)**

Hvorfor er den teoretiske virkningsgraden det den er?

Ekstra oppgaver til økt 2

Oppgave 1 (Solfanger)

Matematisk teori angående tank-energien og virkningsgraden til en solfanger

Når vi behandler energimengder til solfangere så er symbolet for energi følgende:

Q = Energimengde.

Forandringen (Δ) av energimengden i et varme-lager (varmtvannsprederen) er gitt som:

$$\Delta Q_{\text{varmelager}} = c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot m \cdot (T_{\text{slutt}} - T_{\text{start}})$$

hvor;

c er vannets spesifikke varmekapasitet (for vann er $c = 4180 \text{ J/kgK}$).

m er massen til det aktuelle stoffet (greit da å vite vannmengden eller volumet).

T_{start} er tankens starttemperatur og **T_{slutt}** er tankens slutt-temperatur (måles egentlig i kelvin K)

Virkningsgraden (η ; uttales ny) for et system er gitt som følger:

$$\eta = \frac{\Delta Q_{\text{varmelager}}}{Q_{\text{ind}}}$$

$$\eta = \frac{c \cdot m \cdot (T_{\text{slutt}} - T_{\text{start}})}{I_{\text{sol}} \cdot A \cdot t}$$

hvor;

Q_{ind} er energimengden levert fra sola i måleperioden.

I_{sol} er innstrålingen fra sola (W/m^2)

OBS: I lab-eksemplet senere brukes symbolet Φ for solinnstrålingen.

A er arealet til solfangeren (m^2)

t er tiden vi måler fra **T_{start}** til **T_{slutt}** (s)

Eksempel fra datoen 30/6 - 2004:

Fra hovedoppgaven til *FORSKER* har vi følgende opplysninger fra en målseriene hans som foregikk fra klokken 13.38 til 17.18, altså 3 timer og 40 minutter:

c (vannets varmekapasitet): 4180 J/kgK

A: solfangerens areal er 3,64 m².

m: vannmengden i tanken er 80,5 liter vann.

$I_{sol} = 555 \text{ W/m}^2$.

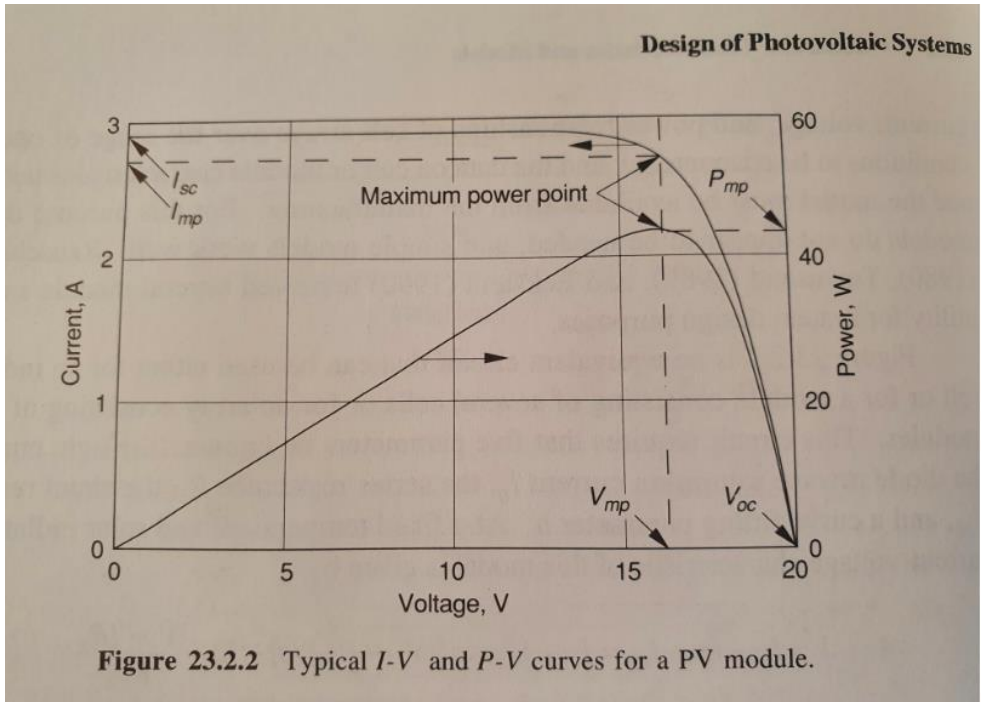
$T_{start} = 23,6 \text{ }^\circ\text{C}$.

$T_{slutt} = 47,1 \text{ }^\circ\text{C}$.

t = 3 timer og 40 min.

Oppgave: Bruk teorien øverst og nøkkeltallene fra forsøket til *FORSKER* fra hans hovedoppgave til å beregne virkningsgraden (η) for hans solfanger-anlegg den 30/6 – 2004.

Oppgave 2 (Solceller)

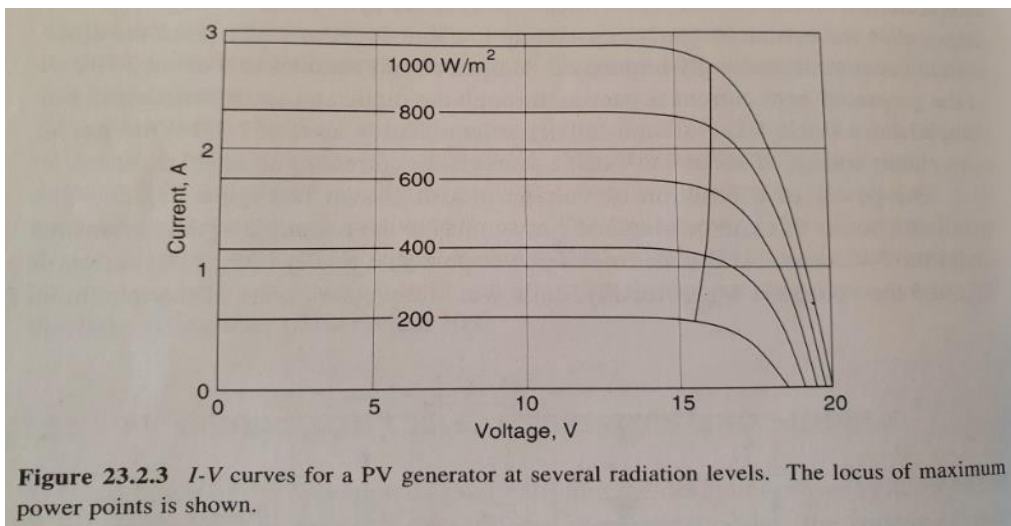


Figuren over (23.2.2) viser strøm-spennings karakteristikken og effekten (P) til en solcelle.

Hva er den maksimale effekten for denne solcella?

Hvilken strøm (I) og spenning (U) gir denne maksimale effekten?

Oppgave 3 (Solcelle)

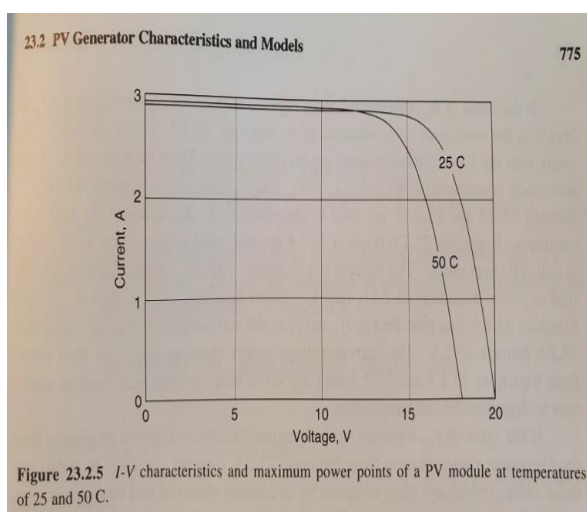
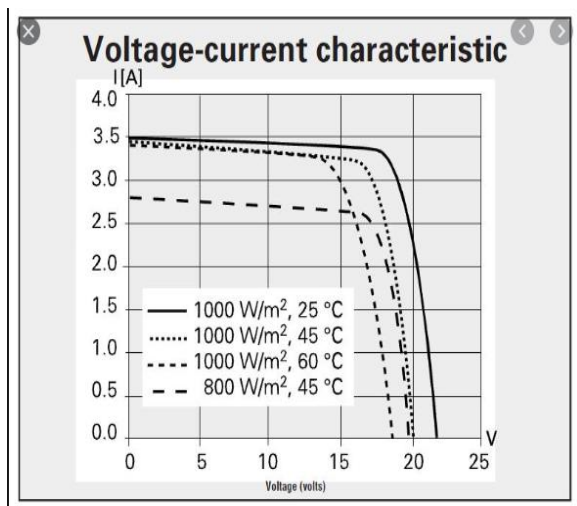


På figuren over (23.2.3) ser man en solcelle som blir bestrålt av ulike solinnstrålinger, altså ulike dager med forskjellig solinnstråling.

- a) Hva kan det skyldes at en solcelle har ulik energi-innstråling fra sola?

- b) Hvordan påvirkes effekten (P) til en solcelle av å bli bestrålt med ulik energi-innstråling?

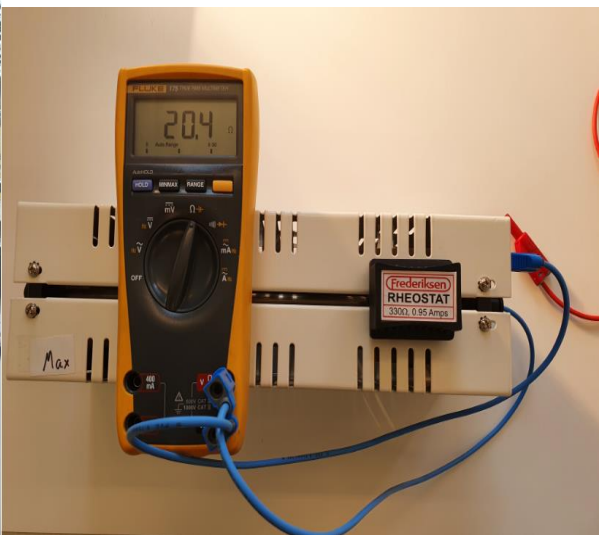
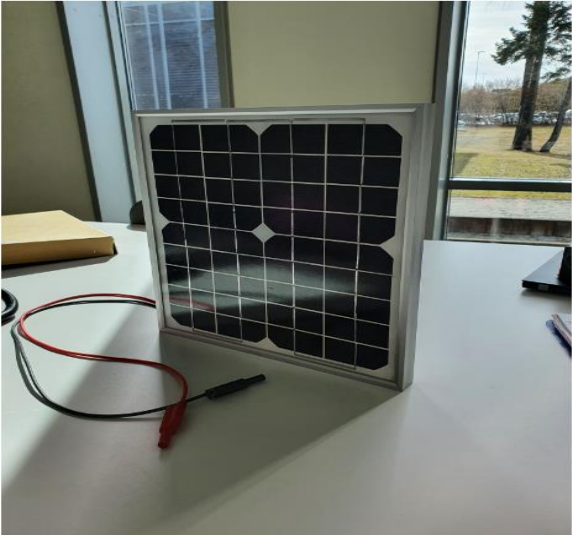
Oppgave 4 (Solcelle)

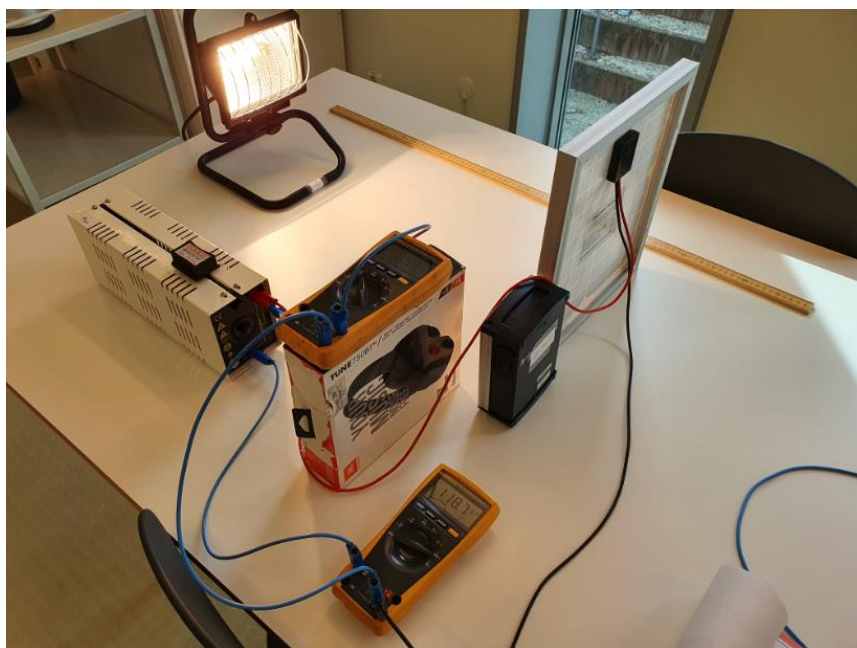
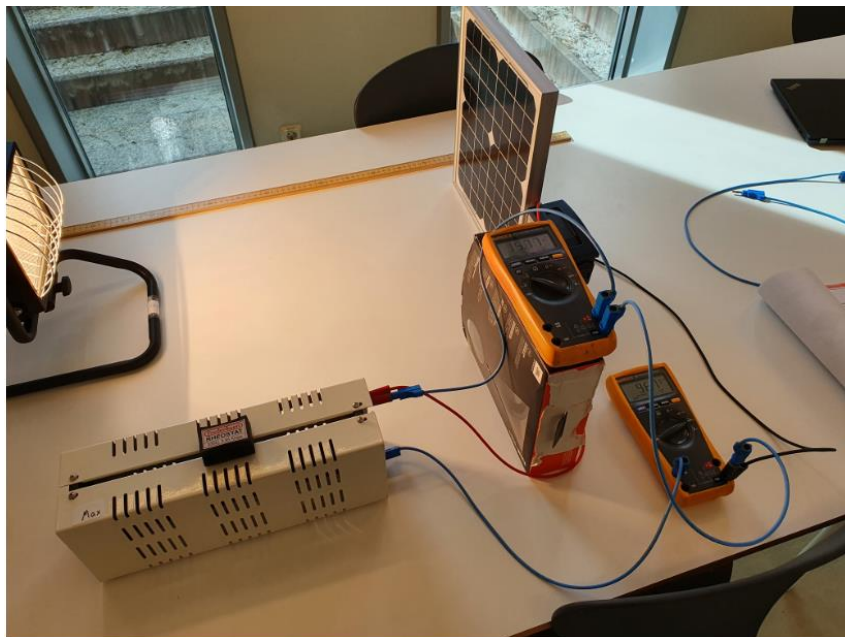


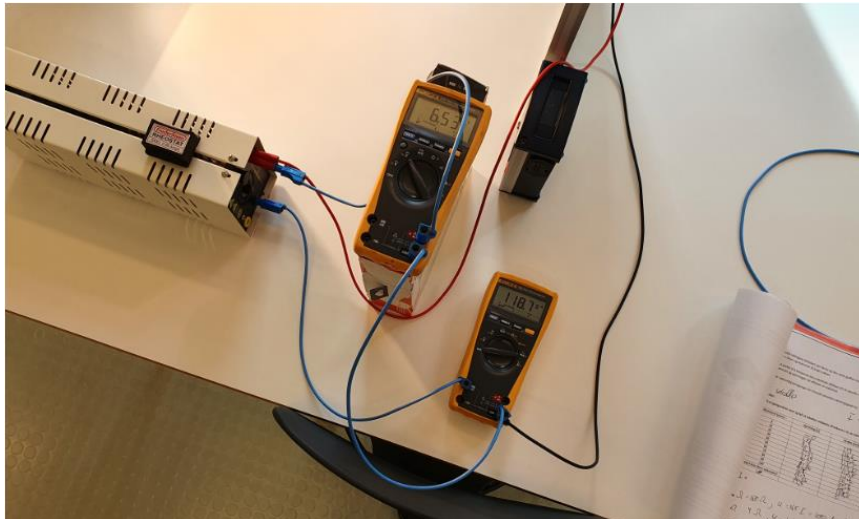
På disse figurene blir en solcelle bestrålt av ulike innstrålinger (ulike energi-mengder) fra sola og man har målt temperaturen inne i solcella samtidig.

- Hva er det som kan skje med temperaturen i en solcelle når innstrålingen øker?
- Hva er det som skjer med effekten til en solcelle når temperaturen til solcella øker?
- Foreslå mulige løsninger for å unngå temperatur-økninger.

Forsøksbeskrivelse av solcelle:







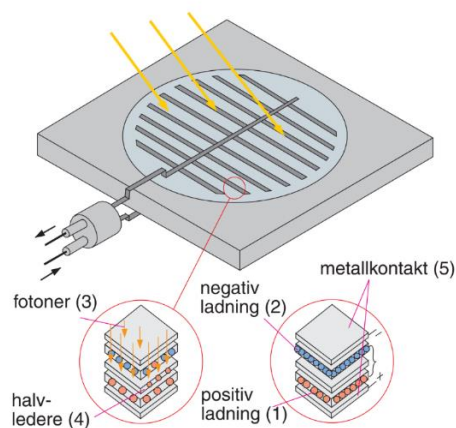
Hensikt:

Finne effekten (P) og virkningsgraden (η) til en solcelle.

Utstysrliste:

Lyskilde (500 W), solcelle, voltmeter, amperemeter, variabel motstand (motstands Brett), pyranometer/solarimeter og ledninger. (Vi bruker multimeter som kan være både voltmeter og amperemeter, men ikke samtidig)

Teori:



En solcelle består av to silisiumhalvledere mellom to elektroder (metallkontakter). De positive ladningene samles på den ene av halvlederne (1), de negative på den andre (2). Når lys, (fotoner, 3) treffer p–n-overgangen mellom de to halvlederne (4), vil de erstatte elektronene på den positive halvlederen. Det dannes dermed elektrisk strøm. Metallkontaktene (5) forbinder de to ladede områdene. Kilde: SNL (Store Norske Leksikon)

Fremgangsmåte:

Forsøket går ut på å måle sammenhengen mellom strøm og spenning for en solcelle som leverer strøm. Man bør sørge for at lysintensiteten er mest mulig konstant under forsøket; altså la avstanden mellom lampe og solcelle være konstant.

- 1) Plasser solcellen vinkelrett på innstrålingen. Koble kun voltmeteret over solcellen, og mål spenningen (ved denne målingen er strømmen 0 A)
- 2) Koble inn amperemeteret og den variable motstanden (motstands Brettet) slik som vist på bildet over. Varier motstanden mellom 0 ohm til 250 ohm. (Bruk den variable motstanden som må stilles/måles separat for hver motstandsinnstilling).
- 3) Mål til slutt strømmen når du kortslutter solcellen, dvs når du fjerner den variable motstanden og kobler amperemeteret direkte til solcellen (Akkurat som i punkt 1, men da må multimeteret være et amperemeter). Da er spenningen lik 0 V.
- 4) Fremstill målingene (inkludert den første og den siste) grafisk med spenningen (U) som x-aksen og strømmen (I) langs y-aksen.
- 5) Bruk grafen til å bestemme den maksimale effekten (P) til solcella. Hvor stor er strømmen og spenningen når effekten er maksimal.
- 6) Gjør nødvendig beregninger for å fastslå solcellens virkningsgrad (η).

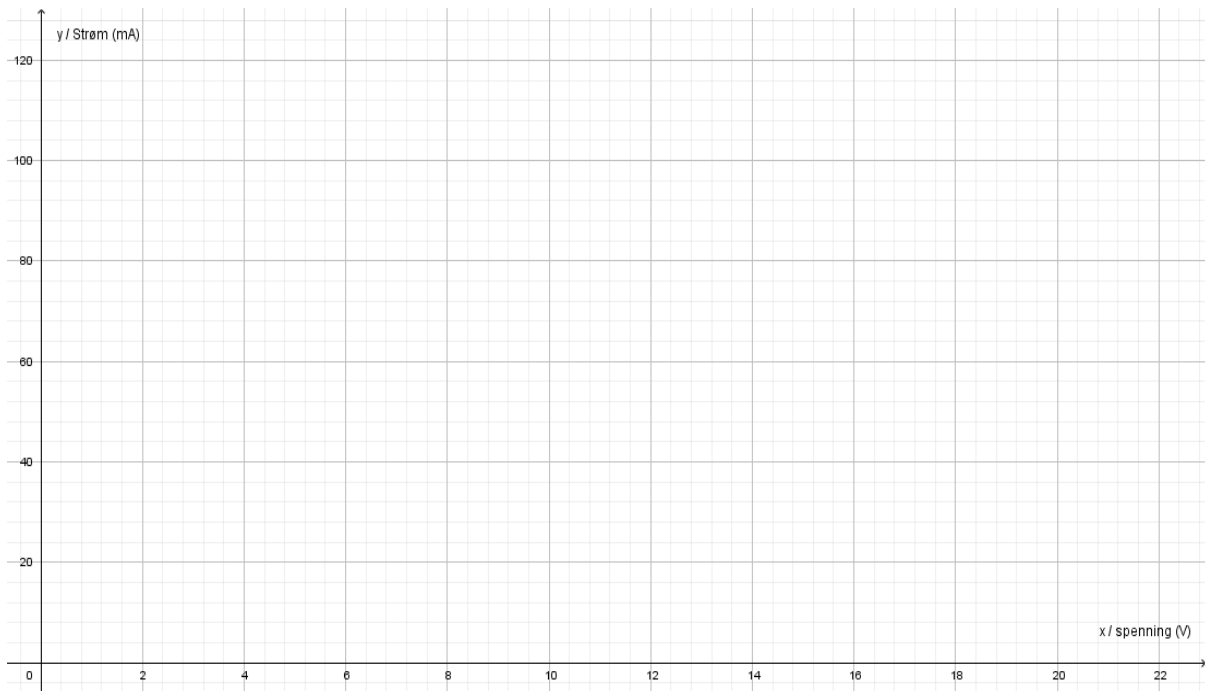
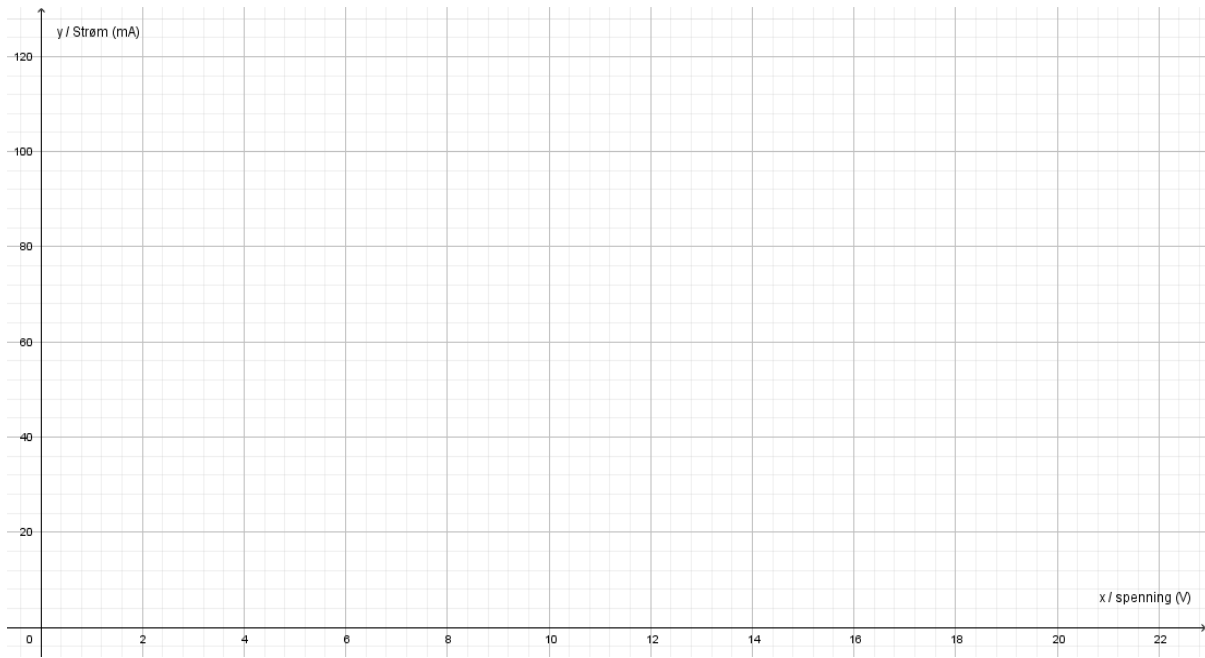
Resultater:

a) Bruk fremgangsmåten over og fyll ut tabellen nedenfor (Punktene 1-6, se over).

Motstand (ohm)	U = Spenning (V)	I = Strøm (mA)	P = Effekt (mW) = U·I
0			
10			
20			
	-	-	-
40			
	-	-	-
60			
	-	-	-
80			
	-	-	-
100			
125			
150			
200			
250			
Svært stor (Kun voltmeter)			

Diskusjon og feilkilder:

a) Plott målepunktene i grafen nedenfor og lag en glatt kurve gjennom målepunktene.



**b) Bruk den glatte kurven til å finne sånn ca. hvor den maksimale effekten vil være?
Hvilke strøm (mA) og spenning (V) gir altså denne maksimale effekten?**

NB: Husk å gjør om mA til A (altså del på 1000)

Strøm ved maksimal effekt er: $I = \underline{\hspace{2cm}}$ A.

Spenning ved maksimal effekt er: $U = \underline{\hspace{2cm}}$ V.

Maksimal effekt for solcella: $P_{max} = U \cdot I = \underline{\hspace{2cm}}$ W.

c) Til slutt vil jeg at dere skal beregne virkningsgraden (η) til solcella. Da må dere finne ut hva solinnstrålingen/lampe-effekten er på solcella og solcellens areal.

$$P_{\text{lampe på solcelle}} = I_{\text{lampe}} \cdot A_{\text{solcelle}}$$

der;

I_{lampe} er energien pr m^2 ved solcella og måles med et pyranometer/solarimeter (W/m^2).

A_{solcelle} er arealet til solcella (m^2).

Utrekning virkningsgrad:
$$\eta = \frac{\text{nyttig effekt}}{\text{tilført effekt}} = \frac{P_{max}}{P_{\text{lampe på solcelle}}} = \frac{U \cdot I}{I_{\text{lampe}} \cdot A_{\text{solcelle}}}$$

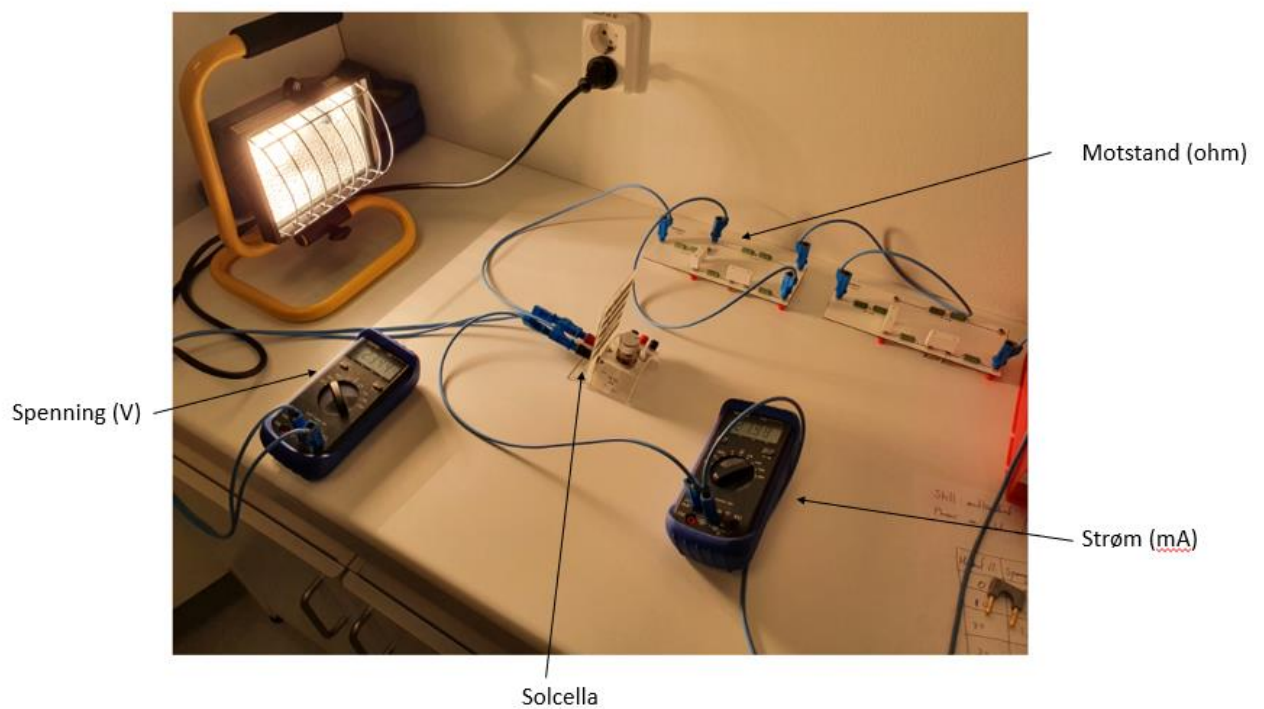
Altså; virkningsgraden til solcella er ca. $\underline{\hspace{2cm}}$

Hva er den teoretiske virkningsgraden til ei solcelle?

Hvorfor er den teoretiske virkningsgraden det den er?

Konklusjon:

**Lab-forsøk til *Forsker*: Avdekke solcellens effekt og virkningsgrad
(Eksempel med liten solcelle)**



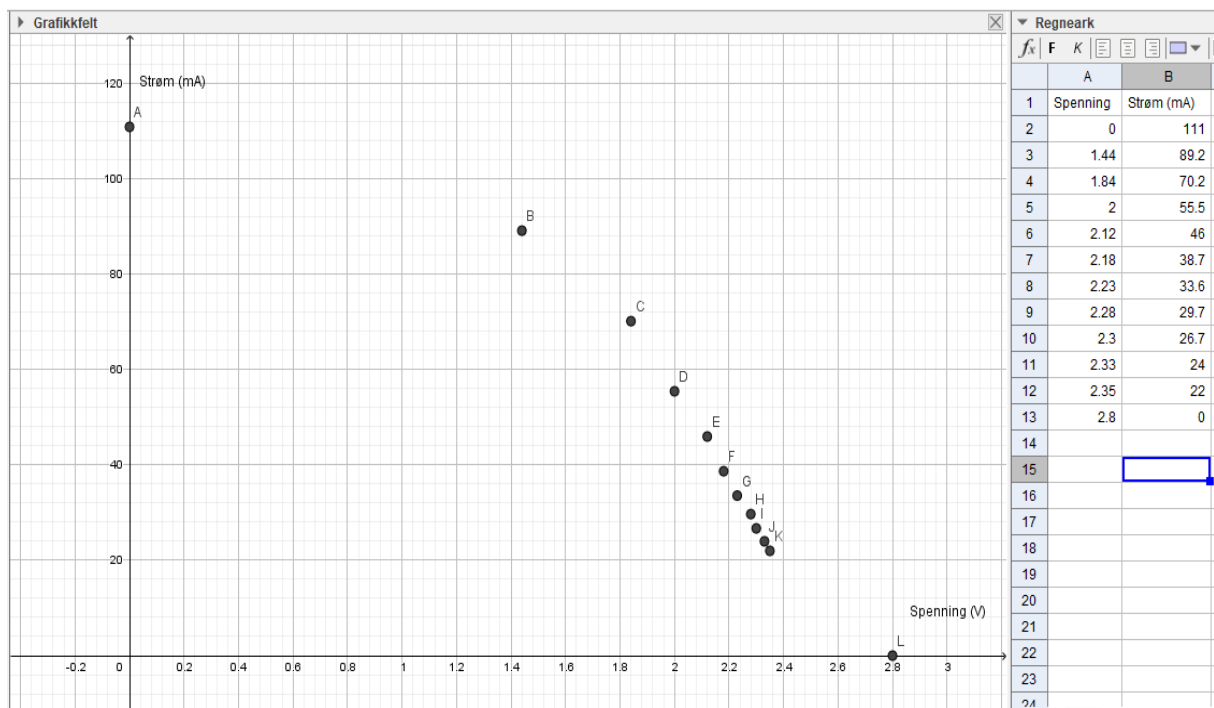
Mine resultater:

Motstand (ohm)	Spenning (V)	Strøm (mA)
0	0	111
10	1,44	89,2
20	1,84	70,2
30	2,0	55,5

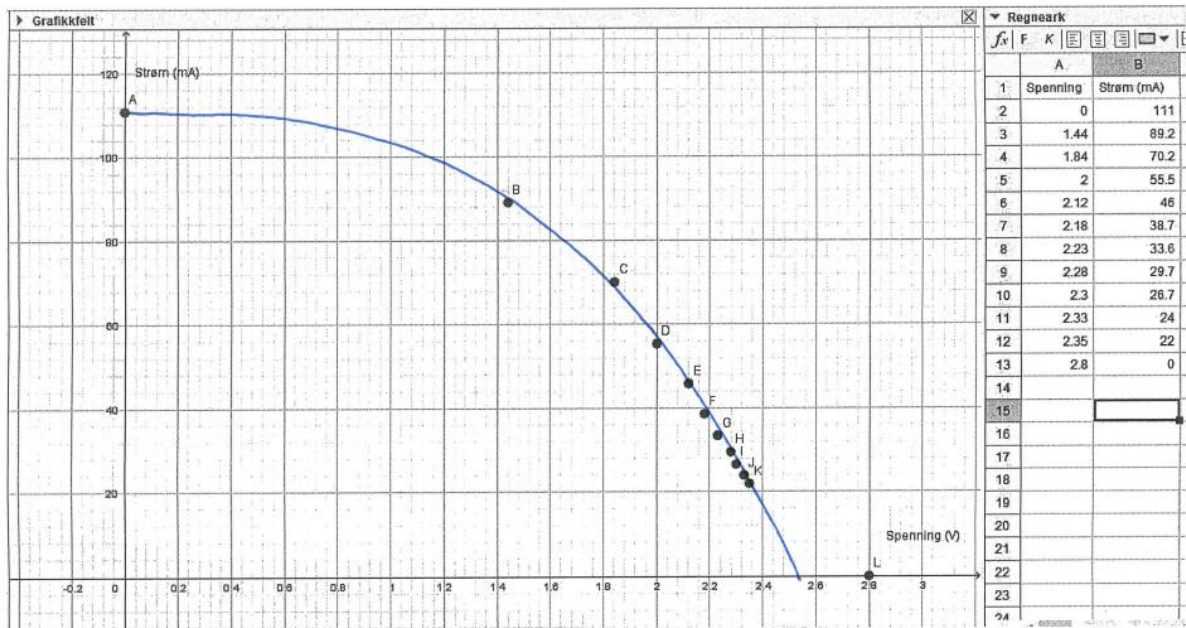
40	2,12	46
50	2,18	38,7
60	2,23	33,6
70	2,28	29,7
80	2,3	26,7
90	2,33	24
100	2,35	22
Svært stor (Kun voltmeter)	2,8	0

Dette betyr at jeg må plote resultatene mine i en graf for å finne maksimal effekt 😊

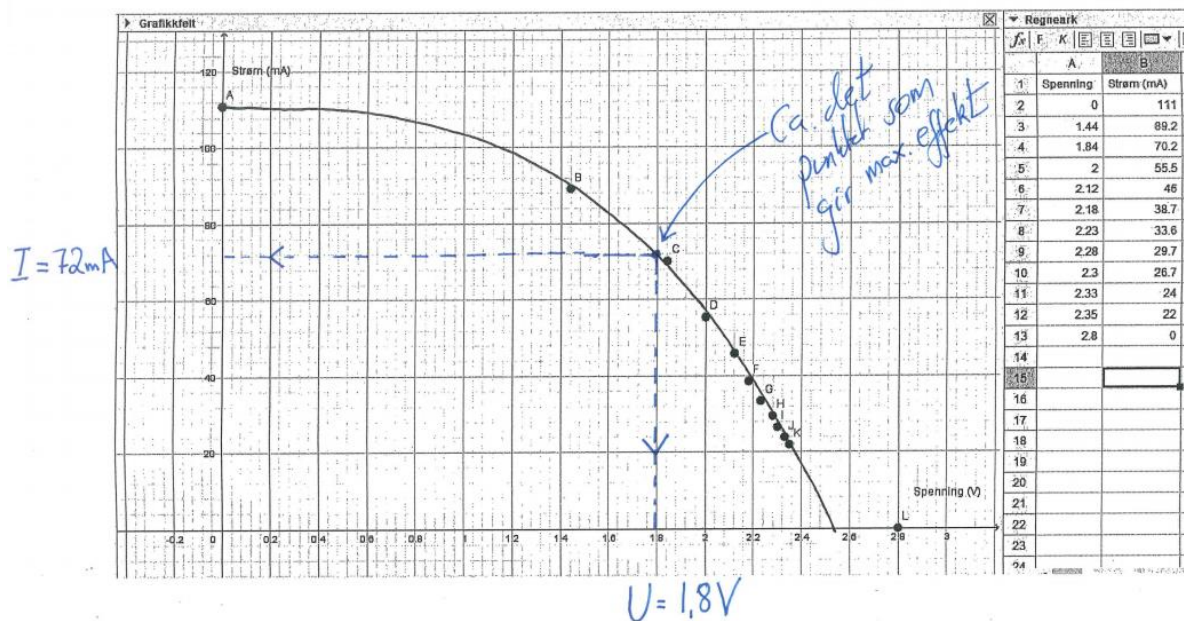
Plott 1



Plott 2 (Jeg tegner en glatt kurve gjennom punktene. Er det noe usikkerhet her?????????)



Plott 3 (Hvis jeg regner på effekten for hvert målepunkt, så vil min maksimale effekt oppstå ca. ved punkt C. Hvordan kan jeg regne ut dette?)



Den maksimale effekten inntreffer, ifølge overnevnt teori, der kurven begynner å «stupe».

Altså vil den maksimale effekten til solcellen være omkring punktet C og da er spenningen 1,8 V og strømmen er 72 mA (altså 0,072 A). Den maksimale effekten til solcella er altså:

$$\underline{P = U * I = 1,8 V * 0,072 A \approx 0,13 W}$$

For å finne effekten fra lampa der solcella stod, så må vi bruke et pyranometer eller et solarimeter til å måle lysintensiteten (lysinnstrålingen). Dette apparatet gir effekten pr areal, så derfor må vi måle og beregne arealet til selve solcellen slik at vi beregner riktig effekt som solcella mottar fra lampa.

Solcella som jeg brukte, er ca. 5 cm brei og 10 cm høy. Dette gir følgende areal:

$$A = 0,05 \text{ m} * 0,1 \text{ m} = 0,005 \text{ m}^2.$$

Lysintensiteten ved solcella målte/beregnet jeg til å være ca. 160 W/m²

Dette betyr at effekten som solcella mottar er: $P_{\text{solcelle}} = 160 \text{ W/m}^2 * 0,005 \text{ m}^2 = 0,8 \text{ W}$

$$\eta = \frac{\text{nyttig effekt}}{\text{tilført effekt}} = \frac{0,13 \text{ W}}{0,8 \text{ W}} = 0,1625 \approx 16 \%$$

Altså; virkningsgraden til den solcella er ca. 16 % **(Hva sier litteraturen?)**

Hvorfor er den teoretiske virkningsgraden det den er?

Elev-Prosjekt:

Hvilke muligheter finnes det i bruk av fornybar Sol-Energi-Teknologi (SET) ved *Skole B*?

Bilde fjernet av personverns hensyn

Oppdraget fra Viken fylkeskommune:

What kind of opportunities do renewable solar-energy-sources offer our local school regarding energy-efficiency and sustainability, and what are the positive/negative aspects of these alternative energy-sources? What can we/the students do, at our local Upper secondary school, to promote and enhance the energy efficiency in the school buildings regarding the use of solar technology?

Hva er det *forskeren* vil at elevene skal gjøre?

Jeg ønsker at elevene selv i grupper skal komme med forslag til hvordan *Skole B* kan implementere/iverksette løsninger som får ned det årlige elektrisitetsforbruket ved skolen. Jeg ser for meg at elevene skal bruke sol-energi til dette formålet. Solcelle-teknologi skal potensielt forsyne skolen med noe av elektrisitetsbehovet (som brukes på lys, ventilasjon og oppvarming). Siden *Skole B* er en idrettsskole med mange elever som trener og dusjer, så er behovet for oppvarming av varmtvann særlig viktig/stort og kilde til mye forbruk av elektrisitet.

Viktig spørsmål: Vil elev-designet bidra til å gjøre *SKOLE B* til en «GRØNNERE» skole.

Begrunn hvorfor/hvorfor ikke!!!!!!!!!!

Hva er formålet med prosjektet:

Hvordan kan elev-gruppene konstruere bruk av fornybar-sol-teknologi på *Skole B*. for å få ned energiforbruket (elektrisitetsforbruket). Jeg vil at elevene skal designe/konstruere fornuftige/forsvarlige stor-skala-anlegg som inneholder solcelle-teknologi og solfanger-teknologi. Jeg vil at elevene skal underveis i prosjektet drøfte og diskutere fordeler og ulemper med sine design, spesielt med tanke på økonomi og miljømessige aspekter, og elev-gruppene må begrunne sine valg av skala på anleggene med energi-beregninger som de har blitt introdusert for underveis i prosjektet mens de eksperimenterte med små-skala systemer for solceller og solfangere i fagdagen uka før.

Elev-gruppene må bli introdusert for en del relevante nøkkelopplysninger angående *SKOLE B* sitt energi-forbruk.

Bilder fjernet av personvern hensyn

Elektrisitetsforbruket ved *Skole B* ÅRENE 2018 og 2019

Elektrisitets-forbruket ved skolen er følgende:

(Med forbehold: disse tallene inneholder også strømmen gitt til varmepumpa)

2017: 1,60 millioner kWh/år

2019: 1,63 millioner kWh/år

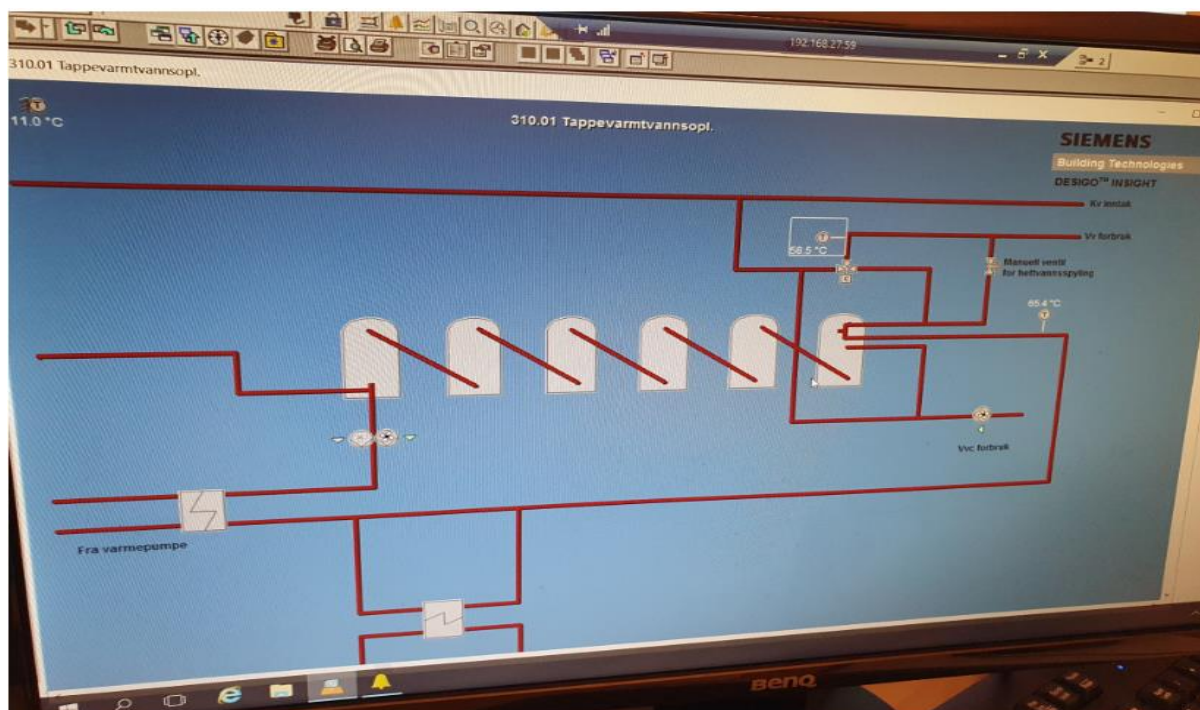
OPPGAVE 1:

A) Basert på energiforbruket de senere årene; diskuter/drøft dere frem til et fornuftig forslag til energiforbruk for skoleåret 2020/2021.

B) Diskuter hvorfor det er viktig å vite energiforbruket (strømforbruket) i forbindelse med prosjektet!

SKOLE B er allerede ganske «grønn». Årsaken til dette er at skolen er installert med et stor-skala varmepumpe-system. (Skisse av varmepumpe-system gitt av *vaktmester* på teknisk avdeling)

Bilde fjernet av personverns hensyn



Teknisk avdeling mener at varmepumpa har en virkningsgrad $\eta = 2,9$ gjennom en års-måling (jan-des)

Altså for hver 1 kWh inn i (høyverdig) elektrisitet, så får man 2,9 kWh ut i form av lavverdig varme-energi.

OPPGAVE 2:

Hva tenker elev-gruppen om virkningsgraden til varmepumpa? BIDRAR varmepumpa til å gjøre ***SKOLE B*** grønnere/mere bærekraftig i forhold til energiforbruk? Hvorfor/hvorfor ikke?

Varmepumpe-opplysninger:

Varmepumpa bruker strøm for å «gå», og den energimengden (elektrisiteten) bør vel fortsatt brukes for å drifte pumpe. Dette betyr at man må beregne strømforbruket til pumpe.

Nøkkeltall-nøkkelinformasjon (fra *vaktmester* på teknisk avdeling):

$I = 153 \text{ A}$, $U = 400 \text{ Volt}$, dette er et tre-fases system, så må gange med $\sqrt{3}$ når effekt beregnes.

Altså beregning av effekt:

$$P = U * I * \sqrt{3}$$

(dette betyr mere energi enn ved 2 fase fra fysikken, da er multiplikasjonsfaktoren 1).

ALTSÅ:

- 1) BEREGN effekten P som pumpe krever for å «gå»
- 2) BEREGN mengden energi (elektrisiteten) varmpumpe bruker i løpet av 1 år. OPPGI svaret i kWh.

BASERT på energi-beregningen til varmpumpe, hvor mye elektrisk energi (i kWh) bruker dermed *SKOLE B* på lys, ventilasjon og rom-oppvarming.

ALTSÅ: Gruppa vår har beregnet at den elektriske energien som ikke går til drift av varmpumpe er følgende:

Elektrisk energi som kan erstattes blir derfor: _____ kWh.

Lekse til neste fagdag:

Eleven skal utforske energiforbruket i egen husstand. Eleven skal også finne ut hva grunnflatearealet er for husstanden.

Elev-Prosjekt: Økt 3 + Økt 4

Hvilke muligheter finnes det i bruk av fornybar Sol-Energi-Teknologi (SET) ved *SKOLE B*?

Bilde fjernet av personverns hensyn

Oppdraget fra Viken fylkeskommune:

What kind of opportunities do renewable solar-energy-sources offer our local school regarding energy-efficiency and sustainability, and what are the positive/negative aspects of these alternative energy-sources? What can we/the students do, at our local Upper secondary school, to promote and enhance the energy efficiency in the school buildings regarding the use of solar technology?

Hva er det forskeren vil at elevene skal gjøre?

Jeg ønsker at elevene selv i grupper skal komme med forslag til hvordan *Skole B* kan implementere/iverksette løsninger som får ned det årlige elektrisitetsforbruket ved skolen. Jeg ser for meg at elevene skal bruke sol-energi til dette formålet. Solcelle-teknologi skal potensielt forsyne skolen med noe av elektrisitetsbehovet (som brukes på lys, ventilasjon og

oppvarming). Siden *Skole B* er en idrettsskole med mange elever som trener og dusjer, så er behovet for oppvarming av varmtvann særlig viktig/stort og kilde til mye forbruk av elektrisitet.

Viktig spørsmål: Vil elev-designet bidra til å gjøre *SKOLE B* til en «GRØNNERE» skole.

Begrunn hvorfor/hvorfor ikke!!!!!!!!!!

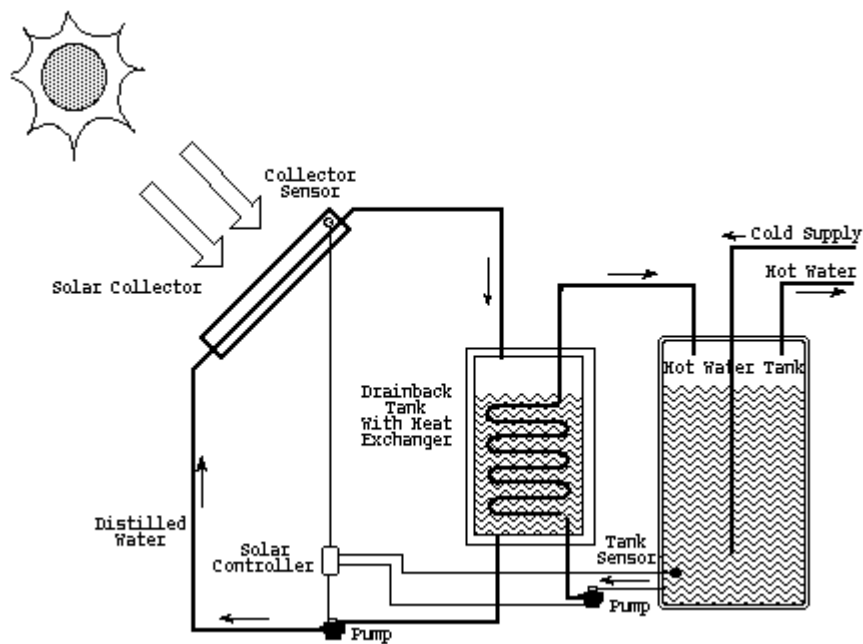
Hva er formålet med prosjektet:

Hvordan kan elev-gruppene konstruere bruk av fornybar-sol-teknologi på *Skole B*. for å få ned energiforbruket (elektrisitetsforbruket). Jeg vil at elevene skal designe/konstruere fornuftige/forsvarlige stor-skala-anlegg som inneholder solcelle-teknologi og solfanger-teknologi. Jeg vil at elevene skal underveis i prosjektet drøfte og diskutere fordeler og ulemper med sine design, spesielt med tanke på økonomi og miljømessige aspekter, og elev-gruppene må begrunne sine valg av skala på anleggene med energi-beregninger som de har blitt introdusert for underveis i prosjektet mens de eksperimenterte med små-skala systemer for solceller og solfangere i fagdagen uka før.

Mulig utforskende oppgaver i denne økta:

Elevene skal bruke et pyranometer/solarimeter til å finne sol-innstrålingen lokalt ved *SKOLE B* og elevene skal også gjøre et estimat på arealet av grunnflaten til skolen.

Stor-skala solfanger-system



Prinsippskisse for et solfanger-system tilknyttet en bygning: Kilde www.esru.strath.ac.uk

Bilde fjernet på grunn av opphavsrett

Solfanger plassert på taket:

Solfangere på veggen (Fasadeintegreerte solfangere)

Nøkkeltall/nøkkelinformasjon angående vann-forbruket på *SKOLE B*

Dusjtankene består av et forbruk av 2227 m³ pr år (18 timers drift. Hallen leies ut på ettermiddag/kveldstid og dermed lang drift med mye og ofte dusjing).

Oppgave 1: Hvor mye energi (strøm) må til da for å varme opp en slik vannmengde fra 4 °C til 64 °C

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot m \cdot (T_{\text{slutt}} - T_{\text{start}})$$

$$Q = \text{_____ J/kgK} \cdot \text{_____ kg} \cdot (\text{_____ } ^\circ\text{C} - \text{_____ } ^\circ\text{C}) = \text{_____ J}$$

Det er 3.600 000 J pr kWh.

$$Q = \frac{\text{_____ J}}{3.600\,000 \frac{\text{J}}{\text{kWh}}} = \text{_____ kWh}$$

Altså; det må altså kjøpes _____ kWh med elektrisk strøm til for å varme opp et «tenkt/teoretisk» vannreservoaret. (Totalt 1 gang).

Oppgave 2: Hva betyr egentlig denne utregningen for gruppas del? Kan dette slutt-tallet/energimengden ha noe betydning for gruppa i videre diskusjon angående økonomi og besparelser for skolen?

Beregning av arealet til solfangeranlegget

Temperaturene i tankene varmes opp til 70 °C av bakteriehensyn. (Vannet sendes til dusjene med en max-temperatur på 60 °C. (*Vaktmester* mener at vannet som hentes opp fra brønnene holder 4 °C og det blir jo dette som er starttemperaturen hvis man bruker dette vannet i andre tanker som indirekte er tilknyttet solfangeanlegget.

Altså; Vi må anta at solfanger-anlegget varmer opp en væske som starter på 15 °C og skal varmes opp til 60 °C. (For å få temperaturen opp til 70 °C må man bruke andre energi-kilder, men ikke tenk på det nå)

For å få en indikasjon på fornuftig størrelse (arealet på solfanger-anlegget) så må man forsøke å beregne dette arealet.

Oppgave 1) Dusjene i garderoben gir 10 liter pr minutt. Vi antar at hver elev dusjer i 3 minutter og det er 650 elever på *Skole B* som har kroppsøving hver uke. I tillegg er det ca. 110 elever tilknyttet idrettsfag og de dusjer 1 gang til i løpet av uka.

Altså; vannforbruket i forbindelse med dusjing ved *Skole B*. pr dag er omtrentlig: _____ liter/dag.

Oppgave 2) Så; nå må elevgruppen beregne den energimengden som behøves for å varme opp den mengden vann som forbrukes pr dag ved skolen.

Hint/Tips bruk: $Q_{\text{solfanger}} = c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot m \cdot (T_{\text{slutt}} - T_{\text{start}})$

Energi-formelen fra forsøket om solfanger.

Svar: Elev-gruppa har funnet ut at den nødvendige energimengden som skal til for å varme opp vannet er: _____ J/dag (J pr dag)

Målte soltimer i året

Sted	Soltimer
Sørneset, Stor Elvdal	1383,6
Kise, Ringsaker	1556,3
Ås, Akershus	1635,1
Blindern, Oslo	1669,0
Kjevik, Kristiansand	1777,6
Sola	1513,1
Florida, Bergen	1184,4
Bjørkehaug i Jostedal	1124,1
Fiskåbygd, Vanylven	1081,2
Tyholt, Trondheim	1346,5
Bodø	1271,2
Tromsø	1263,6
Karasjok	1105,8
Bjørnøya	590,9

Kilde: https://www.yr.no/artikkel/hvor-mange-soltimer-har-du_-1.11558246

Ok; dette betyr at solfangeren må klare å tilføre denne energimengden til vannet i løpet av 1 dag. (Vi antar at sola gir lys i gjennomsnitt på ca. $t = 6$ timer pr dag gjennom året og at dette sollyset holder en effekt på $I = 240 \text{ W/m}^2$).

For å beregne arealet av solfangeren så har vi følgende energi-formel:

$$Q_{\text{solfanger}} = \eta \cdot A_{\text{solfanger}} \cdot I \cdot t_{\text{eff}}$$

$Q_{\text{solfanger}}$ er energimengden som absorberes av solfanger-systemet fra sola.

η er virkningsgraden elev-gruppa fant på laboratorie-forsøket om solfanger.

A er solfangerens areal som skal beregnes nå!!!

I er den gjennomsnittlige innstrålingen fra sola ($I = 240 \text{ W/m}^2$).

t_{eff} er gjennomsnittlig antall soltimer (Må ha dette i sekunder).

Oppgave 3:

Gjør nå de nødvendige beregningene og finn ut hvor stort areal solfanger-systemet bør være for å varme opp dagsbehovet (Hint: Bruk de to nevnte formlene over i punkt 2)

$$Q_{\text{solfanger}} = \eta \cdot A_{\text{solfanger}} \cdot I \cdot t_{\text{eff}} \quad \rightarrow \quad \text{Areal} = \frac{Q_{\text{solfanger}}}{\eta \cdot I \cdot t_{\text{eff}}}$$

SVAR: Grappa mener at arealet av solfanger-systemet er:

_____ m².

Oppgave 4:

Hvor mye energi gir dette solfanger-systemet pr år (finn svaret i kWh pr. år)

Diskuter/Drøft: Er det noen «feil» eller idealiseringer ved elev-utregningene? Er det noen praktiske utfordringer med et slikt areal? Nå viser det seg at et solfanger-anlegg faktisk gir ca. 400 kWh/m². Hva blir dermed det faktiske energi-utbytte med elevgruppas solfanger-anlegg?

Bruk følgende lenke til å anslå kostnaden av et slikt anlegg:

Lenke: <https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/solenergi/solfanger/> +

Økonomisk analyse av solfangere for tappevann i kontorbygg (Søk etter følgende: no.ntnu_inspera_2326703.pdf) og let på sammendrag og/eller side 26.

Utforsk de vanlige strøm-prisene i dagens marked og regn ut nedbetalingstiden på deres solfanger-anlegg:

Oppgave 5: Oppdraget

Altså, nå vil jeg at dere skal bruke tidligere gitte lenker og med hjelp av disse og de overnevnte utregningene til å designe et passende solfanger-anlegg på ***Skole B***. som imøtekommer *Skole B*s behov i forhold til oppvarming av varmtvannet. Dere skal tenke på;

- plasseringen av anlegget
- de økonomiske kostnadene,
- de økonomiske gevinstene/besparelsene og tapene/utgiftene,
- valg av solfanger-materiale og
- ulike (fordeler/ulemper) miljømessige aspekter ved å montere et solfanger-anlegg.

Hvis tid;

- Andre sosio-politiske faktorer?

Hvis tid: **For flere refleksjoner av Solfanger-designet:**

- Hvilke forenklinger tror dere at dere har gjort for å komme frem til dette arealet?
- Hvilken himmelretning bør solfangeren stilles og i så fall hvorfor?
- Kan man lagre den termiske energien et annet sted enn i tankene på det tekniske rommet på *Skole B*. I så fall; hvor?

Beregning av arealet til solcelle-anlegg (strøm)

Bilde fjernet på grunn av opphavsrett

Hva er fornuftig størrelse på et solcelle-anlegg på *Skole B*?

Altså; Også i denne oppgaven kan det være fornuftig å beregne/gi et estimat på størrelsen på et slikt anlegg (arealet).

Hva er egentlig elektrisitetsbehovet til *Skole B*??

Husk fra tidligere nevnt/beregnet i prosjektet så er energi-forbruket på *Skole B* fordelt slik:

Varmepumpe \approx 930 000 kWh

Total forbruk \approx 1 600 000 kWh

Oppgave 1: Hva blir derfor den mulige energi-mengden som kan suppleres med elektrisitet fra et solcelle-anlegg?

Oppgave 2:

Bruk denne energimengden og et solcelle-panel med virkningsgraden (η) funnet tidligere i prosjektet fra solcelle-labben til å beregne arealet på anlegget dersom vi vet at solcelleprodusenten lover 3000 kWh strøm / m² ved 100 % virkningsgrad. (De som fikk ca 5 % virkningsgrad bruker 3000 kWh/m², mens de som fikk ca 7,5% bruker 2100 kWh/m²)

Hint: Bruk følgende formel/sammenheng: $E_{total} = \eta \cdot E_{celle/m^2} \cdot A$

der: E_{total} er totale energimengden solcelle-anlegget skal levere.

η er virkningsgraden til solcelle brukt på labben tidligere i prosjektet.

E_{celle} er energien gitt fra en solcelle-modul ved teoretisk-optimal energi-generering.

A er arealet på anlegget.

Vi finne ut etter regning at solcelle-anlegget blir _____ m².

Oppgave 3: Diskuter følgende

Er dette arealet fornuftig? Hvorfor/Hvorfor ikke?

Hva bør man i så fall gjøre?

Oppgave 4

Ny innfallsvinkel: La oss si at skolen skal kjøpe inn et solcelle-anlegg som er

1000 m² stort. Bruk lenkene: <https://www.fjordkraft.no/solcellepanel/> og <https://www.otovo.no/partner/los> og [Solcellespesialisten - Norges største leverandør av solcelleanlegg](#)

Hvert solcelle-panel har et areal på 1,6 m². Hva vil et slikt anlegg sånn omtrentlig koste å installere på skolen? Hvor lang tid tar det å betale ned anlegget om vi regner at 1 kWh koster 1 kr?

OPPGAVE 5

Altså, nå vil jeg at dere skal bruke tidligere gitte lenker og med hjelp av disse og de overnevnte utregningene til å designe et passende solcelle-anlegg på ***Skole B***. som imøtekommer *Skole B*s behov i forhold til elektrisitetsbehovet. Dere skal tenke på;

- plasseringen,
- de økonomiske kostnadene,
- de økonomiske gevinstene/besparelsene og tapene/utgiftene,
- valg av solcelle-materiale og
- ulike (fordeler/ulempes) miljømessige aspekter ved å montere et solcelle-anlegg

Hvis tid. For diskusjon:

- Andre sosio-politiske faktorer?

Hvis tid. For diskusjon:

- Hvilke forenklinger har man gjort for å komme frem til dette arealet?
- Hvilken himmelretning bør solcellene stilles og i så fall hvorfor?
- Hvordan skal man lagre den elektriske energien produsert av solcellene? Er det noen utfordringer rundt denne måten å lagre energien på?

Til ettertanke: Hvorfor er timesforbruket på søndagene 02/08 og 09/08 så ulike??

Bilde fjernet av personverns hensyn

Ukeforbruk ved *SKOLE B* 31/7 - 2020 – 31/8 – 2020

Timeforbruk ved *SKOLE B*:

Bilde fjernet av personverns hensyn

Relevante nettsteder i forbindelse med fornybar solenergi-teknologi:

Generelt:

<https://www.solenergi.no/hvorfor-solenergi>

Bioolje: <https://www.energiverket.no/er-bioolje-losningen/>

Solfanger: (Også omtalt som termiske solfangere)

Håndbok:

https://sgp.no/wp-content/uploads/2017/12/NorskSolenergi_håndbok_solvarme_A4_web.pdf

Norsk solenergiforening: <https://www.solenergi.no/solvarme>

SINTEF: <https://www.sintef.no/siste-nytt/solfangere-fungerer-bedre-enn-forventet/>

ENOVA: <https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/solenergi/solfanger-/>

ENOVA (KjøpsVeileder Solfanger): **Kjøpsveileder Solfanger – Enova** (pdf-fil)

NDLA:

<https://ndla.no/nb/subjects/subject:21/topic:1:183351/topic:1:183350/resource:1:3813>

Ung energi: <https://ungenergi.no/energikilder/solenergi/solfanger/>

VVS aktuelt: <https://www.vvsaktuelt.no/naer-nullenergi-ved-frydenhaug-skole-64988/nyhet.html>

Privat firma: <https://inventasolar.com/>

Privat firma: <https://www.fjordkraft.no/solcellepanel/solfanger/>

Privat firma: www.catchsolar.com/

Privat firma: SGP Armatec AS

https://sgp.no/produktkategori/solvarmere/solfangere/?gclid=EAlaIQobChMI862qj9jZ6wIVi94YCh3NzATuEAAAYASAAEgLLnfD_BwE

Solceller (PV-celler):

Norsk solenergiforening: <https://www.solenergi.no/solstrm>

UngEnergi: <https://ungenergi.no/energikilder/solenergi/solceller/>

NDLA:

<https://ndla.no/nb/subjects/subject:21/topic:1:183351/topic:1:183350/resource:1:18662>

[3](#)

The explorer:

https://www.theexplorer.no/no/stories-pa-norsk/energy/lys-framtid-for-norsk-solenergi/?gclid=EAIaIQobChMIhojNhdzZ6wIVj9eyCh2XfwQfEAAYAyAAEgLfLFD_BwE

Fjordkraft:

https://www.fjordkraft.no/solcellepanel/?gclid=EAIaIQobChMIkf3-gd7Z6wIVCN-yCh3f5AQ2EAAYASAAEgIKO_D_BwE#/

Solspesialisten:

[Solcellespesialisten - Norges største leverandør av solcelleanlegg](#)

Privat firma: Viken Sol

<https://vikensol.no/>

Privat firma (Solbes) for næringsbygg:

https://www.solbes.no/?gclid=EAIaIQobChMIkf3-gd7Z6wIVCN-yCh3f5AQ2EAMYASAAEgleyPD_BwE

Privat firma (fordeler og ulemper med solceller):

<https://www.alphasun.no/fordeler-og-ulemper-med-solceller/>

Filmer:

Kraftskolen: <https://kunnskapsfilm.no/video/solenergi/>

Youtube (Elevpresentasjon: Solfanger og solcelle):

<https://www.youtube.com/watch?v=UE5r3nySUFA>

Solar power (PV-cells):

<https://www.youtube.com/watch?v=od5yWB5aE0c>

Solar PV vs. Solar Thermal Experiment

<https://www.youtube.com/watch?v=VPd212q6uvU>

How solar PV-powerplants work:

<https://www.youtube.com/watch?v=ZLgOoMSIS3Y>

How solar collector work: <https://www.youtube.com/watch?v=O4HEZoy0MgM>

Forelesning om solenergi: <https://www.youtube.com/watch?v=8B4b9rQutpM>



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway